



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL  
MODALIDAD PARTICULAR PARA EL  
PROYECTO “ESTABLECIMIENTO DE 2  
ARRECIFES ARTIFICIALES EN PLAYA  
MUJERES”, A UBICARSE EN EL MUNICIPIO DE  
ISLA MUJERES, QUINTANA ROO, MÉXICO.**

**PONTONES Y LEDESMA, S.C**

**JULIO DE 2016**

---

---

## CONTENIDO

<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>2</b>
I.1. PROYECTO.....	2
I.1.1. Nombre del Proyecto .....	3
I.1.2. Ubicación del proyecto.....	3
I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto.....	3
I.1.4. Presentación de la documentación legal .....	3
I.2. PROMOVENTE .....	6
I.2.1. Nombre o razón social .....	6
I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del Promoviente.....	6
I.2.3. Nombre y cargo del representante legal.....	6
I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones .....	6
I.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	6
I.3.1. Nombre o Razón Social.....	6
I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes o CURP .....	6
I.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio.....	7
I.3.4. Dirección del responsable técnico del estudio .....	7

---

---

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

### I.1. PROYECTO

De acuerdo al desarrollo del Proyecto Integral de tipo Turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (autorizado en materia de impacto ambiental) y con base en la preocupación por la creciente erosión de la playa y la disminución de terreno, el presente documento de manifestación de impacto ambiental, contempla la ejecución del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, cuya finalidad es reducir la erosión de la playa, así como su recuperación progresiva de ésta y la estabilización de la zona, mediante la construcción de 2 arrecifes artificiales (el primero de los cuales tendrá una longitud de 100 metros de largo con una corona de 2 m de ancho y una elevación de corona de 0.3 msnm y el segundo con una forma de búmeran de 100 m de largo, una corona de 2 m de ancho), así como la construcción de una duna artificial de 356.8 m y el relleno de playa con una extensión de 400 metros, con arena existente en el predio (resultado de las excavaciones que se han hecho para la colocación de pilotes que soportaran las instalaciones del desarrollo), cuyo volumen aproximado será de 40 a 45 mil m<sup>3</sup> de arena, la cual será transportada por medio de maquinaria pesada (Figura 1. 1).

Por lo anterior, el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, tiene por objetivo, la recuperación de playa, así como su estabilización, mediante la implementación de actividades que ayuden a proteger la costa del efecto erosivo provocado por el oleaje y permitir con esto que haya una alimentación natural de arena, todo esto buscando una armonía natural con el medio ambiente.



Figura 1. 1. Obras y actividades contempladas para el Proyecto (2 arrecifes artificiales, una duna artificial y relleno de playa).

### I.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

“Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, a ubicarse en el Municipio Isla Mujeres, Quintana Roo.

### I.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto, se ubica en Vialidad Paseo Mujeres, Zona Continental, Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo. En la Tabla 1. 1, se presenta el cuadro de coordenadas de cada uno de los vértices que integran la ubicación de los arrecifes artificiales. En la Figura 1. 2 y en la Figura 1. 3, se presenta de manera general, la macro y micro localización del sitio del proyecto, en donde se observan las principales vías y accesos de comunicación presentes.

**Tabla 1. 1. Coordenadas que integran el sitio del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.**

OBRA	UTM	COORDENADA V1	COORDENADA V2	COORDENADA V3	LONGITUD
Arrecife artificial 1	X	520752.5477	520756.1155	-	100 m
	Y	2348500.9409	2348401.0045	-	
Arrecife Artificial 2	X	520689.5303	520674.6213	520690.1024	100 m
	Y	2348276.1508	2348228.4253	2348180.8823	
Duna Artificial		-	-	-	356.8 m
Relleno de playa		-	-	-	400 m

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

La construcción de 2 arrecifes artificiales, así como la construcción de una duna artificial y el relleno de playa, tendrá una vida útil de 99 años, con posibilidad de extender su utilidad por más años de acuerdo a la adecuada aplicación de medidas de mitigación. Se proyecta que con el tiempo se irá poblando de organismos arrecifales como algas y corales escleractinios entre otras especies características de los arrecifes coralinos naturales. No requiere labores de mantenimiento, a menos que algún evento meteorológico de gran magnitud como un huracán moviera las estructuras, lo cual es impredecible.

### I.1.4. PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL

En el Anexo 1.1, se adjunta una copia de la escritura del predio (escritura pública número 4999, volumen 35, tomo 3, con fecha del 22 de enero de 2013).



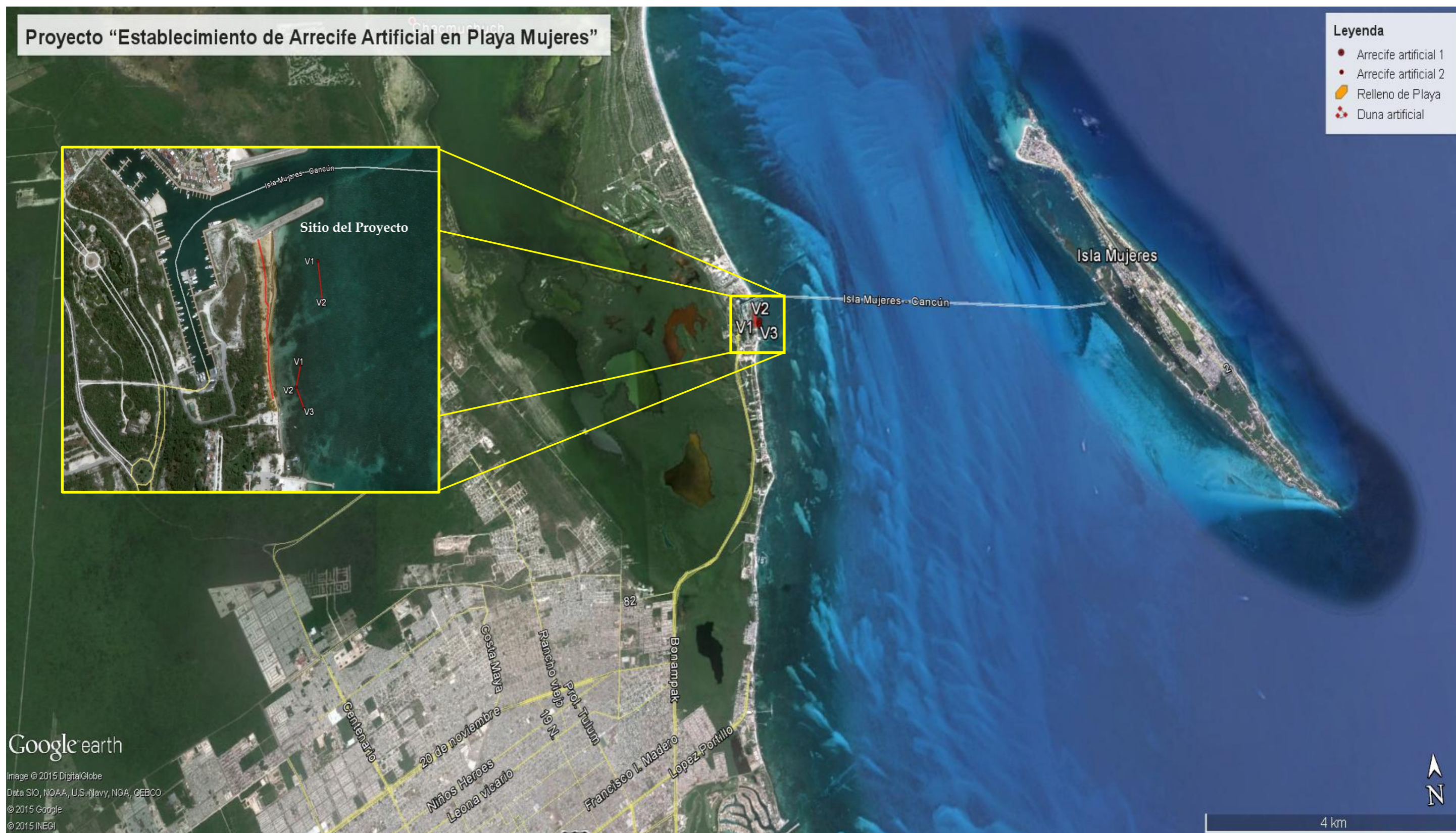


Figura 1. 2. Macrolocalización del sitio del Proyecto "Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres", a ubicarse en el Municipio Isla Mujeres, Quintana Roo.



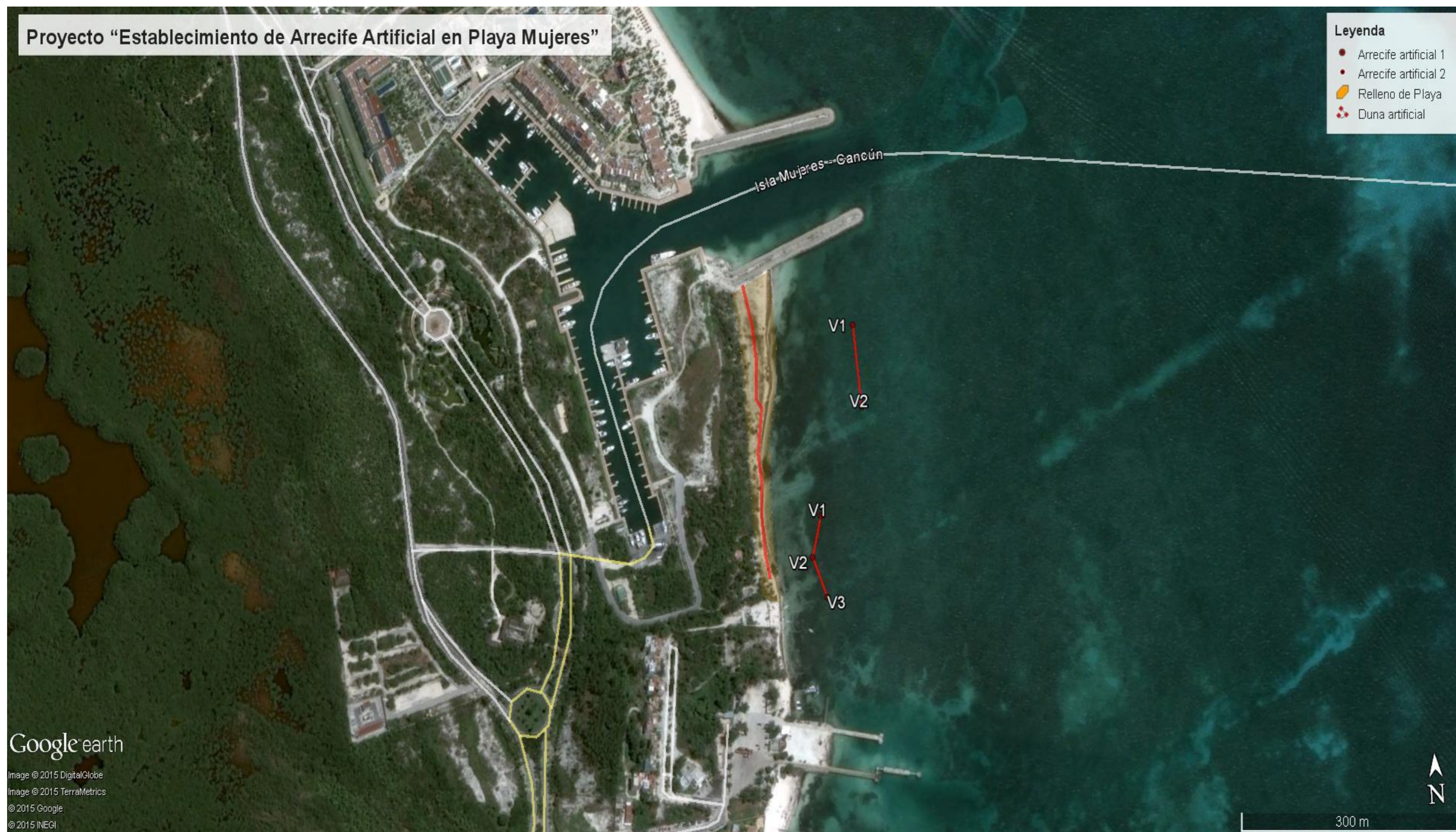


Figura 1. 3. Microlocalización del sitio del Proyecto "Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres", en donde se observan las principales vías de acceso.



---

---

## **I.2. PROMOVENTE**

### **I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

Desarrolladora Inmobiliaria Hotelera Playa Mujeres, S.A. de C.V. En el Anexo 1.2, se adjunta una copia del Acta Constitutiva de la sociedad (escritura pública número 4431, volumen 31, tomo 4, con fecha de 12 de octubre de 2012).

### **I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE**

DIH121012RD6. En el Anexo 1.3, se incluye copia del RFC de la empresa (Desarrolladora Inmobiliaria Hotelera Playa Mujeres, S.A. de C.V.).

### **I.2.3. NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL**

C. Félix Romano Moussali  
en su calidad de Administrador Único, propietario y Director General de Desarrolladora Inmobiliaria Hotelera Playa Mujeres, S.A. de C.V.

En el Anexo 1.4, se adjuntan las copias del Poder General en favor de C. Félix Romano Moussali, acreditada mediante la escritura pública P.A. 4,431, con fecha del 12 de octubre de 2012 y en el Anexo 1.5, se incluye la copia de la identificación oficial (IFE) del representante legal.

### **I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES**

Calle Paseo Mujeres, Manzana 1, Lote 1, Local 10, Smaz 3, Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, C.P. 77400.

Teléfono: (01 55) 52820100.

Correo electrónico: [aledesma@pontonesyledesma.com.mx](mailto:aledesma@pontonesyledesma.com.mx);  
[msandoval@pontonesyledesma.com.mx](mailto:msandoval@pontonesyledesma.com.mx)

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

### **I.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL**

Biól. Juan Antonio Hernández Bernal.

### **I.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP**

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

Biól. Juan Antonio Hernández Bernal.

En el Anexo 1.6 se presenta la cédula profesional del responsable de la elaboración del estudio.

### **I.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO**

**CONTENIDO**

**II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO ..... 2**

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO ..... 2

    II.1.1. *Naturaleza del proyecto*..... 2

        II.1.1.1 *Justificación* ..... 3

        II.1.1.2 *Objetivos*..... 4

    II.1.2. *Selección del Sitio*..... 4

    II.1.3. *Ubicación física del Proyecto y planos de localización* ..... 6

    II.1.4. *Inversión Requerida* ..... 8

    II.1.5. *Dimensiones del Proyecto* ..... 8

        II.1.5.1 *Superficie total del polígono o polígonos que conforman el sitio del proyecto* ..... 9

    II.1.6. *Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias* ..... 9

    II.1.7. *Urbanización del área y Descripción de los Servicios Requeridos* ..... 12

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO ..... 12

    II.2.1. *Programa General de Trabajo* ..... 17

    II.2.2. *Etapa de Preparación de sitio* ..... 19

    II.2.3. *Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto*..... 26

        II.2.3.1 *Áreas y recursos que serán afectados*..... 26

        II.2.3.2 *Maquinaria, materiales y equipo a utilizarse* ..... 27

        II.2.3.3 *Requerimiento de personal*..... 27

        II.2.3.4 *Requerimiento de energía y combustible* ..... 28

        II.2.3.5 *Generación y manejo de residuos*..... 28

    II.2.4. *Etapa de construcción* ..... 28

        II.2.4.1. *Áreas y recursos que serán afectados*..... 37

        II.2.4.2 *Maquinaria, materiales y equipo a utilizarse* ..... 37

        II.2.4.3. *Requerimiento de personal*..... 37

        II.2.4.4. *Requerimiento de energía y combustible* ..... 37

        II.2.4.5. *Generación y manejo de residuos*..... 37

    II.2.5. *Etapa de operación y mantenimiento* ..... 38

    II.2.6. *Descripción de obras asociadas al proyecto* ..... 39

    II.2.7. *Etapa de abandono de sitio* ..... 39

    II.2.8. *Uso de explosivos* ..... 39

    II.2.9. *Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmosfera*..... 39

    II.2.10. *Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de residuos* ..... 40

---

---

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

#### II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO

Como es bien sabido, la economía del desarrollo de Cancún, Isla Mujeres y de los desarrollos a lo largo de la costa de Quintana Roo en general, depende en buena parte de la imagen de sus playas, por lo que es importante realizar un proyecto de recuperación y estabilización de las mismas, siendo así, que para recuperar, mejorar y estabilizar a largo plazo la playa frente al complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (proyecto actualmente en construcción y autorizado en materia de impacto ambiental), localizado en Playa Mujeres, Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres en Quintana Roo, la cual se ha visto severamente afectada por la erosión de la zona y por ciertas condiciones particulares del entorno, el promovente desarrolló una solución integral desde el sistema marino hasta la duna, que es la recomendación técnica a la que se concluye después de los estudios y análisis realizados en el área de interés (Ver Anexo 1, en donde se incluye el Proyecto Ejecutivo para Recuperación y Estabilización de Playa Frente al Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres, Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo).

Por lo anterior, para recuperar estas playas y sobre todo estabilizarlas se requiere generar un proyecto de protección integral que ayude a proteger la costa del efecto erosivo provocado por el oleaje y proteger el relleno que permitirá tener una playa más amplia. Todo esto buscando una armonía natural con el medio ambiente, para lo cual se generaron los estudios hidrográficos elementales tales como el levantamiento topobatimétrico detallado frente al complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, así como un análisis del comportamiento de la corriente, marea y oleaje; así como la granulometría de muestras de arena. Toda esta información se usó para conocer la dinámica costera actual y con ello generar un modelo matemático de simulación dinámica al cual se le aplicó la información recabada en campo.

Tal como se mencionó anteriormente, en el Anexo 1, se incluye el Proyecto Ejecutivo para Recuperación y Estabilización de Playa Frente al Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres, en el cual una vez realizado diversos estudios, así como el análisis de las condiciones actuales que se presentan y las características del mar, la solución que se plantea es la siguiente:

- La construcción de dos Arrecifes Artificiales.
- El relleno de la playa con arena de bancos ubicados dentro del predio.
- La construcción de una duna artificial en la playa, recreando las condiciones de una duna natural.



---

---

Cabe destacar que para llevar a cabo la construcción de los 2 arrecifes artificiales, el relleno de playa y la construcción de la duna artificial, se requiere de la autorización en materia de impacto ambiental, por lo cual el presente estudio hace referencia a todos los requerimientos por la Secretaría para su evaluación y en su caso dictaminación a favor para que se lleve a cabo la implementación del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

#### *II.1.1.1 JUSTIFICACIÓN*

Es de común conocimiento que las playas de Cancún, Isla Mujeres, La Riviera Maya y en general de la costa de Quintana Roo, se han visto severamente afectadas por un proceso erosivo constante que afecta año con año, así como los últimos huracanes y tormentas que han pasado sobre el estado de Quintana Roo, las cuales han tenido cada vez mayor fuerza y efecto erosivo en la costa, que por consecuencia, frente al complejo Playa Mujeres, se ha detectado un retroceso de la línea de costa, aunado a que existe una disminución del área del predio, lo cual es motivo de preocupación ya que el principal elemento de explotación turística en el estado son las playas, por lo cual se promueve la construcción de los arrecifes artificiales que disiparán la energía del oleaje, el relleno de la playa que permita la recuperación de la línea costera y la construcción de una duna artificial en la playa que ayude a proteger las instalaciones hoteleras de Playa Mujeres, lo que a consecuencia traerá una mejora del paisaje y una mejora ecológica del área para aquellas especies de flora y fauna que pudieran establecerse de manera natural.

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), el calentamiento de la atmósfera terrestre, podría tener efectos dramáticos en las zonas costeras y marinas del mundo durante el siglo XXI. El IPCC considera para Centroamérica y el Caribe, “altamente probable” el aumento de la erosión con pérdidas de bienes raíces y el desplazamiento de poblaciones. (Rodríguez y Beltrán, 2012). Cabe destacar, que aunado a las condiciones naturales anteriormente descritas, el impacto de las actividades antropogénicas tiene consecuencias importantes en la morfología de la playa.

En general el Proyecto, pretende mantener una playa sana, estable y estética respetando el dinamismo natural costero con un mínimo impacto al ambiente. Como es bien sabido, la economía del desarrollo de Cancún, Isla Mujeres y de los desarrollos a lo largo de la costa de Quintana Roo en general, depende en buena parte de la imagen de sus playas, por lo que es importante realizar un proyecto de recuperación y estabilización de las mismas con efecto negativo mínimo sobre el ambiente.

En el Anexo 2, se incluye el resolutivo en materia de impacto ambiental y las modificaciones del Proyecto “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, cuya primera autorización data del 17 de noviembre del 2000.

---

---

### II.1.1.2 OBJETIVOS

El objetivo general recae en la protección integral que ayude a proteger la costa del efecto erosivo provocado por el oleaje y permitir que haya una alimentación natural de arena, todo esto buscando una armonía natural con el medio ambiente, para mantener una playa sana, estable y estética respetando el dinamismo natural costero con un mínimo impacto al ambiente, siendo así que en cuanto a los objetivos planteados para el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, se contemplan los siguientes:

- Se plantea la construcción de dos Arrecifes Artificiales, uno recto (Arrecife 1) y otro en forma de Bumerán (Arrecife 2), que ayuden a disipar la energía del oleaje y proteger el frente de costa de Playa Mujeres, estos Arrecifes Artificiales tendrán como objetivo disipar la energía del oleaje en condiciones normales y de tormentas estacionales.
- Se realizará el relleno de la playa con arena de bancos ubicados dentro del predio que permita la recuperación de la línea costera y de la playa, ya que el ancho de la misma se ha visto disminuido de forma drástica en los últimos años.
- Se llevará a cabo la construcción de una duna artificial en la playa, recreando las condiciones de una duna natural, que brinde amortiguamiento al oleaje incidente, ayude a proteger las instalaciones de Playa Mujeres y ayude a mantener la arena en el sitio mediante la forestación de la misma.

### II.1.2. SELECCIÓN DEL SITIO

La selección del sitio para el presente proyecto se da como consecuencia obligada de recuperar, mejorar y estabilizar la Playa frente al complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, localizado en Playa Mujeres (proyecto en construcción autorizado en materia de impacto ambiental), a causa de las condiciones ambientales a las cuales se ha visto presionada el área, sin embargo el lugar de selección de los arrecifes se hizo con base en criterios oceanográficos, biológicos, ecológicos y sociales:

- **Criterios oceanográficos:** Las estructuras serán colocadas en base a los estudios oceanográficos en lugares de baja biodiversidad y abundancia de especies y donde el lecho marino sea de tipo arenoso consolidado, a una profundidad donde permita la libre navegación de embarcaciones menores tipo panga. Además otro criterio de selección del sitio está en base a las corriente marinas ya que se prevé que los módulos estén colocados por donde las larvas de diversas especies se propagan en dirección a los módulos para que las larvas puedan fijarse y crear un nuevo ecosistema arrecifal.

---

---

• **Criterios biológicos:** Los organismos marinos se caracterizan por colonizar este tipo de estructuras a las pocas horas de ser colocadas, dando origen a una cadena trófica que ofrece alimento y refugio a otro tipo de macro-especies.

• **Criterios ecológicos:** Al colocar este tipo de estructura se está fomentando la generación de un ecosistema, el cual dará refugio a especies, abundancia de alimento y promoverá crianza de especies dando origen un círculo virtuoso de vida marina. Los estudios de campo realizados para la selección del sitio de los arrecifes artificiales se basaron en lo siguiente:

• **Batimetría:** Se colocó una ecosonda monohaz en una embarcación de bajo calado conectada a un GPS diferencial y se hicieron transectos perpendiculares a la costa a cada 20 m frente a la propiedad y a cada 50 m frente a los lotes vecinos, el área total de levantamiento para fines de estudio y modelaje se extiende por más de 2 km de frente de costa y entre 700 m y 1,150 m mar adentro. Toda la información recolectada fue grabada y procesada en un programa de hidrografía, la batimetría se complementó con lecturas de elevación tomadas en la playa con equipo de topografía. Finalmente se generaron curvas de nivel y se exportó la información a un plano en formato de AutoCAD (DWG) desde donde obtuvieron perfiles de playa se procedió con el diseño de los rompeolas y duna artificial (Ver Anexo 3, donde se incluye el reporte Hidrográfico Hotelera Playa Mujeres).

• **Información geodésica:** Se introdujeron los datos del geoide para la zona en estudio en el programa de hidrografía de manera que la carta de navegación y el GPS estén coordinados.

• **Análisis de Mareas:** Se decidió utilizar para el análisis, los datos calculados para todos los días del año del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada Baja California, CICESE, el cual cuenta con tablas de predicción de mareas para todo el año 2015, siendo así que la marea varía en esta área alrededor de 0.3 m en promedio, sin embargo las mareas extremas de todo el año arrojan diferencias de 0.4 m en septiembre y octubre y diferencias máximas en todo el año de 0.5 m, es decir una diferencia hacia arriba o hacia debajo de  $\pm 0.25$  m lo cual es un cambio muy ligero.

• Y el último paso para decidir la colocación de los Arrecifes Artificiales incurrió en encontrar una **superficie que reuniera las siguientes características:**

1. Zona semi-plana o con un talud muy ligero para que el desplante de los Arrecifes Artificiales sea estable.
2. La distancia entre la línea “cero” y la ubicación de los rompeolas deberá ser considerable para que la playa pueda ensanchar, la distancia de diseño, la longitud entre estructuras de protección y el largo de las mismas se basa en cálculos y el uso de gráficas de ingeniería costera que resumen los efectos esperados para estructuras ubicadas frente a la costa.

Por último, cabe mencionar que el presente proyecto traerá como resultado tanto una mejora ecológica, como una mejora desde el punto de vista económica, ya sea por el índole turístico de la zona y/o la generación de empleos temporales y permanentes, durante el tiempo de construcción, como por el periodo de operación del proyecto.

### II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN

El Proyecto se ubica en la Playa frente al complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, localizado en Playa Mujeres, Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, C.P. 77400; el complejo turístico se localiza a su vez en Vialidad Paseo Mujeres, Zona Continental, Municipio de Isla Mujeres, Q. Roo, México C.P. 77400. Sin embargo, cada uno de los arrecifes (1 y 2), abarcará un área de 100 m por 0.3 y 1.5 m de alto a partir de la pleamar respectivamente dentro de la Zona Marítima, mientras que el frente de Playa será de 400 m (Zona Federal Marítima Terrestre), donde la duna artificial abarcará 356.8 m de largo del frente, repartida en geocilindros rellenos de arena con una altura de 1.80 m (llenos) y un ancho de 3.65 m.

Por lo anterior, en la Tabla 2. 1, se presentan las coordenadas de cada uno de los vértices que conforman los arrecifes artificiales que se colocaran en la plataforma continental. En la Figura 2. 1, se puede observar la ubicación espacial de cada una de las obras a implementar para el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, y en la Figura 2. 2, se puede observar el croquis de localización del sitio del Proyecto.

**Tabla 2. 1. Coordenadas de los arrecifes artificiales en el Sitio del Proyecto.**

OBRA	UTM	COORDENADA V1	COORDENADA V2	COORDENADA V3	LONGITUD (m)
Arrecife Artificial 1	X	520752.5477	520756.1155	-	100
	Y	2348500.9409	2348401.0045	-	
Arrecife Artificial 2	X	520689.5303	520674.6213	520690.1024	100
	Y	2348276.1508	2348228.4253	2348180.8823	
Duna Artificial	-	-	-	-	356.8
Relleno de playa	-	-	-	-	400



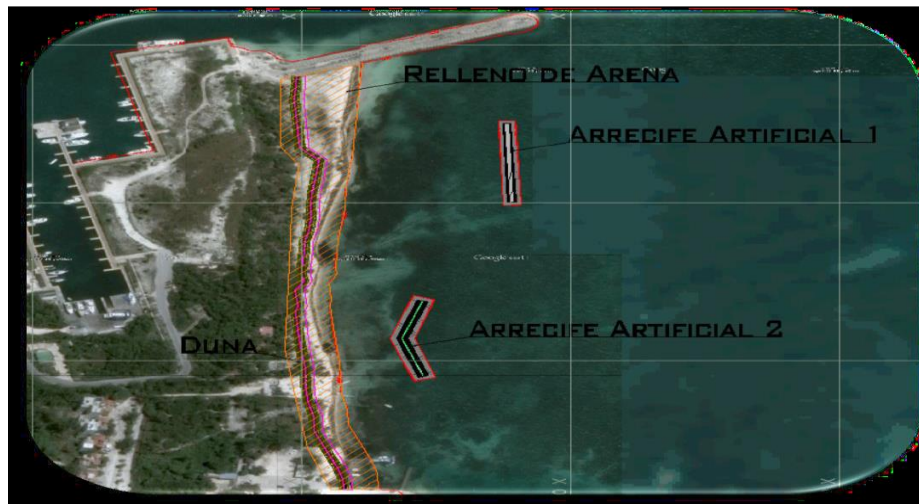


Figura 2. 1. Ubicación general de cada una de las obra que integral el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.



Figura 2. 2. Croquis de localización del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

En el Anexo 2.4, se incluyen los planos de ubicación del proyecto, así como el topobatemétrico general el de detalle, el de caracterización de corrientes, el de secciones actuales, entre otros.

En el Anexo 2.5, se incluye el documento del Proyecto Ejecutivo para la Recuperación y Estabilización de la Playa frente al Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres, en donde se incluye el procedimiento constructivo de los arrecifes artificiales, la duna artificial y el relleno de playa.

**II.1.4. INVERSIÓN REQUERIDA**

La inversión estimada para la construcción del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, será de \$ 18, 399,209.01 (Dieciocho millones trescientos noventa y nueve mil doscientos nueve 01/100 M.N.), por lo que en la Tabla 2. 2, se presenta el desglose de cada una de las obras contempladas para el proyecto, así como su costo de inversión. Cabe destacar, que el proyecto se construirá en un tiempo estimado de 10 meses.

**Tabla 2. 2. Inversión requerida del proyecto.**

DESCRIPCIÓN	INVERSIÓN
<b>ARRECIFE ARTIFICIAL 1</b>	
Gastos de preparación de caminos y transporte de maquinaria	\$ 54,000
Suministro y colocación de bolsacreto	\$ 3,020,400
Suministro y colocación de colchacreto	\$ 1,170,240
Tapete antisocavación	\$187,785
<b>Subtotal</b>	<b>4,432,425</b>
<b>ARRECIFE ARTIFICIAL 2</b>	
Suministro y colocación de bolsacreto	\$4,181,325
Suministro y colocación de colchacreto	\$1,589,760
Tapete antisocavación	\$250,155
<b>Subtotal</b>	<b>\$6,021,240</b>
<b>CONSTRUCCIÓN DE DUNA ARTIFICIAL</b>	
Suministro de geocilindro de 1.8 m de alto y 10 m de largo para duna con tapete antisocavación y un tubo de anclaje de 3.5m en un solo lado.	\$3,105,200.18
Colocación de geocilindro e hidrollenado, precio por metro lineal	\$1,451,781.90
Tapete antisocavación	\$437,940
<b>Subtotal</b>	<b>\$4,994,922.08</b>
<b>RELLENO DE PLAYA</b>	
Relleno de arena existente en el predio con uso de maquinaria pesada	\$412,800
<b>Subtotal</b>	<b>\$412,800</b>
<b>TOTAL + IVA</b>	<b>\$ 18,399,209.01</b>

Los costos que se derivan de la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación en el presente Estudio de Impacto Ambiental, están considerados en el presupuesto para la construcción del Proyecto y este será de alrededor del 2.5%, del monto total de inversión, lo que representa una cantidad de \$ 459,980.22 (cuatrocientos cincuenta y nueve mil novecientos ochenta pesos 22/100 MN). Asimismo se estima que el tiempo de recuperación de la inversión se realizara en un tiempo estimado de 24 meses aproximadamente.



---

---

## II.1.5. DIMENSIONES DEL PROYECTO

### II.1.5.1 SUPERFICIE TOTAL DEL POLÍGONO O POLÍGONOS QUE CONFORMAN EL SITIO DEL PROYECTO

El Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, se ubica en Playa Mujeres, Zona Continental, Municipio de Isla Mujeres en Quintana Roo, el cual consiste en una serie de polígonos tanto en la Zona Federal Marítima Terrestre, como en la Zona Marítima. Cada uno de los arrecifes 1 y 2, ocupará 100 m lineales por 0.3 y 1.5 m de alto y 2 m de ancho de corona a partir de la pleamar respectivamente, con lo cual se ocupará una superficie de 400 m<sup>2</sup> para ambos arrecifes artificiales dentro de la Zona Marítima; mientras que el polígono de las dunas sobre la Zona Federal Marítima Terrestre será de 356.8 m de largo, repartida en geocilindros de 10 m de largo rellenos de arena con una altura de 1.80 m (llenos) y un ancho de 3.65 m, siendo así que tomando en cuenta la elevación del área de desplante de 0.9 m más los 1.8 m del geotubo y el relleno de arena de 0.3 m, la duna tendrá una elevación final de 3 m sobre el nivel del mar.

Y finalmente, dentro de las obras contempladas que pretenden llevarse a cabo, se encuentra el relleno de la playa con arena que se hará sobre los geocilindros y a todo lo largo de la playa, es decir, en un frente de 400 m, con el objetivo de recuperar el terreno perdido por la erosión. Cabe destacar que la arena a utilizar en el relleno de playa proviene de las excavaciones que se han hecho para la colocación de pilotes que soportarán las instalaciones del Proyecto Integral de tipo Turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (autorizado en materia de impacto ambiental), cuyo volumen aproximado será de 40 y 45 mil m<sup>3</sup> de arena, por lo cual no será necesaria la ubicación de sitios de tiro para la extracción de arena.

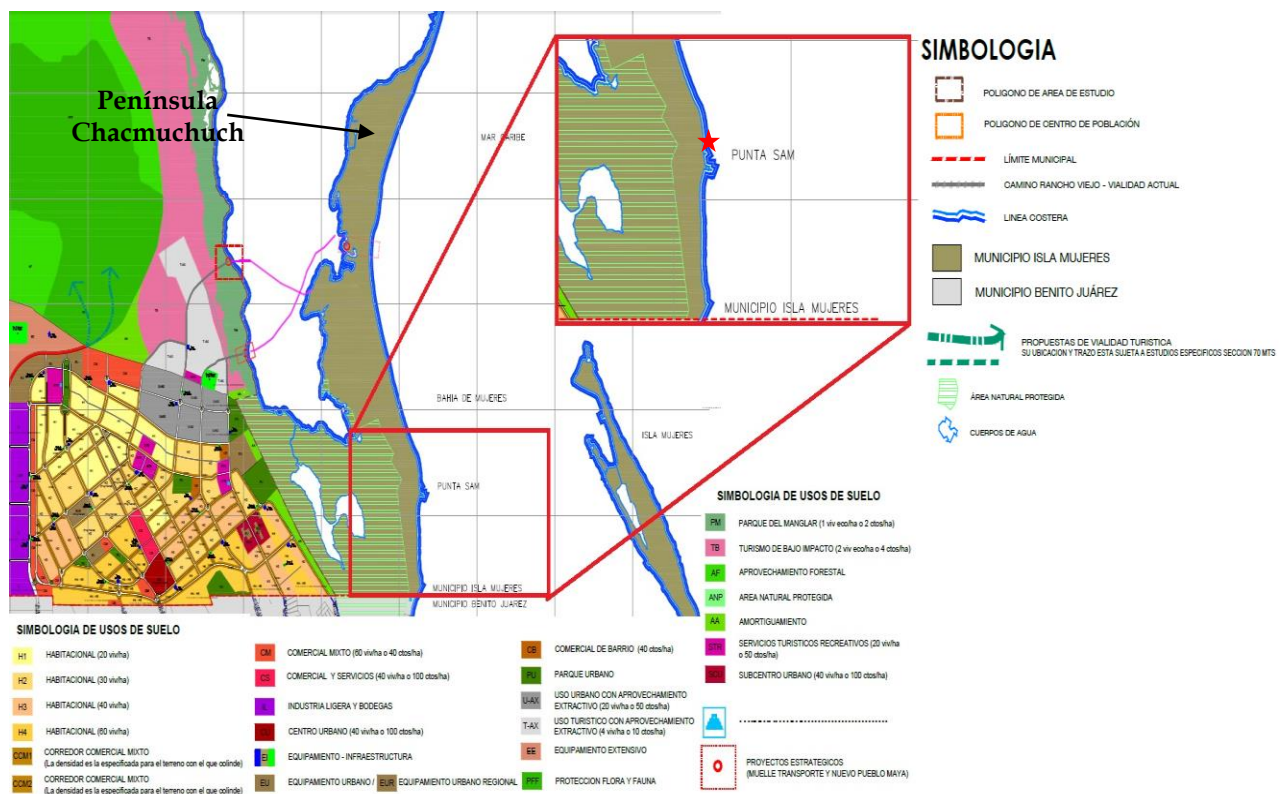
### II.1.6. USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

El sitio del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, se encuentra localizado sobre la línea costera de la Península Chacmucuch de acuerdo con los instrumentos de planeación ambiental y urbana vigentes, el predio está destinado para uso turístico, para áreas Habitacionales o para la prestación de servicios turísticos. Según el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmucuch en la Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo (PPDUPCh), el sitio del proyecto está inmerso en el Sector “Límite municipal-Punta Sam” que corresponde, de acuerdo a la zonificación primaria del Plan a “un área de aprovechamiento urbano” (A.P.) con clave AU2-3, tal como se puede apreciar en la Figura 2. 3.

En el Anexo 2.6, se incluye el contrato de cesión de derechos y obligaciones de concesión de Zona Federal Marítima Terrestre (“ZOFEMAT”) (El “Contrato”), que celebran por una parte Hotelera Marina, S.A. de C.V. (“Hotelera Marina” o la “Cedente”), representada en ese acto por el Sr. Francesc Noguera Gili y por la otra parte Desarrolladora Inmobiliaria Hotelera Playa Mujeres, S.A. de C.V., representada en ese acto por el Sr. Félix Romano Moussali.

En el Anexo 2.7, se incluye el Título de Concesión con fecha del 07 de noviembre de 2008 (Concesión DGZF-1234/08), por una superficie de 8,750.54 m<sup>2</sup>, con una vigencia de 15 años contados a partir de la fecha de su entrega física, con usos autorizados de protección.

En el Anexo 2.8, se incluye la cesión de derechos de la Concesión DGZF-1234/08 con fecha del 15 de junio de 2010, por la que se autoriza a Desarrollos Quintana Roo, S.A. de C.V. a ceder en favor de Hotelera Marina S.A. de C.V., los derechos y obligaciones derivadas de la Concesión DGZF-1234/08.



★ Sitio del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”

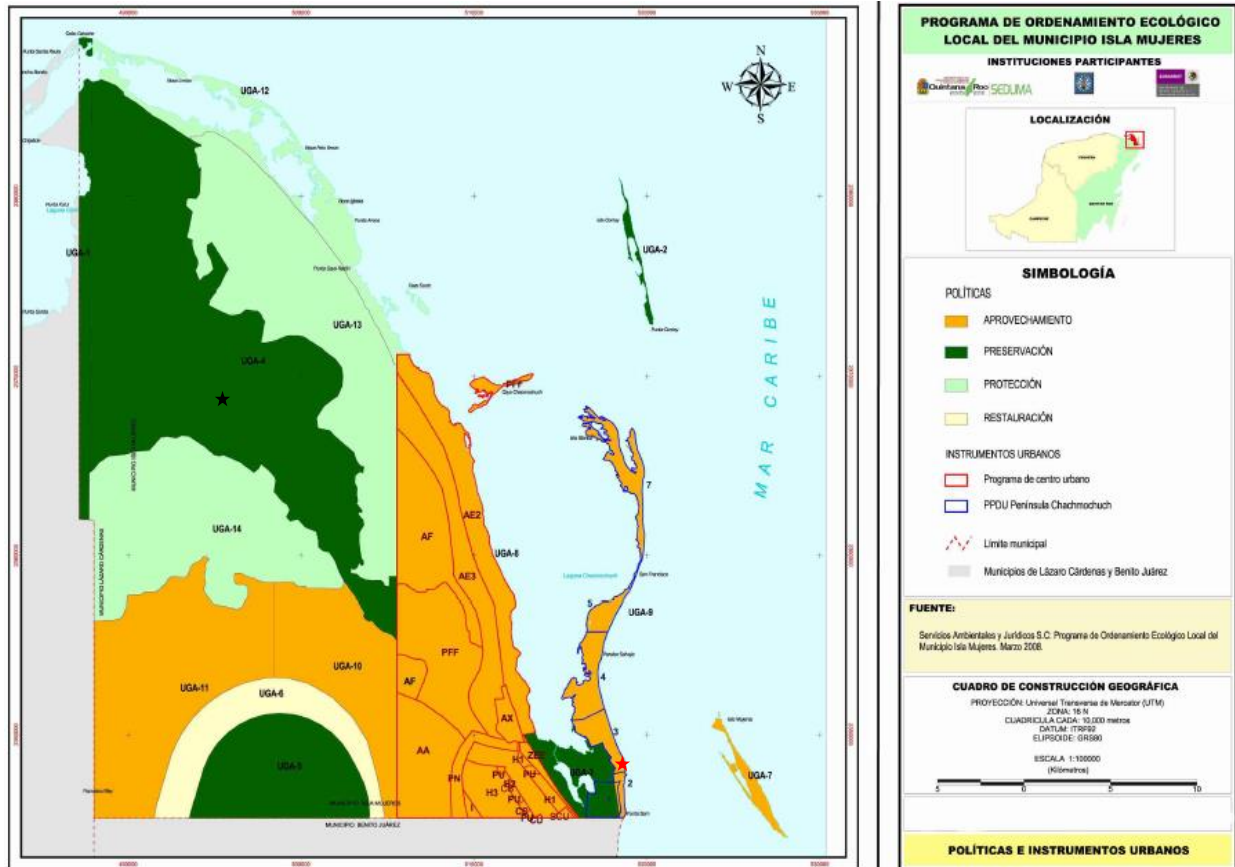
Figura 2. 3. Zonificación del área Continental del municipio Isla Mujeres, Quintana Roo, en donde se observa de manera general la ubicación del sitio del Proyecto.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Isla Mujeres, Quintana Roo, el sitio del proyecto se encuentra en la Unidad Territorial de

MIA-Particular “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo.

Gestión Ambiental (UGA) 09, denominada Península de Chacmunchuch, en el que aplica la política de Aprovechamiento Sustentable y cuyos parámetros de aprovechamiento están sujetos a lo que establece el PPDUPCh (Figura 2. 4).

En el Anexo 2.9, se incluyen los recibos de pago del uso y goce de la ZOFEMAT por parte de Desarrolladora Inmobiliaria Hotelera Playa Mujeres, S.A. de C.V., con fecha del 17 de marzo del 2015 y del 10 de julio de 2015.



★ Sitio del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”

Figura 2. 4. Unidades Territoriales de Gestión Ambiental del municipio Isla Mujeres, Quintana Roo, en donde se puede observar de manera general la ubicación del sitio del proyecto.

Parte del sitio del proyecto, se encuentra ubicado dentro de la Zona Marítima, es decir, donde se llevarán a cabo la construcción de los arrecifes artificiales, siendo así que parte del proyecto se encuentra dentro de las aguas continentales.

---

---

### II.1.7. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS

De manera física, el área donde se pretende construir y operar el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, se localiza sobre la línea costera, siendo una forma complementaria del Proyecto Integral de tipo Turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (autorizado en materia de impacto ambiental), por lo que el complejo al ubicarse en una zona turística (de acuerdo a la zonificación primaria de uso de suelo), se puede afirmar que se cuenta con todos los servicios básicos como electricidad, luz, agua, drenaje, etc., sin embargo el sitio del proyecto, ubicado en la Zona Federal Marítima Terrestre y la Zona Marítima, no cuenta con estos servicios pero se puede ver beneficiado de estos servicios del Proyecto Integral al momento de llevar a cabo la construcción del proyecto.

Ahora, los servicios requeridos para este proyecto son agua y drenaje, los cuales solo se utilizarán por los trabajadores por el periodo de construcción de las estructuras, y que en el caso de no contar con sanitarios se colocarán baños portátiles (uno por cada diez trabajadores) a los cuales se les dará mantenimiento periódico durante el desarrollo del proyecto. Es importante mencionar que se trabajará durante el día y de esta forma no se empleará energía eléctrica porque los equipos que se emplearán funcionan con gasolina u otro tipo de hidrocarburo. Por otro lado es importante mencionar que el desarrollo del proyecto no contempla la introducción de servicios.

### II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Después de analizar diferentes alternativas, acomodos y rumbos para las estructuras de protección evaluando su costo-beneficio, se eligió la construcción de dos arrecifes artificiales, la construcción de una duna artificial y el relleno de playa con arena proveniente de las actividades de excavación para colocación de pilotes del proyecto integral ya mencionado. A continuación se describirá de manera detallada cada una de las obras a implementar:

El primero se denomina **Arrecife Artificial 1** el cual tendrá 100 m de largo con una corona de 2 m de ancho y una elevación de corona de 0.3 m sobre el nivel medio del mar, se encontrará ubicado frente a la costa de Playa Mujeres, aproximadamente a 109 m al Sur de la escollera Sur y aproximadamente a 125 m de la costa, con rumbo de 358 grados respecto al Norte geográfico.

El segundo se denomina **Arrecife Artificial 2**, el cual tiene una forma de búmeran (Boomerang), tiene una longitud total de 100m de largo, una corona de 2m de ancho y se encontrará ubicado frente a la playa del desarrollo, aproximadamente a 62.40 m de la costa e igualmente a 141 m aproximadamente al Sur del Arrecife Artificial 1, con dos rumbos debido a su geometría, la punta Norte con rumbo de 17 grados y la punta Sur con

rumbo de 163 grados, ambos respecto al Norte geográfico y se pretende elevar su corona 1.50 m sobre el Nivel Medio del Mar.

La construcción de ambos arrecifes artificiales consiste en colocar un geotextil en el fondo marino lastrado, seguido de una capa de colchacreto de 10 cm (que servirán para prevenir socavaciones locales) y seguido de bolsacreto formando una sección transversal piramidal con un talud de 45 grados para ayudar a disipar la energía del oleaje adecuadamente.

El sistema constructivo es sencillo, consiste en colocar una bomba de mortero en la costa, extender mangueras de 2 pulgadas de diámetro desde la costa hasta el área de trabajo, conectarlas al colchacreto y los bolsacretos y llenarlos por medio del bombeo del mortero. En la Figura 2. 5 y la Figura 2. 6, se presentan las secciones transversales del arrecife artificial 1 y 2.

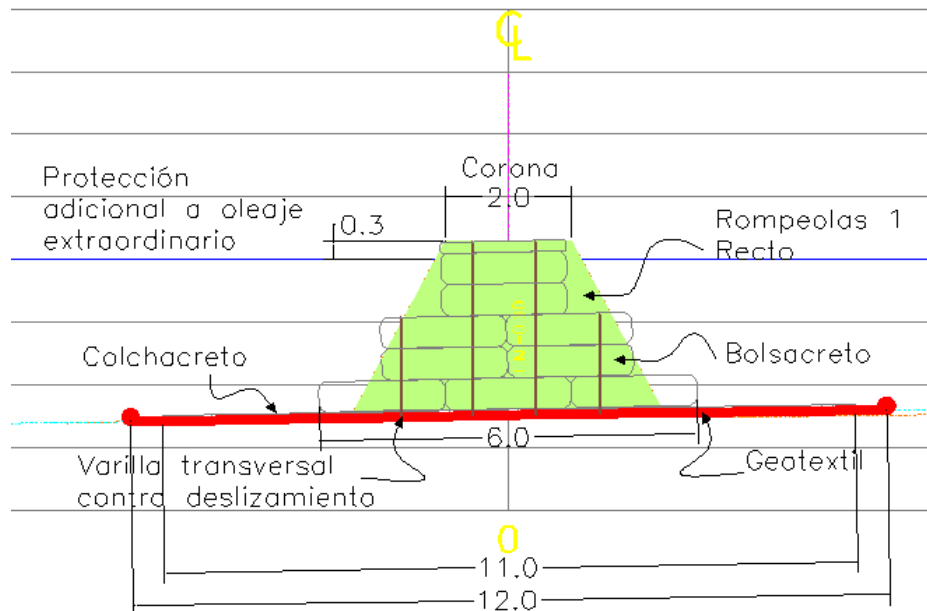


Figura 2. 5. Sección transversal del Arrecife Artificial 1, donde la costa se encuentra a la izquierda.

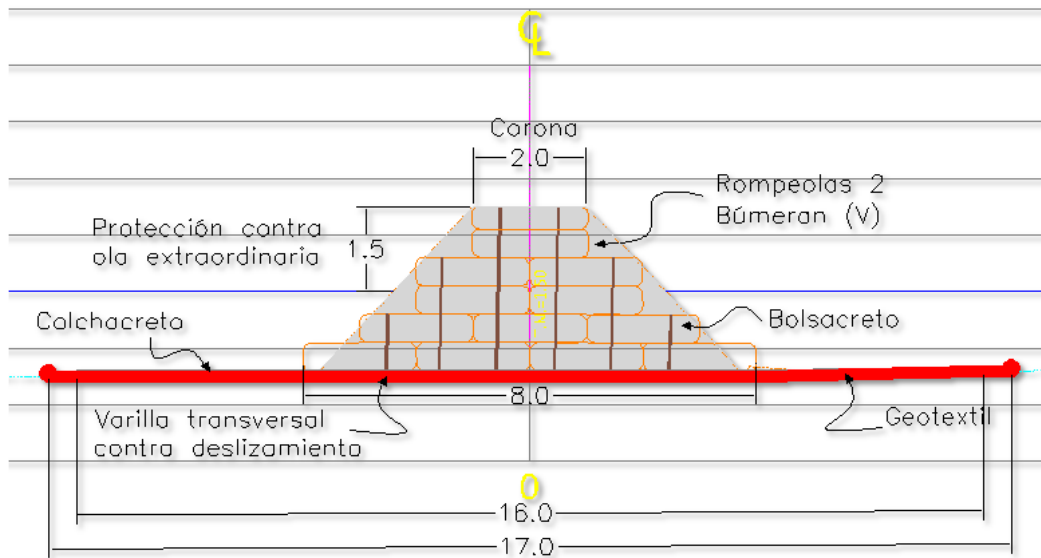


Figura 2. 6. Sección transversal del Arrecife Artificial 2.

**La construcción de la Duna Artificial**, consiste en nivelar el área de desplante, colocar geocilindros alineados sobre el eje de la duna y rellenarlos con arena por medio de una bomba sumergible que es capaz de inyectar grandes volúmenes de agua y arena, el agua dreña por los pequeños orificios del geotextil con el que se fabrican los geocilindros, la arena queda muy bien compactada dentro del geocilindro. A este sistema se le llama hidrollenado y es ampliamente usado para crear estructuras grandes y pesadas en zonas costeras.

El resultado es una protección grande, masiva y muy pesada que es difícil de mover, aún en condiciones de oleaje alto. La longitud de la duna sería de 356.8 m.

Los geocilindros llenos y terminados tendrán dimensiones de 10 m de largo, 3.65 m de ancho y 1.80 m de alto. También tendrán un tapete antisocavación de 6.5m de largo medido desde el eje de la duna y tendrá un lastre en el extremo, el lastre es muy simple, consiste en hacer un costurar un cilindro de 40cm de diámetro a lo largo del geotextil del tapete y rellenarlo de arena por una boquilla pequeñas con una manguera delgada (Figura 2. 7).



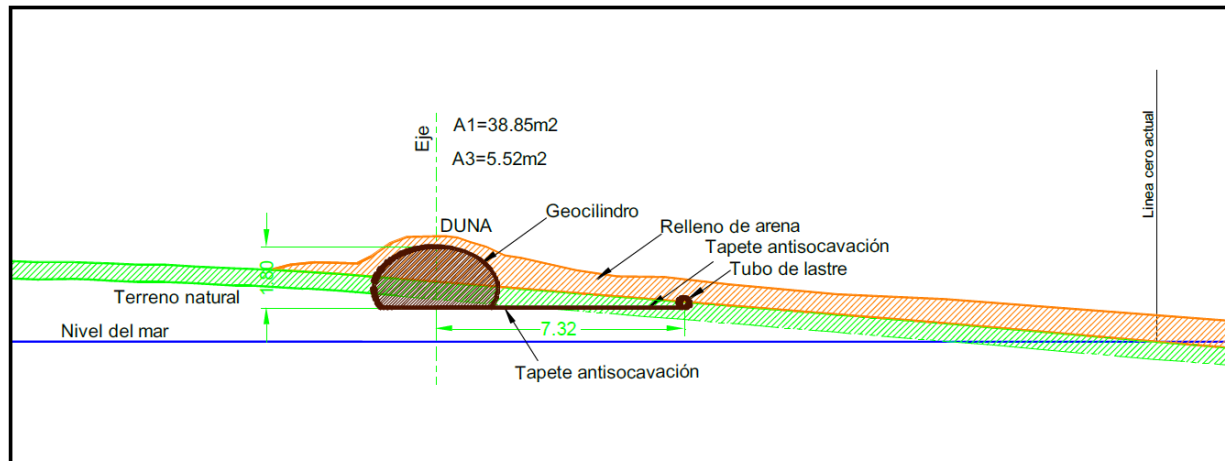


Figura 2. 7. Sección transversal de la duna artificial y del relleno de arena, puede verse el terreno actual en verde y el relleno de arena en naranja, el geocilindro y el tapete antisocavación con su lastre se encuentran dibujados en café.

Finalmente los geocilindros se cubrirán de arena dando una pendiente aproximada de 1 a 10 hacia el mar y se sembrará vegetación nativa del sitio sobre la duna y a todo lo largo de la misma. El talud de 1 a 10 es el alud promedio que hay en las costas de Quintana Roo y será adecuado para que la ola suba y disipe su energía de forma natural. Tomando en cuenta la elevación del área de desplante de 0.9m más los 1.8m del geotubo y el relleno de arena de 0.3m, la duna tendrá una elevación final de 3m sobre el nivel del mar, esta elevación es consistente con la elevación del terreno natural del sitio.

Finalmente queda mencionar que la vegetación sobre la duna ayuda a mantener la arena en su sitio y evitar la erosión eólica, ya que las raíces de las plantas nativas del sitio aprietan la arena y capturan granos que vuelan de las costas vecinas. En condiciones de tormenta extraordinaria, es muy probable que el oleaje alto y las condiciones de sobre elevación de marea muevan la arena y se la lleven, sin embargo los geocilindros resistirán por horas de oleaje fuerte y protegerán las instalaciones del desarrollo detrás de ellos.

**El relleno de la playa con arena** que se hará sobre los geocilindros y a todo lo largo de la playa (400 m de frente) tiene por objetivo recuperar el terreno perdido por la erosión, El relleno de Playa Mujeres se llevará a cabo explotando la arena amontada en el predio, un banco con un volumen aproximado de entre 40 y 45 mil metros cúbicos de arena, de acuerdo a las mediciones de los constructores del desarrollo.

Esta arena es el resultado de las excavaciones que se han hecho para la colocación de pilotes que soportarán las instalaciones del desarrollo, por lo que es arena del mismo sitio, no se traerá arena de otro lado ni se usarán materiales extraños.

Para el mantenimiento y la estabilización del acomodo natural de la playa es necesario un monitoreo constante, particularmente después de condiciones de tormenta en el que la playa puede tener una fuertes movimientos de arena. El comportamiento que se espera es la formación de un tómbolo completo detrás del arrecife artificial en forma de bumerán y una saliente mediana detrás del arrecife artificial recto.

La arena se moverá de un lado a otro de la playa de acuerdo a la dirección del oleaje incidente manteniendo una dinámica costera en la que se esperan pocas fugas de arena del sistema, sin embargo es totalmente normal esperar que con tormentas extraordinarias tales como tormentas tropicales y huracanes, se escapen cantidades importantes de arena, de manera que al cabo de dos, tres o más años sea necesario llevar a cabo un relleno de arena de mantenimiento, en ese momento se evaluará si se tiene arena acumulada de repuesto o se requiere buscar y explotar un banco marino de préstamo cercano a esta playa.

En la Figura 2. 8, se presenta la ubicación espacial de cada una de las obras que integran el Proyecto, entre las cuales tenemos: i) el arrecife artificial 1; ii) el arrecife artificial 2; iii) la duna artificial y iv) el relleno de arena.



Figura 2. 8. Ubicación espacial de cada una de las obras a implementar para el Proyecto.

**II.2.1. PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO**

En la Tabla 2. 3, se presenta el programa de actividades para el desarrollo del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

**Tabla 2. 3. Programa de actividades del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.**

ACTIVIDAD		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
		Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas
1	Gestión de permisos y licencias que requieren autorización de la MIA	■	■	■	■	■					
2	Preparación de equipo					■					
3	Colocación de señales preventivas.					■					
4	Preparación de caminos para ingreso de camiones de volteo y de transporte.					■					
5	Recorridos en el área de trabajo para buscar organismos susceptibles de rescate, en caso de encontrarse se registrarán en bitácora y serán reubicados en zonas de conservación.					■					
6	Trazado de eje de duna						■				
7	Nivelación y compactación de plataforma de desplante para colocación de geotubos y construcción de duna artificial.						■	■			
8	Preparación de tarquinas para colocación de arena y llenado de geotubos.						■	■			
9	Hidrollenado de geotubos para duna artificial.						■	■	■		
10	Tapado de Tarquinas temporales.							■	■		

**Tabla 2. 3. Programa de actividades del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.**

ACTIVIDAD		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
		Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas	Semanas
11	Preparación de equipo de bombeo de concreto para la construcción del Arrecife Artificial 1										
12	Trazo del eje del Arrecife Artificial 1										
13	Marcaje de los vértices del Arrecife Artificial 1										
14	Construcción del Arrecife Artificial 1										
15	Preparación de equipo de bombeo de concreto para la construcción del Arrecife Artificial 2										
16	Trazo del eje del Arrecife Artificial 2										
17	Marcaje de los vértices del Arrecife Artificial 2										
18	Construcción del Arrecife Artificial 2										
19	Colocación y acomodo de 40 mil m3 de arena de banco terrestre ubicado en el predio de Playa Mujeres con apoyo de maquinaria pesada y con ayuda de 2 camiones de carga y una retroexcavadora.										
20	Forestación de duna.										
21	Retiro de equipo y limpieza general										

---

---

## II.2.2. ETAPA DE PREPARACIÓN DE SITIO

Durante esta etapa las principales actividades a desarrollar serán la limpieza del sitio, preparación de materiales y área de maniobras, y excavación/nivelación, en el caso de la fase de construcción de la duna artificial, sin embargo a continuación se presenta de manera informativa las actividades a seguir para la construcción del Proyecto “Establecimiento de Arrecife Artificial en Playa Mujeres” (para más detalles, consultar el Anexo 2.5, del Proyecto Ejecutivo Playa Mujeres):

- **Obtención de permisos y/o autorizaciones.** Se presenta a consideración de las autoridades federales la presente Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y se tramitarán los permisos requeridos por la Autoridad Estatal y Municipal.
- **Preparación de caminos de acceso.** Existe perfecto acceso a la playa, sin embargo se tomarán precauciones para llevar maquinaria pesada con orugas al desarrollo.
- **Limpieza del sitio.** Las brisas marítimas presentes en el sitio del proyecto con llevan a la acumulación de basura provenientes de otros predios, por lo que se ha implementado la recolección de la basura por medios manuales depositándola en bolsas de plástico y posteriormente retirándola con un camión fuera del área del proyecto.
- **Delimitación del sitio para duna artificial y relleno de playa.** Inicialmente la delimitación del sitio del proyecto, se llevara a cabo por medio de banderines, balizas o cualquier otro instrumento visible, que delimite el límite del sitio en donde se llevaran a cabo las actividades de construcción de la duna artificial y el relleno de playa.
- **Despalme.** El retiro de la capa vegetal, se hará de igual forma, por medios manuales, evitando el uso de maquinaria pesada, así como de la aplicación de fuego o productos químicos para el despalme.
- **Trazo, nivelación y conformación del terreno.** En esta actividad, se hará el nivelado inicial de la arena presente por medios mecánicos, en donde se hora uso de una motoconformadora para una mejor nivelación, no se hará ningún tipo de excavación solamente compensar el suelo, las secciones más hondas serán rellenadas con la misma arena presente en la playa.

### Arrecifes Artificiales 1 y 2

- **Preparación del equipo y materiales.** Es necesario trasladar al sitio de trabajo, la maquinaria necesaria tal como bombas sumergibles, compresor, equipo de buceo,

herramientas, planta generadora de electricidad, tubería flexible de alta presión, bomba de mortero y tubería flexible para manejo de mortero. Preparar el material de trabajo que serán los tapetes antisocavación, el colchacreto y las bolsas para la estructura de bolsacreto para construir los Arrecifes Artificiales.

- **Preparación de área de maniobras.** Se designarán dos áreas de maniobras llamadas “Zona de Bombeo 1 y 2” donde se colocarán bombas de mortero cerca de la costa para realizar el colado de los elementos que conforman a los Arrecifes Artificiales. Estas áreas se encuentran frente a la parte media de los Arrecifes Artificiales para facilitar las labores de relleno y para optimizar los alcances de la tubería flexible y el bombeo (Figura 2. 9 y la Figura 2. 10).
- **Trazado del eje del Arrecife Artificial.** Con ayuda de un GPS de alta precisión, una embarcación de apoyo, muertos y boyas se marcan los vértices del eje y la zona de desplante de los Arrecifes Artificiales.

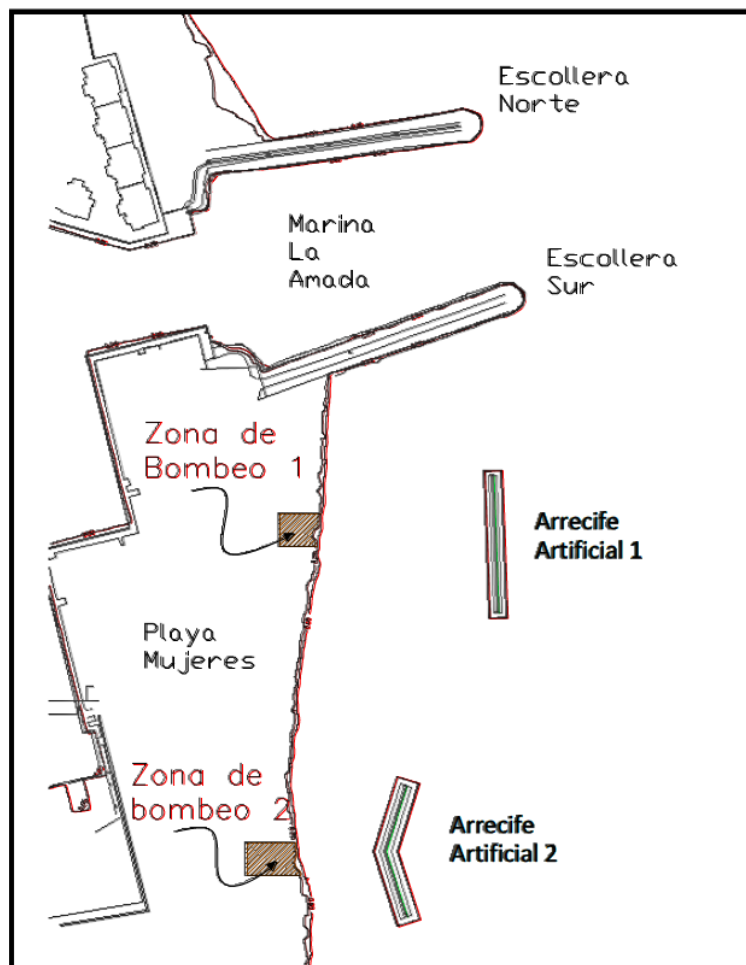


Figura 2. 9. Áreas designadas para maniobras y bombeo del mortero que se usará para llenar el colchacreto y el bolsacreto.





Figura 2. 10. Esquema de los Arrecifes Artificiales 1 y 2 con las dos áreas de bombeo y las longitudes máximas de alcance a partir de la zona de Bombeo.

- **Tendido de Tapete Antisocavación.** Una vez ubicado el eje de proyecto se tiende el tapete antisocavación en el fondo fijándola con los lastres a los extremos, con las dimensiones de proyecto, 1391m<sup>2</sup> (13m x 107m) para AA1 (Recto) y 1,853m<sup>2</sup> para AA2 (Búmeran). En la Figura 2. 11, se presenta de manera esquemática el tendido de tapete antisocavón.

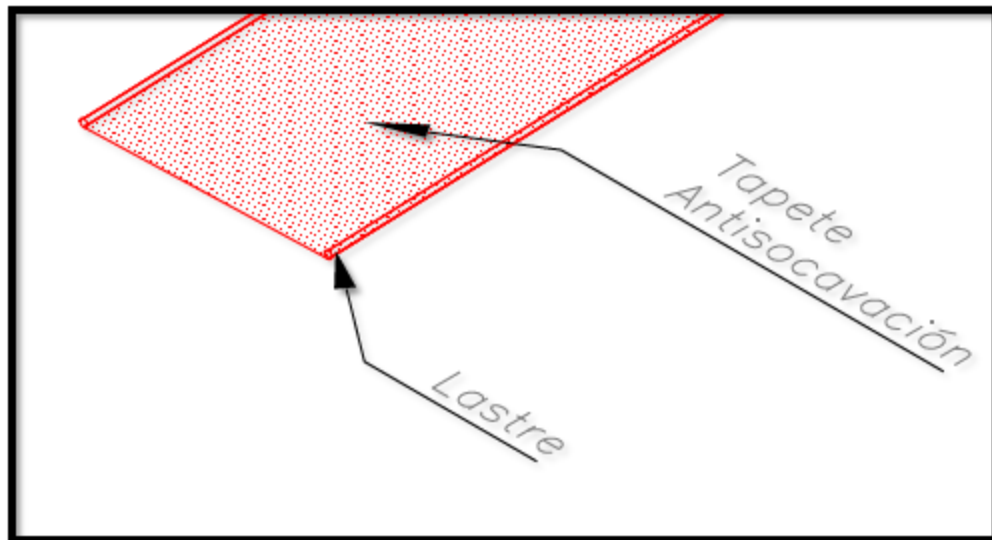


Figura 2. 11. Tendido de tapete antisocavón.

- **Preparación para colado.** Se extienden las mangueras de 6 pulgadas de diámetro que transportarán el mortero de la costa hasta el área de desplante de las AA, con el apoyo de buzos y embarcaciones menores, estas quedarán extendidas y las lastradas para que estén pegadas al fondo marino y no suban a la superficie. También se prepara la bomba de mortero en las áreas de trabajo ubicadas en la costa.
- **Preparación de las cortinas antidispersión.** Una vez que las mangueras están tendidas sobre el fondo marino y la bomba está lista, se preparan las cortinas antidispersión, estas cortinas son de un material textil muy resistente a la tensión y son impermeables pero detienen los granos de arena y partículas de mortero, se colocan alrededor del área de trabajo para evitar dispersión de arena y mortero, la forma de mantenerlas extendidas desde el fondo hasta la superficie es amarrando un lastre en un extremo y una flotador en el otro a cada 10m de distancia, de esta forma el extremo con lastres se hundirá y el extremo con flotadores flotará y mantendrán la cortina extendida, se recomienda usar tramos pequeños de 30 o 40 m máximo ya que el manejo con corriente media o fuerte es complicado.

### Duna Artificial

- **Preparación de equipo y materiales.** Es necesario trasladar al sitio de trabajo, la maquinaria necesaria tal como bombas sumergibles, compresor, equipo de buceo, herramientas, planta generadora de electricidad, una aplanadora, una retroexcavadora, un bobcat y tubería flexible de alta presión. Preparar el material de trabajo que consta de geocilindros con tapete antisocavación con tubo de anclaje y la arena.

- **Trazado del eje de duna y vértices del área de desplante.** En esta etapa se trazará el eje de la duna utilizando equipo de topografía tradicional.
- **Preparación de tarquinas para construcción de duna.** En esta etapa se excavarán tarquinas a lo largo de la playa a cada 50 m, éstas tarquinas son simplemente hoyos cuadrados de 8 m x 8 m donde se coloca una bomba sumergible para bombear arena a los geocilindros que conformarán la duna, en la tarquina se verterá agua y arena que se succionará con la bomba, la tarquina debe estar cerca del sitio de llenado ya que se requiere comunicación constante con el buzo que maneje la bomba, también se coloca una bomba sumergible dentro del mar a poca profundidad para que ésta le suministre agua a la tarquina. En la Figura 2. 12, Figura 2. 13, Figura 2. 14 y Figura 2. 15, se presenta de manera esquemática el procedimiento de preparación de tarquinas para construcción de dunas, las cuales se implementaron para la extracción y almacenamiento de la arena proveniente de las actividades de excavación para la colocación de los pilotes.



Figura 2. 12. La imagen muestra una tarquina con arena depositada a su alrededor, la tubería usada para el relleno de los geocilindros y la bomba que será colocada dentro de la tarquina. Dicho procedimiento llevado a cabo dentro del complejo hotelero, actualmente en constricción.





Figura 2. 13. Introducción de la bomba con las mangueras de succión y bombeo conectadas.



Figura 2. 14. La arena se introduce a la tarquina en cantidades apropiadas con el uso de un BOBCAT.





Figura 2. 15. Otra bomba sumergible es colocada en el mar para bombear agua hacia la tarquina y poder hacer la mezcla agua-arena.

- **Preparación y nivelación del terreno.** El área de desplante se nivelará a 0.9 m sobre el nivel del mar de acuerdo al diseño que se ha plasmado en los perfiles del plano “8B-Perfiles de diseño”, después se aplanará y compactará con el uso de maquinaria pesada, la cual preferentemente deberá ser una máquina tipo CS-531.

### Relleno de playa

- Junto con las actividades de construcción de la duna artificial, se inyectará arena a la playa para acelerar el proceso de recuperación de la línea de costa y mejorar el aspecto estético de la misma, esta provendrá de la arena acumulada en el predio del complejo hotelero, misma que fue obtenida de las actividades de excavación para la cimentación y colocación de los pilotes, por lo cual no se contempla el establecimiento de un sitio de tiro. Como ya se comentó anteriormente, se pretende utilizar un banco de arena del mismo predio, esta actividad formará parte del “Relleno de playa”, sin la inyección de arena la recuperación sería menor y podría tomar muchos años, debido al reducido movimiento de arena en la zona. Es importante destacar que estas acciones que se mencionan arriba ayudarán a recuperar, estabilizar y mejorar el aspecto de la playa frente al hotel, sin embargo

---

---

se requiere de un mantenimiento periódico, especialmente después de episodios de tormenta.

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

Debido a que el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, forma parte integral del complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (autorizado en materia de impacto ambiental y actualmente en construcción), no se requerirá de obras y/o actividades provisionales, sin embargo se implementará el uso de sanitarios portátiles donde el mantenimiento de los mismos, será manejado por la empresa con quien se contrate el servicio, y la cual, deberá de estar debidamente autorizada por la autoridad ambiental).

#### II.2.3.1 ÁREAS Y RECURSOS QUE SERÁN AFECTADOS

En ésta etapa los recursos que serán afectados son:

- Vegetación: Se realizará el despalme de la vegetación herbácea presente en la playa como son aquellas especies rastreras que están adaptadas al suelo arenoso como: *Ipomoea prescaprea*, *Batis marítima*, que han colonizado de manera parcial lo que se denomina como Zona Federal Marítimo Terrestre.
- Fauna: Las únicas especies presentes en el sitio son aves playeras como son gaviotas, pelicanos, fragatas, cormoranes y playeritos las cuales se desplazan sobre el sitio del proyecto, así como algunas especies terrestres como las lagartijas como *Sceloporus cozumelae* y *Aspidoscelis rodecki*, que son tolerantes a altos grados de perturbación. Cabe destacar, que el sitio del proyecto, no es considerado como un sitio de anidación de tortuga, ya que no presenta las condiciones idóneas para serlo, así como que se tienen muy pocos registros de arribazón de tortugas en la zona.
- Aire. Los efectos a este factor durante las actividades a implementar durante la preparación de sitio, se consideran puntuales y de corta duración.
- Agua: El recurso agua hace referencia a la zona marítima del predio, por lo que se establecerán reglamentos para hacer el mínimo impacto a éste recurso.
- Suelo. Este recurso sufrirá un impacto negativo durante la primera etapa, sin embargo posteriormente el impacto sera positivo por la recuperación de la zona de playa.
- Paisaje: Este factor se verá afectado negativamente durante esta etapa, derivado de la presencia de personas, materiales e infraestructura, sin embargo, posteriormente en la etapa final se considera como un impacto positivo, derivado de la implementación de la infraestructura de recuperación, lo cual puede beneficiar a al factor fauna.

### II.2.3.2 MAQUINARIA, MATERIALES Y EQUIPO A UTILIZARSE

La maquinaria a utilizar durante la etapa de preparación de sitio y construcción del proyecto se puede observar en la Tabla 2. 4.

**Tabla 2. 4. Maquinaria necesaria para la preparación y construcción del proyecto.**

MAQUINARIA	CANTIDAD
Compactadora de suelo CS-4	1
Retroexcavadora	2
Embarcaciones entre 30 y 60 lt de eslora para apoyo	2
Camiones de carga	2
Bombas tragasólidos, con mangueras y accesorios*	4

Las bombas sumergibles, que se propone usar son bombas robustas de uso rudo, eléctricas, selladas completamente que cuenta con un cable de alimentación de corriente alterna, la entrada o succión y la salida o descarga.

Entre este tipo de bombas existe una gran variedad de tamaños que van desde potencias de 11K W (14 hp) hasta 110 KW (750 hp), siendo las más usadas para estos trabajos las de potencias medias entre 5 y 20 hp que pesan entre 50 y 100 kg, en el tubo de succión se conecta una manguera de 10 plg de diámetro con una pichancha al extremo de la manguera, esta última cuenta con una rejilla de protección para evitar succionar piedras grandes, conchas u otros objetos que puedan dañar el impulsor, de manera que la bomba se queda acostada en el fondo mientras el buzo camina sujetando la pichancha cerca del fondo marino succionando arena y agua, en este caso la hará en el fondo marino de los bancos cercanos a la propiedad y también de tarquinas hechas a lo largo de la costa para mezclar la arena con agua y bombear la mezcla dentro de los geocilindros. Puede mantenerse trabajando por largos períodos sin requerir mantenimiento y una vez dentro del agua puede ser movida por tres buzos y el uso de flotadores.

### II.2.3.3 REQUERIMIENTO DE PERSONAL

El personal que se requerirá para llevar a cabo la construcción del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres” se puede observar en la Tabla 2. 5.

**Tabla 2. 5. Personal necesario para la preparación y construcción del proyecto.**

PERSONAL	CANTIDAD	COMENTARIOS
Tripulación embarcadores de apoyo	6	3 por cada embarcación
Operadores de maquinaria pesada	2	-

**Tabla 2. 5. Personal necesario para la preparación y construcción del proyecto.**

PERSONAL	CANTIDAD	COMENTARIOS
Técnicos especializados en colocación y llenado de geocilindros	12	2 equipos de 6
Supervisor de obra	2	-
Choferes	2	-
<b>TOTAL</b>	<b>24</b>	

#### *II.2.3.4 REQUERIMIENTO DE ENERGÍA Y COMBUSTIBLE*

No se requerirá de energía eléctrica para la implementación de esta etapa. El combustible a utilizar, será únicamente para el uso de la maquinaria pesada y la planta generadora de electricidad, y que se obtendrá del o los centros de abastecimiento, que serán aquellos que se encuentren cercanos al sitio del proyecto.

#### *II.2.3.5 GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS*

Se contempla la microgeneración de residuos peligrosos y residuos de manejo especial, los cuales serán colectados periódicamente en botes de plástico, para posteriormente ser llevados al almacén temporal de residuos, mismo que se ubica dentro del complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (autorizado en materia de impacto ambiental y actualmente en construcción), para posteriormente ser colectado para disposición final por parte de una empresa contratada para tal fin.

En cuanto a la generación de residuos sólidos municipales, como latas, bolsas, papel, etc., se ubicaran en el sitio del proyecto contenedores debidamente señalizados donde se depositen dichos residuos, los cuales posteriormente serán llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal o el que se encuentre más cercano al sitio.

No se contempla la generación de ningún tipo de residuo líquido o agua residual dentro del sitio del proyecto.

#### **II.2.4. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

Una vez descritas las actividades propuestas para la etapa de Preparación del sitio, a continuación se describe cada una de las actividades contempladas en la etapa de construcción por tipo de obra, entre las cuales encontramos las siguientes (Anexo 2.1):

##### **Arrecifes 1 y 2 (AA1 y AA2)**

- **Colado del colchacreto:**



Una vez que las mangueras están tendidas sobre el fondo marino y la bomba está lista, se coloca el tapete antisocavación sobre el fondo y encima de este el colchaceto vacío, se colocan rocas encima para extenderlos en el fondo y se amarran sus extremos en el fondo usando varillas y barretas. Una vez fijos se conecta la manguera del mortero en la boquilla del colchaceto, se amarra y sella para evitar fugas, se da la señal de encender la bomba de mortero y se inicia el bombeo, al terminar el llenado se da la orden de detener la bomba de mortero, se retira la manguera de la boquilla y se procede a colocarla en la boquilla del siguiente colchaceto, se cierra y sella y se reinicia el proceso de bombeo. Esta operación se repite una y otra vez hasta que todos los colchacetos de cada Arrecife Artificial están llenos (Figura 2. 16).

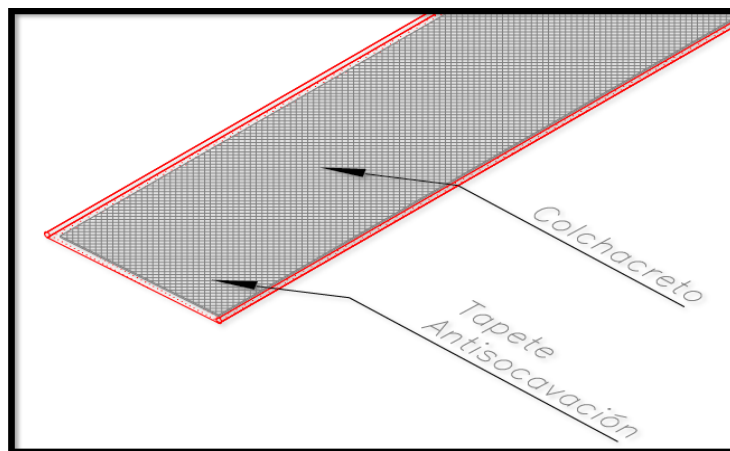


Figura 2. 16. Esquema de Colchaceto y Tapete de Socavación.

- **Colado de Camas de Bolsacreto.** Una vez fraguada la primera etapa del colchaceto se tienden sobre el mismo las bolsas de textil llamadas Bolsacreto y se fijan en la ubicación de proyecto con lastres y varillas para evitar que se muevan. Posteriormente se coloca la salida de la manguera en la boquilla de llenado de una bolsa y se amarra para evitar pérdidas, la bomba de mortero se enciende y se manda el mortero a la bolsa, una vez que un bolsacreto esté lleno se detiene la bomba, se quita la manguera de la boquilla de llenado, se amarra para evitar fugas de mortero y se conecta al siguiente bolsacreto hasta completar el 1er nivel o cama.

Posteriormente la forma de colado dependerá de las condiciones del oleaje debido a que las bolsacretos, aunque estén rellenas de mortero, si este aún no ha fraguado, corren el riesgo de sufrir daños en condiciones de oleaje fuertes. Por tal motivo, de presentarse estas condiciones desfavorables es preferible colar los elementos de manera horizontal hasta completar la longitud total de la estructura, de lo contrario es preferible llegar a altura de corona primero.

Antes de que fragüe el mortero se colocan dos varillas de 1 pulgada atravesando un bolsacreto, y al colocar la siguiente cama de bolsacretos se debe asegurar que las varillas los atraviesen también, estas varillas son importantes para que los bolsacretos no se deslicen uno sobre otro y generen una estructura monolítica que proteja contra el oleaje (Ver la Figura 2. 17, Figura 2. 18, Figura 2. 19, Figura 2. 20 y la Figura 2. 21).

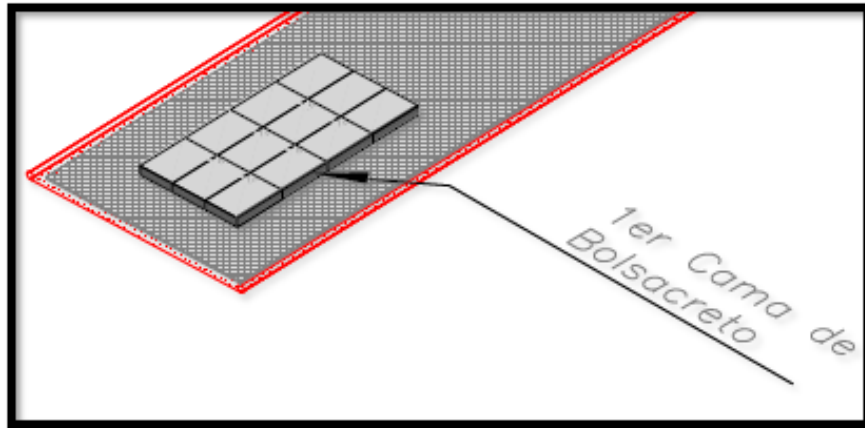


Figura 2. 17. Primera cama de Bolsacreto ubicada según proyecto.

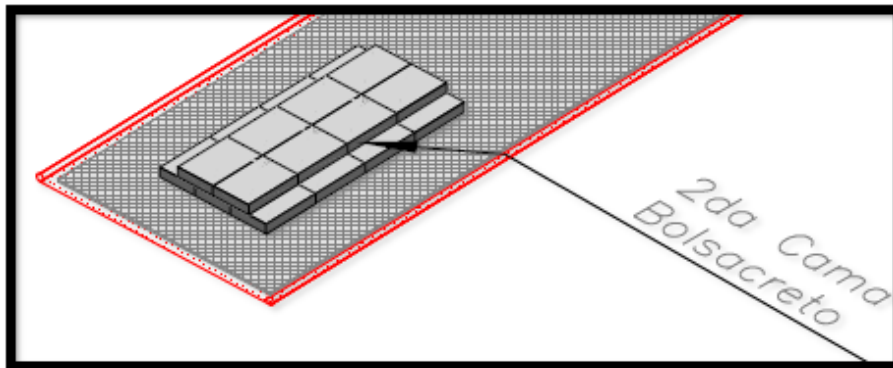


Figura 2. 18. Segunda cama de Bolsacreto ubicada según proyecto.

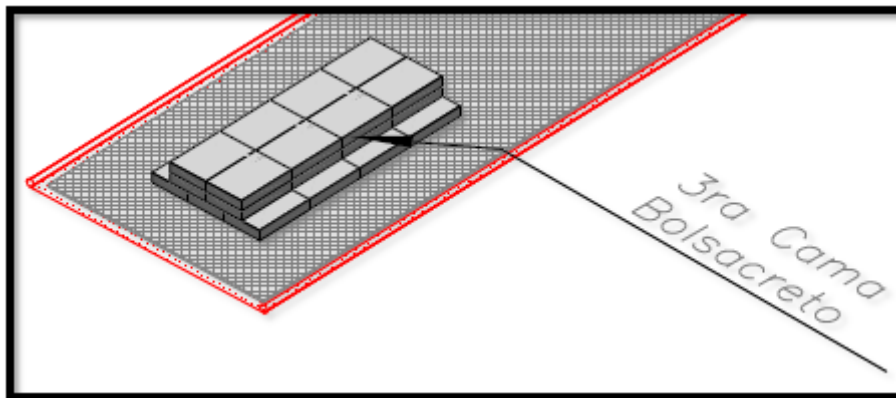


Figura 2. 19. Tercera cama de Bolsacreto ubicada según proyecto.

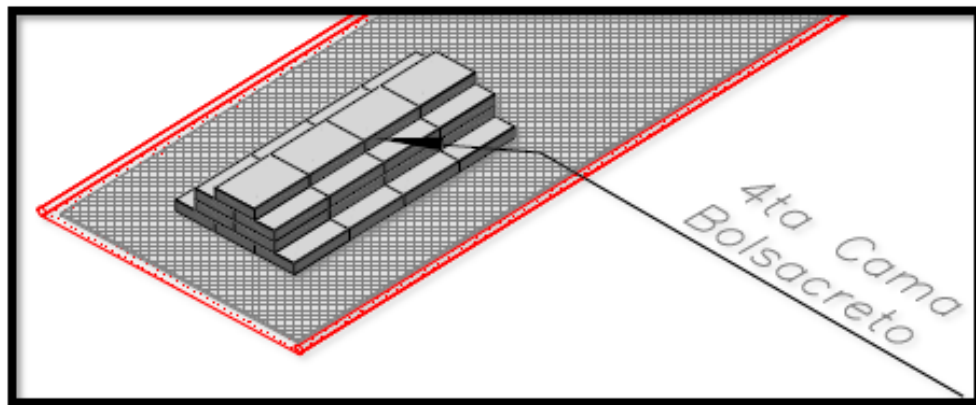


Figura 2. 20. Cuarta cama de Bolsacreto ubicada según proyecto.

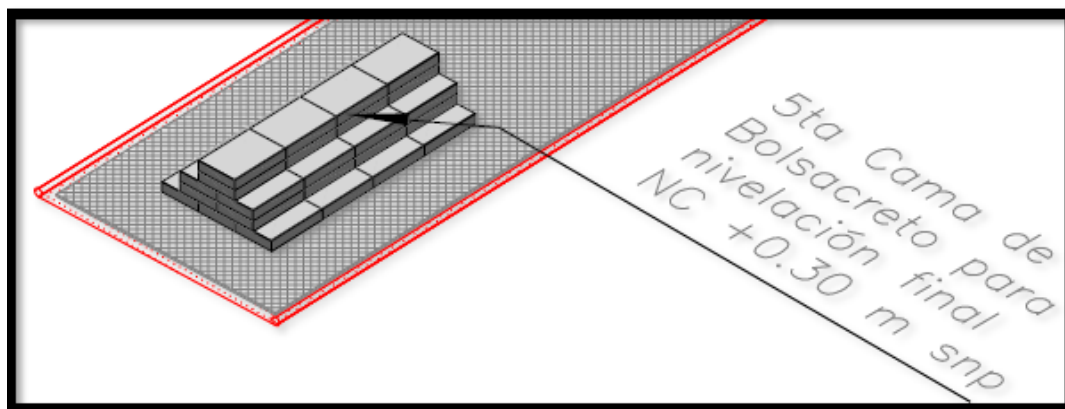


Figura 2. 21. Quinta Cama de Bolsacreto, Corona N +0.30m en el AA1 (Recto) y N +1.50 m en el AA2.

- **Relleno del cilindro de anclaje o "lastre" alrededor del tapete antisocavación.**  
Como se mencionó anteriormente el tapete antisocavación debe llevar un cilindro de 30cm de diámetro costurado a todo alrededor relleno de arena para que tenga cierto peso y se entierre en la arena en caso de que haya condiciones que generen erosión del fondo marino y la arena tienda a moverse.

Por esta razón al terminar con el colado de colchacreto y bolsacreto se procederá a rellenar el tubo de anclaje que fue previamente costurado y preparado con boquillas pequeñas. El procedimiento consiste en colocar una bomba sumergible en el fondo arenoso cercano a la costa, extender la manguera de expulsión hasta la zona de desplante, conectar los cables de alimentación de la bomba a la fuente de energía y con ayuda de un buzo mantener la pichanca de absorción a una distancia de un medio metro sobre el fondo arenoso, la bomba se enciende y la boca de extracción a través de la pichanca absorberá una mezcla de agua y arena que se transportará hasta el tapete antisocavación, y con el uso de una boquilla delgada de 2 pulgadas de diámetro se llenará el tubo de anclaje, cada vez que se termine de llenar un tramo se retira la manguera de expulsión, se sutura la boquilla para

---

---

cerrarla, se coloca la manguera en la siguiente boquilla de llenado y se rellena un nuevo tramo, y así se repite el procedimiento hasta terminar todo el tubo de anclaje.

- **Marcado de AA con boyas.** Cuando los Arrecifes Artificiales estén completamente terminados se colocará una boya color naranja de al menos 50cm de diámetro o lo que indiquen las autoridades reguladoras de la navegación en cada extremo de los AA y en la parte media de los mismos.
- **Retiro de equipo y limpieza general.** Se retira todo equipo y material ajeno a la playa.

Durante los trabajos de colado se colocarán mallas antidispersión para evitar que residuos de mortero viajen fuera del área de trabajo, las mismas que serán retiradas una vez terminando los trabajos de colado en el sitio. La navegación no será afectada de ninguna forma ya que no se colocarán obstáculos en la superficie, las mangueras estarán hundidas.

### Duna Artificial

- **Llenado de geocilindros.** Una vez nivelada y compactada la plataforma a +0.90 m sobre el nivel medio del, se colocará una cubierta plástica para evitar que la superficie de desplante se deslave al llenar los geocilindros, ya que en el proceso de hidrollenado una gran cantidad de agua correrá sobre la playa. El primer geocilindro se extiende sobre el plástico, se amarran las esquinas y la parte media para anclar el geocilindro, se coloca la manguera de bombeo en las boquillas de llenado, se enciende la bomba de la tarquina y se inicia el llenado.

Cuando el geocilindro alcance la altura máxima de 1.80m se detendrá el llenado (mejor conocido como hidrollenado), se extenderá el siguiente geocilindro, se amarrará al primero y se iniciará el llenado de éste, y así sucesivamente hasta terminar toda la línea de duna.

Los geocilindros tienen un tapete antisocavación que se extiende hacia el lado del mar 6.50 m a partir del eje de Duna. El tapete tiene un tubo de anclaje que debe llenarse también de arena y después suturarse para evitar que esta se salga. Este tapete evitará que la arena por debajo del geocilindro se vaya en caso de haber oleaje extremo y que la socavación provoque que el geocilindro ruede y se mueva de su posición.

Después de llenado y terminado un geocilindro las bocas de llenado deberán ser cerradas con una tapa de plástico atornillada.

En la Figura 2. 22, Figura 2. 23, Figura 2. 24, Figura 2. 25 y la Figura 2. 26, se presenta de manera esquemática el procedimiento de llenado de los geocilindros.





Figura 2. 22. Extendido, amarre y preparación del geocilindro.



Figura 2. 23. Bombeo de la mezcla agua-arena con la bomba sumergida en la tarquina.



Figura 2. 24. Llenado del geocilindro con el tubería flexible de 6 pulgadas.



Figura 2. 25. Cerrado de los puertos de llenado con tapa atornillada.





Figura 2. 26. Ya alcanzada la altura de diseño se llena el tubo de lastre localizado al extremo del tapete antisocavación.

- **Cobertura de Duna artificial.** Una vez llenados los geocilindros se cubrirán de arena y se conformará el talud de entre 10 a 1 y 20 a 1 hacia el mar, Tubo de lastre o anclaje del geotubo. El grosor de arena sobre la parte más alta de la duna será de 30 cm para alcanzar finalmente la elevación de diseño de 3.00 m (Figura 2. 27).

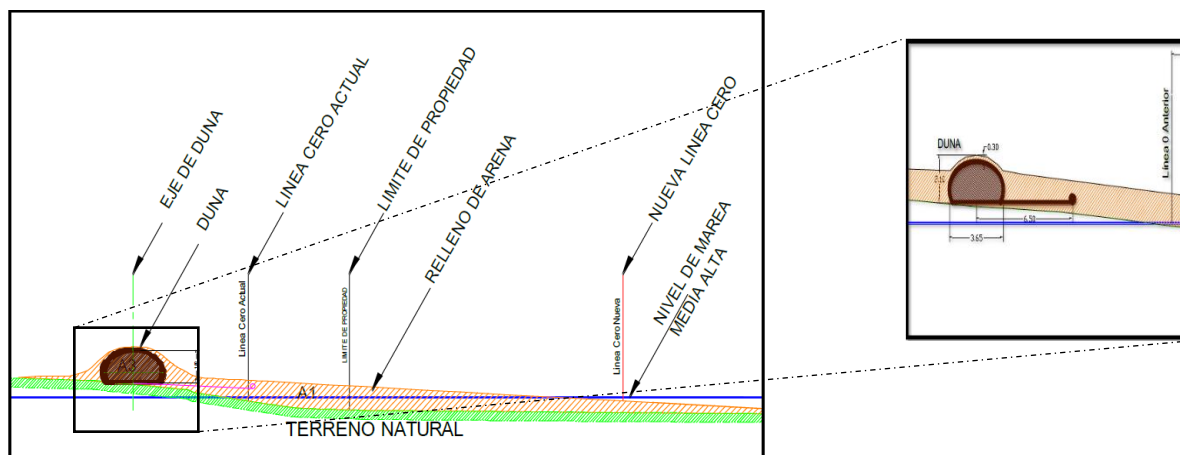


Figura 2. 27. Sección transversal de la duna artificial, nótese que la pendiente hacia el lado que da al mar es muy suave, aproximadamente de 20 a 1, el tapete antisocavación en color magenta va solo del lado que da al mar, la sección transversal A1, se usa para el cálculo de volúmenes de arena de relleno, el geocilindro (en color café) debe estar desplantado a +0.90 m y alcanzar lleno una altura de 1.8 m para

---

---

que cumpla con la altura de 2.70m sin arena y al ser cubierto alcance 3.0 m sobre el nivel medio del mar. La elevación de diseño será de 3.00m sobre el nivel medio del mar.

Durante esta operación se colocarán mallas geotextiles frente al sitio de trabajo para evitar que se propaguen los sedimentos en suspensión que se deriven del llenado de los geocilindros y del acomodo de la arena. En total se llenarán 36 geocilindros de 10 m de longitud con 1,994.51 m<sup>3</sup> de arena, cubriendo una superficie de 3,603.3 m<sup>2</sup>.

- **Forestación de la Duna Artificial.** Se siembra vegetación nativa del sitio sobre la duna y se riega constantemente para forestarla por completo. En total se cubrirán 3,871.41 m<sup>2</sup> con vegetación nativa del sitio (Figura 2. 28).



Figura 2. 28. Ejemplo de la forestación de la duna artificial con vegetación nativa y colocación de andadores sobre la duna sin afectar la vegetación.

- **Tapado de tarquinas.** Ya que se terminen todas las obras que involucran llenado de geocilindros, se procederá a tapar las tarquinas con el material que se haya removido de ellas.
- **Limpieza general.** Se retira el equipo usado y se limpia la playa.

### Relleno de arena



- **Relleno de arena con material de banco terrestre ubicado en predio.** Se cubrirá la duna y se esparcirá la arena de acuerdo a los 400 m de frente de playa establecidos.

#### *II.2.4.1. ÁREAS Y RECURSOS QUE SERÁN AFECTADOS*

Los recursos principales a afectar en esta etapa será tanto suelo como agua, debido a los movimientos que se efectuarán por la maquinaria y personal, lo mismo que sucede en el caso del recurso agua, el cual se verá perturbado en el caso de la construcción de los arrecifes y construcción de la duna artificial.

#### *II.2.4.2 MAQUINARIA, MATERIALES Y EQUIPO A UTILIZARSE*

La maquinaria a utilizarse durante la preparación y construcción del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres se puede observar en la Tabla 2. 4

#### *II.2.4.3. REQUERIMIENTO DE PERSONAL*

El personal a requerir durante la preparación y construcción del proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres se puede observar en la Tabla 2. 5.

#### *II.2.4.4. REQUERIMIENTO DE ENERGÍA Y COMBUSTIBLE*

No se requerirá de energía eléctrica para la implementación de esta etapa. El combustible a utilizar, será únicamente para el uso de la maquinaria, el cual se obtendrá del o los centros de abastecimiento, que serán aquellos que se encuentren cercanos al sitio del proyecto.

#### *II.2.4.5. GENERACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS*

La mano de obra generará algunos residuos sólidos municipales, como latas, bolsas, papel, etc., los cuales se dispondrán en contenedores debidamente señalizados donde se depositen dichos residuos, los cuales posteriormente serán llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal o el que se encuentre más cercano al sitio.

Para esta etapa, no se contempla la generación de residuos peligrosos, ni de manejo especial, ya que cualquier servicio o reparación a los motores de las embarcaciones se realizará fuera del área de construcción de Arrecifes Artificiales, estas operaciones de mantenimiento se llevarán a cabo en Marina La Amada o en Playa Mujeres, según sea el caso del lugar de renta, sin embargo, si por alguna razón existiera un derrame ligero de hidrocarburos el procedimiento a seguir es 1) interrumpir las operaciones, 2) colocar en

---

---

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

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

Debido a la naturaleza del proyecto, no se requiere de ningún tipo de operación del proyecto sin embargo para su mantenimiento se consideran las siguientes medidas de monitoreo:

1. Levantamientos Topobatimétricos semestrales o después de periodos de oleaje extraordinario, para comprobar que la sección de diseño se mantenga en los Arrecifes Artificiales y en la duna. Adicional a esto será más fácil identificar variaciones en la topografía de la playa, lo cual servirá de base para predicciones futuras.
2. Inspecciones visuales periódicas de los Arrecifes Artificiales después de periodos de oleaje extraordinario y de forma semestral, esta inspección deberá de ser documentada con fotos tomadas siempre desde el mismo ángulo, tanto dentro como fuera del agua. La recomendación para este punto en particular es que las fotografías se realicen en periodos de marea baja.
3. Es importante colocar señalización a los Arrecifes Artificiales para que los usuarios de embarcaciones no las golpeen.
4. Es muy probable que después de varios períodos de tormentas la arena que se pierda de la playa y se esparza en el área protegida por los Arrecifes Artificiales, esta puede ser bombeada nuevamente a la playa como un proceso de mantenimiento, el tiempo en que esto sea necesario depende de muchos factores como son la intensidad de las tormentas y la frecuencia con la que se presentan por

eso es importante realizar los levantamientos topográficos y batimétricos periódicamente.

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

No se tiene contemplado obras asociadas en el sitio del proyecto como edificios de áreas administrativas, de servicios, entre otras.

#### II.2.7. ETAPA DE ABANDONO DE SITIO

No se contempla el abandono del sitio, se contempla una vida útil de 99 años, con posibilidad de extender su utilidad por más años de acuerdo a la adecuada aplicación de medidas de monitoreo. Se proyecta que con el tiempo se ira poblando de organismos arrecifales como algas y corales escleractinios entre otras especies características de los arrecifes coralinos naturales.

#### II.2.8. USO DE EXPLOSIVOS

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

#### II.2.9. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMOSFERA

No se contempla la generación de residuos peligrosos, ni residuos de manejo especial, sin embargo, la mano de obra generará algunos residuos sólidos municipales, como latas, bolsas, papel, etc. Para contrarrestarlo se contará con depósitos específicos donde se almacenen dichos residuos, los cuales serán llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal o la que se encuentre más cercana al sitio.

Sí se generarán residuos sólidos como: plásticos, botellas de vidrio, cartón, papel, latas, etc., se manejarán de la siguiente forma:

**Papeles y cartones:** La generación de este tipo de residuos no será significativa en términos de volumen. Los papeles y los cartones serán colocados por separado y se entregaran al sistema de limpia Municipal para su reciclado.

**Vidrios:** Las botellas y envases en general derivados principalmente del consumo del personal, serán recolectarán en contenedores plásticos localizados en sitios identificados. Estos serán separados en lugares asignados y entregados al sistema de limpia.

**Plásticos y Latas.** Las botellas, los envases, las bolsas y latas, se recolectarán en contenedores plásticos en cada una de las áreas, para ser entregados al sistema de limpia Municipal.

**Residuos Líquidos–Orgánicos:** No se contempla la generación de este tipo de residuos.

**Emisiones a la atmósfera:** No se contempla la generación de este tipo de emisiones durante el mantenimiento de cada una de las obras que componen el proyecto.

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

Para la etapa de preparación y construcción del proyecto, los residuos sólidos se dispondrán en contenedores de acuerdo a lo autorizado por el Municipio de Isla Mujeres, ya sea recolectados por la empresa contratada y/o llevados a la estación de transferencia de la zona o entregados al Servicio de Limpia del Municipio; la disposición temporal se realizará en contenedores metálicos o de plástico rotulados. En caso de generarse restos de metal y madera serán vendidos y/o entregados para su reciclaje.



---



---

## CONTENIDO

<b>III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....</b>	<b>2</b>
<b>III.1. FUNDAMENTO JURÍDICO.....</b>	<b>2</b>
III.1.1. <i>Planes y programas federales</i> .....	2
III.1.1.1. <i>Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2013-2018</i> .....	2
III.1.1.2. <i>Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2013-2018</i> .....	4
III.1.1.3. <i>Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)</i> .....	6
III.1.1.4. <i>Programa Sectorial de Turismo (PROSECTUR) 2013-2018</i> .....	11
III.1.2. <i>Planes y Programas Estatales</i> .....	12
III.1.2.1. <i>Plan Estatal de Desarrollo de Quintana Roo 2011-2016</i> .....	12
III.1.2.2. <i>Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 2012 (POEMyRGMMyMC)</i> .....	16
III.1.3. <i>Planes y Programas Municipales</i> .....	22
III.1.3.1. <i>Plan Municipal de Desarrollo de Isla Mujeres 2013-2016 (PMDIM)</i> .....	22
III.1.3.2. <i>Programa de Ordenamiento Ecológico local del Municipio de isla mujeres, Quintana Roo (2008)</i> .....	23
III.1.3.3. <i>Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la península de Chacmunchuch en el Municipio de Isla Mujeres</i> .....	25
III.1.4. <i>Áreas de Atención Prioritaria</i> .....	27
III.1.4.1. <i>Áreas Naturales Protegidas (ANP)</i> .....	27
III.1.4.2. <i>Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)</i> .....	28
III.1.4.3. <i>Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)</i> .....	29
III.1.4.4. <i>Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)</i> .....	30
III.1.4.5. <i>Regiones Marinas Prioritarias (RMP)</i> .....	31
III.1.4.6. <i>Sitios RAMSAR</i> .....	32
III.1.4.7. <i>Sitios de Manglar con Relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica</i> .....	32
III.1.4.8. <i>Sitios Prioritarios Terrestres para la conservación de la Biodiversidad</i> .....	33
III.1.5. <i>Fundamento Jurídico</i> .....	34
III.1.6. <i>Cumplimiento Normativo</i> .....	34
III.1.7. <i>Leyes y Reglamentos</i> .....	35
III.1.7.1. <i>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)</i> .....	35
III.1.7.1.1. <i>Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental</i> .....	36
III.1.7.2. <i>Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)</i> .....	38
III.1.7.3. <i>Ley General de Vida Silvestre</i> .....	39
III.1.7.4. <i>Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo (LVSQR)</i> .....	41
III.1.7.5. <i>Ley General de Bienes Nacionales</i> .....	43
III.1.7.6. <i>Ley Federal Del Mar</i> .....	44
III.1.7.7. <i>Ley De Aguas Nacionales</i> .....	45
III.1.7.8. <i>Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar “RUAMAT”</i> .....	46
III.1.7.9. <i>Constitución Política del estado de Quintana Roo</i> .....	48
III.1.7.10. <i>Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo</i> .....	49
III.1.7.11. <i>Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del estado de Quintana Roo</i> .....	54
III.1.7.12. <i>Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo</i> .....	58
III.1.8. <i>Normas Oficiales Mexicanas</i> .....	58

---

---

### III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

En el presente capítulo, se detalla y analiza la vinculación del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental, así como los programas de desarrollo urbano a nivel estatal y municipal, las leyes en materia ambiental y sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas, las normas mexicanas, los decretos y programas de Áreas Naturales Protegidas y con las áreas prioritarias, todo lo anterior con la finalidad de enfatizar su viabilidad del Proyecto tanto jurídica como ambiental.

#### III.1. FUNDAMENTO JURÍDICO

##### III.1.1. PLANES Y PROGRAMAS FEDERALES

El objetivo de este apartado es descubrir el grado de concordancia del proyecto con respecto a las políticas federales de desarrollo social, económico y ecológico contempladas en los planes y programas de desarrollo sectorial en los niveles federales. Como punto de partida se analizan los instrumentos de coordinación multisectorial y gubernamentales que promueven y regulan las estrategias del desarrollo regional.

##### III.1.1.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (PND) 2013-2018

En este Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 convergen ideas y visiones, así como propuestas y líneas de acción para llevar a México a su máximo potencial. El Plan Nacional de Desarrollo es, primero, un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal; ha sido concebido como un canal de comunicación del Gobierno de la República, que transmite a toda la ciudadanía de una manera clara, concisa y medible la visión y estrategia de gobierno de la presente Administración.

El objetivo general del Plan Nacional de Desarrollo es llevar a México a su máximo potencial en un sentido amplio. Además del crecimiento económico o el ingreso, factores como el desarrollo humano, la igualdad sustantiva entre mujeres y hombres, la protección de los recursos naturales, la salud, educación, participación política y seguridad, forman parte integral de la visión que se tiene para alcanzar dicho potencial.

Pero para poder llevar a cabo éste objetivo, el PND desarrolló cinco metas nacionales que son: mejor seguridad en el país, que la desigualdad y discriminación disminuya, calidad en la educación, una mejor competencia entre empresas y liderazgo en el extranjero. Por lo tanto para poder cumplir éstas metas desarrolló tres estrategias transversales: que las oportunidades de desarrollo lleguen a todas las regiones, sectores y grupos de población;

una mejor transparencia y rendición de cuentas; e igualdad entre hombres y mujeres donde éste es el primer Plan Nacional de Desarrollo que incorpora una perspectiva de género como principio esencial (Figura 3. 1).



Figura 3. 1. Esquema del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

México debe aprovechar integralmente el crecimiento del sector turístico a nivel mundial. Se debe mejorar el valor agregado de la oferta de este tipo de productos. En los últimos 30 años (1982-2012), los turistas internacionales en México han observado una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) de 2.0%. Como resultado, el país ha perdido posiciones en la clasificación de la Organización Mundial de Turismo (OMT), al pasar del séptimo lugar en 2000, al décimo en 2011 en la recepción de turistas internacionales y del duodécimo al vigésimo tercero en el ingreso de divisas.

En lo que se refiere al mercado interno, éste explica el 82.3% del consumo turístico del país. El flujo de personas registrado durante 2012 fue de más de 68 millones de turistas nacionales en hoteles, cifra que representa un máximo histórico y un incremento de 6.6% en el 2011. Por otro lado, la tasa media anual de crecimiento de la oferta total de cuartos de alojamiento fue de 4% entre 2000 y 2012, para alcanzar un nivel de 677,000. Además, la oferta de alojamiento contribuyó a generar 2.5 millones de puestos de trabajo en 2010, lo que representaba el 6.9% del empleo total.

Finalmente, es imprescindible aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica en el país. Este objetivo se traduce en impulsar el ordenamiento y la transformación sectorial; impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico; fomentar un mayor flujo de inversiones y financiamiento en el sector turismo por medio de la promoción eficaz de los destinos

---

---

turísticos; y propiciar que los ingresos generados por el turismo sean fuente de bienestar social.

La meta “México Próspero”, toca el tema del sector turístico donde, sus objetivos son: **Aprovechar el potencial turístico de México para generar una mayor derrama económica en el país**, por lo que sus estrategias son:

- Impulsar el ordenamiento y la transformación del sector turístico.
- Impulsar la innovación de la oferta y elevar la competitividad del sector turístico.
- Fomentar un mayor flujo de inversiones y financiamiento en el sector turismo y la promoción eficaz de los destinos turísticos.
- Impulsar la sustentabilidad y que los ingresos generados por el turismo sean fuente de bienestar social.

**Consideraciones:** Para el sector turístico se propone posicionar la oferta turística del estado con altos niveles de competencia internacional, donde el proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres” sigue la línea estratégica de diseñar una política turística que fomente la inversión y propicie el beneficio de las comunidades aledañas a los atractivos, en un marco de respeto a sus valores y de protección al entorno natural. La economía del desarrollo de Cancún, Isla Mujeres y de los desarrollos a lo largo de la costa de Quintana Roo en general, depende en buena parte de la imagen de sus playas, por lo que es importante realizar un proyecto de recuperación y estabilización de las mismas, siendo así, que para recuperar, mejorar y estabilizar a largo plazo la playa frente al complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, el promovente desarrolló una solución integral desde el sistema marino hasta la duna, que es la recomendación técnica a la que se concluye después de los estudios y análisis realizados en el área de interés.

#### III.1.1.2. PROGRAMA SECTORIAL NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (PROMARNAT) 2013-2018

Mediante este Programa Sectorial se atenderán fundamentalmente las cuatro estrategias del objetivo 4.4 del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 (PND) “Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo”. Si bien el que hacer del sector se ve reflejado en todos los ejes del PND, sus actividades influirán especialmente en el indicador: “Índice de Competitividad Global (ICG)” de la Meta Nacional México Próspero del PND. En particular, ante la inclusión de los pilares social y ambiental en el ICG.



Los principales objetivos que determina el Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013 - 2018, directamente relacionados con el proyecto son (Tabla 3. 1).

**Tabla 3. 1. Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 y su vinculación con el Proyecto.**

OBJETIVOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Promover y facilitar el crecimiento sostenido y sustentable de bajo carbono con equidad y socialmente incluyente.	No se contempla la generación de emisiones a la atmósfera durante el mantenimiento de cada una de las obras que componen el proyecto.
Incrementar la resiliencia a efectos del cambio climático y disminuir las emisiones de compuestos y gases de efecto invernadero.	No se contempla la generación de emisiones a la atmósfera durante el mantenimiento de cada una de las obras que componen el proyecto.
Fortalecer la gestión integrada y sustentable del agua, garantizando su acceso a la población y a los ecosistemas.	El sitio del Proyecto "Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres", se encuentra localizado sobre la línea costera de la Península Chacmuhuch de acuerdo con los instrumentos de planeación ambiental y urbana vigentes, el predio está destinado para uso turístico, para áreas Habitacionales o para la prestación de servicios turísticos. Parte del sitio del proyecto, se encuentra ubicado dentro de la Zona Marítima, es decir, donde se llevarán a cabo la construcción de los arrecifes artificiales, siendo así que parte del proyecto se encuentra dentro de las aguas continentales. Los servicios requeridos para este proyecto son agua y drenaje, los cuales solo se utilizarán por los trabajadores por el periodo de construcción de las estructuras, y que en el caso de no contar con sanitarios se colocaran baños portátiles (uno por cada diez trabajadores) a los cuales se les dará mantenimiento periódico durante el desarrollo del proyecto.
Recuperar la funcionalidad de cuencas y paisajes a través de la conservación, restauración y aprovechamiento sustentable del patrimonio natural.	El recurso agua hace referencia a la zona marítima del predio, por lo que se establecerán reglamentos para hacer el mínimo impacto a éste recurso. El factor paisaje se verá afectado negativamente durante esta etapa, derivado de la presencia de personas, materiales e infraestructura, sin embargo, posteriormente en la etapa final se considera como un impacto positivo, derivado de la implementación de la infraestructura de recuperación, lo cual puede beneficiar a al factor fauna.
Detener y revertir la pérdida de capital natural y la contaminación del agua, aire y suelo.	Los recursos que se verán afectados en las obras o actividades provisionales del proyecto serán: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <u>Vegetación</u>: Se realizará el despalle de la vegetación herbácea presente en la playa como son aquellas especies rastreras que están adaptadas al suelo arenoso como: <i>Ipomoea pescaprea</i>, <i>Batis marítima</i>, que han colonizado de manera parcial lo que se denomina como Zona Federal Marítimo Terrestre.</li> <li>• <u>Aire</u>. Los efectos a este factor durante las actividades a implementar durante la preparación de sitio, se consideran puntuales y de corta duración.</li> <li>• <u>Agua</u>: El recurso agua hace referencia a la zona marítima del predio, por lo que se establecerán reglamentos para hacer el mínimo impacto a éste recurso.</li> <li>• <u>Suelo</u>. Este recurso sufrirá un impacto negativo durante la primera etapa, sin embargo, posteriormente el impacto será positivo por la recuperación de la zona de playa.</li> </ul>

**Tabla 3. 1. Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018 y su vinculación con el Proyecto.**

OBJETIVOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Los recursos principales a afectar en la etapa de construcción será tanto suelo como agua, debido a los movimientos que se efectuarán por la maquinaria y personal, lo mismo que sucede en el caso del recurso agua, el cual se verá perturbado en el caso de la construcción de los arrecifes y construcción de la duna artificial.
Desarrollar, promover y aplicar instrumentos de política, información investigación, educación, capacitación, participación y derechos humanos para fortalecer la gobernanza ambiental.	El proyecto no contempla actividades de investigación ni educación.

**Consideraciones:** En ese contexto, y revisando los objetivos del Programa, resulta evidente que la realización del proyecto se inscribe como unidad productiva que permitirá alcanzarlos, toda vez que la operación del mismo se realiza en el marco del respeto de la normatividad ambiental, tal y como se manifiesta en el presente documento, así como en la implementación de las medidas de control, prevención y restauración necesarias para minimizar o reducir los efectos ambientales que pueda generar.

### III.1.1.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)

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

Su objetivo principal es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 21 de mayo de 2014), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

El Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, se encuentra ubicado dentro de la Unidad Ambiental Biofísica 62 “Karst de Yucatán y Quintana Roo”,

la cual tiene como política ambiental la Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable, tal como se puede apreciar en la Figura 3. 2.

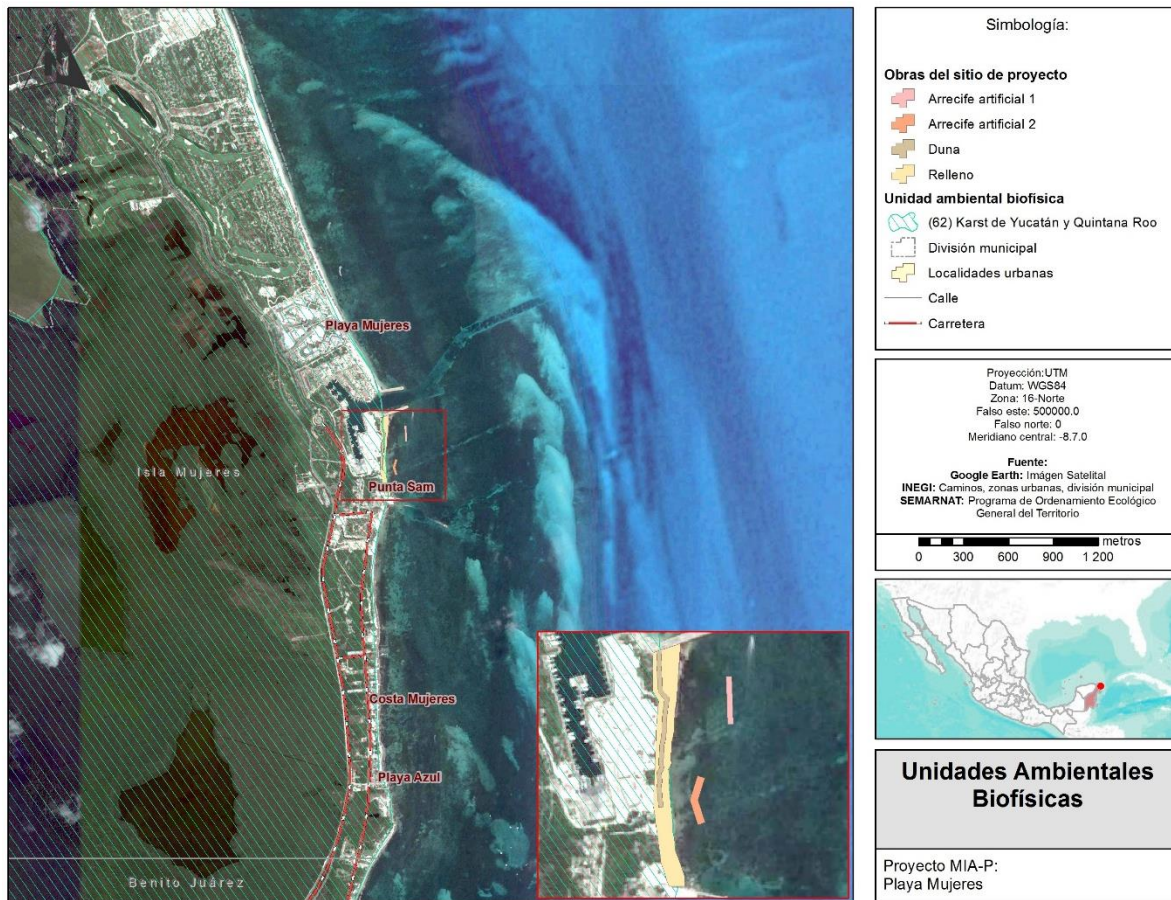


Figura 3. 2. Unidades Ambientales Biofísicas (UAB) de México. En la figura, se puede apreciar la ubicación del sitio del proyecto.

En la Tabla 3. 2, se incluye la vinculación del Proyecto con el POEGT, de acuerdo a la política ambiental, el rector de desarrollo, los coadyuvantes de desarrollo, las actividades asociadas al desarrollo, el sector de interés, el nivel de atención prioritaria y las estrategias vinculantes.

**Tabla 3. 2. Vinculación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POET), con el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
Regionalización ecológica	<p>La regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).</p> <p>El Proyecto, se ubica en la Unidad Ambiental Biofísica 62 “Karst de Yucatán y Quintana Roo”, la cual tiene como política ambiental de preservación, aprovechamiento sustentable y restauración, así mismo tiene como Rector de Desarrollo la preservación de flora y fauna, en donde los coadyuvantes de desarrollo es el turismo; las actividades asociadas al desarrollo son la agricultura y la ganadería; cuyo sector de interés es la minería y pueblos indígenas, el nivel de atención prioritaria es alta y las estrategias vinculantes son: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 y 44.</p>	<p>El Proyecto prevé la construcción e instalación de infraestructura, por lo cual es compatible con lo que se establece en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POET).</p>
<b>Estrategias vinculantes con las UAB 62 “Karst de Yucatán y Quintana Roo”: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43 y 44.</b>		
<p>1. Dirigidas a lograr la Sustentabilidad Ambiental del territorio.</p> <p>A. Dirigidas a la Preservación.</p>	Estrategia 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto, no afecta ningún ecosistema, ni su biodiversidad, por lo cual no contraviene con lo establecido en la estrategia.
	Estrategia 2. Recuperación de especies en riesgo.	El Proyecto no afectará ninguna especie vegetal o animal en riesgo, por lo cual no contraviene con lo establecido en la estrategia. El Proyecto cuanta con su plan de rescate de flora y fauna con énfasis a especies en alguna categoría de riego.
	Estrategia 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto, no contraviene con lo establecido en la estrategia ya que no afectará ecosistemas.
<p>B. Dirigidas al Aprovechamiento sustentable.</p>	Estrategia 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No aplica para el Proyecto
	Estrategia 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios	
	Estrategia 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	
	Estrategia 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	



**Tabla 3. 2. Vinculación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POET), con el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	Estrategia 8: Valoración de los servicios ambientales	La implementación del Proyecto, no contempla la afectación de servicios ambientales.
C. Dirigidas a la Protección de los recursos naturales.	Estrategia 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados	No aplica para el Proyecto
	Estrategia 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	
	Estrategia 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	
	Estrategia 12: Protección de los ecosistemas.	La implementación del Proyecto ayuda a la conservación ecosistemas costeros y acuáticos.
	Estrategia 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	No aplica para el Proyecto
D. Restauración	Estrategia 14. Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica para el Proyecto
E. Dirigidas al aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios.	Estrategia 21: Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	El Proyecto consiste en la implementación de infraestructura, con lo cual se fomenta con el desarrollo de instalaciones turísticas de buena calidad lo cual favorecerá al turismo tanto local como nacional.
	Estrategia 22: Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	
	Estrategia 23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	No aplica para el Proyecto
<b>Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana</b>		
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<p><b>Estrategia 31.</b> Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p><b>Estrategia 32.</b> Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.</p>	No aplica para el Proyecto
E. Desarrollo Social	<p>Estrategia 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.</p> <p>Estrategia 37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>Estrategia 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>Estrategia 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p>	No aplica para el Proyecto

**Tabla 3. 2. Vinculación del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POET), con el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	Estrategia 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
<b>Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional</b>		
A. Marco Jurídico	Estrategia 42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	No aplica para el Proyecto
B. Planeación del Ordenamiento Territorial	Estrategia 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. Estrategia 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	No aplica para el Proyecto

**III.1.1.4. PROGRAMA SECTORIAL DE TURISMO (PROSECTUR) 2013-2018.**

Es el instrumento base de la planeación del Ejecutivo Federal en materia turística en donde se constituyen los objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores concretos del sector, el cual fue elaborado a través de un proceso exitoso de involucramiento activo y entusiasta de miles de participantes en todo el país; de los tres órdenes de gobierno, de especialistas, de empresarios, de trabajadores, la sociedad civil organizada, el sector académico y los ciudadanos en general. La visión local del PROSECTUR se obtuvo con la participación directa y activa de los gobiernos estatales, en consultas realizadas a través de foros regionales. Asimismo, la Secretaría como coordinadora sectorial consideró las propuestas presentadas por las entidades del sector.

Actualmente, la llegada de turistas a México ha registrado tasas de crecimiento menores y la derrama económica generada por el turismo está por debajo del potencial que tiene el país. Esto ha limitado la creación de empleos y el aprovechamiento de los beneficios del turismo a favor de la población que se dedica a esta actividad y, más aún, ha afectado la generación de polos de desarrollo y bienestar para las comunidades receptoras de turismo.

El reto del sector turístico es elevar la competitividad. Para revertir esta situación, se requiere de acciones públicas deliberadas, que partan de un diagnóstico compartido del estado actual del sector turismo y que sustente el diseño e implementación de una política pública articulada, con objetivos claros, pero sobre todo, efectiva para resolver los retos de esta industria.

A continuación en la Tabla 3. 3, se presentan los objetivos del Programa Sectorial de Turismo y su vinculación con el proyecto.

**Tabla 3. 3. Objetivos del PROSECTUR y su vinculación con el proyecto.**

OBJETIVOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Transformar el sector turístico y fortalecer esquemas de colaboración y corresponsabilidad para aprovechar el potencial turístico.	Como es bien sabido, la economía del desarrollo de Cancún, Isla Mujeres y de los desarrollos a lo largo de la costa de Quintana Roo en general, depende en buena parte de la imagen de sus playas, por lo que es importante realizar un proyecto de recuperación y estabilización de las mismas, siendo así, que para recuperar, mejorar y estabilizar a largo plazo la playa frente al complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (proyecto actualmente en construcción y autorizado en materia de impacto ambiental), localizado en Playa Mujeres, Zona Continental, Municipio de Isla Mujeres en Quintana Roo, la cual se ha visto severamente afectada por la erosión de la zona y por ciertas condiciones particulares del entorno, el promovente desarrolló una solución integral desde el sistema marino hasta la duna, que es la recomendación técnica a la que se concluye después de los estudios y análisis realizados en el área de interés.
Fortalecer las ventajas competitivas de la oferta turística	La recuperación de la playa para minimizar la erosión al construir dos arrecifes, permitirá que el complejo turístico “Residencial Turístico

**Tabla 3. 3. Objetivos del PROSECTUR y su vinculación con el proyecto.**

OBJETIVOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, tenga ventaja sobre la competencia turística local, al presentar una playa con una mejoría estética que será atractivo para los turistas.
Facilitar el financiamiento y la inversión público - privada en proyectos con potencial turístico.	La inversión estimada para la construcción del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, será de \$ 18, 399,209.01 (Dieciocho millones trescientos noventa y nueve mil doscientos nueve 01/100 M.N.).
Impulsar la promoción turística para contribuir a la diversificación de mercados y el desarrollo y crecimiento del sector.	El proyecto permitirá hacerle una mayor promoción en el mercado al complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”
Fomentar el desarrollo sustentable de los destinos turísticos y ampliar los beneficios sociales y económicos de las comunidades receptoras.	La selección del sitio para el proyecto se da como consecuencia obligada de recuperar, mejorar y estabilizar la Playa frente al complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, localizado en Playa Mujeres, Zona Continental, Municipio de Isla Mujeres (proyecto en construcción autorizado en materia de impacto ambiental), a causa de las condiciones ambientales a las cuales se ha visto presionada el área, sin embargo el lugar de selección de los arrecifes se hizo en base a criterios oceanográficos, biológicos, ecológicos y sociales.

### III.1.2. PLANES Y PROGRAMAS ESTATALES

#### III.1.2.1. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO DE QUINTANA ROO 2011-2016

El presente proyecto se desarrollará conforme a los criterios establecidos dentro del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Quintana Roo (2011-2016), donde establece en cuatro ejes estratégicos las Políticas Públicas Sectoriales que instrumentarán los proyectos y acciones vertidos en el proceso de planeación participativa, así como los compromisos realizados por el Gobernador en campaña durante el proceso electoral.

Los ejes estratégicos son:

- 1.- Quintana Roo Solidario.
- 2.- Quintana Roo Competitivo.
- 3.- Quintana Roo Verde.
- 4.- Quintana Roo Fuerte.

En donde son de importancia para el desarrollo y operación del proyecto los ejes estratégicos Quintana Roo Solidario (Capítulo Cultura e identidad), Quintana Roo Competitivo (Capítulos: Fomento a la Productividad y Competividad; Impulso a los sectores Económicos Estratégicos) y Quintana Roo Verde (Capítulos: Ordenamiento Ecológico; Gestión integral de residuos sólidos y de manejo especial; Biodiversidad; Sustentabilidad del Agua, Suelo y el Aire; y Evaluación de impacto y riesgo ambiental estatal) en lo que a Protección del ambiente y Desarrollo Turístico se refieren respectivamente.



En la Tabla 3. 4, Tabla 3. 5, Tabla 3. 6, Tabla 3. 7, Tabla 3. 8, Tabla 3. 9 y la Tabla 3. 10, se presenta de manera general la vinculación del Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Quintana con el Proyecto.

## Eje 1. Quintana Roo Solidario

### 1.6. Cultura e Identidad

**Tabla 3. 4. Vinculación del Eje 1 Quintana Roo Solido con el Proyecto.**

ESTRATEGIAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ESTRATEGIA 1.6.4. Atención a las Carencias y Rezagos Comunitarios.	1.6.4.6. Fomentar la participación y el interés de las comunidades en la realización de las acciones de desarrollo social, construcción, recuperación, remozamiento y rehabilitación de espacios públicos que les permitan acceder a mejores niveles de vida.	Uno de los principales objetivos del proyecto es la generación de empleos temporales y permanentes, durante el tiempo de construcción, como por el periodo de operación del proyecto.

## Eje 2. Quintana Roo Competitivo

### II.2. Impulso a los Sectores Económicos Estratégicos

**Tabla 3. 5. Vinculación del proyecto con la estrategia de impulso a los sectores económicos estratégicos.**

ESTRATEGIAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Diversificación y Desarrollo Integral del Turismo.	Impulsar los nuevos destinos turísticos Grand Costa Maya, Playa Mujeres y Pueblo Mágico de Bacalar.	El Proyecto ubicado en Playa Mujeres, tiene como objetivo la recuperación progresiva de la zona fomentando de esta manera el impulso turístico para la misma.
	Garantizar el desarrollo sustentable de la actividad turística en el estado.	El objetivo del proyecto es la recuperación progresiva y estabilización de la zona para asegurar el desarrollo sustentable en el área.
	Implementar acciones para la conservación y mantenimiento de las playas en los destinos turísticos.	En el proyecto se implementaran dos arrecifes artificiales, duna artificial y relleno de playa para la preservación y conservación de los ecosistemas costeros de las playas.
	Fortalecer la promoción turística de los destinos en los mercados nacional e internacional.	Playa Mujeres considerado sitio importante para impulsar como destino turístico, el proyecto "Establecimiento de 2 Arrecife Artificiales en Playa Mujeres" promueve el fortalecimiento turístico nacional e internacional para la zona, ya que la meta es preservar la zona de playa y con ello ser un destino atractivo para el turismo nacional como internacional.

**Tabla 3. 5. Vinculación del proyecto con la estrategia de impulso a los sectores económicos estratégicos.**

ESTRATEGIAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Elaborar el Programa de Ordenamiento Turístico del Territorio del Estado.	El proyecto se encuentra regulado por la normatividad actual ejercida para la realización de actividades turísticas.
Comercio y Servicios Competitivos.	Establecer acciones para el mejoramiento en la producción y comercialización de bienes y servicios locales de reconocida calidad.	La implementación de duna artificial, arrecifes artificiales, así como del relleno de playa coadyuva a preservar la playa en buenas condiciones y con ello mantener servicios competitivos.

### Eje 3. Quintana Roo Verde

#### III.1. Ordenamiento Ecológico

**Tabla 3. 6. Vinculación del proyecto las estrategias de ordenamiento ecológico.**

ESTRATEGIAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ESTRATEGIA III.1.1. Fomentar el Ordenamiento Ecológico del Territorio, su Instrumentación, Seguimiento y Evaluación	III.1.1.1.- Elaborar programas de ordenamiento ecológico que propicie el desarrollo productivo, ordenado y responsable, considerando un crecimiento verde en el estado y la vulnerabilidad ante el cambio climático.	El sitio del proyecto, cuenta con su ordenamiento ecológico municipal. El proyecto es compatible con los criterios aplicables de dicho documento.
	III.1.1.2.- Vincular el ordenamiento ecológico con los instrumentos de planeación enfocado al aprovechamiento sustentable de los espacios.	Como se mencionó con anterioridad el proyecto se encuentra condicionado a actividades que causen bajo impacto y de infraestructura que provee servicios turísticos y de entretenimiento. Por lo cual queda expuesto a su evaluación de impacto ambiental por el cual se presenta la MIA-P.
	III.1.1.4.- Promover entre los municipios del estado y con la federación, la elaboración de los instrumentos de ordenamiento ecológico de su competencia.	El proyecto queda sujeto a lo establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico local de municipio Isla Mujeres, por lo cual queda sujeto a realizar actividades que causen bajo impacto en una zona comercial y turística.

#### III.2.- Gestión Integral de Residuos Sólidos y de Manejo Especial

**Tabla 3. 7. Vinculación del proyecto con las estrategias de gestión integral de residuos sólidos y de manejo especial.**

ESTRATEGIAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ESTRATEGIA III.2.1. Implementación del Programa Estatal para la Prevención y	III.2.1.2.- Aplicación de la legislación para el manejo adecuado de los	Como un requerimiento para la evaluación de impacto ambiental, el proyecto se somete a un Plan de Manejo de residuos en donde

**Tabla 3. 7. Vinculación del proyecto con las estrategias de gestión integral de residuos sólidos y de manejo especial.**

ESTRATEGIAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Gestión Integral de los Residuos en el Estado de Quintana Roo	residuos sólidos y de manejo especial.	se describe de manera detallada su recolección, procesamiento y disposición final dependiente del tipo de residuo generado, de acuerdo a la normatividad mexicana vigente (NOM-083 SEMARNAT-2003 y NOM-161-SEMARNAT-2011).
	III.2.1.4.- Impulsar y fortalecer la cultura del manejo integral de los residuos sólidos con acciones enfocadas a la valorización.	Uno de los objetivos del Plan de Manejo de Residuos es disminuir el rezago en el manejo de los residuos e impulsar este manejo hacia una gestión integral que permita la minimización, aprovechamiento y valorización de estos.

III.3.- Biodiversidad

**Tabla 3. 8. Vinculación del proyecto con las estrategias de Biodiversidad.**

ESTRATEGIAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ESTRATEGIA III.3.1. Estrategia Estatal de Biodiversidad	III.3.1.2.- Aprovechamiento sustentable de la flora y fauna, a partir de esquemas que fomenten la creación de oportunidades para las comunidades y reduzcan el tráfico ilegal de especies.	La implementación de 2 arrecifes artificiales propiciara el establecimiento de comunidades de flora y fauna marina que fomentan el turismo y con ello el aprovechamiento sustentable de la biota.
	III.3.1.4.- Procurar la protección y bienestar animal, su desarrollo natural, salud y evitarles el maltrato, la crueldad, el sufrimiento, asegurando la sanidad animal y la salud pública.	El proyecto cuenta con un plan de manejo de fauna en caso de encontrarse con alguna población vulnerable de fauna silvestre. Así como en el capítulo IV se enlistan especies que se encuentre en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 3. 9. Vinculación del proyecto con las estrategias de Áreas Naturales Protegidas.**

ESTRATEGIAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
ESTRATEGIA III.4. Áreas Naturales Protegidas	III.3.4.1.- Promover a las áreas naturales protegidas como atractivos turísticos, generadoras de divisas y con amplio sentido de integralidad ecosistémica, social y económica en Quintana Roo.	El proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, se encuentra ubicado a 1 km de la ANP Estatal “Refugio Estatal de Flora y Fauna, Sistema Lagunar Chacmochuch; a 4 km de “Refugio Estatal de Flora y Fauna, Laguna Manatí” con categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica y a 3 km de la ANP federal “Costa Occidente e Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc”. Aunque el proyecto se encuentra muy cerca de dichas áreas de conservación, debido a su naturaleza este no tendrá impactos sobre las mismas.

III.9.-Evaluación de Impacto y Riesgo Ambiental Estatal

**Tabla 3. 10. Vinculación del proyecto con las estrategias de evaluación de impacto y riesgo ambiental.**

ESTRATEGIAS	LÍNEAS DE ACCIÓN	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
<b>ESTRATEGIA III.9.1.</b> Aplicación de la Normatividad Ambiental y Fortalecimiento del Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental	III.9.1.2.- Coadyuvar con la Procuraduría Estatal de Protección al Ambiente al cumplimiento de la normatividad en la materia.	Del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, se somete a evaluación en materia ambiental, como requisito para su cumplimiento en la presente MIA-P.
	III.9.1.3.- Promover el cumplimiento de la normatividad por parte de los promoventes de proyectos de desarrollo en la entidad que requieran sujetarse al procedimiento de evaluación en la materia.	La presente MIA se someterá a su evaluación en la dirección general de la Secretaría, como cumplimiento de la normatividad correspondiente.

**III.1.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE 2012 (POEMyRGMyc)**

El POEMyRGMyc, es el instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. El Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO) del POEMyRGMyc, está integrada por dos componentes, conforme la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA). Tiene una extensión de 995,486.2 km<sup>2</sup>, correspondientes a 168,462.4 km<sup>2</sup> del componente Regional y 827,023.8 km<sup>2</sup> del componente Marino (Figura 3. 3).

- **Área Marina:** comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe. También incluye 26 Áreas Naturales Protegidas, de competencia Federal con parte de su extensión en la zona marina.
- **Área Regional:** abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas). En ésta área se incluyen 3 ANP de competencia Federal que no tienen contacto directo con el mar, en las cuales aplica solamente el Decreto y el Programa de Manejo correspondiente. Asimismo, se incluyen 14 ANP Estatales.

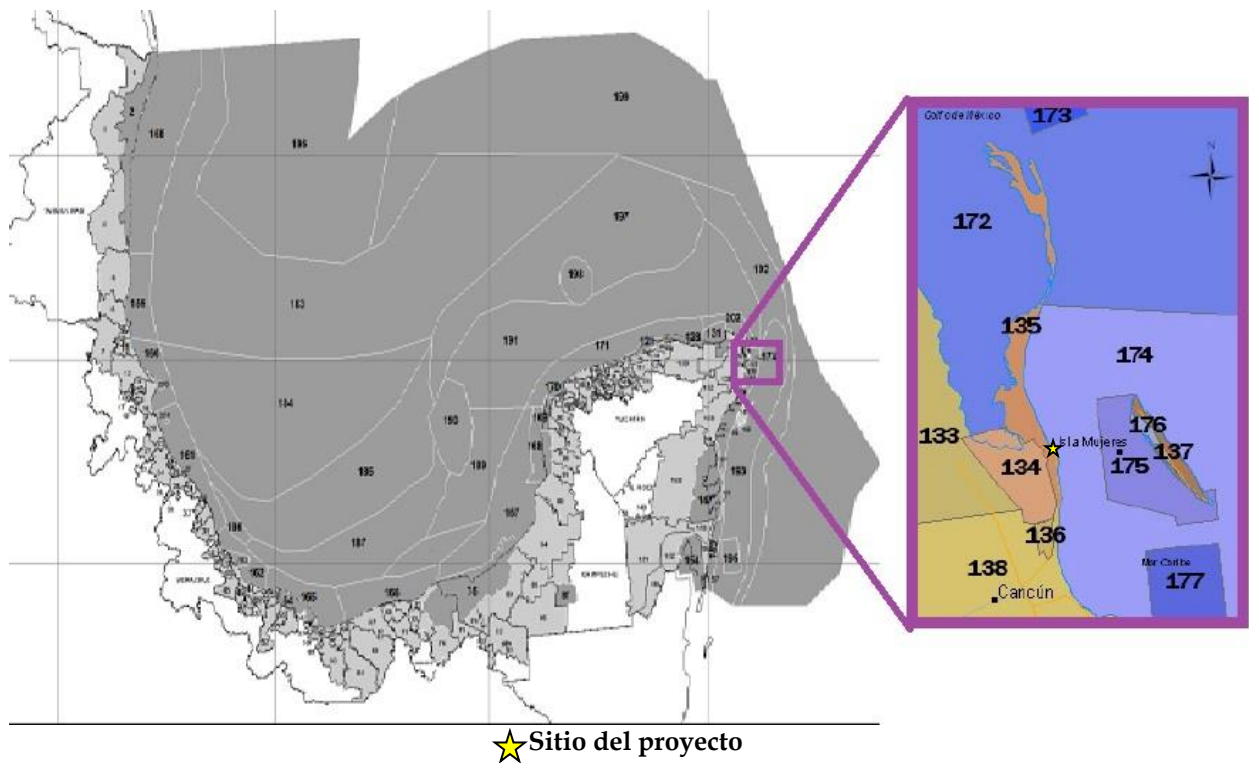




★ Sitio del proyecto

Figura 3. 3. Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico Territorial del POEMyRGMMyMC. En la imagen se observa de manera general la ubicación del sitio del proyecto.

El POEMyRGMMyMC, considera un modelo con lineamientos ecológicos y unidades de gestión ambiental y una estrategia ecológica con objetivos específicos, acciones, criterios ecológicos y responsables. Particularmente el sitio del proyecto, se ubica dentro de la UGA 135 “Isla Blanca”, en la parte terrestre (Tabla 3. 11 ) y en la UGA 174 en la “Zona Marítima de Competencia Federal” (Tabla 3. 12 ) en la zona marítima tal como se puede apreciar en la Figura 3. 4.



**Figura 3. 4. Unidades de Gestión Ambiental (UGA 135 y UGA 174), de acuerdo al POEMyRGMMyMC. Se observa de manera general la ubicación del sitio del proyecto.**

En Tabla 3. 13, se describe la vinculación del Proyecto con las estrategias ecológicas y acciones de acuerdo al POEMyRGMMyMC, en donde se incluye el tipo de UGA, nombre, ubicación, así como las acciones generales y específicas que se relacionan con el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

**Tabla 3. 11 . Unidad de Gestión Ambiental No. 135.**

<b>Tipo de UGA</b>	Regional
<b>Nombre</b>	Isla Blanca
<b>Municipio</b>	Isla Mujeres
<b>Estado</b>	Quintana Roo
<b>Población</b>	362 habitantes
<b>Superficie</b>	2,177.681 ha.
<b>Subregión</b>	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe

**Tabla 3. 12 . Unidad de Gestión Ambiental No. 174.**

<b>Tipo de UGA</b>	Marina
<b>Nombre</b>	Zona Marina de Competencia Federal
<b>Población</b>	19 habitantes
<b>Superficie</b>	51,122.767 ha.
<b>Subregión</b>	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe
<b>Islas</b>	Presente: Aplicar criterios para islas

**Tabla 3. 13. Unidad de Gestión Ambiental No. 135 y 174 de acuerdo al POEMyRGMMyMC.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
POEMyRGMMyMC	El Proyecto, se ubica en la Unidad de gestión Ambiental 135 “Isla Blanca y Zona Marítima de Competencia Federal”, la cual se ubica en el municipio de Isla Mujeres, aplican criterios para Islas, no presenta puerto turístico, puerto comercial y pesquero. También aplican acciones generales que va de la G001 a la G065 y acciones específicas que va de la A001 a la A73.	El Proyecto prevé la implementación de infraestructura en Zona Federal Marítimo Terrestre-II, por lo cual es compatible con lo que se establece en el POEMyRGMMyMC.  Cabe destacar que el Proyecto se encuentra ubicado dentro de una zona marítima.
Acciones generales del POEMyRGMMyMC	G004. Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	La implementación del Proyecto, contempla la ejecución de medidas de prevención y mitigación, enfocadas a la conservación de individuos de flora y fauna listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que pudieran registrarse en el sistema ambiental y área de influencia del sitio del proyecto, por lo cual no habrá afectación directa o indirecta de ningún individuo listado. El sitio del proyecto, se encuentra desprovisto de vegetación.
	G011. Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	La construcción de arrecifes artificiales, duna artificial y el relleno de playa, forman parte de medidas de mitigación del proyecto integral de tipo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (autorizado en materia de impacto ambiental) y con base en la preocupación por la creciente erosión de la playa y la disminución de terreno.
	G018. Recuperar la vegetación que consolide los márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables	La implementación del Proyecto, promueve la recuperación de ecosistemas marinos.
	G060. Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	La ubicación del proyecto se encuentra en sitios donde la vegetación acuática es escasa, la información acerca de los sitios así como la caracterización del mismo se puede consultar en el Capítulo I y IV de la MIA-P.
	G061. La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto, contempla la utilización de materiales provenientes de dicha área, tal como arena y rocas proveniente del banco de material situado en el predio.
Acciones específicas del POEMyRGMMyMC	A018. Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	La implementación del proyecto se llevará a cabo fuera de temporadas importantes para la fauna, en particular para las tortugas marinas.
	A012. Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	El proyecto contempla la implementación de duna artificial.
	A027. Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	La implementación del Proyecto, considera la instalación de infraestructura temporal, la cual no perturba las condiciones actuales del sitio.



**Tabla 3. 13. Unidad de Gestión Ambiental No. 135 y 174 de acuerdo al POEMyRGMMyMC.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	A029. Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural	La implementación del proyecto contempla la construcción de infraestructura con de objeto de evitar la erosión de la playa.
	A032. Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras	La construcción de la duna artificial y el relleno de playa se realizará con la arena proveniente del proyecto integral de tipo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, la cual fue extraída de las actividades de excavación para la colocación de los pilotes, por lo que no será necesario la selección de un sitio de tiro para la extracción de área.
	A068. Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	No se generaran residuos peligrosos o de manejo especial, no así los residuos sólidos, los cuales se dispondrán de manera temporal en contenedores ubicados en el sitio del proyecto.
	A070. 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.	Dado la naturaleza del proyecto, este impulsa el ecoturismo, manteniendo la playa Mujeres como un atractivo para los turistas nacionales y extranjeros.

---



---

### III.1.3. PLANES Y PROGRAMAS MUNICIPALES

#### III.1.3.1. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO DE ISLA MUJERES 2013-2016 (PMDIM)

El sitio del proyecto, se desarrolla en el municipio de Isla Mujeres, el cual se localiza al noreste del Estado de Quintana Roo, limitando al oeste con el municipio de Lázaro Cárdenas y el estado de Yucatán; al norte con el Mar Caribe y el Golfo de México; al este con el Mar Caribe y al sur con el municipio de Benito Juárez y el Mar Caribe. La extensión territorial del municipio es de 1,100 km<sup>2</sup>, ocupa el 7<sup>mo</sup> lugar en el estado por su extensión territorial. El clima presente, es cálido-subhúmedo con lluvias en verano y la temperatura media anual es de 27.4 °C.

El Plan Municipal de Desarrollo Isla Mujeres 2013-2016, tiene como objetivo: Ser el timón de las políticas públicas que permita la modernización y transformación del municipio de Isla Mujeres en un lugar mejor para vivir, justo, equilibrado, ordenado y próspero para todos, mediante 5 ejes de gobierno, 19 objetivos particulares, 58 estrategias y 202 líneas de acción.

El Plan Municipal, se concibe como un instrumento de acción para:

- Impulsar el desarrollo, porque presenta una visión clara.
- Mejora la gestión, puesto que corrige los errores del día a día.
- Ser un gobierno ciudadano, porque permite la rendición de cuentas y la proximidad con la ciudadanía.

Define ejes de gobierno:

1. Mejorar las condiciones de vida de la comunidad.
2. Garantizar los servicios fundamentales para las personas.
3. Fomentar la economía y el empleo.
4. Crecer ordenadamente, cuidando de la naturaleza.
5. Ser un buen gobierno, gobierno ciudadano.

El eje 4 “Crecer ordenadamente, cuidando la naturaleza”, presenta como objetivo contar con esquemas de planeación para dirigir el buen crecimiento de la zona continental y sus colonias. Pero también incluye la zona insular, donde se pretende cuidar la belleza natral que la caracteriza.

Los principales proyectos para este eje son:

- Infraestructura

- Desarrollo urbano y metropolitano
- Medio ambiente y cuidado de playas.

El Plan Municipal de Desarrollo Isla Mujeres 2013-2016, establece dentro del Eje 4, estrategias para conservar el paisaje. A continuación se presenta la vinculación del Proyecto con este programa (Tabla 3. 14).

**Tabla 3. 14. Vinculación del Plan Municipal de Desarrollo Isla Mujeres (2013-2016), con el Proyecto.**

EJE DE GOBIERNO	ESTRATEGIA.LÍNEA DE ACCIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
Eje 4. "Crecer ordenadamente, cuidando la naturaleza"  Objetivo Promover el cuidado de nuestros recursos naturales	IV.2.1.1 Formular y consolidar acciones a favor de la biodiversidad, basada en el diagnóstico de la riqueza biológica del Municipio.  IV.2.1.5. Conservar y proteger los ecosistemas más representativos	La implementación del Proyecto, pudiera fortalecer la biodiversidad del sitio, así como contribuir en la conservación del ecosistema presente.  La implementación del Proyecto, es congruente con los ejes de desarrollo del PMDIM.

### III.1.3.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO (2008)

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL), establece los términos de referencia para la elaboración del Programa de Ordenamiento 2 Ecológico del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo. En ese sentido el programa presenta, un análisis retrospectivo de las últimas dos décadas (1980-2002), en donde se incluye en distintos apartados las políticas institucionales, el marco jurídico federal y el marco jurídico local, destacando la vinculación e influencia entre ellos, en el contexto de la planeación territorial. Cuyo objetivo es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento de los recursos naturales.

Para lo cual el programa consta de 14 Unidades de Gestión Ambiental. En ese sentido, el Proyecto "Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres", se encuentra ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental número 9 "Península Chacmunchuch", cuyo aprovechamiento es sustentable, tal como se presenta en la Tabla 3. 15.

**Tabla 3. 15. Unidad de Gestión Ambiental No. 9 "Península Chacmunchuch", en la cual se encuentra incluida el Proyecto "Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres".**

<b>Nombre:</b>	Península Chacmunchuch	<b>Identificador de la Unidad de Gestión Ambiental</b>	09
<b>Política:</b>	Aprovechamiento Sustentable		
<b>Usos</b>			
<b>Predominante</b>	<b>Compatibles</b>		
Turístico.	-		

**Tabla 3. 15. Unidad de Gestión Ambiental No. 9 “Península Chacmuhuch”, en la cual se encuentra incluida el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.**

Condicionados	Incompatibles
Urbano, Golf, Equipamiento	-
-	-
<b>Criterios ecológicos de aplicación específica:</b>	
Playas y paisaje	1,4
Agua	No Aplica
Dunas y Manglar	26,27,28,29,30,31,32

En la Tabla 3. 16, se observan los criterios ecológicos de la UGA 9, “Península Chacmuhuch” y su vinculación con el proyecto.

**Tabla 3. 16. Vinculación del el Proyecto con los criterios ecológicos de aplicación específica dentro de POEL de Isla Mujeres (2008).**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
Paisaje y playas	U9-1. Para garantizar el acceso y disfrute de los espacios naturales como bien común: tales como dunas costeras playas, manglares, lagunas y mar, entre otros, la autoridad municipal debe elaborar e instrumentar un programa de imagen urbana que ubique los accesos a la zona federal marítimo terrestre previo a la edificación de los futuros urbanos y turísticos, asegurando la visual paisajística de los espacios naturales, el acceso público y libre a las zonas federales y su correspondiente equipamiento, conforme a la Ley de Bienes Nacionales y su reglamento en la materia.	La implementación del proyecto tiene como objeto mantener el equilibrio ecológico en dicha zona, así como la calidad paisajística.
	U9-4. 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, deben ser congruentes con la conservación de los recursos y procesos naturales prioritarios de la zona.	Las autorizaciones obtenidas para el proyecto cumplen con lo establecido en la legislación aplicable.
Agua	U9-17 a U9-25	No aplica
Duna y Manglar	U9-26. En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares dentro de las zonas con políticas y /o usos de suelo de aprovechamiento de flora y fauna, protección, forestal y preservación que se encuentra en el municipio, en congruencia con las necesidades de hábitat de la fauna que se trate.	Se realizará el despalme de la vegetación herbácea presente en la playa como son aquellas especies rastreras que están adaptadas al suelo arenoso como: <i>Ipomoea prescaprea</i> , <i>Batis marítima</i> , que han colonizado de manera parcial lo que se denomina como Zona Federal Marítimo Terrestre. Las únicas especies de fauna presentes en el sitio son aves playeras como son gaviotas, pelicanos, fragatas, cormoranes y playeritos las cuales se desplazan sobre el sitio del proyecto, así como algunas especies terrestres como las lagartijas como <i>Sceloporus cozumelae</i> y <i>Aspidoscelis rodecki</i> , que son tolerantes a altos grados de perturbación. Cabe destacar, que el sitio del proyecto, no es considerado como un sitio de anidación de tortuga, ya que no presenta las condiciones



**Tabla 3. 16. Vinculación del el Proyecto con los criterios ecológicos de aplicación específica dentro de POEL de Isla Mujeres (2008).**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p>U9-31. Con el fin de preservar la duna como hábitat de especies especialistas (aquellas especies que sólo pueden vivir bajo condiciones alimenticias o ambientales muy concretas) y que contribuyen como elementos de protección costera, la edificación de cualquier infraestructura deberá observar lo estipulado en el apartado de criterios mareomotrices del Programa Parcial de la Península Chacmuhuch y/o programa de desarrollo urbano vigente, siempre y cuando se ubiquen detrás de la primera duna, comprueben que dicho desplante de infraestructura no afecta la conformación y continuidad de las dunas costeras; que no afecta los procesos de anidación de las tortugas marinas y demás especies protegidas y que no se incrementan los procesos erosivos.</p>	<p>idóneas para serlo, así como que se tienen muy pocos registros de arribazón de tortugas. Por la poca presencia de cantidad de organismos, así como su tolerancia a altos grados de perturbación no se considera necesario realizar un programa de rescate de fauna.</p> <p>La implementación del proyecto en Playa Mujeres ayudará a recuperar la playa perdida por erosión, la ejecución del mismo no intervendrá con el proceso de anidación de tortugas porque se realizará en periodos diferentes a los de anidación. Cabe destacar que se tienen registros sumamente escasos de arribazón de tortugas en la zona de playa.</p>

### III.1.3.3. PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DE LA PENÍNSULA DE CHACMUCHUCH EN EL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES

De acuerdo con el presente Plan Parcial de Desarrollo y a su zonificación, el sitio del proyecto se ubica en el Sector 2, denominado Limite Municipal-Punta Sam, como se puede apreciar en la Figura 3. 5.

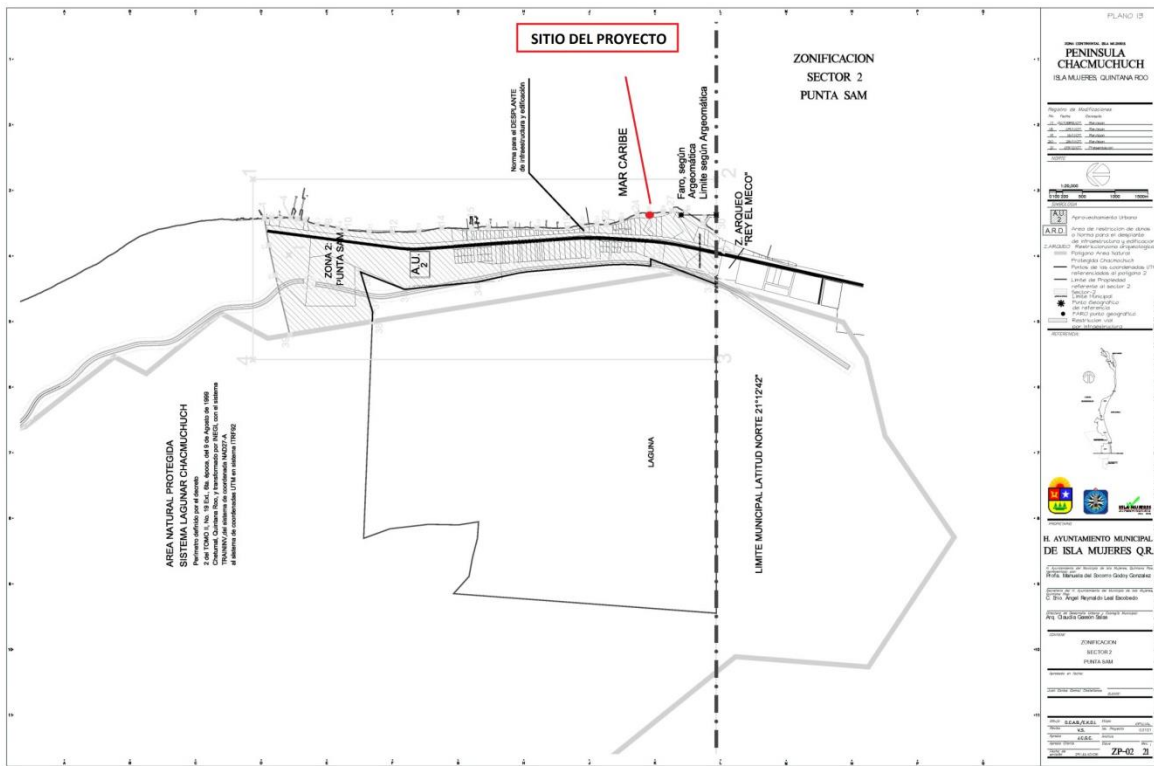


Figura 3. 5. Sector 2 Limite municipal-Punta Sam, la ubicación del sitio del proyecto se encuentra representada por el círculo de color rojo. Tomado de la página del gobierno de Quintana Roo.

**Vinculación de proyecto:** La ubicación y naturaleza del proyecto es compatible con las especificaciones para el sector 2, como se puede observar en la Tabla 3. 17, ya que la implementación del proyecto incluye el equipamiento, en este caso de utilización pública general.

Tabla 3. 17. Sector 2 en la cual se ubica el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

DOMINANTE	COMPATIBLE	
Mixto comercial Desarrollos integrales	Equipamiento, servicios y comercio	Distrital Barrial vecinal
	Turístico hotelero	
	Turístico residencial	

En el capítulo IX.1.6, Manejo de Residuos Sólidos se menciona: *Esta norma se refiere al manejo de los residuos sólidos y su disposición final, el criterio básico consiste en que los desarrollos incorporen el terreno y las instalaciones básicas en forma de estación de transferencia para las acciones de separación, recolección y compactación de los residuos orgánicos o sobrantes a los procesos anteriores, de acuerdo a norma, recogiendo por parte del Municipio el residuo compactado para que bajo la responsabilidad de éste se realice su disposición FINAL.*

**Vinculación con el proyecto:** Los residuos sólidos a ser generados por la implementación del proyecto en cada una de las etapas del mismo, serán depositados en contenedores debidamente señalizados destinados para la recolección de los mismos, para posteriormente entregarse al servicio de limpia municipal o con quien se tenga contratado el servicio de recolección. El proyecto se ajusta con lo establecido en la norma del presente plan de desarrollo.

#### **III.1.4. ÁREAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA**

##### **III.1.4.1. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS (ANP)**

El sitio del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, no forma parte de ninguna Área Natural Protegida, sin embargo, se encuentra cerca de tres áreas, una de carácter Federal y dos Estatales. La ANP Federal “Costa Occidente e Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc” se ubica en la zona este del sitio del proyecto a aproximadamente 3 km de distancia; mientras que del lado Oeste, se encuentra la ANP de carácter Estatal “Refugio Estatal de Flora y Fauna Sistema Lagunar Chacmochuch” a una distancia aproximada de 1 km y el “Refugio Estatal de Flora y Fauna, Laguna Manatí”, ubicado a una distancia aproximada de 4 km, tal como se puede apreciar en la Figura 3. 6.

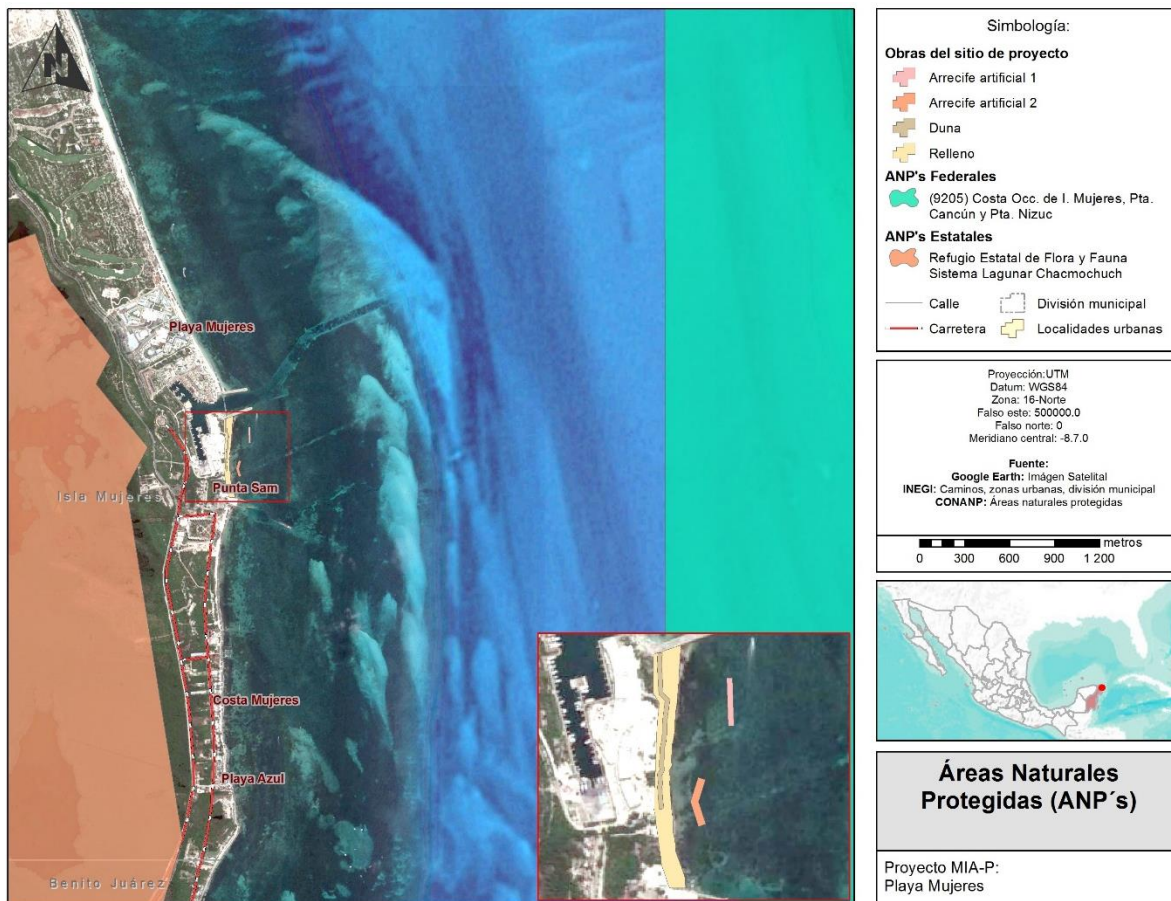


Figura 3. 6. Localización del sitio del proyecto con respecto a las ANP's federales ("Costa Occidente e Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc") y estatales ("Refugio Estatal de Flora y Fauna Sistema Lagunar Chacmochuch" y "Refugio Estatal de Flora y Fauna, Laguna Manatí").

### III.1.4.2. REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

El establecimiento de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), en particular, tiene como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación

De manera particular, el sitio del proyecto forma parte de la RTP 146 "Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam" la cual cuenta con una extensión de 3,204 km<sup>2</sup> y comprende los municipios de Baca, Benito Juárez, Chicxulub Pueblo, Dzemul, Dzidzantún, Dzilam de Bravo, Dzilam González, Hunucmá, Isla Mujeres, Ixil, Lázaro Cárdenas, Mérida, Progreso, Río Lagartos, San Felipe, Sinanché, Telchac Pueblo, Telchac Puerto, Tizimín, Ucu y Yobain, tal como se puede apreciar en la Figura 3. 7.



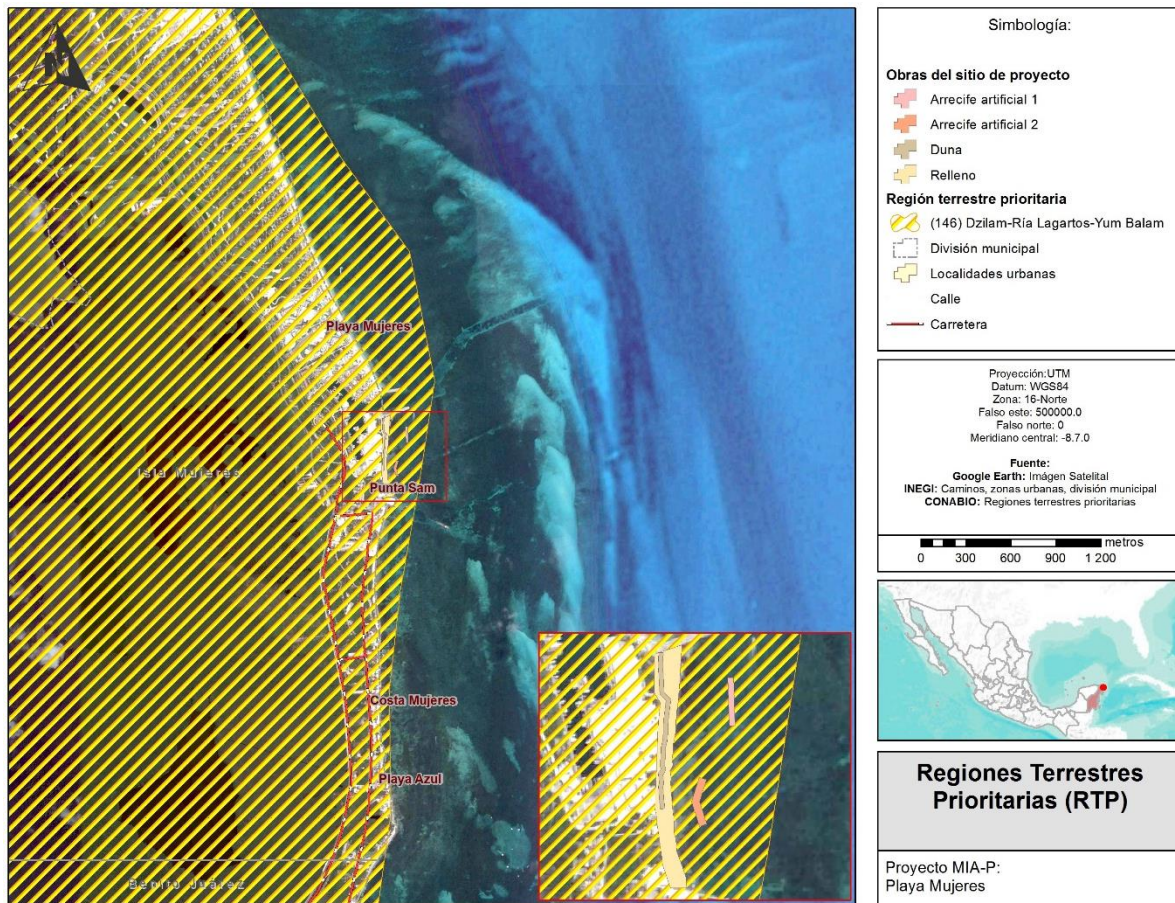


Figura 3. 7. Localización del Proyecto respecto de la RTP 146 “Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam”.

### III.1.4.3. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)

En mayo de 1998, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 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, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

De manera específica, el sitio del proyecto se ubica dentro de la RHP 103 “Contoy”, la cual cuenta con una extensión de 2,785.2 km<sup>2</sup> y comprende los poblados de Cabo Catoche, Isla Holbox, Contoy, Punta Arena, Kantunil, tal como se puede apreciar en la Figura 3. 8.



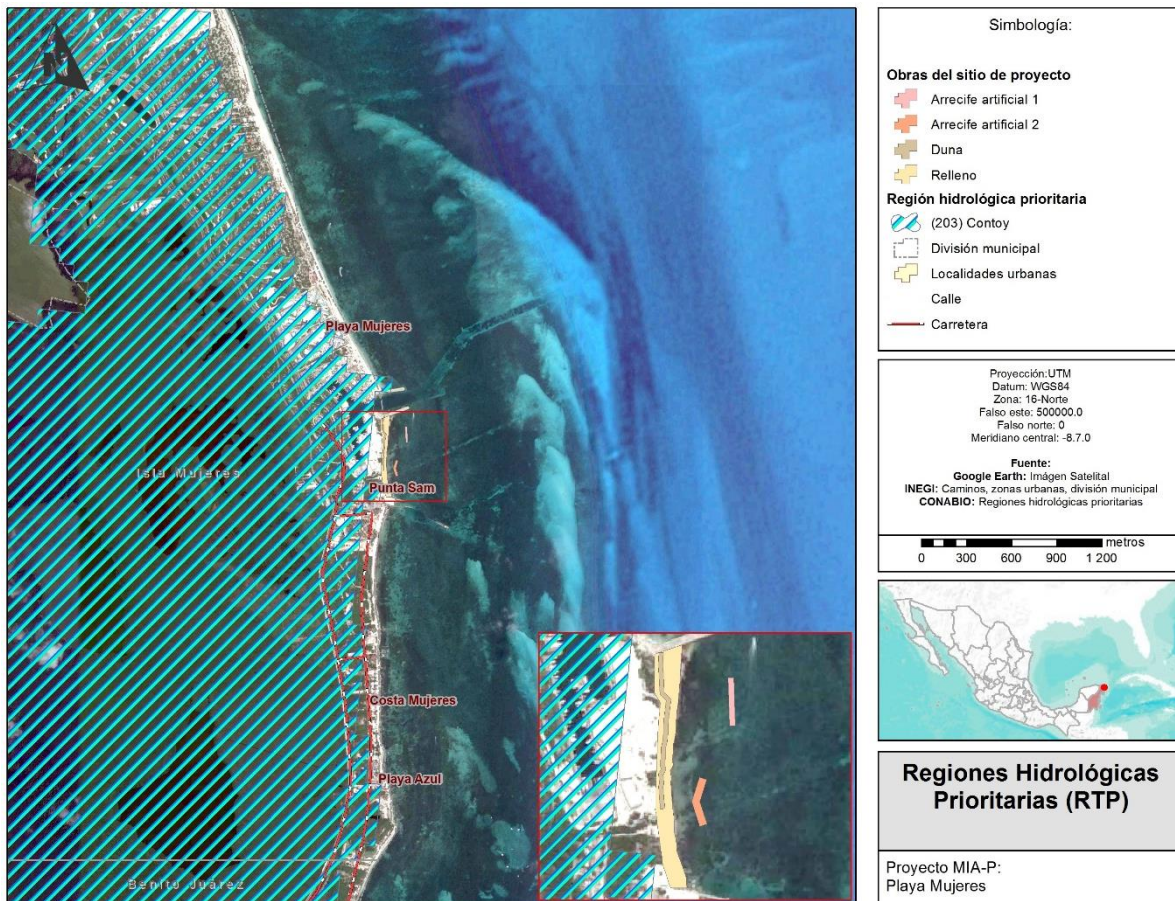


Figura 3. 8. Localización del Proyecto respecto de la Región Hidrológica Prioritario RHP 103 “Contoy”.

#### III.1.4.4. ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)

Sus objetivos principales son, ser una herramienta para los sectores de toma de decisiones que ayude a normar criterios de priorización y de asignación de recursos para la conservación. Ser una herramienta para los profesionales dedicados al estudio de las aves que permita hacer accesible a todos, datos importantes acerca de la distribución y ecología de las aves en México. Ser una herramienta de difusión que sea utilizada como una guía para fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional. Ser un documento de renovación periódica que permita fomentar la cooperación entre los ornitólogos y los aficionados a las aves, para lograr que este documento funja siempre como una fuente actualizada de información. Fomentar la cultura "ecológica", especialmente en lo referente a las aves, sirviendo como herramienta para la formación de clubes de observadores de aves y de otros tipos de grupos interesados en el conocimiento y la conservación de estos animales.

Con respecto a las Áreas de Importancia, el sitio del proyecto, no se ubica en alguna AICA, sin embargo la más cercana al sitio es el AICA 176, la cual lleva el nombre de “Isla Contoy”, ubicada a una distancia aproximada de 23 km.

### III.1.4.5. REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP)

La vastedad 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.

De manera particular, el sitio del proyecto se encuentra dentro de la RMP 29, denominada “Dzilam-Contoy”, tal como se puede apreciar en la Figura 3. 9.

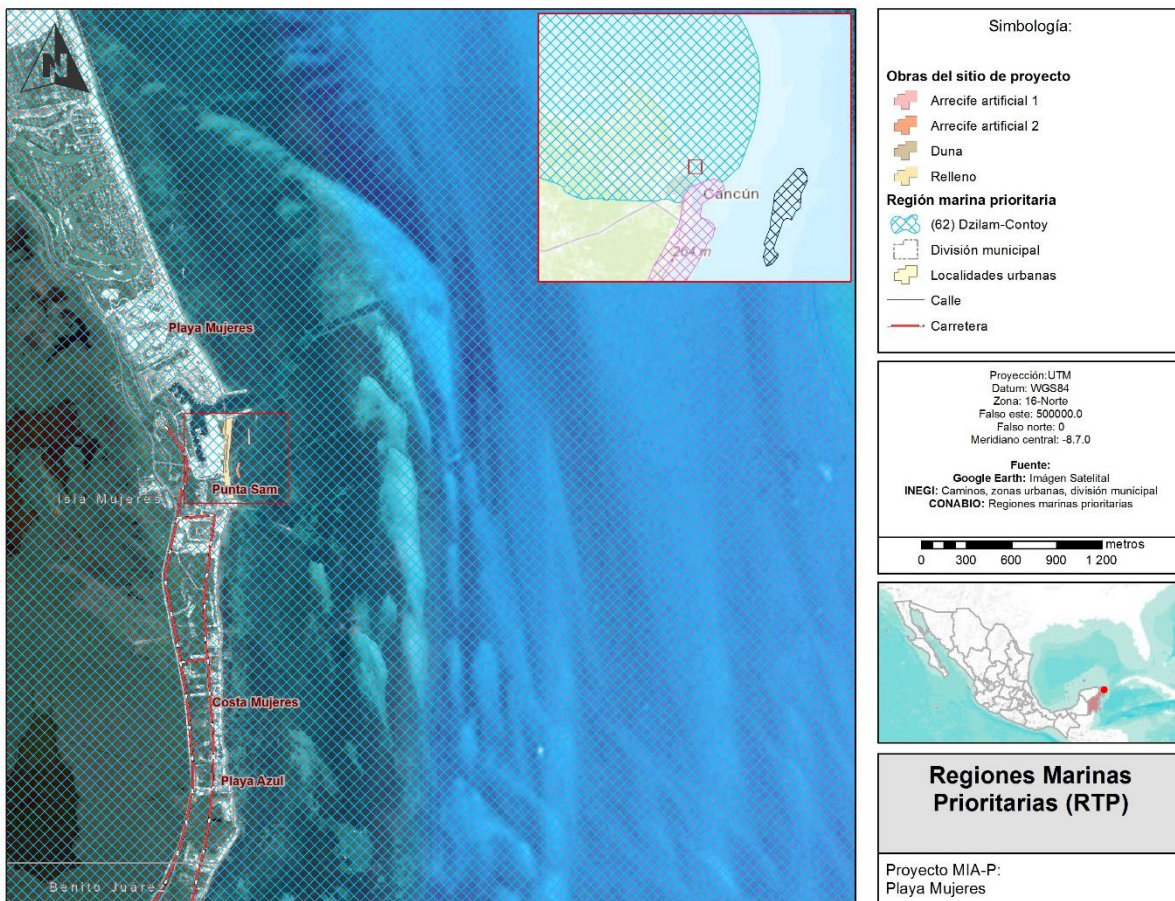


Figura 3. 9. Localización del sitio del Proyecto con respecto a la RMP 29 “Dzilam-Contoy”.



#### III.1.4.6. SITIOS RAMSAR

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

De acuerdo a lo anterior, el sitio del proyecto no se ubica en algún sitio Ramsar, sin embargo el sitio Ramsar más próximo es la RHP “Manglares de Nichupte”, a una distancia aproximada de 10 km.

#### III.1.4.7. SITIOS DE MANGLAR CON RELEVANCIA BIOLÓGICA Y CON NECESIDADES DE REHABILITACIÓN ECOLÓGICA.

De los 81 sitios de manglar identificados por los especialistas en México, 10 corresponden a la región del Pacífico norte, seis al Pacífico centro, 13 al Pacífico sur, 27 al Golfo de México y 25 a la Península de Yucatán.

De acuerdo a lo anterior es importante mencionar que el proyecto, forma parte del sitio de manglar con relevancia biológica PY78 “Sistema Lagunar Chacmuhuc”, que abarca un total de 12175.94 ha. En el sitio del proyecto no se encontró ningún tipo de especie de manglar debido a que ya es un lugar perturbado y la mayor parte de la vegetación está asociada a estratos arenosos, por lo que se considera que no será afectado por la implementación del proyecto (Figura 3. 10).

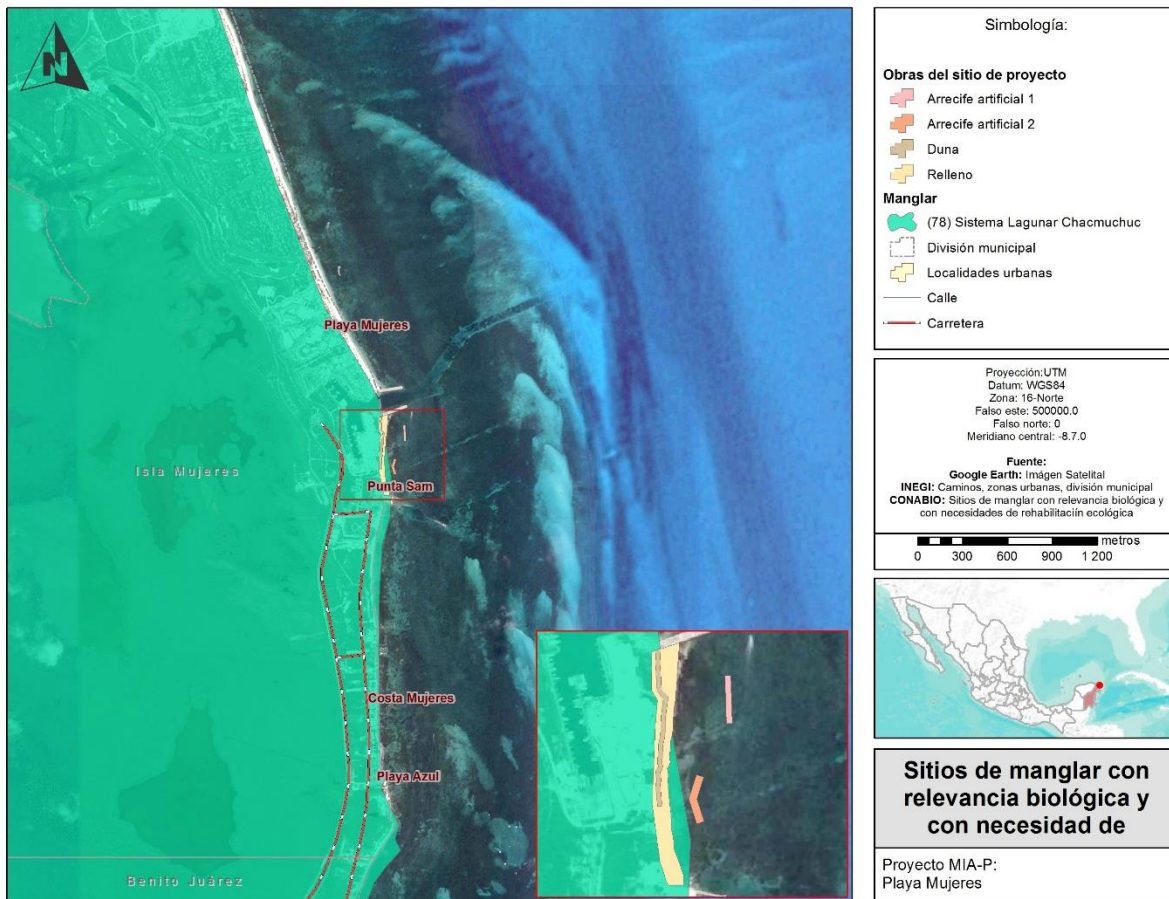


Figura 3. 10. Ubicación del sitio del Proyecto con respecto al Sitio de Manglar PY78 “Sistema Lagunar Chacmuhuc”.

### III.1.4.8. SITIOS PRIORITARIOS TERRESTRES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD.

Para identificar los sitios prioritarios terrestres se dividió la superficie terrestre del país en 8,045 hexágonos de 256 km<sup>2</sup> cada uno, y se utilizó el programa “Marxan” que aplica un algoritmo de optimización, para evaluar 1,450 elementos de la biodiversidad de interés para la conservación, así como 19 capas de diversos factores de amenaza. Para reducir el sesgo en la información sobre la distribución de las especies se utilizaron modelos de nicho ecológico editados por especialistas.

Los sitios prioritarios son aquellos hexágonos que permiten cumplir con las metas de conservación establecidas para los distintos elementos de la biodiversidad seleccionados en la menor área posible. El Proyecto se encuentra en un sitio prioritario para la conservación de categoría media (Figura 3. 11), sin embargo, en los trabajos de campo realizados no se observaron poblaciones vulnerables que pudieran ser afectadas, es por ello que se considera que no será afectado por la implementación del proyecto.

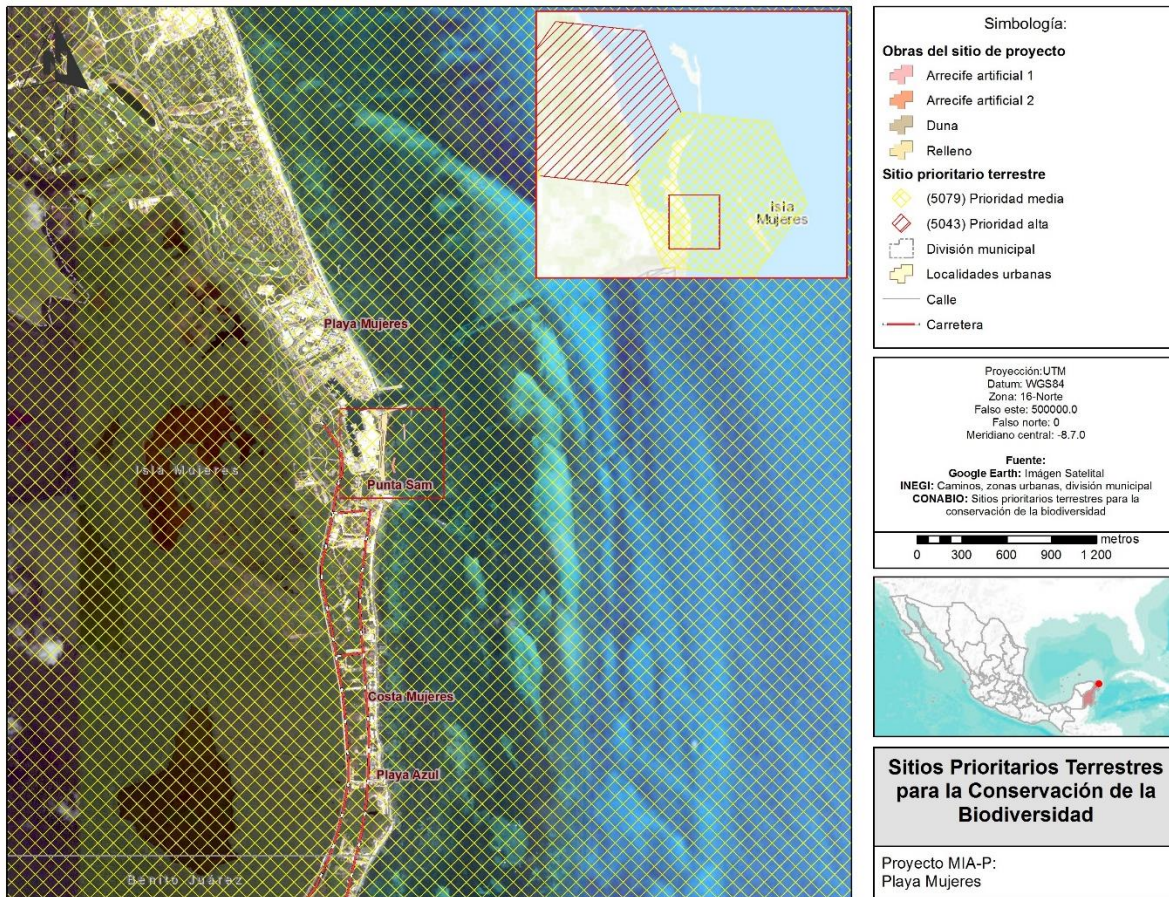


Figura 3. 11. Ubicación del sitio del Proyecto con respecto a los sitios prioritarios terrestres para la conservación.

### III.1.5. FUNDAMENTO JURÍDICO

A continuación, se describe el cumplimiento normativo de las leyes, reglamentos y normas aplicables para el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

### III.1.6. CUMPLIMIENTO NORMATIVO

En la presente sección se analizan diversos instrumentos normativos aplicables al Proyecto en cuestión, mismos que se indican a continuación:

- I. Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental;
- II. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental;
- III. Ley de Vida Silvestre;
- IV. Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo;



- V. Ley General de Bienes Nacionales;
- VI. Ley Federal del Mar;
- VII. Ley de Aguas Nacionales;
- VIII. Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar;
- IX. Constitución Política del Estado de Quintana Roo;
- X. Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo;
- XI. Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo;
- XII. Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo y
- XIII. Normas Oficiales Mexicanas

### III.1.7. LEYES Y REGLAMENTOS

#### III.1.7.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)

En la Tabla 3. 18, se presenta la Vinculación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), con el Proyecto.

**Tabla 3. 18. Vinculación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
LGEEPA Artículo 28	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el 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	Con este documento (MIA), el interesado (promovente) cumple con esta disposición vinculante e inicia el procedimiento para obtener la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental.
LGEEPA Artículo 28 Fracción IX	Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros.	El Proyecto prevé la construcción de infraestructura en un ecosistema costero. Las acciones que se pretenden desarrollar NO rebasarán los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables como lo son las normas oficiales mexicanas, no generando así perjuicio a los recursos naturales del sitio. El promovente solicitará mediante la presentación de la MIA-P, la autorización de la SEMARNAT materia de impacto ambiental.
LGEEPA Artículo 30	Para obtener la autorización a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán	El Proyecto cumple esta disposición vinculante al presentar a la consideración de la Delegación de la

**MIA-Particular “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, Municipio Isla Mujeres, Quintana Roo.**

**Tabla 3. 18. Vinculación de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p>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 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 medio ambiente.</p>	<p>SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo (Unidad Administrativa facultada para ello de acuerdo a la fracción IX inciso c) del Artículo 40 del Reglamento Interior de la SEMARNAT), la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente.</p>

### III.1.7.1.1. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental

En la Tabla 3. 19, se presenta la Vinculación del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (REIA), con el Proyecto.

**Tabla 3. 19. Vinculación del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (REIA), con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>(REIA) Capítulo II Artículo 5</p>	<p><b>Capítulo II:</b> De las obras o actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental y de las excepciones</p> <p><b>Artículo 50.</b> Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: Q) Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros.</p>	<p>El Proyecto prevé la construcción de infraestructura en un ecosistema costero, por lo cual se vincula con el inciso Q. En cumplimiento a ello es que, el promovente solicitará mediante la presentación de la MIA-P, la autorización de la SEMARNAT en materia de impacto ambiental, a través del ingreso para evaluación y dictaminación correspondiente.</p>
<p>(REIA) Capítulo III Artículos 9, 10 y 11</p>	<p><b>Capítulo III:</b> Del procedimiento para la evaluación del impacto ambiental.</p> <p><b>Artículo 9:</b> Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una Manifestación de Impacto Ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La información que contenga la Manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias relevantes vinculadas con la realización del proyecto.</p>	<p>El Proyecto se ajusta a estas disposiciones vinculantes y para ello presenta a la autoridad competente la Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad particular, toda vez que las características del Proyecto no se ajustan a ninguno de los supuestos previstos en las fracciones I a IV del Artículo 11 del REIA y, dado que de manera excluyente dicho precepto concluye disponiendo que cuando eso ocurra, deberá presentarse una MIA particular, el promovente ajusta su gestión a dicha disposición.</p>

**Tabla 3. 19. Vinculación del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (REIA), con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p><b>Artículo 10:</b> Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, ó II. Particular.</p>	
(REIA) Artículo 12 y Artículo 17.	<p><b>Artículo 12.-</b> La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción del proyecto; III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo; IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto; V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales; VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales; VII. Pronósticos ambientales y en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores. <b>Artículo 17.-</b> El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes. Cuando se trate de actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.</p>	<p>En acatamiento a estas disposiciones vinculantes, la integración de la MIA particular que se somete a la consideración de la autoridad ambiental competente, contiene la información ambiental relevante requerida en cada uno de los VIII capítulos que dispone el artículo 12 del REIA. De igual forma, se cumplirá con los requisitos solicitantes en el Artículo 17.</p>
(REIA) Artículo 36	<p><b>Artículo 36.</b> Quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales. La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá al prestador de servicios o, en su caso, a quien lo suscriba. Si se comprueba que en la elaboración de los documentos en cuestión la información es falsa, el responsable será sancionado de conformidad con el Capítulo IV del Título Sexto de la Ley, sin perjuicio de las sanciones que resulten</p>	<p>En acatamiento a esta disposición vinculante, la integración de la MIA particular cumple con lo establecido en la ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables.  Así mismo, el responsable del estudio declara bajo protesta de decir la verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.</p>

**Tabla 3. 19. Vinculación del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (REIA), con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	de la aplicación de otras disposiciones jurídicas relacionadas.	

**III.1.7.2. LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL (LFRA)**

Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4 constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. En la Tabla 3. 20, se realiza la vinculación del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, con esta Ley.

**Tabla 3. 20. Vinculación de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA), con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
LFRA Artículo 5	Obra dolosamente quien, conociendo la naturaleza dañosa de su acto u omisión, o previendo como posible un resultado dañoso de su conducta, quiere o acepta realizar dicho acto u omisión.	La promovente y/o la empresa constructora cuidarán de que no se realice ningún acto u omisión de forma dolosa que pueda dañar a los ecosistemas o al medio ambiente. Se implementarán medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales para reducir al máximo las afectaciones que puedan originarse con el presente proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.
LFRA Artículo 10	Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	La promovente implementará medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales para reducir al máximo las afectaciones que puedan originarse con el presente proyecto, respondiendo de aquellos daños que al ambiente llegarán a causarse con motivo de las obras de construcción y mantenimiento del presente proyecto, cumpliendo con el presente artículo al realizar acciones que disminuyan o eviten mayores afectaciones.
LFRA Artículo 11	La responsabilidad por daños ocasionados al ambiente será subjetiva, y nacerá de actos u omisiones ilícitos con las excepciones y supuestos previstos en este Título.  En adición al cumplimiento de las obligaciones previstas en el artículo anterior, cuando el daño sea ocasionado por un acto u omisión ilícitos dolosos, la persona responsable estará obligada a pagar una sanción económica.  Para los efectos de esta Ley, se entenderá que obra ilícitamente el que realiza una conducta activa u omisiva en contravención a las disposiciones legales, reglamentarias, a las normas oficiales mexicanas, o a las autorizaciones, licencias, permisos o concesiones expedidas por la Secretaría u otras autoridades.	La promovente cuidará de que no se realice ninguna conducta en contravención con las disposiciones de esta y otras leyes aplicables.
LFRA Artículo 25	Los daños ocasionados al ambiente serán atribuibles a la persona física o moral que omita impedirlos, si ésta	La promovente al ser la responsable directa de las afectaciones al ambiente y los ecosistemas que puedan



**Tabla 3. 20. Vinculación de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA), con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p>tenía el deber jurídico de evitarlos. En estos casos se considerará que el daño es consecuencia de una conducta omisiva, cuando se determine que el que omite impedirlo tenía el deber de actuar para ello derivado de una Ley, de un contrato, de su calidad de garante o de su propio actuar precedente.</p>	<p>ocasionarse con motivo del proyecto que se somete a evaluación, cumplirá con el deber de cuidado que se establece en el presente artículo, implementando medidas preventivas y las medidas de mitigación que se describen en el Capítulo VI.</p>

### III.1.7.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE

En Tabla 3. 21, se presenta la Vinculación de la Ley General de Vida Silvestre, con el proyecto.

**Tabla 3. 21. Vinculación de la Ley de Vida Silvestre, con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>LGVS Título II Artículo 5</p>	<p><b>Artículo 5.</b> El objetivo de la política nacional en materia de vida silvestre y su hábitat, es su conservación mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del país.</p> <p>En la formulación y la conducción de la política nacional en materia de vida silvestre se observarán, por parte de las autoridades competentes, los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Además, dichas autoridades deberán prever:</p> <p><b>I.</b> La conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de las especies silvestres.</p> <p><b>II.</b> Las medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales. En ningún caso la falta de certeza científica se podrá argumentar como justificación para postergar la adopción de medidas eficaces para la conservación y manejo integral de la vida silvestre y su hábitat.</p>	<p>La implementación del proyecto ayuda en la conservación de hábitats naturales y por ende a la conservación de la vida silvestre.</p>
<p>LGVS Título VI Capítulo I Artículo 60</p>	<p><b>Artículo 60.</b> La Secretaría promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitat críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, la coordinación de programas de muestreo y seguimiento permanente, así como de</p>	<p>En el capítulo IV de la presente MIA-P se muestra la caracterización biótica de las especies encontradas en el sitio del proyecto. La implementación de este favorece a la conservación del hábitat y por ende a especies tanto acuáticas como terrestres.</p>

**Tabla 3. 21.Vinculación de la Ley de Vida Silvestre, con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p>certificación del aprovechamiento sustentable, con la participación en su caso de las personas que manejen dichas especies o poblaciones y demás involucrados. El programa de certificación deberá seguir los lineamientos establecidos en el reglamento y, en su caso, en las Normas Oficiales Mexicanas que para tal efecto se elaboren.</p> <p>La Secretaría suscribirá convenios y acuerdos de concertación y coordinación con el fin de promover la recuperación y conservación de especies y poblaciones en riesgo.</p>	
<p>Artículo 60TER</p>	<p><b>Artículo 60 TER.</b> Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.</p> <p>Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.</p>	<p>Las obras a realizar en el proyecto tienen como objetivo la restauración del hábitat terrestre con actividades de relleno de playa y construcción de duna artificial, así como en el medio acuático con la construcción de arrecifes artificiales.</p>
<p>Título VI Capítulo III Artículo 65</p>	<p><b>Artículo 65.</b> La Secretaría podrá establecer, mediante acuerdo Secretarial, áreas de refugio para proteger especies nativas de vida silvestre que se desarrollan en el medio acuático, en aguas de jurisdicción federal, zona federal marítimo terrestre y terrenos inundables, con el objeto de conservar y contribuir, a través de medidas de manejo y conservación, al desarrollo de dichas especies, así como para conservar y proteger sus hábitats, para lo cual elaborará los programas de protección correspondientes.</p>	<p>De acuerdo con la caracterización biótica del sitio del proyecto presentada en el capítulo IV de la MIA-P, no se tiene registrado ninguna especie acuática en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
<p>Capítulo IV Artículo 70</p>	<p><b>Artículo 70.</b> Cuando se presenten problemas de destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre, la Secretaría formulará y ejecutará a la brevedad posible, programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre, tomando en cuenta lo dispuesto en los artículos 78, 78 BIS y 78 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y de conformidad con lo establecido en el reglamento y las demás disposiciones aplicables.</p>	<p>El promovente cumple con lo dispuesto a este artículo. La implementación del proyecto contribuye al restablecimiento del hábitat natural del sitio del proyecto.</p>
<p>Título VIII Capítulo II Artículo 106 y 110</p>	<p><b>Artículo 106.</b> Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. Los propietarios y legítimos poseedores de los predios, así como los terceros que realicen el aprovechamiento, serán responsables solidarios de los efectos negativos que</p>	<p>En el capítulo IV de la presente MIA-P se muestran las medidas de mitigación aplicables para el proyecto. Se cumple con lo dispuesto a la ley aplicable.</p>

**Tabla 3. 21. Vinculación de la Ley de Vida Silvestre, con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p>éste pudiera tener para la conservación de la vida silvestre y su hábitat.</p> <p><b>Artículo 110.</b> Las personas que realicen actividades de captura, transformación, tratamiento, preparación, comercialización, exhibición, traslado, importación, exportación y las demás relacionadas con la conservación y aprovechamiento de la vida silvestre, deberán otorgar al personal debidamente acreditado de la Secretaría, las facilidades indispensables para el desarrollo de los actos de inspección antes señalados. Asimismo, deberán aportar la documentación que ésta les requiera para verificar el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven.</p>	<p>El promovente cumple con los documentos que verifican el cumplimiento con lo establecido por la ley. Asimismo se proveerá las facilidades para que el personal de la Secretaría realice la inspección correspondiente.</p>
<p>Capítulo III Artículo 111 y 113</p>	<p><b>Artículo 111.</b> En la práctica de actos de inspección a embarcaciones o vehículos, será suficiente que en la orden de inspección se establezca:</p> <p>a) La autoridad que la expide. b) El motivo y fundamento que le dé origen. c) El lugar, zona o región en donde se practique la inspección. d) El objeto y alcance de la diligencia.</p>	<p>El promovente cumple con los documentos que verifican el cumplimiento con lo establecido por la ley.</p>
	<p><b>Artículo 113.</b> En aquellos casos en que los presuntos infractores sean sorprendidos en ejecución de hechos contrarios a esta Ley o a las disposiciones que deriven de la misma, o cuando después de realizarlos, sean perseguidos materialmente, o cuando alguna persona los señale como responsables de la comisión de aquellos hechos, siempre que se encuentre en posesión de los objetos relacionados con la conducta infractora, el personal debidamente identificado como inspector deberá levantar el acta correspondiente y asentar en ella, en forma detallada, esta circunstancia, observando en todo caso, las formalidades previstas para la realización de actos de inspección.</p>	<p>El promovente cumple con los documentos que verifican el cumplimiento con lo establecido por la ley, sin embargo asume su responsabilidad ante cualquier conducta indebida.</p>

**III.1.7.4. LEY DE VIDA SILVESTRE PARA EL ESTADO DE QUINTANA ROO (LVSQR)**

En la Tabla 3. 22, se presenta la vinculación de la Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo (LVSQR), con el proyecto.

**Tabla 3. 22. Vinculación de la Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>LVSQR Título II Artículo 4</p>	<p><b>Artículo 4.-</b> El objetivo de la política estatal en materia de vida silvestre y de su hábitat es su conservación, mediante la protección y la exigencia de niveles óptimos de aprovechamiento sustentable, de modo que simultáneamente se logre mantener y promover la restauración de su diversidad e integridad, así como incrementar el bienestar de los habitantes del Estado.</p> <p>Las autoridades competentes en el diseño y aplicación de la política estatal en materia de vida silvestre y su hábitat, observarán los principios establecidos en el artículo 15 de la Ley General del</p>	<p>Los objetivos en la implementación del proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, es contribuir en la restauración de los hábitats tanto terrestres como acuáticos y con ello favorecer a la conservación de la flora y fauna del lugar.</p>

**Tabla 3. 22. Vinculación de la Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p>Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, además deberán prever:</p> <p><b>I.</b> La conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de las especies silvestres;</p> <p><b>II.</b> Las medidas preventivas para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales.</p>	
<p>Título V Capítulo IV Artículo 18</p>	<p><b>ARTÍCULO 18.-</b> El Gobernador del Estado, a través de la Secretaría, así como los Ayuntamientos, promoverán y adoptarán las medidas de trato digno y respetuoso para evitar o disminuir la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor que se pudiere ocasionar a los ejemplares de fauna silvestre durante su aprovechamiento, traslado, exhibición, cuarentena, entrenamiento, comercialización y sacrificio, de conformidad con las disposiciones de la Ley General y demás ordenamientos aplicables en la materia.</p>	<p>El proyecto cuenta con el plan de manejo de fauna, en este se especifica el trato y manejo hacia la fauna encontrada en el sitio del proyecto para la implementación del mismo, cumpliendo con las disposiciones de la normatividad aplicable.</p>
<p>Título VI Capítulo I Artículo 29</p>	<p><b>Artículo 29.-</b> El Gobernador del Estado, a través de la Secretaría, promoverá e impulsará la conservación y protección de las especies y poblaciones en riesgo, por medio del desarrollo de proyectos de conservación y recuperación, el establecimiento de medidas especiales de manejo y conservación de hábitats críticos y de áreas de refugio para proteger especies acuáticas, así como la inclusión de programas de muestreo y seguimiento permanente, de conformidad con las disposiciones del Capítulo I del Título VI de la Ley General.</p>	<p>La implementación del proyecto cumple con los objetivos planteados en este artículo.</p>
<p>Capítulo VII Artículo 40</p>	<p><b>Artículo 40.-</b> Cuando se presenten problemas de destrucción, contaminación, degradación, desertificación o desequilibrio del hábitat de la vida silvestre; la Secretaría formulará y ejecutará, a la brevedad posible, programas de prevención, de atención de emergencias y de restauración para la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los procesos naturales de la vida silvestre, tomando en cuenta lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y demás disposiciones aplicables.</p>	<p>La implementación del proyecto responde como una medida para la restauración del hábitat en respuesta a la constante degradación del mismo.</p>
<p>Título VII Capítulo V Artículo 60</p>	<p><b>Artículo 60.-</b> Las personas que trasladen ejemplares vivos de especies silvestres, deberán contar con la autorización correspondiente otorgada por la Secretaría, de conformidad con las disposiciones reglamentarias. Asimismo deberán dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes y a la Ley General.</p>	<p>El promovente cuenta con los permisos requeridos por la normatividad mexicana en cuanto al traslado de ejemplares en el caso del plan de rescate de fauna, el cual se presenta en la MIA-P "Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres".</p>
<p>Título VIII Capítulo II Artículo 64</p>	<p><b>Artículo 64.-</b> Para practicar una visita de inspección, el personal actuante deberá estar provisto de orden escrita con firma autógrafa expedida por la autoridad competente en la que deberá precisarse el nombre, denominación o razón social de la persona o personas a las que vaya dirigida, el lugar o zona que ha de verificarse, el objeto de la visita, el alcance que deba tener, y las disposiciones legales que la fundamenten.</p> <p>Los propietarios, responsables, encargados u ocupantes de vehículos, establecimientos o cualquier otro lugar de naturaleza pública o privada, objeto de la verificación, estarán obligados a permitir el acceso y dar facilidades e informes a los verificadores para el desarrollo de su labor, así como a exhibir la documentación que les sea requerida.</p>	<p>El promovente cumple con los documentos que verifican el cumplimiento con lo establecido por la ley. Asimismo se proveerá las facilidades para que el personal de la Secretaría realice la inspección correspondiente.</p>



---

---

### III.1.7.5. LEY GENERAL DE BIENES NACIONALES

La Zona Federal Marítimo Terrestre (en lo sucesivo "ZOFEMAT"), es la franja de 20 metros transitable y contigua la mar, que se determina a partir de la cota de pleamar máxima. La ZOFEMAT es regulada principalmente por la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, Ley General de Bienes Nacionales, Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar (en lo sucesivo "RUAMAT") y por la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Esta zona de acuerdo con el artículo 6 fracción IV la Ley General de Bienes Nacionales (LGBN), menciona que están sujetos al régimen de dominio público de la Federación, el lecho y el subsuelo del mar territorial y de las aguas marinas interiores, y por lo tanto inalienable, imprescriptible e inembargable y no está sujeto a acción de posesión definitiva o provisional.

De acuerdo al artículo 7 fracción II, III, IV y V mencionan que son bienes de uso común las aguas marinas interiores, el mar territorial, las playas marítimas y la zona federal marítimo terrestre.

El artículo 120, menciona que el Ejecutivo Federal, a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, promoverá el uso y aprovechamiento sustentables de la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar. Con este objetivo, dicha dependencia, previamente, en coordinación con las demás que conforme a la materia deban intervenir, establecerá las normas y políticas aplicables, considerando los planes y programas de desarrollo urbano, el ordenamiento ecológico, la satisfacción de los requerimientos de la navegación y el comercio marítimo, la defensa del país, el impulso a las actividades de pesca y acuacultura, así como el fomento de las actividades turísticas y recreativas.

Los Terrenos Ganados al Mar (en lo sucesivo "TGM") son también considerados bienes de dominio público y por ello están sujetos a la misma regulación, como se indica en el artículo 124: sólo podrán realizarse obras para ganar artificialmente terrenos al mar, con la previa autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y con la intervención de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, las cuales determinarán la forma y términos para ejecutar dichas obras.

Las Secretarías de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de Comunicaciones y Transportes y de Turismo, en el ámbito de sus atribuciones legales, se coordinarán para fomentar la construcción y operación de infraestructura especializada en los litorales.

---

---

El artículo 125 señala que cuando por causas naturales o artificiales, se ganen terrenos al mar, los límites de la zona federal marítimo terrestre se establecerán de acuerdo con la nueva configuración física del terreno, de tal manera que se entenderá ganada al mar la superficie de tierra que quede entre el límite de la nueva zona federal marítimo terrestre y el límite de la zona federal marítimo terrestre original.

Los particulares y las instituciones públicas solo podrán usar, aprovechar y explotar los bienes de dominio público a través de una concesión o permiso de acuerdo a las reglas y condiciones que establezcan las leyes aplicables y el título de concesión. Independientemente de lo anterior es importante destacar que los bienes de uso común son libres para cualquier persona y solo los aprovechamientos especiales requieren de una concesión. Así, para realizar un uso, aprovechamiento y explotación especial en la ZOFEMAT o de TGM, es necesario tener una concesión y para tal efecto es necesaria la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental, para con ello cubrir uno de los requisitos de obtención de la concesión del ZOFEMAT.

En el caso de obras o actividades que se vayan a realizar en la ZOFEMAT y que requieran de una autorización en materia de Impacto Ambiental previo a su desarrollo, será necesario presentar una manifestación de impacto ambiental ante la SEMARNAT para el dictamen respectivo.

#### **III.1.7.6. LEY FEDERAL DEL MAR**

El presente ordenamiento es de jurisdicción federal y rige en las zonas marinas que forman parte del territorio nacional y, en lo aplicable, más allá de éste en las zonas marinas donde la Nación ejerce su soberanía, jurisdicciones y otros derechos.

En su artículo 3 define que son zonas mexicanas El Mar Territorial; Las Aguas Marinas Interiores, La Plataforma Continental y las Plataformas Insulares.

Así mismo, en su artículo 6 establece que la soberanía, jurisdicciones y competencias se ejercerán a las obras, islas artificiales, instalaciones y estructuras marinas; El régimen aplicable a los recursos marinos vivos, inclusive su conservación y utilización; y El aprovechamiento económico del mar, inclusive la utilización de minerales disueltos en sus aguas, la producción de energía eléctrica o térmica derivada de las mismas, de las corrientes y de los vientos, la captación de energía solar en el mar, el desarrollo de la zona costera, la maricultura, el establecimiento de parques marinos nacionales, la promoción de la recreación y el turismo y el establecimiento de comunidades pesqueras.

En la Tabla 3. 23, se realiza la vinculación del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, con esta Ley.

**Tabla 3. 23. Vinculación de la Ley Federal del Mar, con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
LFM Artículo 6.	<p>La soberanía de la Nación y sus derechos de soberanía, jurisdicciones y competencias dentro de los límites de las respectivas zonas marinas, conforme a la presente Ley, se ejercerán según lo dispuesto por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el derecho internacional y la legislación nacional aplicable, respecto a:</p> <p>I.-Las obras, islas artificiales, instalaciones y estructuras marinas;                      II.-El régimen aplicable a los recursos marinos vivos, inclusive su conservación y utilización;                      III.-El régimen aplicable a los recursos marinos no vivos, inclusive su conservación y utilización;                      IV.-El aprovechamiento económico del mar, inclusive la utilización de minerales disueltos en sus aguas, la producción de energía eléctrica o térmica derivada de las mismas, de las corrientes y de los vientos, la captación de energía solar en el mar, el desarrollo de la zona costera, la maricultura, el establecimiento de parques marinos nacionales, la promoción de la recreación y el turismo y el establecimiento de comunidades pesqueras;                      V.-La protección y preservación del medio marino, inclusive la prevención de su contaminación; y                      VI.-La realización de actividades de investigación científica marina</p>	<p>El presente ordenamiento reglamenta la colocación de los arrecifes artificiales en los fondos suaves de playa, así como las disposiciones constitucionales en materia de soberanía, propiedad y jurisdicción sobre los espacios y ecosistemas marinos del país. Uno de los objetivos del establecimiento de arrecifes artificiales es disipar la energía del oleaje en condiciones normales y de tormentas estacionales.</p> <p>Se constituirá en un bien público sin generar propiedad territorial y sus beneficios serán un bien común, pues promueve la conservación de los recursos y su aprovechamiento sustentable.</p>
LFM Artículo 16.	<p>La Nación tiene derecho exclusivo en las zonas marinas mexicanas, de construir, así como el de autorizar y reglamentar la construcción, operación y utilización de islas artificiales, de instalaciones y estructuras, de conformidad con la presente Ley, la Ley General de Bienes Nacionales, la Ley de Obras Públicas y demás disposiciones aplicables en vigor.</p>	<p>Se cumplirá con la normatividad vigente como es la ley general de bienes nacionales.</p>

### III.1.7.7. LEY DE AGUAS NACIONALES

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

En la Tabla 3. 24, se realiza la vinculación del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, con esta Ley.

**Tabla 3. 24. Vinculación de la Ley de Aguas Nacionales, con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>LAN Artículo 82.</p>	<p>La explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales en actividades industriales, de acuacultura, turismo y otras actividades productivas, se podrá realizar por personas físicas o morales previa la concesión respectiva otorgada por "la Autoridad del Agua", en los términos de la presente Ley y sus reglamentos.</p> <p>"La Comisión", en coordinación con la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, otorgará facilidades para el desarrollo de la acuacultura y el otorgamiento de las concesiones de agua necesarias; asimismo apoyará, a solicitud de los interesados, el aprovechamiento acuícola en la infraestructura hidráulica federal, que sea compatible con su explotación, uso o aprovechamiento. Para la realización de lo anterior, "la Comisión" se apoyará en los Organismos de Cuenca.</p> <p>Las actividades de acuacultura efectuadas en sistemas suspendidos en aguas nacionales no requerirán de concesión, en tanto no se desvíen los cauces y siempre que no se afecten la calidad de agua, la navegación, otros usos permitidos y los derechos de terceros.</p>	<p>El proyecto que se propone es de interés nacional ya que se plantea la rehabilitación de una zona costera, los materiales a utilizar no alteraran de manera alguna las características y condiciones de calidad del agua, por lo que se considera que se cumple lo establecido en el ordenamiento.</p>
<p>LAN Artículo 86 BIS 2</p>	<p>Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.</p>	<p>Se contempla la microgeneración de residuos peligrosos y residuos de manejo especial, los cuales serán colectados periódicamente en botes de plástico, para posteriormente ser llevados al almacén temporal de residuos, mismo que se ubica dentro del complejo turístico "Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres" (autorizado en materia de impacto ambiental y actualmente en construcción), para posteriormente ser colectado para disposición final por parte de una empresa contratada para tal fin.</p> <p>En cuanto a la generación de residuos sólidos municipales, como latas, bolsas, papel, etc., se ubicarán en el sitio del proyecto contenedores debidamente señalizados donde se depositen dichos residuos, los cuales posteriormente serán llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal o el que se encuentre más cercano al sitio.</p> <p>No se contempla la generación de ningún tipo de residuo líquido o agua residual dentro del sitio del proyecto.</p>

**III.1.7.8. REGLAMENTO PARA EL USO Y APROVECHAMIENTO DEL MAR TERRITORIAL, VÍAS NAVEGABLES, PLAYAS, ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE Y TERRENOS GANADOS AL MAR "RUAMAT"**

Este Reglamento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de las Leyes General de Bienes Nacionales, de Navegación y Comercio Marítimos y de Vías Generales de Comunicación en lo que se refiere al uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y

vigilancia de las playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias.

En la Tabla 3. 25, se realiza la vinculación del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, con esta Ley.

**Tabla 3. 25. Vinculación del RUAMAT con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
RUAMAT Artículo 5.	<p>Las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, son bienes de dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no están sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional.</p> <p>Corresponde a la Secretaría poseer, administrar, controlar y vigilar los bienes a que se refiere este artículo, con excepción de aquellos que se localicen dentro del recinto portuario, o se utilicen como astilleros, varaderos, diques para talleres de reparación naval, muelles, y demás instalaciones a que se refiere la Ley de Navegación y Comercio Marítimos; en estos casos la competencia corresponde a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.</p>	<p>Se cuentan con los permisos correspondientes para la Zona Federal Marítimo Terrestre, donde se establece la cesión de derechos y obligaciones. Anexo 2.5. Contrato Cesión de Derechos ZOFEMAT, así como la Resolución Administrativa número 365/13 de fecha 26 de abril de 2013, mediante la cual la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros adscrita a la SEMARNAT, autoriza a Hotelera Marina, S.A. de C.V. ceder a favor de Desarrolladora Inmobiliaria Hotelera Playa Mujeres, S.A. de C.V. los derechos y obligaciones derivados de la Concesión número DGZF-1234/08 dentro del expediente número 754/QROO/2008.</p>
RUAMAT Artículo 6	<p>Para el debido aprovechamiento, uso, explotación, administración y vigilancia de las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, se considerarán sus características y uso turístico, industrial, agrícola o acuícola, en congruencia con los programas maestros de control y aprovechamiento de tales bienes, cuya elaboración estará a cargo de la Secretaría.</p>	<p>Se cuenta con la Resolución Administrativa que emite la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, por la que se autoriza a Desarrollos Quintana Roo, S.A. de C.V. a ceder en favor de Hotelera Marina, S.A. de C.V., los derechos y obligaciones derivadas de la Concesión DGZF-1234/08.</p> <p>De igual forma se cuenta con la Resolución Administrativa número 365/13 de fecha 26 de abril de 2013, mediante la cual la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros adscrita a la SEMARNAT, autoriza a Hotelera Marina, S.A. de C.V. ceder a favor de Desarrolladora Inmobiliaria Hotelera Playa Mujeres, S.A. de C.V. los derechos y obligaciones derivados de la Concesión número DGZF-1234/08 dentro del expediente número 754/QROO/2008.</p>
RUAMAT Artículo 7	<p>Las playas y la zona federal marítimo terrestre podrán disfrutarse y gozarse por toda persona sin más limitaciones y restricciones que las siguientes:</p> <p>I. La Secretaría dispondrá las áreas, horarios y condiciones en que no podrán utilizarse vehículos y demás actividades que pongan en peligro la integridad física de los usuarios de las playas, de conformidad con los programas maestros de control;</p>	<p>Se cuenta con la Resolución Administrativa que emite la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, por la que se autoriza a Desarrollos Quintana Roo, S.A. de C.V. a ceder en favor de Hotelera Marina, S.A. de C.V., los derechos y obligaciones derivadas de la Concesión DGZF-1234/08.</p>



**Tabla 3. 25. Vinculación del RUAMAT con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p>II. Se prohíbe la construcción e instalación de elementos y obras que impidan el libre tránsito por dichos bienes, con excepción de aquéllas que apruebe la Secretaría atendiendo las normas de desarrollo urbano, arquitectónicas y las previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; y</p> <p>III. Se prohíbe la realización de actos o hechos que contaminen las áreas públicas de que trata el presente capítulo.</p>	<p>De igual forma se cuenta con la Resolución Administrativa número 365/13 de fecha 26 de abril de 2013, mediante la cual la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros adscrita a la SEMARNAT, autoriza a Hotelera Marina, S.A. de C.V. ceder a favor de Desarrolladora Inmobiliaria Hotelera Playa Mujeres, S.A. de C.V. los derechos y obligaciones derivados de la Concesión número DGZF-1234/08 dentro del expediente número 754/QROO/2008.</p>
<p>RUAMAT Artículo 31</p>	<p>La Secretaría podrá otorgar permisos en zonas no concesionadas con vigencia máxima de un año para el uso de la zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, de acuerdo a los dispuesto por la Ley y este Reglamento, cuando se trate de realizar actividades tendientes a satisfacer servicios requeridos en las temporadas de mayor afluencia turística, de investigación científica y otras de naturaleza transitoria que, a juicio de la Secretaría sean congruentes con los usos autorizados en las áreas de que se trate.</p>	<p>Se cuenta con la Resolución Administrativa que emite la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros, por la que se autoriza a Desarrollos Quintana Roo, S.A. de C.V. a ceder en favor de Hotelera Marina, S.A. de C.V., los derechos y obligaciones derivadas de la Concesión DGZF-1234/08.</p> <p>De igual forma se cuenta con la Resolución Administrativa número 365/13 de fecha 26 de abril de 2013, mediante la cual la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros adscrita a la SEMARNAT, autoriza a Hotelera Marina, S.A. de C.V. ceder a favor de Desarrolladora Inmobiliaria Hotelera Playa Mujeres, S.A. de C.V. los derechos y obligaciones derivados de la Concesión número DGZF-1234/08 dentro del expediente número 754/QROO/2008.</p>

### III.1.7.9. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.

En la Tabla 3. 26, se realiza la vinculación del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, con la presente constitución.

**Tabla 3. 26. Vinculación de la Constitución Política del estado de Quintana Roo con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>CONSTITUCIÓN Artículo 10.</p>	<p>Al Estado corresponde impulsar el desarrollo económico en equilibrio con el medio ambiente, procurar el progreso compartido y la distribución equitativa de la riqueza para garantizar la justicia social, a cuyo efecto planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica, en la esfera de su competencia, regulando y fomentando las actividades de interés general a la cual concurrirán los diversos sectores de población de conformidad a las leyes de la materia, con irrestricto apego a las libertades consagradas en la Constitución Federal y la del Estado.</p>	<p>Como es bien sabido, la economía del desarrollo de Cancún, Isla Mujeres y de los desarrollos a lo largo de la costa de Quintana Roo en general, depende en buena parte de la imagen de sus playas, por lo que es importante realizar un proyecto de recuperación y estabilización de las mismas, siendo así, que para recuperar, mejorar y estabilizar a largo plazo la playa frente al complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (proyecto actualmente en construcción y autorizado en materia de impacto ambiental), localizado en Playa Mujeres, Zona Continental, Municipio de Isla Mujeres en Quintana Roo, la cual se ha visto severamente afectada por la erosión de la zona y por ciertas condiciones particulares del entorno, el</p>

**Tabla 3. 26. Vinculación de la Constitución Política del estado de Quintana Roo con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
		<p>promovente desarrolló una solución integral desde el sistema marino hasta la duna, que es la recomendación técnica a la que se concluye después de los estudios y análisis realizados en el área de interés</p>
<p>CONSTITUCIÓN Artículo 31.</p>	<p>Toda persona tiene derecho a gozar individual y colectivamente de un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar, así como el deber de conservarlo en beneficio de las generaciones presentes y futuras.</p>	<p>La promovente implementará medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales para reducir al máximo las afectaciones que puedan originarse con el presente proyecto, respondiendo de aquellos daños que al ambiente llegarán a causarse con motivo de las obras de construcción y mantenimiento del presente proyecto, cumpliendo con el presente artículo al realizar acciones que disminuyan o eviten mayores afectaciones.</p>
<p>CONSTITUCIÓN Artículo 155.</p>	<p>Los Municipios, en los términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados para: h) Preservar, conservar, restaurar el medio ambiente.</p>	<p>La promovente implementará medidas preventivas y de mitigación de impactos ambientales para reducir al máximo las afectaciones que puedan originarse con el presente proyecto, respondiendo de aquellos daños que al ambiente llegarán a causarse con motivo de las obras de construcción y mantenimiento del presente proyecto, cumpliendo con el presente artículo al realizar acciones que disminuyan o eviten mayores afectaciones.</p>

**III.1.7.10. LEY ESTATAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE QUINTANA ROO**

En la Tabla 3. 27, se presenta la vinculación del proyecto, con la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

**Tabla 3. 27. Vinculación de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo con el proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>Título tercero Capítulo II Sección II Artículo 14 y 20</p>	<p><b>Artículo 14.-</b> El ordenamiento ecológico deberá estar dirigido a planear, programar y evaluar el uso del suelo y el manejo de los recursos naturales en el territorio estatal, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico y proteger el ambiente; es de utilidad pública.</p> <p><b>Artículo 20.-</b> Los programas de Ordenamiento Ecológico Local serán expedidos conjuntamente por la autoridad estatal y municipales, de conformidad a lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en esta ley, y tendrán por objeto:</p> <p>I. Determinar las distintas áreas ecológicas que se localicen en la zona o región de que se trate, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales, y de las tecnologías utilizadas por los habitantes del área que se trate;</p>	<p>La implementación del proyecto contempla la restauración de los ecosistemas naturales que promueven a la conservación de la flora y fauna silvestre.</p>

**Tabla 3. 27. Vinculación de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo con el proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p>II. Regular fuera de los centros de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente y preservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos, fundamentalmente en la realización de actividades productivas y la localización de asentamientos humanos; y</p> <p>III. Determinar los criterios de regulación ecológica para la protección, preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales dentro de los centros de población, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes.</p>	
<p>Sección III Artículo 33, 34 y 37</p>	<p><b>Artículo 33.-</b> La Secretaría, a solicitud de cualquier persona física, perteneciente a la comunidad de que se trate, o persona moral debidamente registrada en el Estado, podrá llevar a cabo una consulta pública, respecto de proyectos sometidos a su consideración, que requieran manifestación de impacto ambiental..... Dicha solicitud hará mención de la obra o actividad de que se trate, las razones que motivan la petición, el nombre o razón social y domicilio del solicitante y la demás información que éste desee agregar.... La síntesis del proyecto contendrá, cuando menos, la siguiente información:</p> <p>a. Nombre de la persona física o moral responsable del proyecto;</p> <p>b. Breve descripción de la obra o actividad de que se trate, indicando los elementos que la integran;</p> <p>c. Ubicación del lugar donde la obra o actividad se pretenda ejecutar, indicando el municipio y la localidad de que se trate y haciendo referencia a los elementos del ambiente, existentes al momento de realizar el estudio, y</p> <p>d. Indicación de los principales efectos ambientales que puede generar la obra o actividad y las medidas preventivas de mitigación o reparación que se proponen.</p>	<p>La MIA-P cuenta con todos los requerimientos establecidos por la Secretaría, cumpliendo con las disposiciones de la presente ley.</p>

**Tabla 3. 27. Vinculación de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo con el proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p><b>Artículo 34.-</b> 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 y su Reglamento, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de 10 días hábiles.....</p> <p>Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá debidamente fundada y motivada la resolución correspondiente, en la que podrá:</p> <p>I. Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;</p> <p>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.</p> <p>III. Negar la autorización solicitada, cuando:</p> <p>a. Se contravenga lo establecido en esta Ley, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones aplicables;</p> <p>b. La obra o actividad que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a alguna de dichas especies; o</p> <p>c. Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate.</p>	<p>La información presentada en el documento es fidedigna, y se acatará la resolución por parte de la Secretaría en la evaluación de la MIA-P</p>
	<p><b>Artículo 37.-</b> Se deberá tramitar la autorización en materia de impacto ambiental, previo al inicio de la adecuación del sitio donde se realizará la obra o actividad que corresponda. Cuando las obras o actividades señaladas en el artículo 24 de esta Ley requieran, además de la autorización en materia de impacto ambiental, contar con la autorización de inicio de obra, se deberá verificar por las autoridades municipales que el responsable cuente con dicha autorización.</p> <p>La Secretaría, a solicitud del promovente, integrará en la resolución de la autorización en materia de impacto ambiental, los demás permisos, licencias y autorizaciones de su competencia, que se requieran para la realización de las obras y actividades a que se refiere este capítulo.</p>	<p>El promovente cuenta con los permisos requeridos por la normatividad mexicana.</p>
<p>Sección III Artículo 41</p>	<p><b>Artículo 41.-</b> Las personas que presten servicios en materia de impacto ambiental, serán responsables ante la Secretaría, de los informes preventivos, manifestaciones de impacto ambiental, informes de cumplimiento de condicionantes, estudios de riesgo, estudios de emisiones a la atmósfera y auditorías ambientales que elaboren, quienes declararán bajo protesta de decir verdad que en ellos incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas.</p>	<p>El responsable del estudio declara bajo protesta de decir la verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales</p>
<p>Sección VI Artículo 47</p>	<p><b>Artículo 47.-</b> Los productores, empresas u organizaciones empresariales podrán desarrollar procesos voluntarios de autorregulación ambiental, en concordancia con las disposiciones de esta ley, a través de los</p>	<p>La restauración de hábitat naturales tanto acuático como terrestre en el sitio del proyecto son objetivos principales del</p>

**Tabla 3. 27. Vinculación de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo con el proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p>cuales mejoren su desempeño ambiental respetando la legislación y normatividad estatal vigente en la materia y se comprometan a superar o cumplir mayores niveles, metas o beneficios en materia de protección ambiental.</p> <p>La Secretaría en el ámbito estatal incluirá o concertará:</p> <p>I. El desarrollo de procesos productivos adecuados y compatibles con el ambiente, así como sistemas de protección y restauración en la materia, convenidos con cámaras de industria, comercio y otras actividades productivas, así como con organizaciones de productores de una zona o región, instituciones de investigación científica y tecnológica y otras instancias interesadas;</p> <p>II. El cumplimiento de normas voluntarias o especificaciones técnicas en materia ambiental que sean más estrictas que las normas oficiales mexicanas o que se refieran a aspectos no previstos por éstas, las cuales serán establecidas de común acuerdo con particulares o con asociaciones u organizaciones que los representan;</p> <p>III. El establecimiento de sistemas de certificación de procesos o productos para inducir patrones de consumo que sean compatibles o que preserven, mejoren o restauren el ambiente, debiendo observar, las disposiciones aplicables de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; y</p> <p>IV. Las demás acciones que induzcan a las empresas a alcanzar los objetivos de la política ambiental, e incluso superiores a los previstos en la normatividad ambiental establecida.</p>	<p>proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.</p>
<p>Título Cuarto Capítulo I Sección I Artículo 63</p>	<p><b>Artículo 63.-</b> El establecimiento, administración y desarrollo de las áreas naturales protegidas, se sujetará a lo dispuesto en las declaratorias que al efecto expida el Titular del Ejecutivo Estatal y, en su caso, a los acuerdos de coordinación que al efecto suscriba el Estado con los Municipios y la Federación.</p> <p>Se considerarán áreas naturales protegidas:</p> <p>I. Parques Ecológicos Estatales;</p> <p>II. Reservas Estatales;</p> <p>III. Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población;</p> <p>IV. Parques Ecológicos Municipales; y</p> <p>V. Aquellas áreas que los Municipios establezcan a fin de proteger su patrimonio natural.</p>	<p>La implementación del proyecto no se ubica en ninguna ANP. La realización del proyecto NO se prevé ningún impacto hacia la vida silvestre ni hábitats naturales de las ANP cercanas al sitio del proyecto.</p>
<p>Capítulo II Sección I Artículo 93</p>	<p><b>Artículo 93.-</b> Para la protección, preservación y aprovechamiento sustentable de la flora y fauna silvestre en el Estado, esta Ley y las demás disposiciones aplicables, tomarán en consideración los siguientes aspectos:</p> <p>I. La conservación de la diversidad genética, así como la protección, restauración, fomento y manejo integral de los hábitats naturales, como factores principales para la conservación y recuperación de la flora y fauna silvestres;</p> <p>II. Promover el uso de las especies nativas en los programas de fomento, restauración y conservación forestal, así como en los turísticos y de ornato;</p> <p>III. Las medidas preventivas y regulatorias para el mantenimiento de las condiciones que propician la evolución, viabilidad y continuidad de los ecosistemas, hábitats y poblaciones en sus entornos naturales.....</p>	<p>Dentro de los objetivos del proyecto se encuentran principalmente el mantenimiento de los hábitats naturales.</p>



**Tabla 3. 27. Vinculación de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo con el proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
Sección II Artículo 94 y 95	<p><b>Artículo 94.-</b> Es de interés público y será promovido por la Secretaría, la protección, conservación y regeneración de la flora silvestre comprendida en el territorio de la entidad, tanto en sus porciones terrestres como acuáticas...</p> <p><b>Artículo 95.</b> Las actividades de protección, aprovechamiento y regeneración de la flora silvestre y su hábitat, se ajustarán a las especificaciones de esta ley, la Ley General, la Ley Forestal y su reglamento y de la Ley General de Vida Silvestre.....</p>	Los objetivos en la implementación del proyecto son principalmente la conservación del hábitat tanto acuático como terrestre en el sitio del proyecto, y por ende, de flora y fauna silvestre.
Sección III Artículo 100	<b>Artículo 100.-</b> Es de interés público la protección, conservación y regeneración de la fauna silvestre que se encuentre temporal o permanentemente en el territorio del Estado, así como de sus hábitats, las cuales se ajustarán a lo establecido en esta Ley, la Ley General, la Ley General de Vida Silvestre y la Ley Federal de Pesca.....	
Título Quinto Capítulo I Artículo 103	<b>Artículo 103.-</b> Las emisiones a la atmósfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas, que provengan de fuentes fijas y móviles de competencia estatal o municipal, que puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, deben apegarse a las previsiones de esta ley, de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, de la Ley General y normas oficiales mexicanas.	Aplicará para regular los niveles de gases contaminantes emitidos por los vehículos terrestres de carga durante la construcción de los arrecifes, relleno de playa y duna artificial; por las embarcaciones durante la construcción de los arrecifes artificiales. Se solicitará a los contratistas, mantengan sus unidades en buenas condiciones, exigiendo que éstos sean afinados, cumpliendo con la normatividad correspondiente.
Capítulo III Artículo 116	<b>Artículo 116.-</b> Las emisiones de contaminantes generadas por fuentes móviles, que circulen en el territorio estatal, no deberán rebasar los límites máximos permisibles señalados en las normas oficiales mexicanas.	
Capítulo IV Artículo 121	<p><b>Artículo 121.-</b> En materia de prevención y control de la contaminación del agua y los ecosistemas acuáticos, corresponde al Estado por conducto de la Secretaría, o a través de sus organismos públicos que administren el agua, de conformidad con lo establecido por la Ley General y la legislación local en la materia, lo siguiente:</p> <p>V. Apoyar a los Municipios en sus acciones de prevención y control de la contaminación del agua y los ecosistemas acuáticos;</p>	La implementación del proyecto no contempla contaminación del ecosistema acuático en el sitio del proyecto.
Capítulo V Artículo 135	<b>Artículo 135.-</b> La Secretaría o los municipios según competencia, autorizarán y vigilarán la adecuada operación de los sistemas de manejo y disposición final de los residuos domésticos e industriales no peligrosos, con arreglo a las disposiciones que para tal efecto se expidan.	No se generaran residuos peligrosos o de manejo especial, no así los residuos sólidos, los cuales se dispondrán de manera temporal en contenedores ubicados en el sitio del proyecto. El proyecto se ajusta con lo establecido en la norma del presente plan de desarrollo.
Capítulo VIII Artículo 162 y 165	<b>Artículo 162.-</b> Corresponde a la Secretaría, la expedición y aplicación de las disposiciones en materia de contaminación generada por ruido, vibraciones, energía térmica o lumínica, radiaciones electromagnéticas y contaminación visual, cuando se trate de fuentes fijas que funcionen como establecimientos industriales y fuentes móviles que no sean de competencia Federal.	Los niveles de ruido emitidos por la maquinaria propulsada por motores de combustión interna, que se empleara durante las etapas de construcción del proyecto serán regulados de acuerdo a la normatividad aplicable.
	<b>Artículo 165.-</b> Para los efectos de la emisión de contaminación visual, la Secretaría y los Municipios, conforme a su respectiva competencia, procederán a emitir y vigilar el cumplimiento de las disposiciones que regulen las obras o actividades para la colocación de anuncios	Se respetaran las normas oficiales aplicables durante la preparación y construcción del proyecto.

**Tabla 3. 27. Vinculación de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo con el proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	publicitarios, con el objeto de crear una imagen agradable de los centros de población y evitar así la contaminación visual.	
Título Séptimo Artículo 195, 201	<p><b>Artículo 195.-</b> Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:</p> <p><b>I.</b> Al Estado, Municipios y Sociedad, corresponde la protección de los ecosistemas acuáticos y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico.....</p> <p><b>Artículo 201.-</b> Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:</p> <p><b>I.</b> El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;</p> <p><b>II.</b> El uso de los suelos debe hacerse de manera que estos mantengan su integridad física y su capacidad productiva;</p> <p><b>III.</b> Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;</p> <p><b>IV.</b> En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida permanente de la vegetación natural;</p> <p><b>V.</b> En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas; y</p> <p><b>VI.</b> La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.</p>	<p>El proyecto no contempla el aprovechamiento sustentable de ecosistemas acuáticos.</p> <p>Uno de los objetivos en la implementación del proyecto es recuperación de la playa mediante el relleno de la misma así como el establecimiento de una duna artificial, con el objeto de evitar la erosión.</p>
Título Octavo Capítulo II Artículo 213 y214	<p><b>Artículo 213.-</b> La Secretaría o el Municipio, en el ámbito de su respectiva competencia, realizarán por conducto del personal debidamente autorizado, visitas de inspección para llevar a cabo la verificación del cumplimiento de las disposiciones de este ordenamiento.</p> <p><b>Artículo 214.-</b> La persona con quien se entienda la diligencia, estará obligada a permitir al personal autorizado el acceso al lugar o lugares sujetos a inspección en los términos previstos en la orden escrita a que se hace referencia en el artículo anterior de este ordenamiento, así como a proporcionar toda clase de información que conduzca a la verificación del acatamiento de esta ley, con excepción de lo relativo a derechos de propiedad industrial, que serán confidenciales conforme a la legislación aplicable.</p>	<p>El promovente cumple con los documentos que verifican el cumplimiento con lo establecido por la ley. Asimismo se proveerá las facilidades para que el personal de la Secretaría realice la inspección correspondiente.</p>

**III.1.7.11. LEY PARA LA PREVENCIÓN Y LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS DEL ESTADO DE QUINTANA ROO.**

Las disposiciones contenidas en la presente Ley son de orden público y obligatorio en todo el territorio del Estado de Quintana Roo, de interés general y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la gestión y el manejo integral de los Residuos de Manejo Especial, Residuos Sólidos Urbanos y

Residuos Peligrosos de control local, así como de la prevención de la contaminación de sitios por residuos y su remediación, con base en la responsabilidad compartida, pero diferenciada, de los distintos sectores sociales y las autoridades de los tres órdenes de gobierno.

En la Tabla 3. 28, se realiza la vinculación del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, con la presente ley.

**Tabla 3. 28. Vinculación de la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del estado de Quintana Roo con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<p>LPGR de Quintana Roo Artículo 3.</p>	<p>Se considera como principio rector de la Política Ambiental del Estado de Quintana Roo y sus Municipios la prevención y el control de la contaminación generada por el inadecuado manejo de los Residuos, así como la reducción en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial y la recuperación de materia y energía, con el fin de garantizar un aprovechamiento sustentable y proteger a la salud humana y al ambiente.</p>	<p>En cuanto a la generación de residuos sólidos municipales, como latas, bolsas, papel, etc., se ubicarán en el sitio del proyecto contenedores debidamente señalizados donde se depositen dichos residuos, los cuales posteriormente serán llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal o el que se encuentre más cercano al sitio.</p>
<p>LPGR de Quintana Roo Artículo 4.</p>	<p>Para cumplir con el principio rector establecido en el artículo anterior, la Gestión Integral de los Residuos deberá garantizar la prevención, minimización, clasificación, valorización y eliminación adecuada a través de los siguientes objetivos:                      I.-Mejorar el ambiente y la calidad de vida;                      II.-Garantizar que los residuos se gestionen integralmente sin poner en peligro la salud humana y el ambiente;                      III.-Dar prioridad a las actuaciones tendientes a prevenir y reducir la cantidad de Residuos, así como reducir el riesgo de que puedan causar un daño a la salud humana o al ambiente;                      IV.-Promover e implementar los instrumentos de planeación, inspección y control, que favorezcan la prevención y eficiencia de las actividades de la Gestión Integral de los Residuos;                      V.-Asegurar a los ciudadanos el acceso a la información sobre la acción pública en materia de la prevención y la Gestión Integral de los Residuos, promoviendo su participación en el desarrollo de las acciones previstas;                      VI.-Hacer efectivo el principio de corresponsabilidad compartida pero diferenciada entre los diversos actores respecto de la generación y el Manejo Integral de los Residuos;                      VII.-Promover e inducir la selección y separación de los Residuos y sus subproductos;                      VIII.-Fomentar la valorización de los Residuos o, en su caso, la eliminación de éstos en los sitios de disposición final autorizados;                      IX.-La prohibición del depósito incontrolado de Residuos o en sitios no autorizados;</p>	<p>Para la <b>etapa de preparación</b> del sitio: Se contempla la microgeneración de residuos peligrosos y residuos de manejo especial, los cuales serán colectados periódicamente en botes de plástico, para posteriormente ser llevados al almacén temporal de residuos, mismo que se ubica dentro del complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (autorizado en materia de impacto ambiental y actualmente en construcción), para posteriormente ser colectado para disposición final por parte de una empresa contratada para tal fin.                      En cuanto a la generación de residuos sólidos municipales, como latas, bolsas, papel, etc., se ubicarán en el sitio del proyecto contenedores debidamente señalizados donde se depositen dichos residuos, los cuales posteriormente serán llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal o el que se encuentre más cercano al sitio.                      No se contempla la generación de ningún tipo de residuo líquido o agua residual dentro del sitio del proyecto.                      Para la <b>etapa de construcción</b> del sitio: La mano de obra generará algunos residuos sólidos municipales, como latas, bolsas, papel, etc., los cuales se dispondrán en contenedores debidamente señalizados donde se depositen dichos residuos, los cuales posteriormente serán llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal o el que se encuentre más cercano al sitio.                      Para esta etapa, no se contempla la generación de residuos peligrosos, ni de manejo especial, ya que cualquier servicio o reparación a los motores de las</p>

**Tabla 3. 28. Vinculación de la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del estado de Quintana Roo con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	<p>X.-Coordinar acciones para la regeneración de las áreas afectadas y remediación de sitios contaminados con Residuos Sólidos Urbanos o de Manejo Especial;</p> <p>XI.-La seguridad en el transporte de los Residuos;</p> <p>XII.-La coordinación de las actividades y competencias de las distintas autoridades locales y federales en materia de prevención y Gestión Integral de los Residuos, y</p> <p>XIII.-El autofinanciamiento de los gastos derivados de la Gestión Integral de los Residuos.</p>	<p>embarcaciones se realizará fuera del área de construcción de Arrecifes Artificiales, estas operaciones de mantenimiento se llevarán a cabo en Marina La Amada o en Playa Mujeres, según sea el caso del lugar de renta, sin embargo, si por alguna razón existiera un derrame ligero de hidrocarburos el procedimiento a seguir es 1) interrumpir las operaciones, 2) colocar en la zona donde se encuentre el fluido derramado los flotadores absorbentes que se tendrán a bordo de las embarcaciones y en la costa listos para ser usados, y 3) en caso de ser posible y no causar derrames adicionales, navegar de manera inmediata hacia el puerto más cercano para revisión y reparación de la fuga. Los flotadores absorbentes de hidrocarburos son cordones de 8 plg x 10 pies que pueden ser unidos con una conexión de acero inoxidable para hacerlos tan largos como sea necesario, se empacan 4 cordones por bolsa y cada cordón tiene una capacidad de absorción de 48 galones, son distribuidos por CHEMPTEX, entre otras compañías, el peso por bolsa es de 42 lb (18.9 Kg) y pueden usarse para responder a derramamientos de prácticamente cualquier líquido sea ácido o básico, ya que se pueden desplegar y recuperar rápidamente. Estos flotadores absorbentes permanecen en la superficie formando un cerco alrededor de la zona de derrame para evitar que la mancha crezca, una vez que la fuente de la fuga a cesado y que el cordón se ha cerrado, este se puede empezar a acotar para disminuir su área, provocando que el flotador absorbente absorba el hidrocarburo, cuando se sature el flotador habrá que remplazarlo por uno nuevo hasta que todo el material quede en los flotadores y la superficie del agua limpia. Los flotadores contaminados se mantendrán a bordo de la embarcación para ser dispuestos en un sitio autorizado.</p> <p>Para la <b>etapa de operación</b> del proyecto: No se contempla la generación de residuos peligrosos, ni residuos de manejo especial, sin embargo, la mano de obra generará algunos residuos sólidos municipales, como latas, bolsas, papel, etc. Para contrarrestarlo se contará con depósitos específicos donde se almacenen dichos residuos, los cuales serán llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal o la que se encuentre más cercana al sitio.</p> <p>Si se generarán residuos sólidos como: plásticos, botellas de vidrio, cartón, papel, latas, etc., se manejarán de la siguiente forma:</p> <p><b>Papeles y cartones:</b> La generación de este tipo de residuos no será significativa en términos de volumen. Los papeles y los cartones serán colocados por separado y se entregarán al sistema de limpia Municipal para su reciclado.</p>

**Tabla 3. 28. Vinculación de la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del estado de Quintana Roo con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
		<p><b>Vidrios:</b> Las botellas y envases en general derivados principalmente del consumo del personal, serán recolectados en contenedores plásticos localizados en sitios identificados. Estos serán separados en lugares asignados y entregados al sistema de limpieza.</p> <p><b>Plásticos y Latas.</b> Las botellas, los envases, las bolsas y latas, se recolectarán en contenedores plásticos en cada una de las áreas, para ser entregados al sistema de limpieza Municipal.</p> <p><b>Residuos Líquidos-Orgánicos:</b> No se contempla la generación de este tipo de residuos.</p> <p><b>Emisiones a la atmósfera:</b> No se contempla la generación de este tipo de emisiones durante el mantenimiento de cada una de las obras que componen el proyecto.</p>
<p>LPGR de Quintana Roo Artículo 25.</p>	<p>La Secretaría y otras entidades de la administración pública, con la participación que en su caso corresponda a los generadores de Residuos, a las empresas prestadoras de servicios de manejo de Residuos, o a los productores, importadores y distribuidores, podrán establecer campañas de recolección especial de los siguientes Residuos y productos desechados por los consumidores:</p> <p>I.-Vehículos abandonados y componentes de vehículos fuera de uso;</p> <p>II.-Maquinaria industrial y agrícola;</p> <p>III.-Enseres y equipamiento doméstico y comercial;</p> <p>IV.-Baterías eléctricas domésticas e industriales;</p> <p>V.-Acumuladores conteniendo plomo;</p> <p>VI.-Medicamentos o fármacos caducos;</p> <p>VII.-Lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales y los de fosas sépticas cuando ambos no sean considerados como peligrosos;</p> <p>VIII.-Residuos de la construcción mantenimiento y demolición;</p> <p>IX.-Neumáticos;</p> <p>X.-Electrónicos e informáticos, y</p> <p>XI.-Cualquier otro que se determine la Secretaría en común acuerdo con los involucrados del Estado.</p>	<p>En cuanto a la generación de residuos sólidos municipales, como latas, bolsas, papel, etc., se ubicarán en el sitio del proyecto contenedores debidamente señalizados donde se depositen dichos residuos, los cuales posteriormente serán llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal o el que se encuentre más cercano al sitio.</p> <p>La microgeneración de residuos peligrosos y residuos de manejo especial se pondrá a disposición final por parte de una empresa contratada para tal fin.</p>
<p>LPGR de Quintana Roo Artículo 51.</p>	<p>Están prohibidos el abandono, el vertido o la eliminación incontrolada de Residuos en el Estado. Toda actividad relacionada con la liberación al ambiente de Residuos Sólidos Urbanos, de Manejo Especial o Peligrosos queda sujeta a autorización de las autoridades competentes.</p>	<p>En cuanto a la generación de residuos sólidos municipales, como latas, bolsas, papel, etc., se ubicarán en el sitio del proyecto contenedores debidamente señalizados donde se depositen dichos residuos, los cuales posteriormente serán llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal o el que se encuentre más cercano al sitio.</p> <p>La microgeneración de residuos peligrosos y residuos de manejo especial se pondrá a disposición final por parte de una empresa contratada para tal fin.</p>
<p>LPGR de Quintana Roo Artículo 93. .</p>	<p>Toda persona que genere y maneje Residuos, tiene la responsabilidad de hacerlo de manera</p>	<p>En cuanto a la generación de residuos sólidos municipales, como latas, bolsas, papel, etc., se</p>



**Tabla 3. 28. Vinculación de la Ley para la Prevención y la Gestión Integral de Residuos del estado de Quintana Roo con el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y ARTÍCULO	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	que no implique contaminación de sitios que conlleve riesgos a la salud humana o a los ecosistemas.	ubicarán en el sitio del proyecto contenedores debidamente señalizados donde se depositen dichos residuos, los cuales posteriormente serán llevados al relleno sanitario que señale la autoridad municipal o el que se encuentre más cercano al sitio. La microgeneración de residuos peligrosos y residuos de manejo especial se pondrá a disposición final por parte de una empresa contratada para tal fin.

### III.1.7.12. LEY DE TURISMO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO

De acuerdo con la Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo en el título segundo, capítulo primero, artículo 6, fracción XI expresa: *Son atribuciones del Ejecutivo del Estado, que se ejercerán a través de la Secretaría: Proyectar y promover el desarrollo de la infraestructura turística...*

Asimismo, en el título décimo, capítulo primero, artículo 58, fracción I señala que: *Corresponde a la Secretaría promover la competitividad de la actividad turística en el Estado, y en coordinación con las dependencias y entidades competentes de la Administración Pública del Estado, fomentar: La formulación de políticas públicas, modelos y acciones que incrementen la calidad y competitividad en la materia...*

**Vinculación con el proyecto:** La implementación del proyecto contempla el desarrollo de infraestructura (construcción de 2 arrecifes artificiales, la construcción de duna artificial y el relleno de playa) que fomenta el desarrollo turístico para el sitio del proyecto y con ello eleva la calidad y competitividad turística.

### III.1.8. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Dada la naturaleza del proyecto y debido a las diferentes actividades a realizar en la etapa de construcción, se atenderán las normas oficiales mexicanas que se describen a continuación en la Tabla 3. 29.

**Tabla 3. 29. Normatividad ambiental aplicable al Proyecto.**

INSTRUMENTO Y NORMA	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<b>Normas Oficiales Mexicanas</b>		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan	Aplicará para regular los niveles de gases contaminantes emitidos por las embarcaciones durante la construcción de los arrecifes artificiales.

**Tabla 3. 29. Normatividad ambiental aplicable al Proyecto.**

INSTRUMENTO Y NORMA	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
	gasolina como combustible (DOF-06-03-2007).	Se solicitará a los contratistas, mantengan sus unidades en buenas condiciones, exigiendo que éstos sean afinados
NOM-045-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición para vehículos que usan diésel como combustible (DOF-13-09-2007).	Aplicará para regular los niveles de gases contaminantes emitidos por los vehículos terrestres de carga durante la construcción de los arrecifes, relleno de playa y duna artificial. Se solicitará a los contratistas, mantengan sus unidades en buenas condiciones, exigiendo que éstos sean afinados.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF-23-06-2006).	Aplicable durante la etapa de construcción para orientar la clasificación, separación y disposición adecuada de los residuos como aceites usados durante el servicio y mantenimiento de la maquinaria y equipo. Cualquier servicio o reparación a los motores de las embarcaciones se realizará fuera del área de construcción de Arrecifes Artificiales, estas operaciones de mantenimiento se llevarán a cabo en Marina La Amada o en Playa Mujeres, según sea el caso del lugar de renta. No se prevé la generación de residuos considerados peligrosos. No obstante, en caso dado, se dará cumplimiento a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial, así como las especificaciones para su protección.	El Proyecto acatará las disposiciones establecidas en la presente norma, para lo cual se implementarán una serie de medidas preventivas, entre las que se encuentra la ejecución de un programa de rescate de fauna silvestre, dirigido a especies listadas en la Norma (listadas en el apartado de fauna del Capítulo IV), que pudieran registrarse en las inmediaciones del sitio del proyecto.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos, automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (DOF-1301-95).	Aplicará para regular los niveles de ruido emitidos por la maquinaria propulsada por motores de combustión interna, que se empleará durante las etapas de construcción del proyecto.
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.	El sitio del proyecto, se encuentra en la zona de playa, sin embargo la implementación del Proyecto no incidirá de manera negativa con el arribo de las tortugas marinas que pudieran llegar a la zona de playa. Sin embargo, se cuenta con el programa de conservación de las tortugas marinas que llegarán a anidar en dicha área.
<b>Normas Mexicanas</b>		
NMX-AA-157-SCFI-2010	Requisitos y Especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la Península de Yucatán.	4. Requisitos generales 4.2 En caso de que exista un Programa de Ordenamiento Ecológico (en cualquiera de sus modalidades), así como Programas de Desarrollo Urbano u otro instrumento de ordenamiento  Para el sitio del Proyecto se presenta el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Isla Mujeres, Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmunchuch, Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de la zona Continental del Municipio

**Tabla 3. 29. Normatividad ambiental aplicable al Proyecto.**

INSTRUMENTO Y NORMA	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO	
		territorial vigentes, se aplican sus criterios y lineamientos en la planeación sustentable de un desarrollo inmobiliario turístico.	de Isla Mujeres, los cuales aplican sus criterios y lineamientos que se ajusta a sus disposiciones vinculantes, por lo cual la implementación del Proyecto resulta viable.
NMX-AA-157-SCFI-2010	Requisitos y Especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la Península de Yucatán.	5. Requisitos de los desarrollos inmobiliarios turísticos 5.1. Selección de sitio 5.1.1. Los desarrollos inmobiliarios turísticos deben ubicarse fuera de las siguientes áreas.	El Proyecto se encuentra fuera de Área Natural Protegida, se ubica a 1 Km de distancia del “Refugio Estatal de Flora y Fauna, Sistema Lagunar Chacmochuch” y a 4 km de “Refugio Estatal de Flora y Fauna, Laguna Manatí” con categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica. Su implementación es congruente con los decretos, programas de conservación y manejo, programas de ordenamiento ecológico territorial y demás instrumentos legales que regulan las obras y actividades permitidas y prohibidas.
NMX-AA-157-SCFI-2010	Requisitos y Especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la Península de Yucatán.	5.2. Diseño 5.2.1. Hábitat 5.2.1.5 Se consideran las medidas preventivas de mitigación y restauración para cada uno de los impactos ambientales identificados y evaluados previamente que serán implementadas a partir de la preparación del sitio.	El Proyecto cumple con el adecuado planteamiento de medidas de mitigación las cuales se desglosan por factor ambiental en la MIA-P del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.
NMX-AA-157-SCFI-2010	Requisitos y Especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la Península de Yucatán.	5.3. Preparación de sitio 5.2.1. Hábitat 5.3.1.1 En proyectos que excepcionalmente se desarrollen en sitios donde existan especies enlistadas en la NOM-059, o especímenes de fauna de difícil desplazamiento, los responsables cuentan con una estrategia de rescate y reubicación	El Proyecto, cumple con estas disposiciones. Se ejecutará actividades de ahuyentamiento y rescate de fauna.

Tabla 3. 29. Normatividad ambiental aplicable al Proyecto.

INSTRUMENTO Y NORMA	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO	
		validada por la SEMARNAT.	

## CONTENIDO

<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. ....</b>	<b>2</b>
IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	2
IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.....	6
IV.2.1. Aspectos abióticos.....	6
IV.2.1.1. Clima.....	6
IV.2.1.2. Geología y Geomorfología.....	10
IV.2.1.3. Suelos.....	17
IV.2.1.4. Hidrología superficial y subterránea.....	18
IV.2.2. Aspectos bióticos.....	23
IV.2.2.1. Vegetación terrestre.....	23
IV.2.2.2. Fauna terrestre.....	34
IV.2.2.3. Biota marina.....	41
IV.2.3. Paisaje.....	55
IV.2.3.1. Análisis de visibilidad.....	55
IV.2.3.2. Unidades de paisaje.....	56
IV.2.3.3. Calidad paisajística.....	59
IV.2.3.4. Fragilidad.....	61
IV.2.3.5. Cuenca visual.....	63
IV.2.4. Medio socioeconómico.....	64
IV.2.4.1. Demografía.....	64
IV.2.4.2. Economía y empleo.....	64
IV.2.4.3. Indicadores sociales y económicos.....	65
IV.2.4.4. Factores socioculturales.....	67
IV.2.5. Diagnóstico ambiental.....	67
IV.2.5.1. Integración e interpretación del inventario ambiental.....	68
IV.2.5.2. Síntesis e inventario ambiental.....	72
IV.2.5.3. Diagnóstico ambiental integrado.....	74



---

---

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

### IV.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, se ubica en la Playa frente al complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, localizado en Playa Mujeres, Zona Continental, Municipio de Isla Mujeres en Quintana Roo, específicamente frente al Solar b (Figura 4. 1).

Para la delimitación del Sistema Ambiental (SA), se tomó en cuenta los siguientes criterios: Áreas de Importancia para la Conservación (ANP’s, RTP, RHP, RTP, etc), sin embargo, por la magnitud del proyecto donde solo se contempla la construcción de dos Arrecifes Artificiales, el relleno de playa con arena obtenida de los pilotes y almacenada dentro del predio del complejo turístico y la construcción de una duna artificial en la playa; las áreas de importancia para la conservación no se verán afectadas de ninguna forma, por lo que se requirió delimitar el SA de un forma mas específica y local.



Figura 4. 1. Ubicación general de cada una de las obras que integral el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

El SA se delimitó en base a la batimetría, topografía de playa y la caracterización de bióta marina (la visibilidad, la cobertura de pastos marinos y la presencia/ausencia de cianobacterias), así como en base a la interacción del proyecto con la infraestructura ubicada en la parte continental.

**Batimetría:** El método que se siguió para realizar el levantamiento batimétrico se auxilia de un programa de hidrografía (Hypack) cargado en una computadora portátil de uso rudo intemperizada conectada a un GPS Diferencial (Sistema de Posicionamiento Global), así mismo se conecta una ecosonda con un transductor introducido de 10 a 15 cm en el agua, el cual emite una onda sonora y recibe un eco después de que la onda de sonido rebota en el fondo. El código de colores ayuda a identificar áreas bajas y profundas, en este caso la parte verde tiene profundidades que van de -1 a -5m, los azules de -5 a -8 y morado después de -9, tal como se puede apreciar en la figura Figura 4. 2.

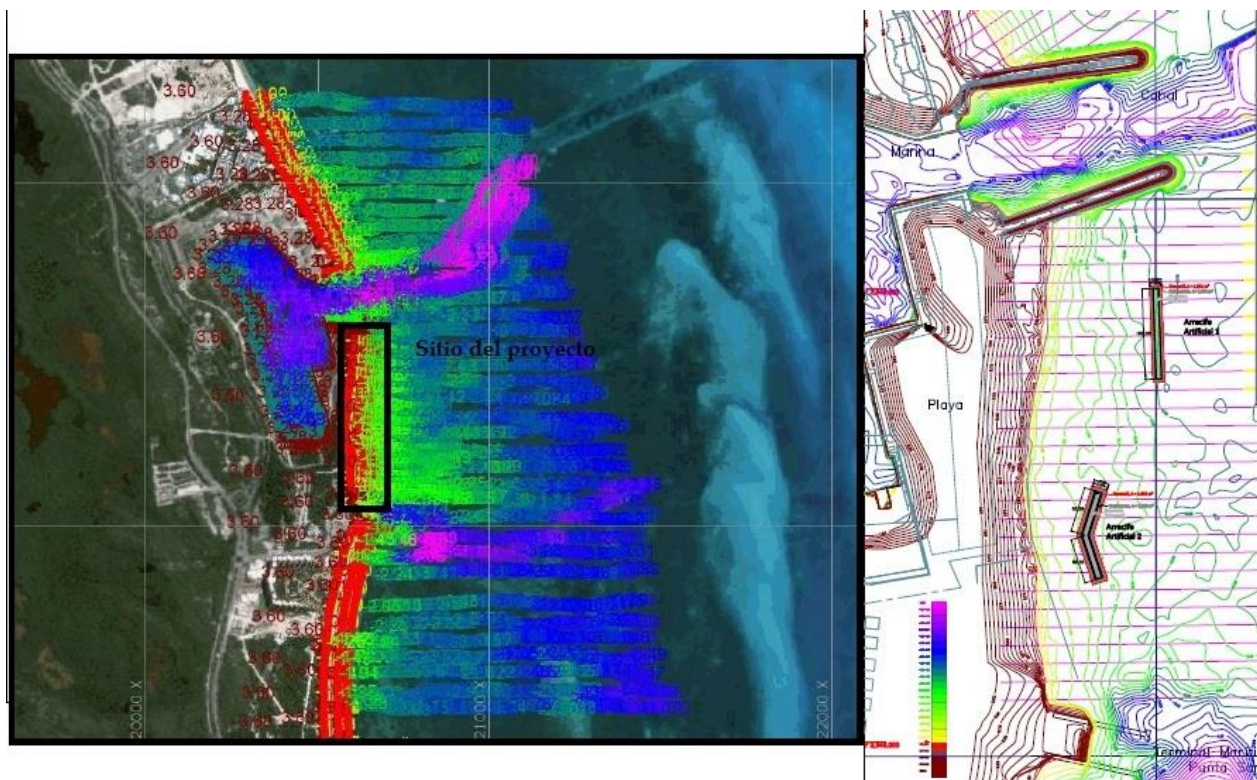


Figura 4. 2. Levantamiento batimétrico para el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”. El polígono en color negro indica de manera general la ubicación del sitio del proyecto.

**Topografía de playa:** Usando los bancos de nivel se configuró el sistema RTK que consiste en tener un GPS estático llamado “base” y un GPS desplazable, montado en una baliza extensible llamado “móvil”. Cada GPS lee información de entre 5 y hasta 18 satélites, se comunica con el otro para corregir la posición y así obtener coordenadas con precisiones



típicas de +/- 8mm con máximos de 20mm. Se tomaron lecturas a cada 20 m y 50 m aproximadamente, siguiendo las líneas auxiliares para la topobatimetría, toda la información fue grabada y luego exportada a un archivo CAD y uno xyz.

Finalmente se generaron curvas de nivel y se exportó la información a un plano en formato de AutoCAD (DWG) desde donde obtuvieron perfiles de playa se procedió con el diseño de los rompeolas y duna artificial (Figura 4. 3).

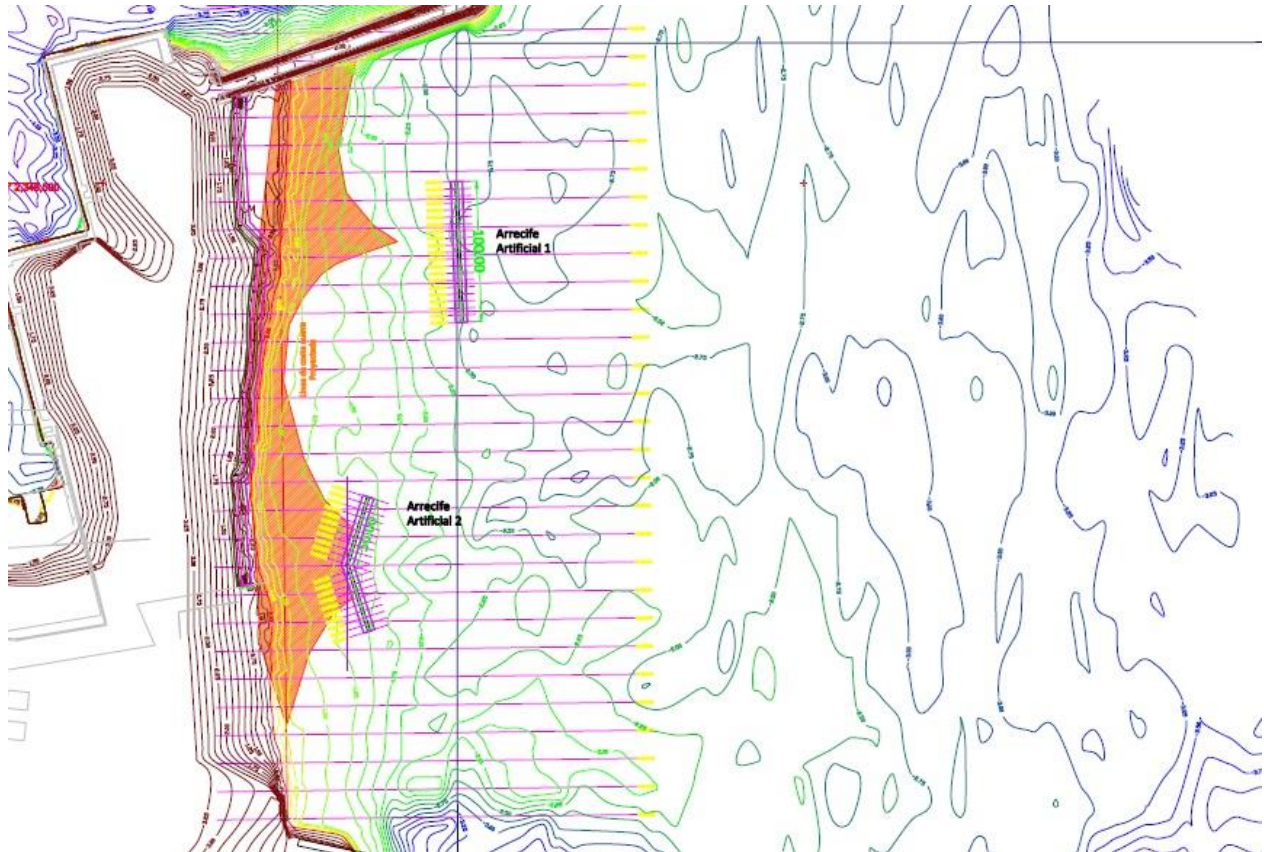


Figura 4. 3. Topografía para el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”. En la imagen se observa la ubicación de la infraestructura que componen al proyecto.

**Caracterización de bióta marina:** Con base en la solicitud del promovente del completo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, se realizó la caracterización de la biota marina frente a un predio ubicado entre la terminal marítima de Punta Sam y la marina La Amada. La superficie aproximada que se consideró como área de estudio es de 30 hectáreas. En este estudio se definieron zonas por la profundidad y el tipo de sustrato presentes y en ellas se tomaron datos de organismos bentónicos, tales como algas y corales, así como de peces en la columna de agua.

Se distinguieron tres zonas en donde la visibilidad, la cobertura de pastos marinos y la presencia/ausencia de cianobacterias variaron de forma conjunta, tales zonas fueron:

- Zona Somera: de un metro de profundidad promedio.
- Zona Intermedia: entre 2 y 2.5 m de profundidad.
- Zona Profunda: entre 3 y 3.5 m de profundidad.

En la Figura 4. 4, se observa las tres zonas para la caracterización de la biota marina, así como de manera general se ubica la infraestructura que integraran al Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, conformado por dos arrecifes artificiales, una duna también artificial y el relleno de playa con arena proveniente del completo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, actualmente autorizado en materia de impacto ambiental y en construcción.

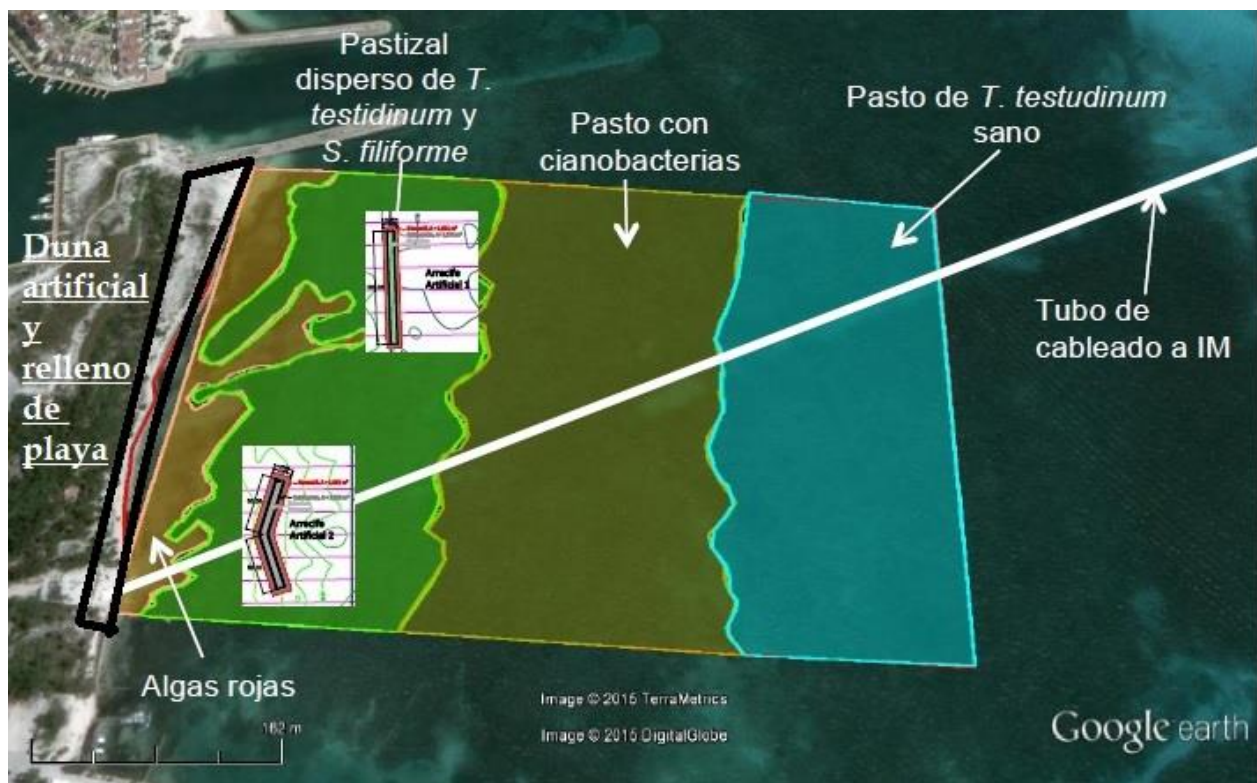


Figura 4. 4. Delimitación de las zonas para la caracterización de la biota marina. En la imagen se aprecia las obras que integraran al Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

Una vez seleccionados los diferentes criterios en la Figura 4. 5, se presenta la imagen donde se puede observar la delimitación del Sistema Ambiental de acuerdo a los criterios mencionados anteriormente.



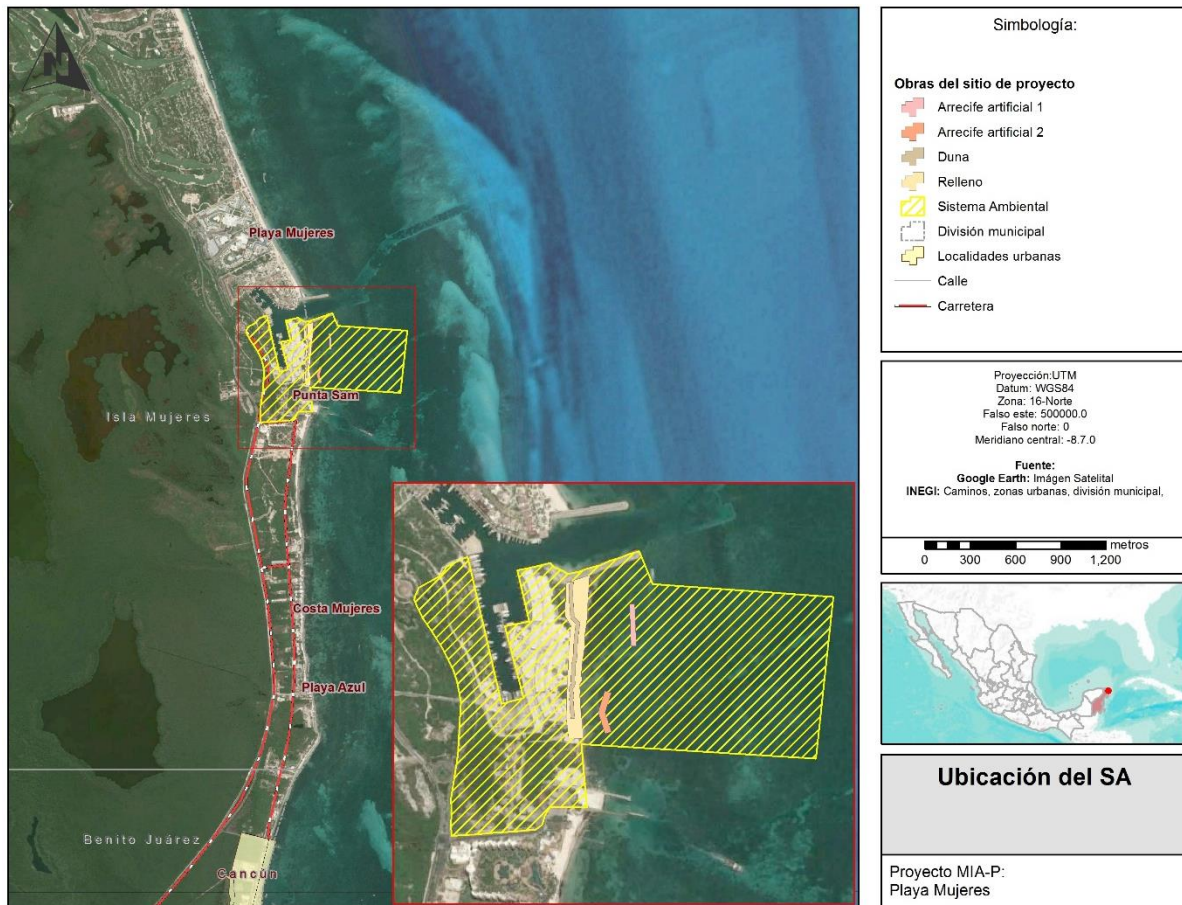


Figura 4. 5. Ubicación del Sistema Ambiental y el sitio del proyecto delimitados para el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

## IV.2. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

### IV.2.1. ASPECTOS ABIÓTICOS

#### IV.2.1.1. CLIMA

El Sistema Ambiental, presenta un clima cálido subhúmedo ( $Awo(x')$ ), con una temperatura media anual mayor de  $22\text{ }^{\circ}\text{C}$  y temperatura del mes más frío mayor de  $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , y con una precipitación del mes más seco menor de  $60\text{ mm}$ ; lluvias de verano con índice y porcentaje de lluvia invernal que va del  $5\%$  al  $10.2\%$  del total anual.

El sitio del proyecto, también presenta un clima cálido subhúmedo de tipo  $Awo(x')$ , mismo que no se verá modificado por ninguna de las actividades a implementar en el Proyecto; por lo tanto las condiciones climáticas serán las mismas, manteniendo el tipo de clima existente, aunado a que el proyecto no modificará, los usos de suelo existentes.



En la Figura 4. 6, se presentan los climas que se presentan a nivel Sistema Ambiental y en el sitio del proyecto.

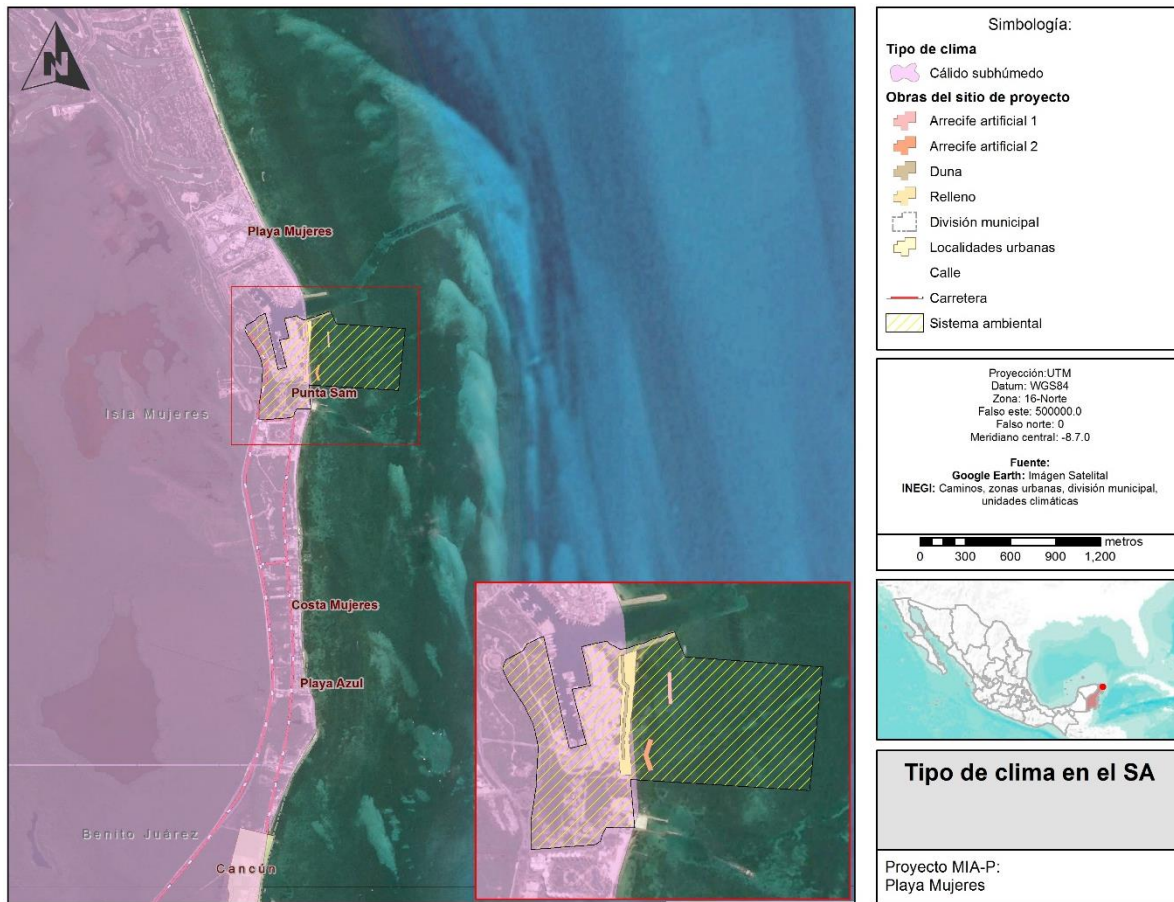


Figura 4. 6. Climas presentes a nivel Sistema Ambiental y para el sitio del proyecto, el cual corresponde a un clima cálido subhúmedo Awo(x').

#### IV.2.1.1.1. TEMPERATURA

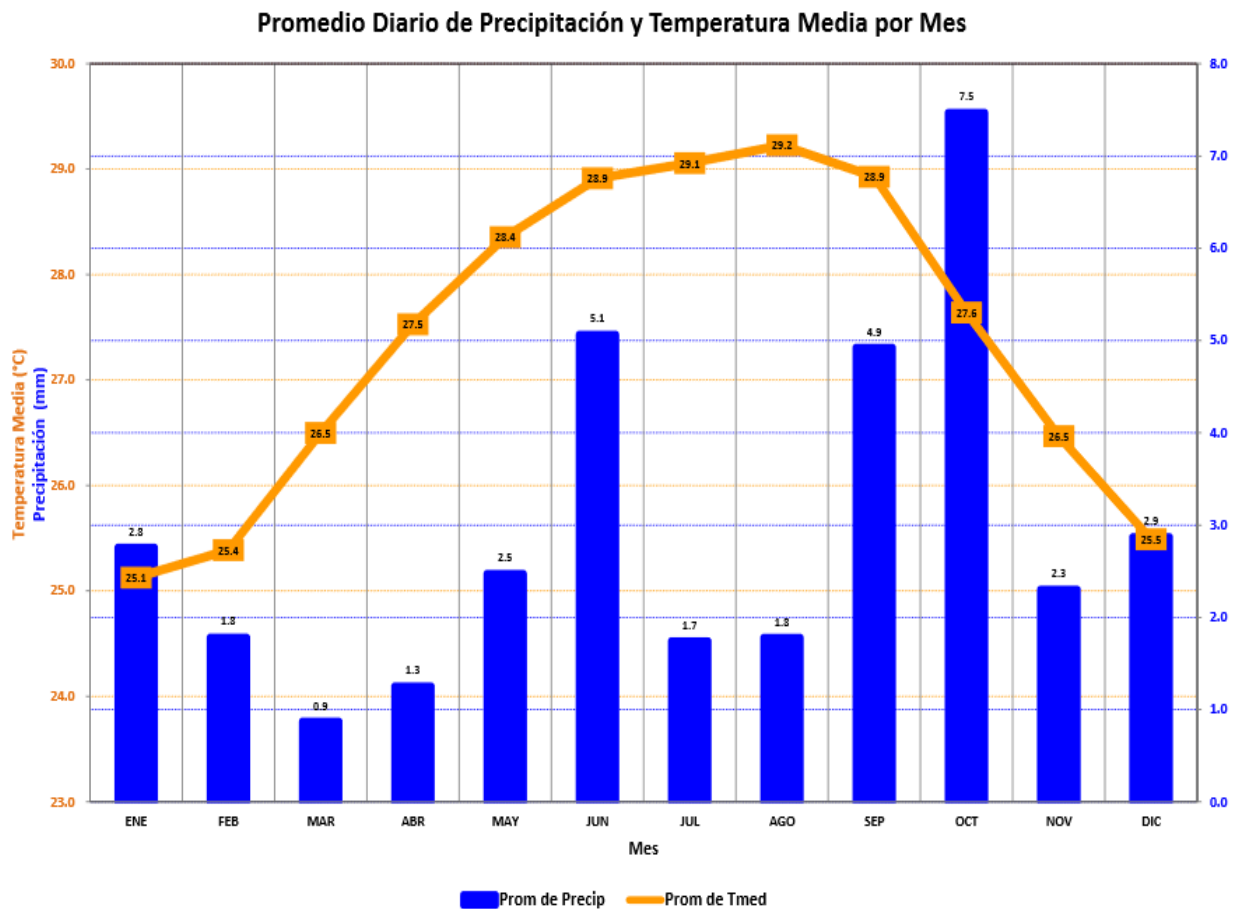
Las temperaturas medias anuales, según la estación meteorológica “Isla Mujeres” (la cual es la más cercana al sitio del proyecto, cuyos datos se aprecian en la Tabla 4. 1), varían de 24.3 °C a 30.5 °C con una temperatura media anual de 27.4 °C, donde la precipitación media es de 3 mm, con una evaporación media de 5.6 mm (Servicio Meteorológico Nacional, 2012).

**Tabla 4. 1. Estación meteorológica reportada en el Servicio Meteorológico Nacional más cercana al Sistema Ambiental y del sitio del proyecto.**

CLAVE	NOMBRE	LATITUD	LONGITUD	ALTURA (msnm)	DISTANCIA AL SISTEMA AMBIENTAL (km)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO
23010	Isla Mujeres	21.2356	-86.7350	5	5.3	6.7

La temperatura presenta una marcha anual típica de la región intertropical conforme avanza el año, aumentando hasta alcanzar la máxima graduación en agosto, para descender progresivamente a los niveles más bajos en invierno. Los meses más fríos en el Sistema Ambiental y sitio del proyecto son los de enero y febrero con una temperatura media de 25.3 °C, mientras que el mes más caluroso es el de agosto con una temperatura media de 29.2 °C.

En la Figura 4. 7, se presenta el climograma correspondiente a la estación meteorológica “Isla Mujeres”, en donde se observa el promedio de la temperatura y precipitación media anual.



**Figura 4. 7. Climograma de la estación meteorológica “Isla Mujeres” (Tomado de SMN, 2012).**

---

---

En conclusión, la temperatura media anual presente para el municipio de Playa Mujeres, así como para el Sistema Ambiental y en el sitio del proyecto, es de 27.4 °C, mientras que la temperatura máxima llega a alcanzar los 30.5 °C y la temperatura mínima 24.3 °C. Sin embargo, este factor no presentará ningún tipo de variación por la implementación del Proyecto.

#### IV.2.1.1.2. PRECIPITACIÓN

En cuanto a la precipitación para Playa Mujeres , considerando los patrones anuales de temperatura ambiente, época de lluvias (de junio a octubre) y época de secas (de febrero a mayo), la precipitación anual que presenta en el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto para los meses antes mencionados corresponde a una media de 1075.2 mm de lluvia, siendo el mes de junio el mes con una precipitación media mayor, seguido del mes de septiembre, dando como resultado un promedio de número de días con lluvia anuales de 97.8 y 12.1 con tormenta eléctrica.

#### IV.2.1.1.3. INTEMPERISMOS SEVEROS

En la zona peninsular del municipio Isla Mujeres al igual que en el resto del estado e incluso la península de Yucatán y la zona sur-sureste del país, se manifiestan una serie de intemperismos atmosféricos, que ocasionan cambios significativos al medio en donde se manifiestan. Los registrados para el Sistema Ambiental y sitio del proyecto, son de dos tipos, los severos y los no severos, mismos que se describen a continuación:

- Severos

Los fenómenos atmosféricos clasificados en esta categoría se manifiestan anualmente, entre los meses de mayo a noviembre y arrastran consigo grandes volúmenes de humedad, mismos que se precipitan por medio de ráfagas y fuertes chubascos. Su formación es de tipo ciclónica, generando además fuertes vientos que prácticamente remueven todo lo que encuentran a su paso.

Para la zona peninsular en donde se incluye el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, se reconocen dos sitios denominadas matrices porque en ellos es donde se inicia su formación y evolución. La primera se localiza en el mar Caribe, frente a las costas de Venezuela y Trinidad, cuyos fenómenos se desplazan hacia el noroeste sobre el mar Caribe, atravesando América Central y las Antillas Menores, dirigiéndose finalmente hacia el norte hasta las costas de Florida, Estados Unidos de Norteamérica, afectando a su paso las costas del estado de Quintana Roo.

---

---

La segunda, comprende desde el frente de las Antillas Menores en el Caribe oriental hasta el océano Atlántico tropical, por el área de Cabo Verde frente a las costas del continente africano.

Los fenómenos originados tienen un rumbo general hacia el oeste, cruzando entre las Islas de las Antillas de sotavento y barlovento, para encausarse hacia la península de Yucatán, y luego continuar al Golfo de México, afectando los estados de Veracruz y Tamaulipas, en México y Texas y Florida en los Estados Unidos de Norteamérica.

- No severos

En zona peninsular en donde se ubica el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, también año con año, durante los meses de noviembre a febrero, descienden desde Norteamérica, frentes fríos de tipo anticiclónico, 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 donde pasen, razón por la cual se les denomina intemperismos no severos. Su arribo 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.

Para el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, no son de consideración los fenómenos meteorológicos como granizadas y niebla, ya que en el mayor de los casos estos fenómenos son nulos o de ocurrencia extraordinaria.

#### **IV.2.1.2. GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA**

En general, la península de Yucatán, corresponde a la unidad orogénica denominada Plataforma Yucateca, que está constituida por rocas calizas de origen sedimentario marino. Al igual, pertenece a la Zona Ecológica del Trópico Húmedo, según la Regionalización realizada en 1988 en el Manual de Ordenamiento Ecológico de la antigua SEDUE, la cual cubre, dentro de esta zona, la mayor parte de la provincia fisiográfica 62 del Karst Yucateco, en la cual está inmerso el municipio de Isla Mujeres, y por consecuente el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto (Figura 4. 8).

Sin embargo, esta provincia se subdivide en dos tipos la subprovincia 62A de la Planicie Noroccidental del Karst Yucateco o Provincia I, y la subprovincia 62B de Planicie y



Lomeríos del Karts Yucateco o Provincia II, donde el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto se encuentran ubicados.

En la Provincia II, afloran sedimentos calizos más antiguos del Terciario Neógeno (Ng) (Mioceno–Ng<sub>1</sub> y Plioceno–Ng<sub>2</sub>) localmente ligeramente deformados (ligero basculamiento de capas y fallas tectónicas menores) con moderada a alta densidad de formas karsticas como salones de disolución y cenotes profundos.

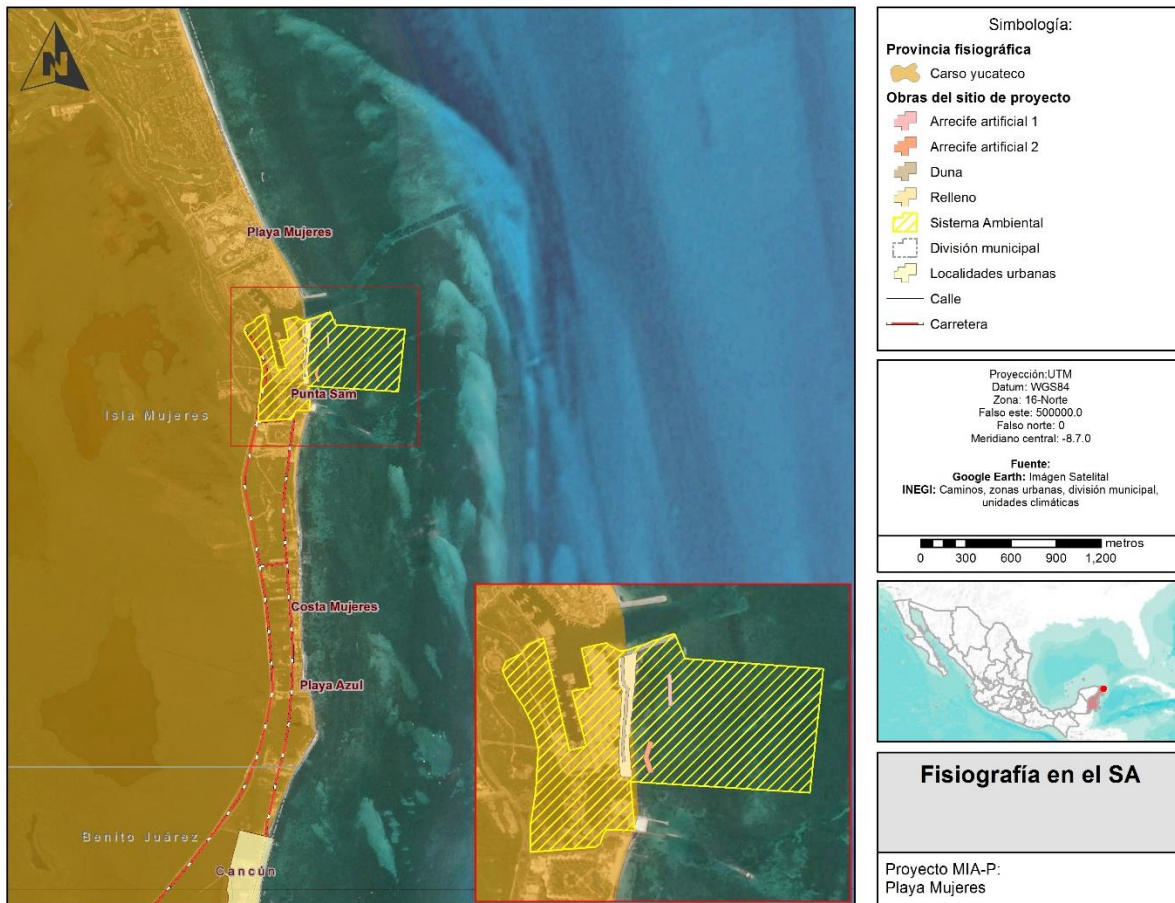


Figura 4. 8. Provincia fisiográfica en la que se incluye el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto.

#### IV.2.1.2.1. GEOMORFOLOGÍA

A pesar de no contar con grandes elevaciones, (las pendientes del terreno son menores al 1% en la porción norte y menores al 11% en la zona sur), el Estado de Quintana Roo presenta una gran variedad de manifestaciones de micro relieve de origen cárstico, hoyos, hendiduras, agujeros y cavidades. En la superficie se presenta a menudo una corteza delgada de material precipitado que forma una capa dura conocida como "caliche o sascab". Las expresiones cársticas impiden el desarrollo de los cursos de agua, los que se



logran desarrollar por lo general son de poca extensión y desaparecen en las depresiones para retornar su agua al subsuelo.

De los diversos estudios de índole geomorfológico que se han realizado en la región; la mayoría coincide en establecer, al menos cuatro zonas o provincias: 1. Costera; 2. Planicie Interior; 3. Cuencas Escalonadas y 4. Cerros y Valles.

Sin embargo, el Sistema Ambiental y sitio del proyecto, se localizan dentro de la zona costera la cual comprende una franja de 20 km desde la línea de costa hacia el interior, con una longitud aproximada de 110 km desde las cercanías de Isla Aguada, Campeche, hasta Chetumal (Figura 4. 9). Son áreas con playas de barrera y lagunas de inundación, además de una serie de bahías someras e incluye depósitos recientes tales como, arenas de playa, arcillas, turbas y calizas de moluscos. Corresponde a la unidad morfotectónica costera IV de acuerdo a Shepard y contiene costas primarias, de erosión terrestre, con topografía cárstica sumergida, secundaria por depositación marina, de barrera con playas e islas y también secundaria construidas por organismos arrecifales.

En la costa norte del Estado de Quintana Roo, donde se ubica el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, se tienen costas acumulativas con llanuras de inundación con avance de la línea de costa hacia el mar por sedimentación del acarreo costero combinado con sedimentación deltaica y emersión. Las formas cársticas en estas regiones son manantiales submarinos y sublacustrinos que se encuentran distribuidos a lo largo de la costa; caletas o estuarios formados por la disolución de la roca asociados a zonas de descarga preferencial a través de fracturas.

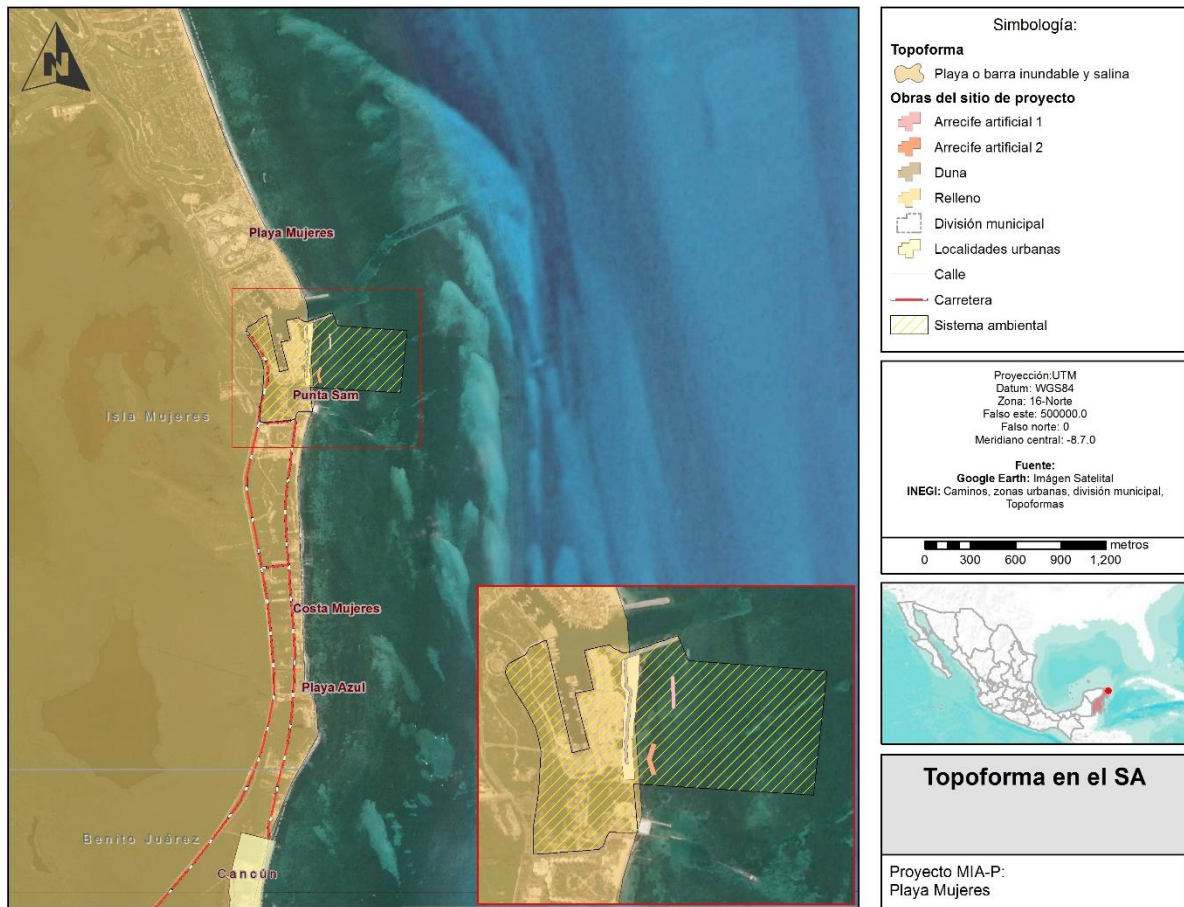


Figura 4. 9. Topoformas presentes en el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto.

En cuanto al tipo de proyecto (construcción de 2 arrecifes, relleno de playa y una duna artificial), se puede concluir nula afectación a las condiciones geomorfológicas presentes en el sitio del proyecto, ya que la arena a utilizar en el relleno de playa y en la duna artificial provendrá de la extracción realizada para los pilotes del complejo turístico el cual se encuentra autorizado en materia ambiental y actualmente en construcción.

#### IV.2.1.2.2. GEOLOGÍA

Considerando la conformación de las placas tectónicas en una escala planetaria, la Península de Yucatán se encuentra ubicada en la confluencia de la Placa Oceánica del Caribe y la Placa Continental de Norte América. En ésta zona de confluencia, se forma una depresión de tamaño considerable por los procesos subductivos de ambas placas durante la era Paleozoica, este proceso forma la estructura conocida como Plataforma Yucateca, que sirve de basamento a toda la porción actualmente emergida que denominamos Península de Yucatán (Waytt, 1985).

---

---

Geológicamente, la Península de Yucatán es una estructura relativamente joven con un origen sedimentario, el cual se remonta a las formaciones rocosas del Mesozoico sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico que han dado forma a una gigantesca losa caliza. Los tipos de calizas sedimentarias que se encuentran en la formación son principalmente de tipo boundstone, grainstone y wackstone, dependiendo de las proporciones entre los elementos componentes y la velocidad de deposición que se dio en su momento en la península. Sin embargo, lejos de permanecer estática, la formación empezó a ascender a pausas y retrocesos durante toda la era Cenozoica (PEOT, 2002).

El Municipio de Isla Mujeres, se distingue por ser una de las porciones territoriales más recientes de la plataforma peninsular, en su mayor parte emergida por sobre el nivel de las aguas marinas durante el terciario superior y en el cuaternario. Desde el punto de vista de su composición geológica, se caracteriza por ser una extensa y sólida masa de naturaleza calcárea, producto de la consolidación de sedimentos fósiles conformados por residuos conchíferos de origen marino, constituidos a su vez por carbonatos de calcio y magnesio bajo las formas de calcita, dolomita y aragonita.

De acuerdo a lo anterior, el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, se caracterizan por la relativa uniformidad que presenta el sustrato geológico, en particular el manto rocoso más superficial (Figura 4. 10). En efecto, se muestra una reducida variabilidad geológica respecto a la composición química y mineral de las rocas, a su origen y modo de formación, así como a los procesos generales de evolución a los que están sujetos, no obstante, es posible reconocer marcadas diferencias en relación a sus características morfológicas. Estas diferencias observadas corresponden a rasgos específicos, probablemente asociados con las distintas edades que se han determinado para diversos materiales y con las distintas posiciones que éstos guardan en el perfil estratigráfico, lo cual ha permitido identificar todo en la costa o cerca de ella un conjunto de rocas carbonatadas, entre las que destacan los depósitos arenosos no consolidados en la costa o cerca de ella, los variados tipos de roca caliza, las margas, coquinas, calizas coralígenas y algunos sedimentos arcillosos de menor importancia.

Generalmente, estos materiales están presentes a lo largo de todo el estado de Quintana Roo, aunque no siempre es posible encontrarlos superficialmente, dado que generalmente estos están dispuestos en una serie de capas irregulares de depósitos lacustres y abisales con restos de organismos pelágicos, calizas arrecifales, capas delgadas de lutita y yeso, gruesos mantos de margas, calizas compactadas dolomíticas y yesíferas ocasionalmente silicificadas (Flores Díaz, 1974).

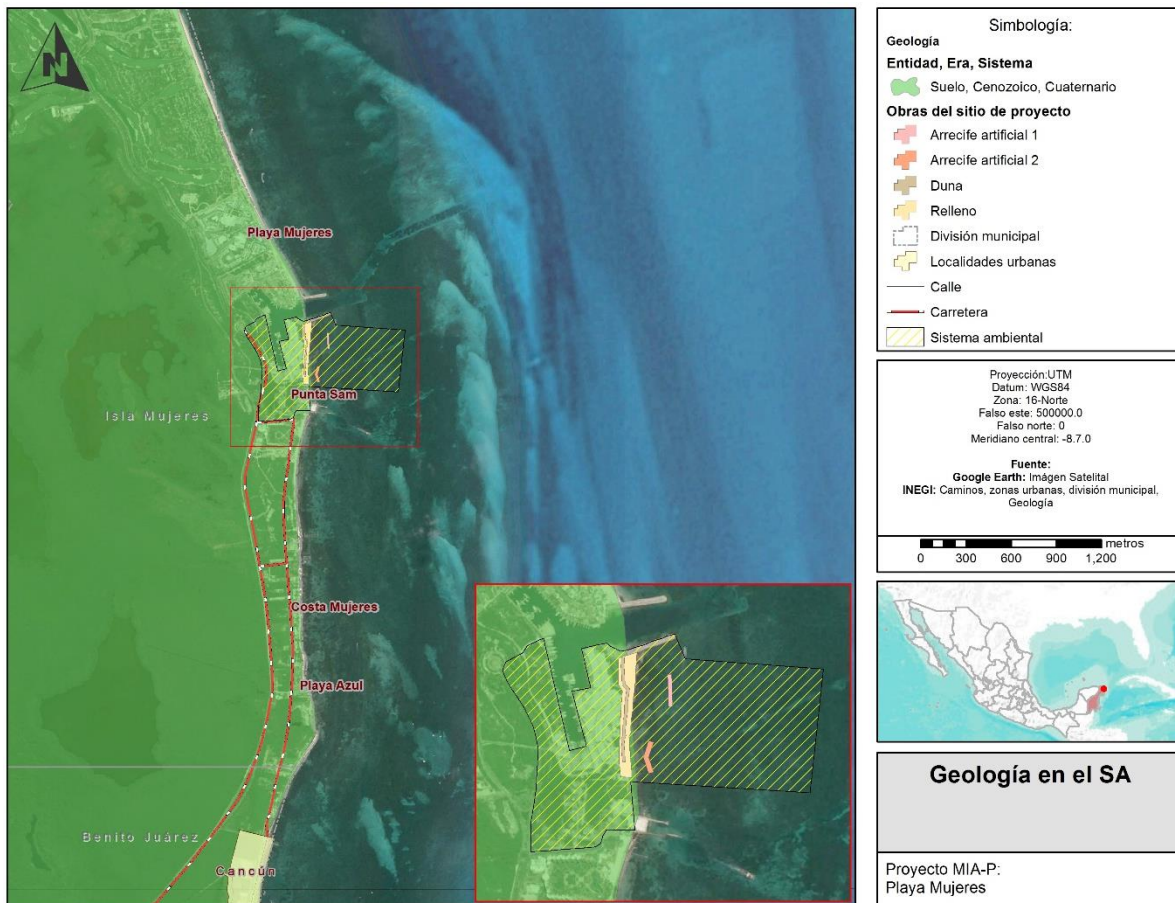


Figura 4. 10. Representación geológica del Sistema Ambiental y el sitio del proyecto.

En cuanto al tipo de proyecto (construcción de 2 arrecifes, relleno de playa y una duna artificial), se puede concluir nula afectación a las condiciones geológicas presentes en el sitio del proyecto.

#### IV.2.1.2.3. SUSCEPTIBILIDAD DE LA ZONA

- **Sismicidad**

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, de las cuales el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto se ubican dentro de la zona A, la cual es una zona de frecuencias bajas, donde no se han reportado sismos grandes en los últimos 80 años (Figura 4. 11).



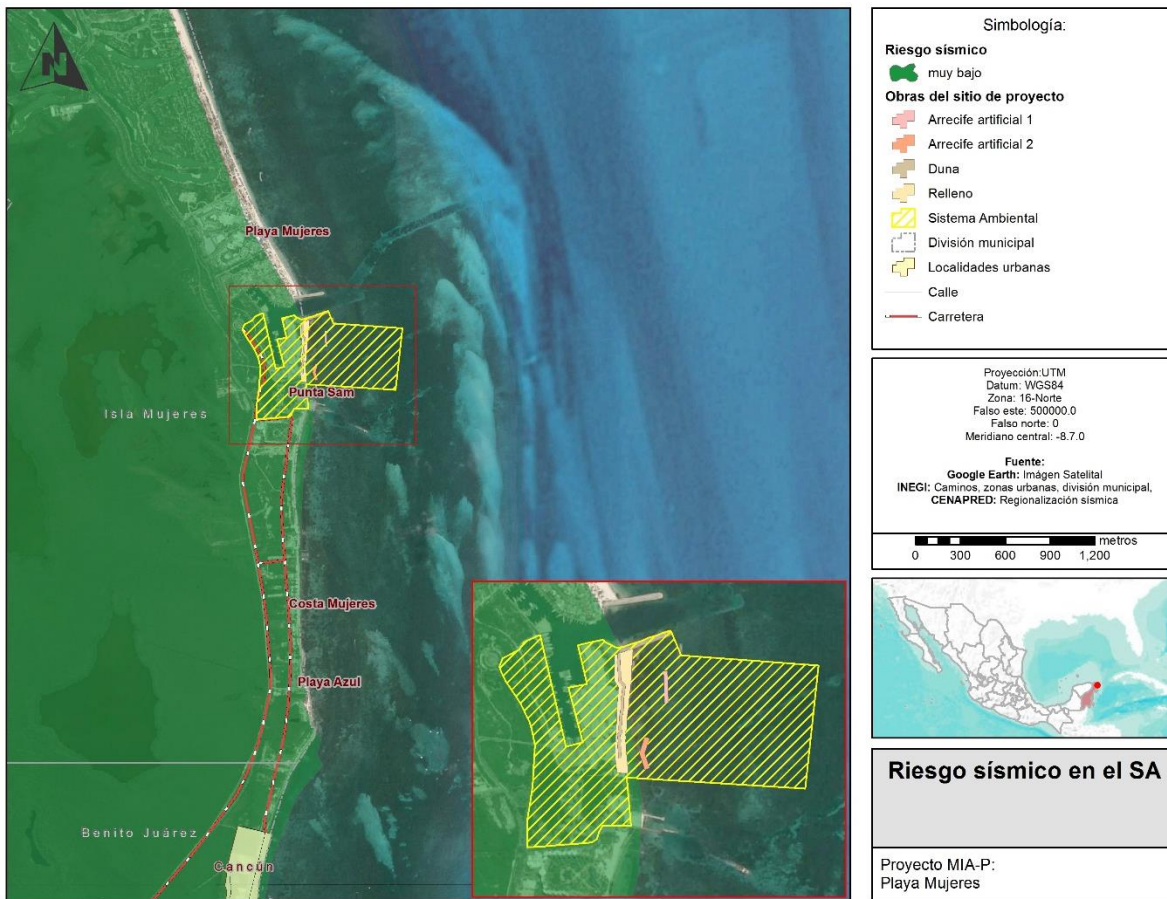


Figura 4. 11. Regionalización sísmica de la República Mexicana. Se observa de manera general la ubicación del Sistema Ambiental y del sitio del proyecto.

- **Fallas y Fracturas**

No se presenta ningún tipo de falla o fractura dentro del municipio Isla Mujeres, Sistema Ambiental, sitio del proyecto o su área de influencia, sin embargo a menos de 900 kilómetros de la costa oeste de la Península de Yucatán, por el lado de Quintana Roo, se encuentra la falla o fosa de Caimán, que forma parte de la frontera tectónica entre la placa norteamericana y la placa del Caribe, y tiene 7,686 metros de profundidad, por lo que es la parte más profunda del mar Caribe, la cual puede ser la causa de terremotos submarinos.

- **Tsunamis o maremotos**

Debido a la falla o fosa de Caimán, la zona es susceptible a este tipo de fenómeno, ya que como la costa del estado de Quintana Roo no presenta elevaciones, un maremoto fuerte provocado por algún terremoto submarino a consecuencia de la falla de Caimán, este sería capaz de meterse 20 o 30 kilómetros tierra adentro.



Por lo que el Sistema Ambiental y el sitio de proyecto, figuran como zonas receptoras de Tsunamis lejanos y/o locales.

- **Inundaciones**

Debido a la frecuente presencia de ciclones y tormentas tropicales, los cuales generan ráfagas constantes de precipitación en periodos que van de 5 a 10 días seguidos, aunado a las características topográficas, el Estado de Quintana Roo continuamente se ve afectado por inundaciones en diversas zonas, las cuales han ocasionado pérdidas humanas y materiales a las poblaciones que se encuentran localizadas en las áreas de riesgo.

Las áreas inundables se presentan en las franjas costeras y en diversas zonas urbanas que se localizan en las áreas bajas (y planas). Los daños que se detectan son diversos, entre los que se pueden citar los ocasionados a: la agricultura, los medios de comunicación; al transporte aéreo, terrestre, fluvial y marítimo; así como a los diversos servicios.

Las zonas costeras se ven afectadas por las mareas que producen las tormentas, donde la sobre elevación del nivel del mar hace que éste penetre tierra adentro, afectando en algunas ocasiones zonas muy amplias. A éste fenómeno se suma el del oleaje y, ambos, causan daños de gran importancia. El efecto del agua, no sólo es destructivo al avanzar tierra adentro, sino también en sentido inverso, es decir a su retirada hacia el mar

Las inundaciones es el fenómeno meteorológico que influye sobre los pobladores del municipio de Isla Mujeres, por lo que el Sistema Ambiental y sitio del proyecto se pueden ver afectados por este fenómeno.

#### **IV.2.1.3. SUELOS**

Tomando como base la clasificación de la FAO/UNESCO de 1990, dentro del Municipio de Isla Mujeres se clasifican cuatro tipos de suelo, los cuales corresponden a: Arenosoles Calcáricos, Solonchak, Gleysoles y Rendzinas-Litosoles. La península de Isla Mujeres tiene los suelos del primer tipo: Regosoles Calcáricos.

- **Arenosoles Calcáricos:** Estos tipos de suelos forman dunas y playas con pendientes poco pronunciadas que permiten un drenaje superficial rápido y se caracterizan por no presentar capas distintas; son suelos de colores claros y se parecen a la roca que les dio origen. Están constituidos por arenas profundas de más de 2 m, de color blanco o rosado y fuertemente permeable; el manto freático se puede localizar entre los 70 y 200 cm de profundidad. Presentan una alta concentración de carbonatos, son pobres en materia orgánica y tienen un pH ligeramente ácido. Estos suelos

sirven de sustrato para la vegetación psamófila o de duna costera, que comprenden a la vegetación pionera y matorrales de duna costera.

El Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, presentan este tipo de suelo “Arenosol Calcárico”, tal como se puede apreciar en la Figura 4. 12.

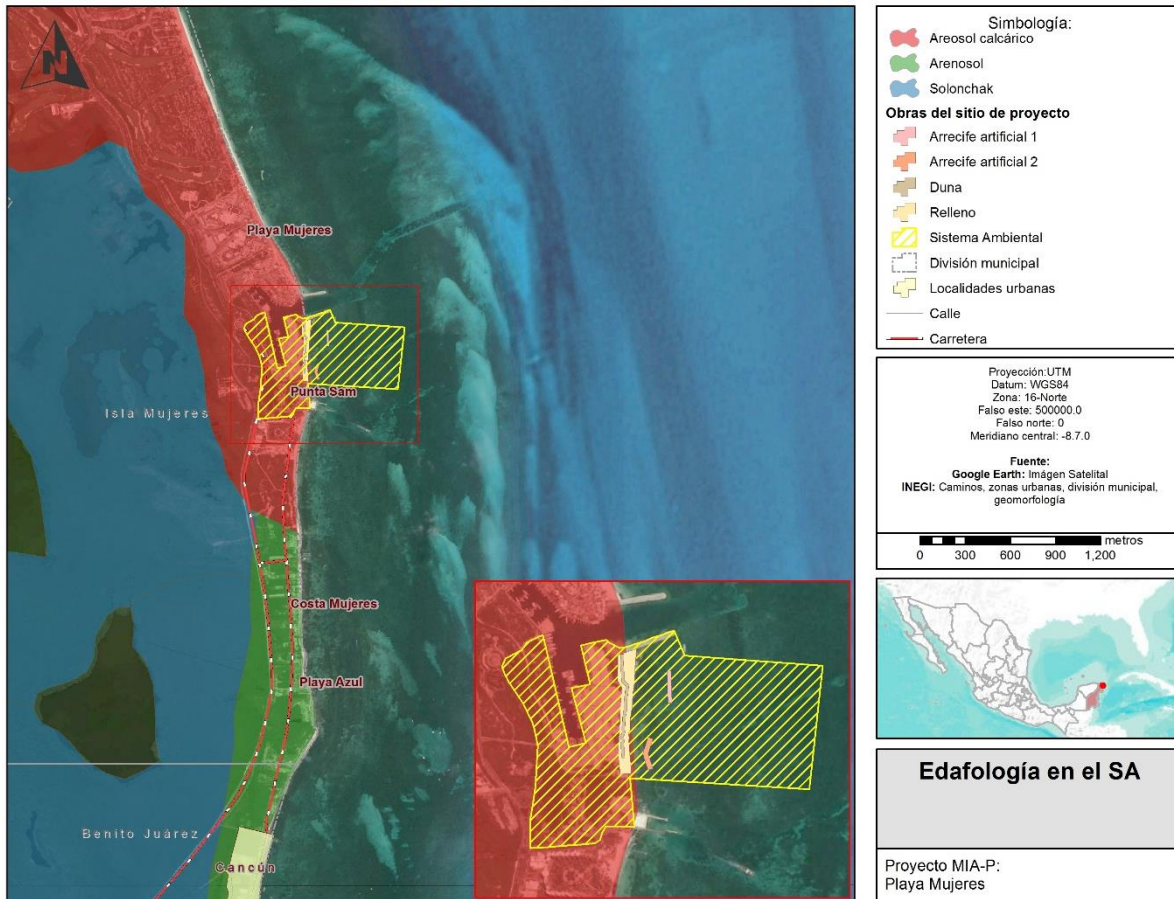


Figura 4. 12. Representación edafológica a nivel Sistema Ambiental, en donde se observa de manera general la ubicación del sitio del proyecto.

#### IV.2.1.4. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL Y SUBTERRÁNEA

El municipio Isla Mujeres, se encuentra influido por la región hidrográfica 33 (RH-33), también conocido como la Región Yucatán Este (Figura 4. 13). Colinda al occidente con las Regiones Hidrológicas No. 30 y 31 y al norte con la No. 32; hacia el oriente está limitada por el mar Caribe y hacia el sur por una línea que está definida por la bahía de Chetumal, por el límite nacional con Belice en un tramo de límite natural constituido por el río Hondo y enseguida por el límite político con Belice y Guatemala.

Cuenta con 2 Subregiones Hidrológicas que se definen como RH33-A y RH33-B, con una superficie de 21,037 km<sup>2</sup> y 18,782 km<sup>2</sup> respectivamente. La Subregión RH33-A que cuenta con cinco subcuencas, y la Subregión RH33-B con 3 subcuencas constituidas por áreas planas. El Sistema Ambiental y particularmente el sitio del proyecto, se ubican dentro de esta última (Subregión RH33-B).

Hidrológicamente la RH-33 queda conformada por escurrimientos que se pierden para seguir un cauce subterráneo, de los que prácticamente se pueden mencionar el Escondido y El Tigrito, ambos en la subcuenca "c" de la cuenca A y dentro del Estado de Quintana Roo. Por otra parte, únicamente las subcuencas "d" y "e" de la misma cuenca A presentan escurrimientos Superficiales con cauces bien establecidos y son estos los que forman parte de la cuenca de aportación del Río Hondo.

Debido a que el Río Hondo es el único escurrimiento superficial importante dentro de esta subregión, se puede confirmar que dentro del Sistema Ambiental o sitio del proyecto no se encuentran escurrimientos ni sistemas lagunares.



**Figura 4. 13. Región Hidrológica presente a nivel Península de Yucatan. En la imagen se observa de manera general la ubicación del sitio del proyecto.**

En el Anexo 4.1, se incluyen los esquemas de las corrientes marinas, así como el perfil de velocidades del sitio del proyecto y de sus inmediaciones.

---

---

#### IV.2.1.4.1. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

La Cuenca de Quintana Roo, se caracteriza por no presentar escurrimientos superficiales debido a la alta permeabilidad del material que constituye el terreno y la elevada evaporación, que originan una importante infiltración del agua de lluvia con excepción de las zonas costeras que están sujetas a inundación y de pequeñas depresiones que son denominadas aguadas. El único escurrimiento superficial que presenta la cuenca, como ya se había mencionado, es el Río Hondo, sin embargo, este no se encuentra cerca del Sistema Ambiental o sitio del proyecto.

Para el sitio del proyecto, no existe la presencia de cuerpos de agua tales como ríos, arroyos, o arroyos intermitentes (Figura 4. 14), sin embargo los polígonos que forman parte del sitio del proyecto como los 2 arrecifes artificiales, se ubican dentro de las aguas del Caribe, el cual es un un mar tropical pobre en nutrientes, situado principalmente sobre sedimentos mixtos, con componentes terrígenos que van aumentando sobre todo en su parte occidental. Esta parte del Caribe exhibe una plataforma continental angosta de 20 kilómetros de ancho alrededor de Cancún y de entre uno y tres kilómetros en la región de Sian Ka'an. También abarca Cozumel, Isla Mujeres y la Isla Contoy, así como Banco Chinchorro frente a las costas continentales. Sus aguas reciben también la influencia de fuentes de agua dulce provenientes de una vasta red subterránea de cenotes, canales y cuevas alrededor de Sian Ka'an.

Este factor se verá momentáneamente perturbado durante las fases de preparación y construcción del proyecto, una vez que se de fin a estas actividades, el proyecto de arrecifes artificiales traerá beneficios de índole ecológico para el ecosistema local, por el posible establecimiento de fauna y flora marina.



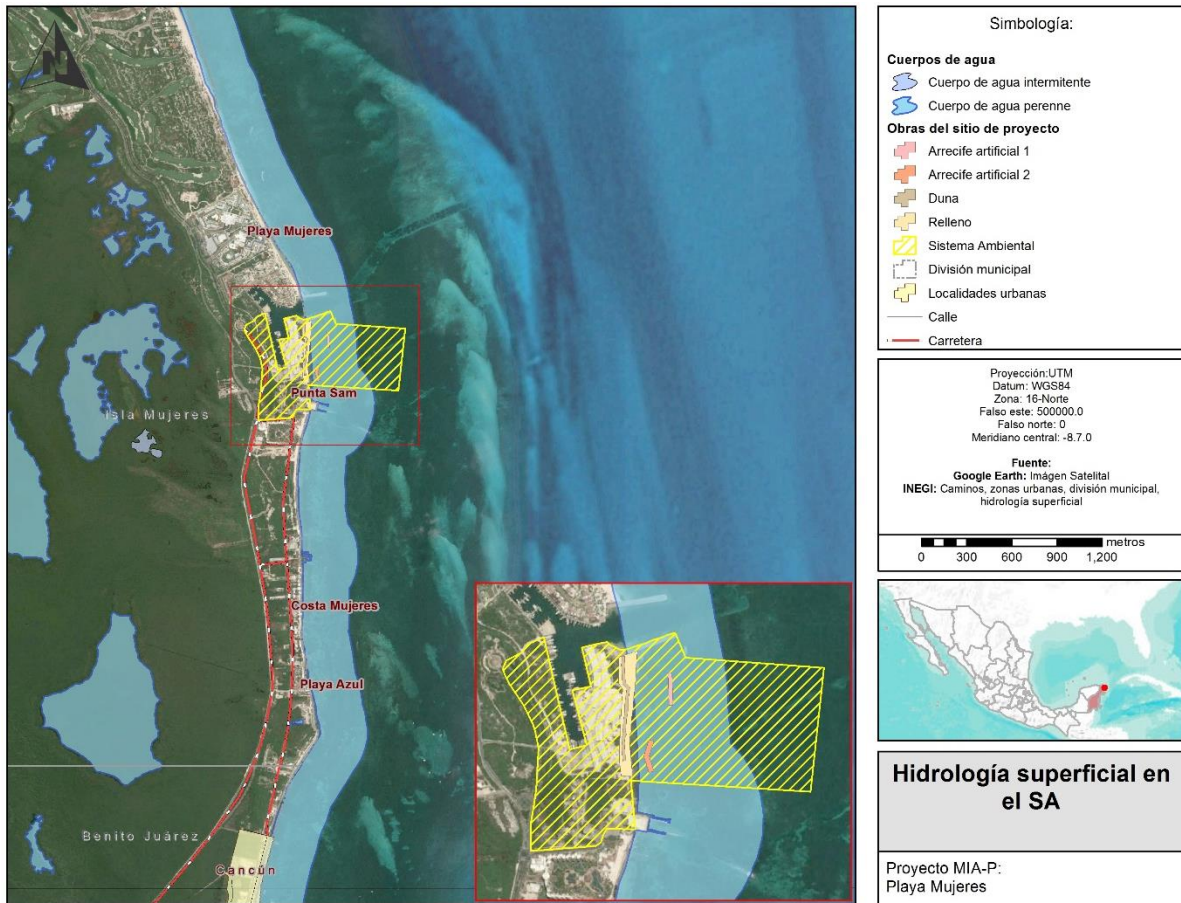


Figura 4. 14. Hidrología superficial del Sistema Ambiental, en donde se aprecia de manera general la ubicación del sitio del proyecto.

#### IV.2.1.4.2. HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA

El acuífero Península de Yucatán (que incluye gran parte del estado de Quintana Roo, abarca en su totalidad al municipio de Isla Mujeres), clave 3105, está formado por calizas y depósitos de litoral. Se trata de un acuífero libre, costero, kárstico, muy permeable y notablemente heterogéneo con respecto a sus propiedades hidráulicas. Debido a la presencia de la cuña de agua marina que subyace al acuífero, el espesor saturado de agua dulce es reducido, de aproximadamente 30 metros, aunque se incrementa hacia tierra adentro (Tabla 4. 2).

Tabla 4. 2. Característica del acuífero en el cual se encuentra incluido el Sistema Ambiental.

ACUÍFERO	CLAVE	RECARGA MEDIA (Millones de metros cúbicos anuales)	DESCARGA NATURAL COMPROMETIDA (Millones de metros cúbicos anuales)	DISPONIBILIDAD (Millones de metros cúbicos anuales)	CONDICIÓN GEOHIDROLÓGICA
Península de Yucatán	3105	21,813.4	14,542.2	5,005.61	Disponibilidad



El acuífero presenta un notable desarrollo kárstico, al que se debe su gran permeabilidad secundaria y en el área de lomeríos, la red de drenaje subterráneo está menos desarrollada.

La elevada precipitación pluvial, la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica favorecen la recarga del acuífero Península de Yucatán, clave 3105. La recarga es más abundante en la llanura, gracias a que la cobertura del suelo es muy delgada y al gran desarrollo kárstico superficial de las rocas calcáreas, factores que permiten la infiltración casi total del agua de lluvia; mientras que la recarga es comparativamente menor en el área de lomeríos, donde la caliza está cubierta por una capa de suelo arcilloso que obstaculiza la infiltración.

En el año 2010, la cobertura de agua potable en Cancún e Isla Mujeres era del 100 por ciento y la de alcantarillado del 90 por ciento. Las zonas urbana y turística de Cancún e Isla Mujeres, cuentan con seis zonas de captación de agua subterránea, con 134 pozos y una capacidad instalada de 2,171 litros por segundo; además la zona de Puerto Morelos cuenta con 2 pozos y Leona Vicario con un pozo para el abastecimiento de agua potable. El suministro promedio a la población es de aproximadamente 261 litros por habitante por día. La cantidad del agua subterránea no representa limitante para el acuífero, sin embargo, existe el riesgo de que su calidad se deteriore e impida o limite su utilización.

El Sistema Ambiental y particularmente el sitio del proyecto, no cuentan con ningún tipo de pozo, tal como se puede apreciar en la Figura 4. 15.

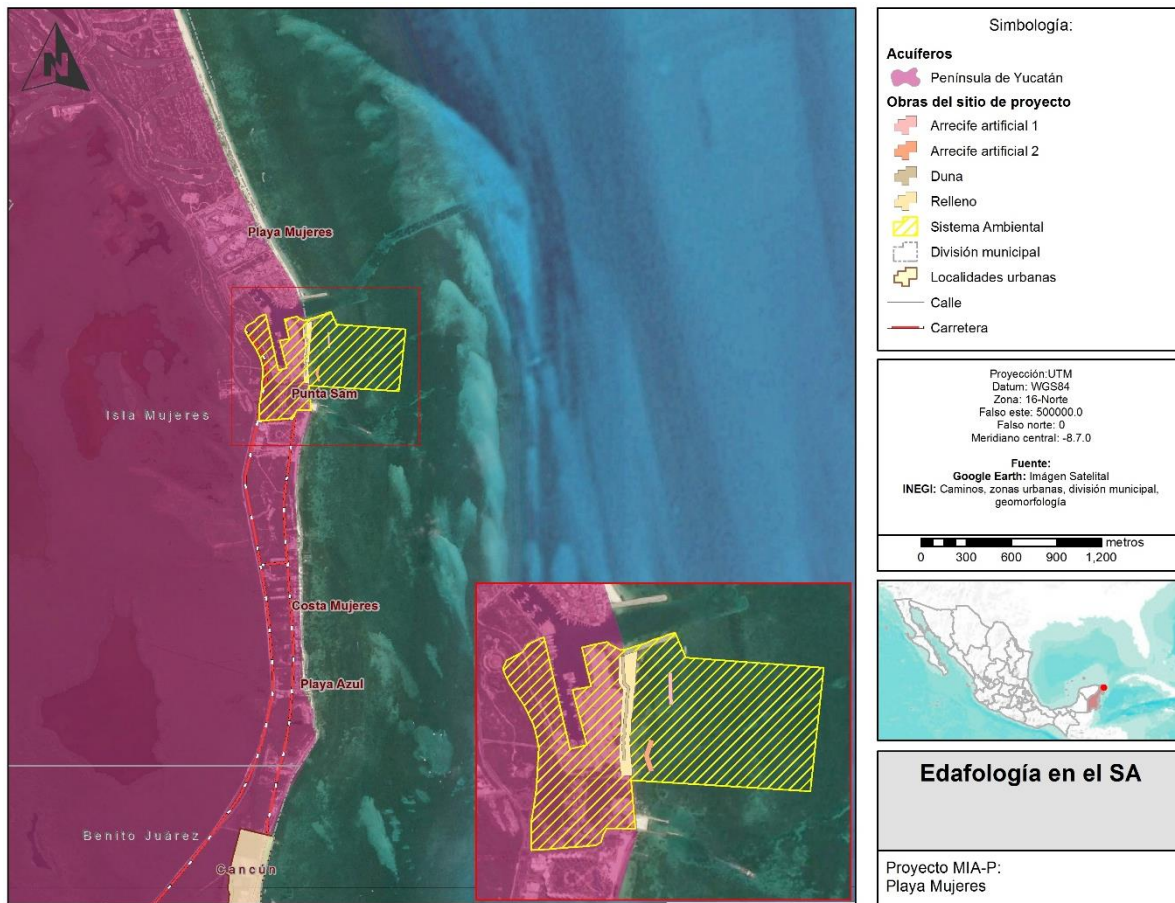


Figura 4. 15. Acuíferos en el que se encuentra incluida el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto.

## IV.2.2. ASPECTOS BIÓTICOS

### IV.2.2.1. VEGETACIÓN TERRESTRE

El municipio de Isla Mujeres, se caracteriza actualmente por carecer de áreas con vegetación original con buen estado de conservación, sin embargo las áreas con vegetación se caracterizan por presentar vegetación secundaria en regeneración de selva baja caducifolia principalmente, en donde domina la presencia de especies herbáceas y arbustivas.

El tipo de vegetación original en gran parte del Sistema Ambiental ya ha sido eliminada en su totalidad debido al desarrollo urbano y turístico de la zona, ya que el sitio del proyecto y el Sistema Ambiental, se localiza en una zona completamente urbanizada y con alta actividad turística. Sin embargo de acuerdo con la Serie V del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, indica que la vegetación que se distribuye en el Sistema Ambiental corresponde a vegetación de dunas costeras y

manglar y específicamente en el sitio del proyecto en la parte continental se distribuye vegetación de dunas costeras, como se puede apreciar en la Figura 4. 16.

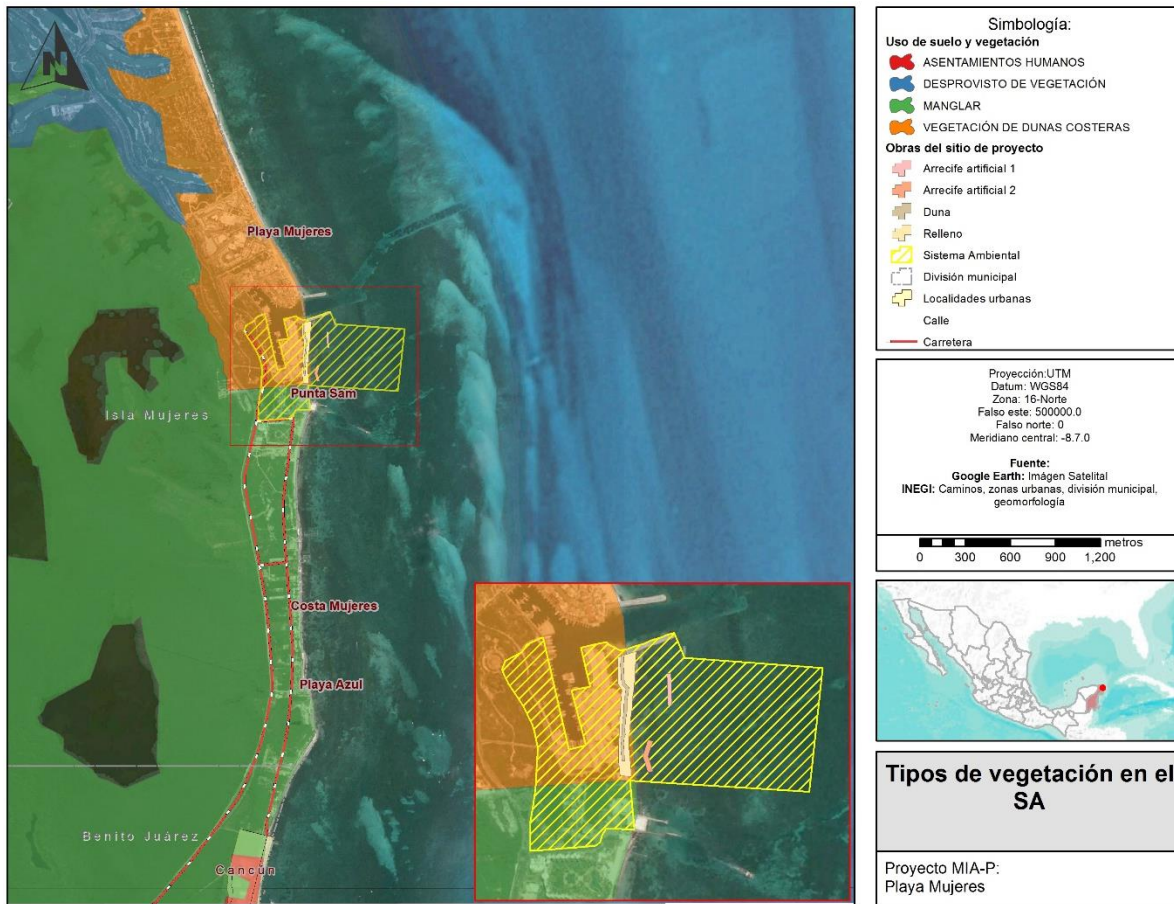


Figura 4. 16. Tipo de Vegetación presente en el Sistema Ambiental de acuerdo al Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, en donde se aprecia la ubicación del sitio de proyecto.

#### IV.2.2.1.1. TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL

El Sistema Ambiental, cuenta con un uso de suelo de tipo turístico, de asentamientos humanos y vegetación secundaria arbustiva de tipo hidrófila, y/o introducida con fines ornamentales, por lo cual de manera particular el sitio del proyecto ubicado frente del complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (solar B), presenta una zona que ya ha sido impactada, por lo que no hay remanentes primarios de la vegetación original, ya que de acuerdo con la Serie V del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, se marca la zona como de vegetación de dunas costeras, que está conformada por comunidades de plantas estrechamente relacionadas con el medio acuático, así como consideradas halófilas, que se distribuyen en suelos arenosos permanentemente saturados de agua y con altos contenidos de sales solubles y



que además tienen una distribución heterogénea a lo largo de la costa dominadas por especies arbustivas e incluso matorrales.

De acuerdo con la Serie V del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, en el Sistema Ambiental, se distribuyen dos tipos de vegetación, los cuales hacen referencia a la vegetación de manglar y la vegetación de dunas costeras, tal como se puede apreciar en la Figura 4. 16.

Sin embargo, pese a lo anterior y de acuerdo a lo observado durante los recorridos en campo, se observó que gran parte de la vegetación que se distribuye en el Sistema Ambiental, se compone principalmente de especies introducidas que cumplen la función de sombraderos y jardines, algunos grupos que se ocupan son las palmas como: *Pseudophoenix sargentii*, *Thrinax radiata*, *Cocus nucifera*, *Cycas revoluta* etc., y otras especies ornamentales, tales como: *Tournefortia gnaphalodes*, *Nerium oleander*, *Codiaeum variegatum*, *Agave americana*, etc., (Ver Figura 4. 17 y Figura 4. 18).



Figura 4. 17. *Thrinax radiata* (izq-sup), *Pseudophoenix sargentii* (der-sup), *Cocus nucifera* (izq-inf), presentes en el Sistema Ambiental.





Figura 4. 18. *Tournefortia gnaphalodes* (izq-sup), *Nerium oleander* (der-sup), *Codiaeum variegatum* (izq-inf) y *Agave americana* (der-inf), presentes en el Sistema Ambiental.

En la Figura 4. 19, se observa de manera general la vegetación herbácea presente en la zona de playa en donde se aprecia la presencia de gran cantidad de residuos sólidos urbanos, así como de manejo especial dispersos sobre la playa. Al fondo se ubica el sitio en donde se pretende realizar el relleno de playa y la ubicación de la duna artificial.



Figura 4. 19. Condiciones de la vegetación presente en el Sistema Ambiental en la zona de playa muy próximo a la ubicación del sitio del proyecto.



En la Figura 4. 20, se observa la presencia de gran cantidad de residuos sólidos ubicados en la zona de playa del Sistema Ambiental, muy próximos al sitio del proyecto. En la Figura 4. 21, aprecia de manera general la condición de la vegetación presente en la orilla de playa en donde se observa la presencia de infraestructura, la acumulación de zargazo y la presencia de casuarinas y palmas en los predios particulares.



Figura 4. 20. Presencia de residuos sólidos municipales en la zona de playa del Sistema Ambiental.



Figura 4. 21. Condiciones de la vegetación herbácea presente a la orilla de playa, así como la acumulación de zargazo y la presencia de infraestructura como un muelle de madera y un área de estacionamiento de lanchas.



En la aparte continental del Sistema Ambiental, se distribuye vegetación introducida ubicada y distribuida en camellones y sobre banquetas, además de pequeños fragmentos de vegetación con un mayor grado de conservación ubicados en los predios particulares, en donde aún no se realiza ninguna obra o ubicación de algún tipo de infraestructura, tal como se puede observar en la Figura 4. 22.



Figura 4. 22. Especies vegetales introducidas distribuidas en el Sistema Ambiental, específicamente sobre camellones y banquetas.

#### IV.2.2.1.2. ESPECIES REGISTRADAS A NIVEL SISTEMA AMBIENTAL

En la Tabla 4. 3, se listan las especies registradas a nivel Sistema Ambiental, que fueron observadas durante los recorridos efectuados durante el trabajo de campo.

Tabla 4. 3. Listado de especies registradas a nivel Sistema Ambiental.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059/ENDEMISMO
Agavaceae	<i>Agave americana</i>	Agave americano	-
Agavaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Palma bambú	-
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de mar	-
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	-
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Rosa laurel	-

Tabla 4. 3. Listado de especies registradas a nivel Sistema Ambiental.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059/ENDEMISMO
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla, cojón de gato	-
Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	-
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Rosa lurel	
Arecaceae	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Palma real	Amenazada
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Amenazada
Arecaceae	<i>Cocus nucifera</i>	Coco de agua	-
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Palma	-
Arecaceae	<i>Washingtonia filifera</i>	Washintonia	
Asparagaceae	<i>Dracaena sp</i>	Dracaena	
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	-
Bataceae	<i>Batis maritima</i>	Mañanita de mar	
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Tabaquillo	-
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote	
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	-
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	-
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	-
Convolvulaceae	<i>Ipomoea prescaprea</i>	Ipomea	
Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i>	Palma cicas	-
Euphorbiaceae	<i>Codiaeum variegatum</i>	Crotón	-
Euphorbiaceae	<i>Ricinus comunis</i>	Higuerilla	-
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Framboyan	-
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitan che	-
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamuchil	-
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco	
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i>	Lechuga de mar	-
Leguminoseae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	Palo colorado	-
Malvaceae	<i>Malva viscus arboreus</i>	Tulipancillo	-
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Ficus	-
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	-
Moraceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Warumbo	-
Nyctaginaceae	<i>Guapira sp</i>	Tatsi	-
Poaceae	<i>Cynodon nlenfuensis</i>	Alicia	-
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Bambú	-
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Pasto de Guinea	-
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo de alepo	-
Portulacaceae	<i>Portulaca sp</i>	Verdolaga	
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	-
Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i>	Noni	
Vervenaceae	<i>Lantana hirta</i>	Oregano de mar	-

#### IV.2.2.1.3. ESPECIES LISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES, IUCN, REGISTRADAS A NIVEL SISTEMA AMBIENTAL

En el Sistema Ambiental, se presentan dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal es el caso de la palma chit (*Thrinax radiata*) y la palma kuka (*Pseudophoenix sargentii*), ambas especies son No Endémicas y listadas como Amenazadas, sin embargo estas especies no se verán afectadas por ninguna de las actividades del proyecto.

En el Anexo 4.2, se incluyen las fichas descriptivas de las especies animales y vegetales registradas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### IV.2.2.1.4. TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL SITIO DEL PROYECTO

El sitio del proyecto, de acuerdo con la Serie V del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, se encuentra inmerso dentro de la vegetación de dunas costeras, como se puede apreciar en la Figura 4. 16.

En la Figura 4. 23, se presenta de manera general las condiciones actuales que presenta el sitio del proyecto, específicamente la superficie en donde se llevarán a cabo el relleno de playa y la construcción de la duna artificial. En las imágenes se aprecia el cerco de color verde que delimita el sitio del proyecto (área de playa) con respecto al predio en donde actualmente se lleva a cabo la construcción de Complejo Hotelero Playa Mujeres. La vegetación que se presenta es básicamente de tipo herbáceo dominado por ipomeas, batis y algunos pastos que se distribuyen en el frente de playa. Se observa también la acumulación de zargaso proveniente de mar adentro arrastrado por las olas.







Figura 4. 23. Condiciones que presenta el sitio del proyecto, específicamente el frente de playa en donde se llevar a cabo el relleno de playa y la construcción de la duna artificial.

De manera específica, dentro del sitio del proyecto, se registró la dominancia de ciertas especies, tales como: *Hymenocallis littoralis* (lirio de mar), *Tournefortia gnaphalodes* (tabaquillo), *Ipomoea pescaprea* (ipomea), *Sorghum halepense* (sorgo de alepo), tal como se puede apreciar en la Figura 4. 24. Así mismo, en la Figura 4. 25. Ubicación general de los arrecifes artificiales en el sitio del proyecto., se puede observar de manera general la ubicación de los arrecifes artificiales 100 metros mar adentro.



Figura 4. 24. Individuos de *Cordia dodecandra* y *Tournefortia gnaphalodes*, presentes en el sitio del proyecto.





Figura 4. 25. Ubicación general de los arrecifes artificiales en el sitio del proyecto.

También es importante destacar que dentro del sitio del proyecto se observaron ejemplares de algunas algas, tales como: *Sargassum vulgare*, *Laurencia intricata*, *Dicyota cervicornis*, *Laurencia caraibica*, *Acetabularia schenckii*; y pastos marinos como *Halodule wrightii*, mismas que se pueden observar en la Figura 4. 26, Figura 4. 27 y la Figura 4. 28. Algunas de estas algas son arrastradas por efecto de la marea y otras se establecen de manera natural en el estrato rocoso.



Figura 4. 26. *Sargassum vulgare* (izq) y *Laurencia intricata* (der), presentes en el sitio del proyecto.



Figura 4. 27. *Halodule wrightii* (izq) y *Dicyota cervicornis* (der), presentes en el sitio del proyecto.



Figura 4. 28. *Laurencia caraibica* (izq) y *Acetabularia schenckii* (der), presentes en el sitio del proyecto.

En el Anexo 4.3, se incluye el documento de caracterización de la biota marina, el cual se efectuó en las aguas continentales ubicado en la parte de enfrente de la zona donde se realizará el relleno de playa y la construcción de la duna artificial.

#### IV.2.2.1.2. LISTADO DE ESPECIES PRESENTES EN EL SITIO DEL PROYECTO

En la Tabla 4. 4, se listan las especies registradas a nivel sitio del proyecto, que fueron observadas durante los recorridos efectuados durante el trabajo de campo.

Tabla 4. 4. Listado de especies registradas a nivel Sistema Ambiental.

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059/ENDEMISMO
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de mar	-
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Amenazada
Arecaceae	<i>Cocus nucifera</i>	Coco de agua	-
Bataceae	<i>Batis maritima</i>	Mañanita de mar	
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea prescaprea</i>	Ipomea	
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i>	Lechuga de mar	-
Poaceae	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Alicia	-
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Pasto de Guinea	-
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo de alepo	-
Portulacaceae	<i>Portulaca sp</i>	Verdolaga	
Vervenaceae	<i>Lantana hirta</i>	Oregano de mar	-

En el Anexo 4.3, se incluye el documento de caracterización de la biota marina, el cual se efectuó en las aguas continentales ubicado en la parte de enfrente de la zona donde se realizará el relleno de playa y la construcción de la duna artificial.



---

---

#### **IV.2.2.1.3. ESPECIES INCLUIDAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES; IUCN, PRESENTES EN EL SITIO DEL PROYECTO**

En el sitio del proyecto, se presenta la palma chit (*Thrinax radiata*), con solo dos individuos de porte pequeño, por lo que antes de dar inicio con la preparación de sitio, se procederá a realizar las correspondientes actividades de rescate de dichos ejemplares, para reubicarlos en sitios previamente seleccionados.

Para el, sitio del proyecto y su área de influencia, no hay especies con alguna categoría en la Convención Internacional de Especies Amenazadas.

En el Anexo 4.2, se incluyen las fichas descriptivas de las especies de flora que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y las cuales se registraron en el Sistema Ambiental y en el sitio del proyecto.

#### **IV.2.2.1.2. ESPECIES CON POSIBLE USO Y APROVECHAMIENTO PRESENTES EN EL SITIO DEL PROYECTO**

Dentro del sitio del proyecto, no se registró ninguna especie vegetal con posible uso o aprovechamiento por parte de la población local

#### **IV.2.2.2. FAUNA TERRESTRE**

##### **IV.2.2.2.1. COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA**

Durante el trabajo de campo en el sitio del proyecto en el cual se realizarán las obras contempladas para el proyecto, se pudieron observar aves asociadas a ambientes perturbados como el Zanate (*Quiscalus mexicanus*) y algunas aves acuáticas como los charranes (*Thalasseus sandwicensis* y *Thalasseus maximus*), cormoranes (*Phalacrocorax auritus*), etc.

Para el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto se reportaron un total de 4 especies de Reptiles (dos órdenes, cuatro familias), 14 especies de Aves (seis órdenes y 9 familias), y 1 especie de Mamífero (un orden, una familia).

De estas especies registradas para el Sistema Ambiental, se tiene una abundancia absoluta de: Aves con 26 individuos, Mamíferos con 1 y Reptiles con 18 individuos, tal como se puede observar en la Figura 4. 29.



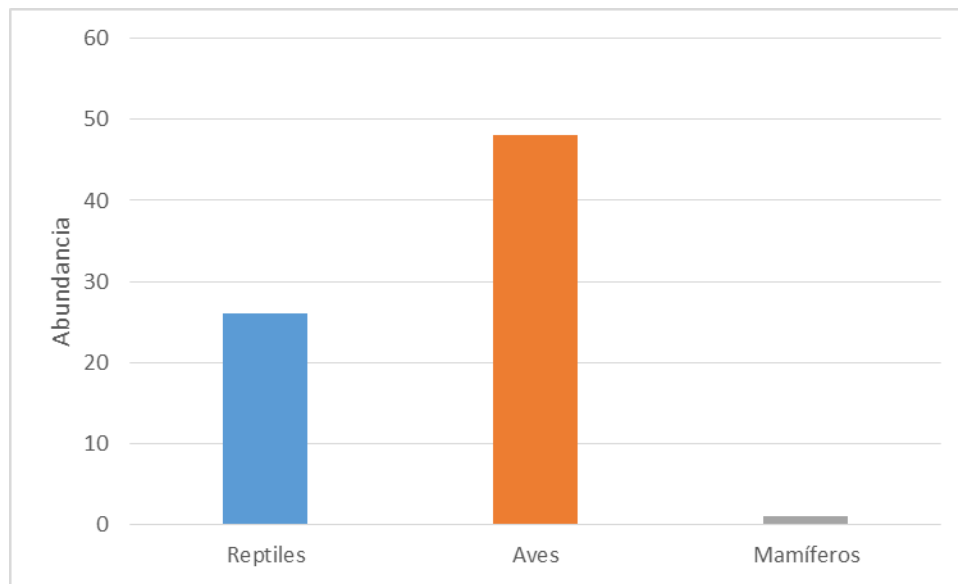


Figura 4. 29. Abundancia absoluta por grupo taxonómico tanto para el sistema ambiental y sitio del proyecto.

#### IV.2.2.2.2. FAUNA TERRESTRE REGISTRADA EN EL SISTEMA AMBIENTAL (SA)

La riqueza de especies en el Sistema Ambiental, se registró de la siguiente manera: aves ( $n_{AI}=14$ ), mamíferos ( $n_{AI}=1$ ) y reptiles ( $n_{AI}=4$ ). La abundancia absoluta a nivel Sistema Ambiental (SA), fue: aves con 26 individuos, mamíferos con un individuo y reptiles con 18 individuos (Tabla 4. 5Tabla 4. 5). En el Anexo 4.4, se incluye el registro fotográfico, de las especies observadas a nivel Sistema Ambiental.

Tabla 4. 5. Índice de Shannon-Wiener y H' max para cada grupo faunístico en el Sistema Ambiental.

SISTEMA AMBIENTAL	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER	H'MAX
General	2.6977	2.9444
<b>GRUPO FAUNÍSTICO</b>		
Reptiles	1.2394	1.3862
Aves	2.4817	2.6390
Mamíferos	0	0

De lo anterior se puede concluir que el grupo avifaunístico es el más diverso a comparación de los otros dos grupos a nivel Sistema Ambiental. En el caso de los mamíferos, al tener sólo un registro el índice de biodiversidad se anula, puesto que, al tener una sola especie, se concluye que el grupo no es diverso.

A pesar de que el grupo de las aves es el más diverso a comparación de los otros dos grupos, el índice que presenta, en cuestión de biodiversidad, es medio, y la herpetofauna

presenta un índice bajo, todo esto, debido a que el Sistema Ambiental se presenta en una zona urbana y el tipo de especies de aves que se encuentran comúnmente en este lugar perturbado son especies generalistas, siendo que éstas ya no hacen una representación fiel de las especies de un ecosistema de humedal tipo costero.

**Reptiles.**

Para el Sistema Ambiental, durante el trabajo de campo, se registraron 4 pertenecientes a las familias Iguanidae, Phrynosomatidae, Crocodylidae y Teiidae: *Ctenosaura similis*, *Sceloporus cozumelae*, *Aspidoscelis rodecki* y *Crocodylus acutus*.

**Aves.**

Para el Sistema Ambiental, se registraron 14 especies en 9 familias, con una especie semiendémica: *Icterus cucullatus* (semiendémica); de igual forma se tiene un registro de una especie introducida que sería *Streptopelia decaocto*.

**Mamíferos.**

Se registró para el Sistema Ambiental, sólo un rastro de una especie de mamíferos, tal es el caso de *Bassariscus astutus*, registrado en la zona de la escollera del Sistema Ambiental.

En el Sistema Ambiental, el mayor número de registros se dio para el grupo avifaunístico, debido a que la mayor parte de las especies tienden a tener cierto grado de tolerancia a la perturbación, aunado a que presentan una alta movilidad.

A continuación se presenta la Tabla 4. 6, donde se enlistan todas las especies de fauna presentes a nivel Sistema Ambiental con abundancias absolutas y relativas.

**Tabla 4. 6. Abundancias absolutas y relativas para las especies del Sistema Ambiental.**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA NI	ABUNDANCIA RELATIVA PI= NI/N	ÍNDICE DE SHANNON H' = -Σ(PILNPI)	H'MAX= LN(S)
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	5	0.11111111	0.24413606	2.94443898
Squamata	Teiidae	<i>Aspidoscelis rodecki</i>	Huico de Rodeck	5	0.11111111	0.24413606	
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra, iguana rayada	7	0.15555556	0.28945036	
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de río	1	0.02222222	0.0845925	

Tabla 4. 6. Abundancias absolutas y relativas para las especies del Sistema Ambiental.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA NI	ABUNDANCIA RELATIVA PI= NI/N	ÍNDICE DE SHANNON H' = $-\sum (PI \cdot \ln PI)$	H' MAX= LN(S)
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Magnífica	1	0.02222222	0.0845925	
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	1	0.02222222	0.0845925	
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	1	0.02222222	0.0845925	
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle Tropical	3	0.06666667	0.18053668	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	2	0.04444444	0.13837846	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	1	0.02222222	0.0845925	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Ala Aserrada	5	0.11111111	0.24413606	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina Azulnegra	3	0.06666667	0.18053668	
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Vetula	2	0.04444444	0.13837846	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio	2	0.04444444	0.13837846	
Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	1	0.02222222	0.0845925	
<b>TOTAL</b>				<b>45</b>		<b>2.69777825</b>	<b>-</b>

### Especies endémicas y aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES e IUCN

De las especies faunísticas registradas a nivel Sistema Ambiental, las aves *Icterus cucullatus* presenta carácter semiendémico mientras que *Streptopelia decaocto* presenta carácter invasora.

Además cuatro especies presentan alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal es el caso de: *Ctenosaura similis* (A- Amenazada), *Sceloporus cozumelae* (Pr- Sujeta a protección especial), *Aspidoscelis rodecki* (P- en peligro de extinción), *Crocodylus acutus* (Pr - Sujeta a protección especial) y *Eupsittula nana* (Pr- sujeta a protección especial).

En cuanto a los Apéndice del CITES - (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), solo *Eupsittula nana* (perico pecho sucio) se encuentra en el número II.

Respecto a la lista roja de la IUCN, las 19 especies de fauna presentan alguna categoría. 17 de ellas presentan la clasificación Lc (Least concern), mientras que *Aspidoscelis rodecki* presenta categoría Nt (Near threatened) y *Crocodylus acutus* presenta categoría Vu (Vulnerable).

**IV.2.2.2.3. FAUNA TERRESTRE REGISTRADA EN EL SITIO DEL PROYECTO**

En el sitio del proyecto, solo se registraron el grupo de las aves y de reptiles debido a la magnitud del proyecto y a las condiciones costeras en las que se presenta, siendo estas favorables para el grupo avifaunístico; el grupo de los reptiles presentó una riqueza específica de  $n_{SP}=3$ , mientras que el grupo de las aves fue de  $n_{SP}=3$ . En cuanto a la abundancia absoluta, aportaron un total de 8 individuos para los reptiles y 22 individuos para las aves. Lo anterior se representa por los índices de biodiversidad (Tabla 4. 7), en donde se observa que el grupo más representativo de la zona costera es el de las aves, lo cual se puede deber a que este grupo tiene un hábito más tolerante a las perturbaciones antrópicas que los otros dos, además las aves presentan una amplia movilidad variando de algunos metros a varios kilómetros.

**Tabla 4. 7 .Índice de Shannon-Wiener y H´max para cada grupo faunístico presente en el sitio del proyecto.**

SITIO DEL PROYECTO	ÍNDICE DE SHANNON-WIENER	H´MAX
General	2.4601	2.6390
<b>GRUPO FAUNÍSTICO</b>		
Reptiles	1.0821	1.0986
Aves	2.1704	2.3978
Mamíferos	-	-

**Reptiles**

Se registraron 3 especies pertenecientes a las familias Iguanidae, Phrynosomatidae, y Teiidae: *Ctenosaura similis*, *Sceloporus cozumelae* y *Aspidozelis rodecki*.

**Aves**

En el caso de las aves, se tiene un registro de 11 especies (cuatro ordenes, y ocho familias) en el sitio del proyecto, donde las especies más abundantes fueron *Fregata magnificens* y *Quiscalus* con cinco individuos cada especie.

A continuación en la Tabla 4. 8, se presenta el listado de especies presentes a nivel de sitio del proyecto, en donde se indica si presentan alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES, IUCN o si es endémica, junto con su abundancia y frecuencia, y su estacionalidad.



Tabla 4. 8. Listado de especies de fauna silvestre registradas a nivel sitio del proyecto.

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDEMICIDAD	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	E	Pr	Lc	-	2	0	0.18053668	2.63905733
<i>Aspidoscelis rodecki</i>	Huico de Rodeck	E	P	Nt	-	3	0.1	0.23025851	
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra, iguana rayada	-	A	Lc	-	3	0.1	0.23025851	
<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras Rojizo	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
<i>Thalasseus sandwicensis</i>	Charrán de Sandwich	-	-	Lc	-	2	0.06666667	0.18053668	
<i>Calidris minutilla</i>	Playero Chichicuilote	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	-	-	Lc	-	5	0.16666667	0.29862658	
<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán Real	-	-	Lc	-	2	0.06666667	0.18053668	
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina Pueblera	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán Orejudo	-	-	Lc	-	2	0.06666667	0.18053668	
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Magnífica	-	-	Lc	-	5	0.16666667	0.29862658	
<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
	<b>TOTAL</b>					<b>22</b>		<b>2.4601</b>	

ENDEMICIDAD: E: Endémica; SE: Semiendémica; CE: Cuasiendémica

CATEGORIAS DE RIESGO EN NOM-059-SEMARNAT-2010: E-probablemente extinta en el medio silvestre; P- en peligro de extinción; A-amenazadas; Pr- sujetas a protección especial.

IUCN: Lc- least concern; NT-near threatened; VU- vulnerable; EN-endangered; CR-critically endangered; EW-Extinct in the wild; EX-Extinct.

CITES: I- Se encuentra en apéndice I; II-Se encuentra en apéndice II; III-Se encuentra en apéndice III

ESTACIONALIDAD: M= migratorio en época no reproductiva; R=residente; I= introducida.

## Especies endémicas y aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES e IUCN

Para el sitio del proyecto, se registraron dos especies que presentan alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 únicamente del grupo de reptiles: *Sceloporus cozumelae* (Pr – Sujeta protección especial) y *Aspidoscelis rodecki* (P – en peligro de extinción).

Respecto a la IUCN Red List, todas las especies presentan categoría de Least concern (Lc), a excepción de *Aspidoscelis rodecki*, que presenta categoría de Near threatened (Nt).

Ninguna de estas especies se encuentra en los apéndices CITES.

En la Figura 4. 30, se presentan las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el sitio del proyecto.

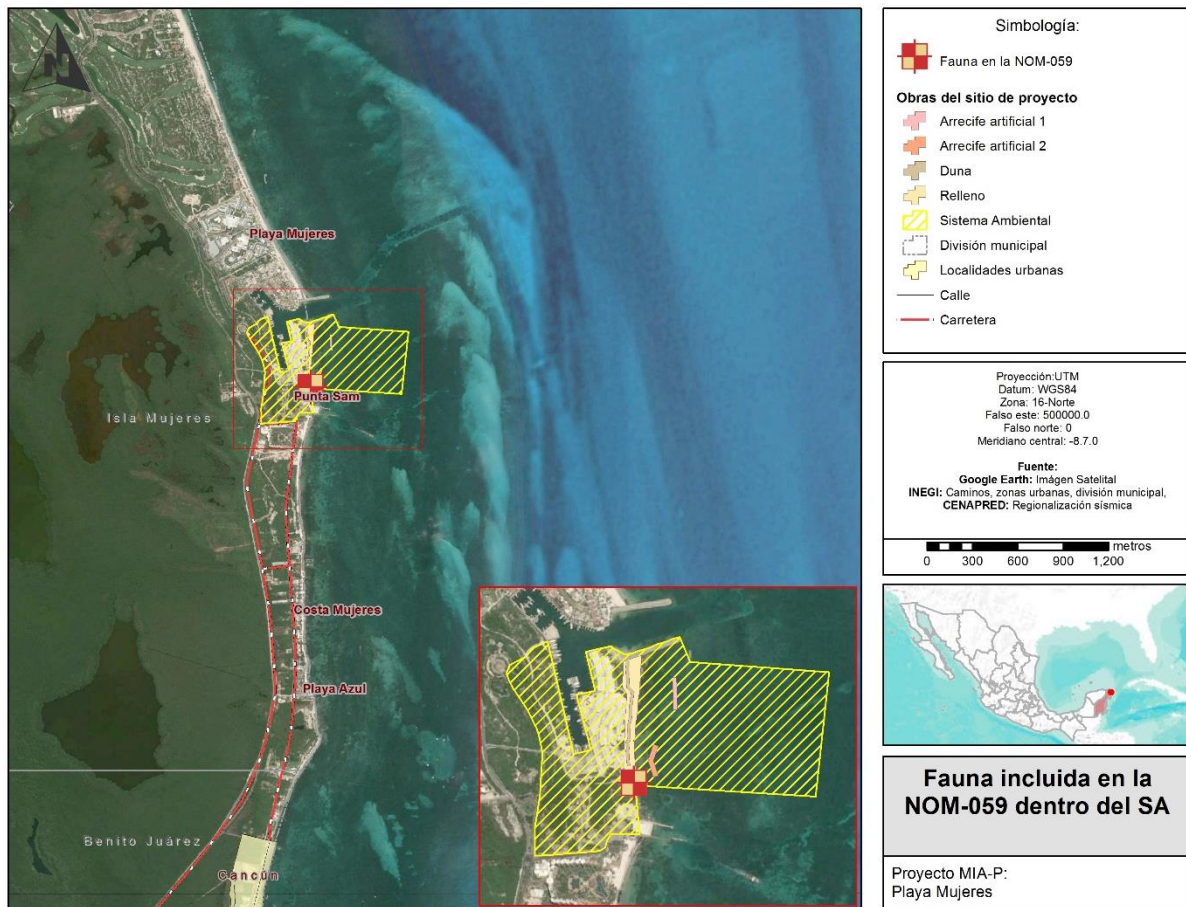


Figura 4. 30. Ubicación de las especies listadas en la NOM-059 en el sitio del proyecto.

En el Anexo 4.2, se incluyen las fichas descriptivas de las especies de flora y fauna que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### IV.2.2.2.4. ESPECIES INDICADORAS DE LA CALIDAD DEL HÁBITAT

Ya que el sitio del proyecto se encuentra modificado por las actividades antropogénicas de la zona turística, las especies que encontramos como indicadores de calidad del hábitat

---

---

son aquellas que son tolerantes a los medios perturbados y que se han adaptado a las condiciones urbanas como lo son *Quiscalus mexicanus*, las especies de golondrinas como *Hirundo rustica* y *Petrochelidon fulva*, o en el caso de las aves marinas que comúnmente son observadas en las áreas costeras modificadas como *Phalacrocorax auritus*, *Thalasseus sandwicensis* y *Fregata magnificens*, se les puede observar perchadas en los muelles y en las lanchas estacionadas, por lo que se confirma el estado perturbado de la zona.

#### IV.2.2.2.5. ZONAS DE REFUGIO, ANIDACIÓN Y CRIANZA

Debido a la ubicación del proyecto, se han registrado algunas zonas de anidación para especies de tortuga marina en Playa Mujeres, sin embargo, estos arribos son esporádicos entre los meses de mayo y septiembre. Estas no se verán afectadas siempre y cuando no se realicen las actividades de preparación y construcción en estas épocas, ya que las actividades de preparación y construcción del proyecto no afectarán la zona de anidación, ya que en la zona costera se pretende mitigar la degradación de la misma, con la implementación de una duna costera, al igual de que, al implementarse la zona de arrecifes estos podrían ser una zona importante de refugio y alimentación para diversas especies marinas.

En el Anexo 4.4, se incluye el registro fotográfico de las especies registradas a nivel Sistema Ambiental, y aquellas presentes en el sitio del proyecto.

#### IV.2.2.3. BIOTA MARINA

Para el estudio del Sistema Ambiental, se delimitó un polígono sobre el mar de 30 hectáreas de superficie que se ubica dentro de la extensa laguna arrecifal que existe frente a las costas del desarrollo Playa Mujeres, dentro de la Bahía de Mujeres, al noreste de Quintana Roo, flanqueado por dos estructuras artificiales que son el canal de acceso a la marina La Amada al norte, y la terminal marítima de Punta Sam al sur. Hacia el oeste el polígono colinda con una playa arenosa de 4 m de ancho promedio y al este con la Bahía de Mujeres (Ver Anexo 4.3, de la Caracterización Biótica del ambiente marino).

En esta región predomina la corriente del Caribe, que fluye al norte y penetra desde el sureste en dirección del estrecho de Yucatán. A ambos lados de dicha corriente existen contracorrientes y vórtices de dirección y velocidad variables. La salinidad del mar en la plataforma continental en el norte de Quintana Roo varía entre 35 y 36 ppm y la temperatura superficial oscila entre los 28° C en el verano y los 24° C en el invierno. El régimen de mareas en dicha área corresponde al tipo mixto semidiurno de baja amplitud, ya que no oscila más de 40 cm en la pleamar máxima registrada (CONANP/SEMARNAP 1998).

Se registraron datos en nueve transectos de 20 m de longitud en dirección Sur-Norte en las coordenadas que se presentan en la Tabla 4. 9 y la Figura 4. 31.

**Tabla 4. 9. Coordenadas de cada uno de los transectos de muestreo dentro del sitio del proyecto y Sistema Ambiental.**

TRANSECTO	X	Y
PM1	520668.84	2348192.90
PM2	520893.32	2348172.70
PM3	521160.70	2348143.96
PM4	520659.02	2348326.06
PM5	520914.92	2348311.13
PM6	521163.97	2348302.06
PM7	520685.48	2348461.05
PM8	520899.82	2348462.22
PM9	521166.66	2348503.01



**Figura 4. 31. Ubicación de los transectos de muestreo dentro del sitio del proyecto y Sistema Ambiental para la determinación de la biota marina.**



Para la caracterización de la biota marina se llevó a cabo un muestreo estratificado, considerando tres ambientes diferenciados por la profundidad:

- Zona somera: de un metro de profundidad promedio
- Zona intermedia: entre 2 y 2.5 m de profundidad
- Zona profunda: entre 3 y 3.5 m de profundidad

Se colocaron transectos de cadena de 20 m de longitud (*sensu* Loya, 1972 y Porter, 1972) en sentido norte-sur sobre el lecho marino, como referencia para estimar la composición específica, distribución, abundancia y diversidad de los taxa de organismos arrecifales. Dichos transectos sirvieron de guía para la implementación de técnicas de muestreo que variaron de acuerdo al grupo de organismos a registrar, tal y como se muestra en la Tabla 4. 10 (Ver Anexo 4.3, de caracterización Biótica del ambiente marino).

**Tabla 4. 10. Técnicas de muestreo aplicadas por grupo taxonómico para la caracterización de la biota marina en el sitio del proyecto y Sistema Ambiental.**

GRUPO TAXONÓMICO	TÉCNICA DE MUESTREO
Vegetación marina (pastos marinos y algas)	Se colocaron cuadrantes de 25 cm <sup>2</sup> divididos en cuadros de 5X5 cm, a cada 5 m a lo largo del transecto. Se registró la cobertura a partir del número de cuadros de 5X5 cm ocupados por cada especie.
Ictiofauna	Se registraron el número de organismos por especie observados a 1 m de distancia a cada lado del transecto, registrando también la profundidad a la que se encontró a cada individuo.
Escleractinios	Se contaron el número de eslabones de la cadena ocupados por cada colonia y se registró su especie.

#### IV.2.2.3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA BIOTA MARINA

El tipo de fondo que predomina en el Sistema Ambiental y sitio del proyecto es arenoso con pasto marino. La profundidad mínima es de un metro en la zona más cercana a la playa y de 3.5 m en el límite este del polígono. La visibilidad promedio fue de 1 m en la zona más cercana a la playa pero aumentó en relación directa a su lejanía de la playa hasta alcanzar los 10 m en el límite este del polígono de estudio (Figura 4. 32). El flujo de embarcaciones en la zona es constante y fue necesario marcar con una boya al grupo de buzos para evitar algún accidente. También se encontró un tubo de aproximadamente 50 cm de diámetro, fijado al fondo marino con muertos de concreto y que corre desde la costa continental hacia la Isla Mujeres, que por los organismos marinos sésiles que se desarrollan tanto sobre el tubo como sobre los muertos de concreto, es posible inferir que dicha instalación fue colocada hace más de 15 años (Figura 4. 33).



**Figura 4. 32. Visibilidad en el sitio del proyecto y Sistema Ambiental. Izquierda: zona somera (sitio del proyecto). Derecha: zona profunda (Sistema Ambiental).**



**Figura 4. 33. Tubo fijado al fondo marino que atraviesa Sistema Ambiental. A la derecha se observa uno de los muertos de concreto que lo mantienen fijo al fondo**

En el Sistema Ambiental se distinguieron tres zonas en donde la visibilidad, la cobertura de pastos marinos y la presencia/ausencia de cianobacterias variaron de forma conjunta. En la zona somera (también ubicado el sitio del proyecto) más cercana a la playa el sustrato se encontró constituido por arena desnuda y algas rojas, así como por parches dispersos de pastos marinos. En el área de profundidad intermedia la visibilidad fue mayor, la cobertura de pastos aumentó y se registró abundancia de cianobacterias. Por último, en la zona profunda y más alejada de la costa, la visibilidad fue máxima así como la cobertura de pastos marinos, los cuales no presentaron cobertura de cianobacterias (Figura 4. 34).

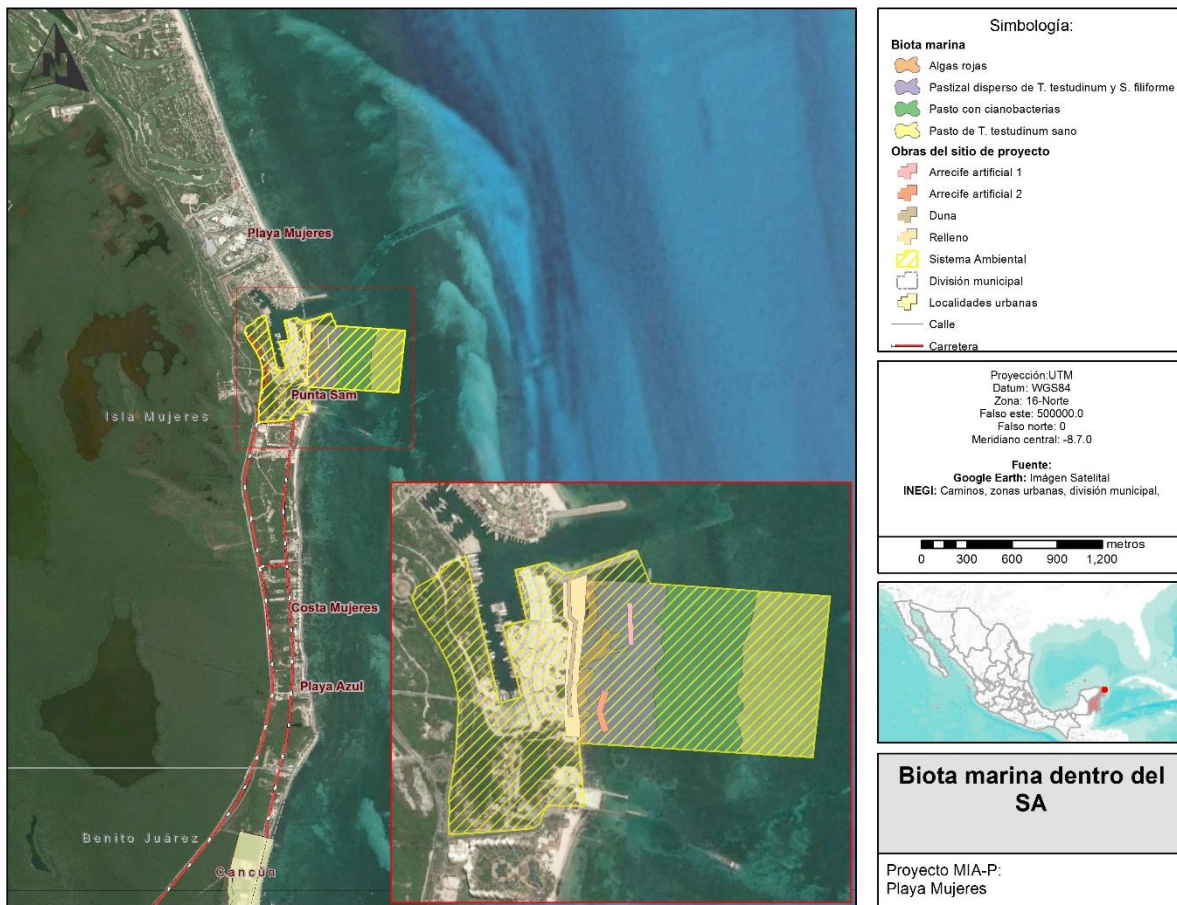


Figura 4. 34. Zonas de acuerdo a su profundidad, visibilidad, cobertura de pastos marinos y presencia/ausencia de cianobacterias.

### Vegetación marina

La comunidad que presentó mayor extensión en el área de estudio correspondió al pastizal de *Thalassia testudinum*, cuyas características en cuanto a densidad, altura y composición variaron ligeramente de acuerdo a su profundidad y cercanía a la costa. La abundancia y composición de la comunidad de macroalgas también presentó variaciones con relación a los mismos parámetros.

#### *Composición específica.*

En el Sistema Ambiental, se registraron un total de 26 especies de macroalgas, pertenecientes a 13 géneros y tres phyla. Como parte de la vegetación marina también se registraron dos especies de pasto marino pertenecientes al Phylum Magnoliophyta, así como una especie de cianobacteria (Tabla 4. 11).



En el caso del sitio del proyecto se registró en abundancia a la especie de pasto marino *Thalassia testudinum* y en pequeños parches a *Syringodium filiforme*.

**Tabla 4. 11. Abundancia relativa de las especies de vegetación marina registradas en el Sistema Ambiental y sitio del proyecto. Los rangos de abundancia para establecer las categorías son los siguientes: D=Dominante (>20% de la muestra); A=Abundante (10-20% de la muestra); C=Común (5-10% de la muestra); E=Escasa (1-5% de la muestra); R=Rara (<1% de la muestra).**

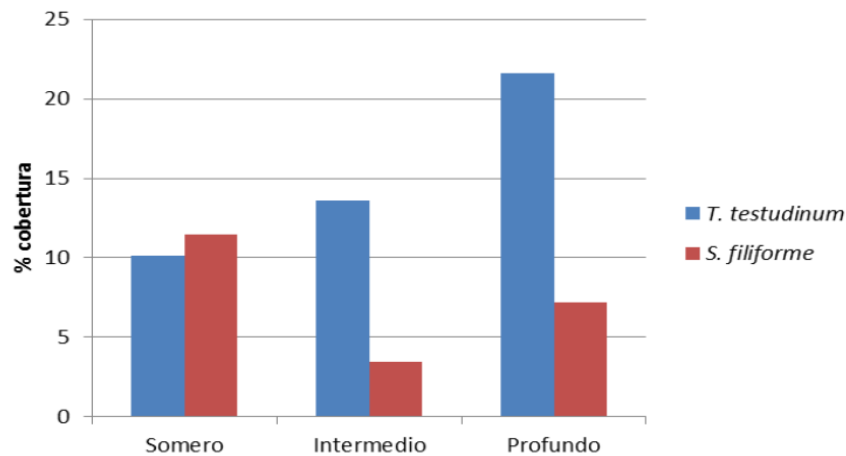
PHYLUM	ESPECIE	ZONA		
		SITIO DEL PROYECTO	SISTEMA AMBIENTAL	
		SOMERO	INTERMEDIO	PROFUNDO
Chlorophyta	<i>Avrainoillea asarifolia</i>			R
	<i>Caulerpa cupressoides</i>		R	R
	<i>Caulerpa paspaloides</i>	E	E	E
	<i>Caulerpa prolifera</i>	A	E	C
	<i>Caulerpa sertularioides</i>		E	
	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>			E
	<i>Halimeda incrassata</i>	A	A	C
	<i>Halimeda monile</i>		E	E
	<i>Halimeda tuna</i>		R	E
	<i>Penicillus capitatus</i>	C	E	E
	<i>Penicillus dumetosus</i>	E	C	E
	<i>Penicillus lamourouxii</i>		E	
	<i>Penicillus pyriformis</i>	R	A	E
	<i>Riphilia tomentosa</i>			R
	<i>Riphocephalus phoenix</i>	R	C	E
<i>Udotea flabellum</i>		E		
<i>Udotea spinulosa</i>	E	E		
Phaeophyta	<i>Dictyota caribaea</i>			E
	<i>Dictyota cervicornis</i>			E
	<i>Dictyota crenulata</i>	C	E	E
	<i>Dictyota pulchella</i>			E
	<i>Hypnea cervicornis</i>	R		R
Rhodophyta	<i>Amphiroa fragilissima</i>			C
	<i>Chondria sp.</i>	R		
	<i>Laurencia intricata</i>	C		
	<i>Laurencia poiteaui</i>	A	E	C
Magnoliophyta	<i>Syringodium filiforme</i>	A	E	C
	<i>Thalassia testudinum</i>	A	A	D
Cyanobacteria	<i>Cf. Symploca sp.</i>		A	
No. de especies		15	18	29

### *Distribución y estado de conservación de los pastos marinos.*

Al tratarse de un ambiente de pastizal, las especies que dominaron el sustrato marino fueron los pastos marinos (Magnoliophytas), principalmente la especie *T. testudinum*. Esta se distribuyó de forma continua en el Sistema Ambiental, aunque mostró un incremento gradual de su abundancia desde la parte más somera, en donde se registró un 10 % de cobertura, hasta la parte más profunda, en donde presentó su dominancia máxima, ocupando casi el 22 % de la cobertura total del sustrato.



En cambio, la especie *Syringodium filiforme* se encontró distribuida en parches, alternado casi siempre con *T. testudinum*. Su abundancia fue mayor en las partes someras, en donde presentó casi el 12% de cobertura, mientras que en la parte intermedia su cobertura fue del 3.5 % del sustrato, y en la parte profunda del 7% (Figura 4. 35).



**Figura 4. 35. Porcentaje de cobertura que presentaron las 2 especies de pasto marino presentes en el sitio del proyecto y Sistema Ambiental. Somero: 1 m de profundidad (sitio del proyecto); Intermedio: 2 a 2.5 m de profundidad; Profundo: 3.5 m de profundidad (Sistema Ambiental).**

Asimismo se encontró una variación en la cobertura de los pastos marinos en sentido norte-sur dentro del sitio del proyecto y el Sistema Ambiental. En la zona somera al norte, la cobertura de *T. testudinum* fue mayor que en la porción somera sur (sitio del proyecto), donde se encontró prácticamente ausente. De igual manera, los parches de *S. filiforme* en la zona somera norte fueron más abundantes que en la zona somera sur. Hacia la parte del centro y del norte, se observó la presencia de pastizal somero, encontrando un parche de *S. filiforme* en la parte intermedia y un pastizal de *T. testudinum* en la parte norte (Figura 4. 36).



**Figura 4. 36. Pastizal somero: Camas de algas en la parte Sur (izq), Pastizal de *S. filiforme* en la parte Intermedia (centro) y Pastizal de *T. testudinum* en la parte Norte (der.).**

El estado de conservación de la comunidad de pastos marinos en el Sistema Ambiental fue mejor en la región más profunda, donde la especie dominante *T. testudinum* presentó mayor cobertura, mayor proporción de hojas verdes y menor cantidad de epífitas creciendo sobre ellas.

La comunidad de macroalgas también varió según la profundidad y latitud. En la parte somera sur solo se registraron algas verdes calcáreas de crecimiento erecto de los géneros *Halimeda*, *Caulerpa* y *Penicillus*, cubiertas con masas grandes de algas rojas del género *Laurencia*.

En la zona de profundidad intermedia se registró una gran abundancia de cianobacterias asociadas al pastizal de *T. testudinum* y a algunos parches de *S. filiforme* en la parte central (Figura 4. 37). En la zona profunda la comunidad de algas marinas fue muy escasa (Figura 4. 38).



Figura 4. 37. Pastizal intermedio (Sistema Ambiental): Se observa la dominancia de *T. testudinum*, con una alta presencia de cianobacteria cubriendo el dosel de la vegetación marina. Parte sur (izq.), parte intermedia (centro) y parte norte (der.)



Figura 4. 38. Pastizal profundo (Sistema Ambiental): Se observa un pastizal sano dominado por la especie *T. Testudinum*, es muy abundante. Parte sur (izq.), parte intermedia (centro) y parte norte (der.)

**Abundancia y riqueza específica.**

La cobertura de vegetación marina fue alta en todo el Sistema Ambiental, estimando valores por arriba del 70%. La zona de profundidad intermedia fue la que presentó el valor más alto de cobertura, lo cual se debió a la gran abundancia de cianobacterias. En cuanto al número de especies, se observó una tendencia de incremento desde la parte somera donde se registró un total de 15 especies, hasta la parte profunda con 23 especies.

**Diversidad y Equitabilidad.**

La diversidad de especies para la comunidad de la vegetación marina del Sistema Ambiental fue muy baja, teniendo valores para el índice de diversidad ( $H'$ ) menores a 0.5. La parte intermedia presentó el valor más bajo debido a la dominancia de cianobacterias. En cuanto al parámetro de equitabilidad, también se registraron valores muy bajos debido a la alta dominancia de los pastos marinos y cianobacterias (Figura 4. 39).

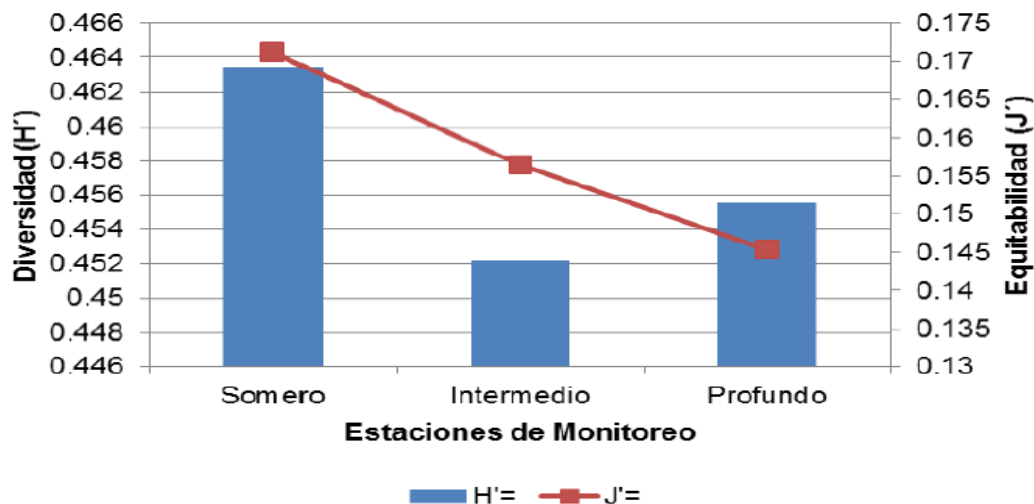


Figura 4. 39. Valores de diversidad ( $H'$ ) y equitabilidad ( $J'$ ) de macroalgas en el Sistema Ambiental.

**Invertebrados**

Los invertebrados registrados en el Sistema Ambiental fueron poco abundantes y se encontraron de forma dispersa. Correspondieron a corales escleractinios, crustáceos, moluscos y equinodermos como langostas (*Panulirus argus*), caracoles (*Strombus gigas*) y estrellas de mar (*Oreaster reticulatus*). Estos organismos se observaron fuera de los transectos, entre los manchones de pastos marinos, por lo que su abundancia fue muy baja (Figura 4. 40).





Figura 4. 40. Invertebrados registrados dentro del Sistema Ambiental. Izquierda: langosta (*Panulirus argus*); centro: caracol (*Strombus gigas*); derecha: estrella de mar (*Oreaster reticulatus*).

En la zona intermedia se encontraron algunos individuos de anémonas del género *Condylactis*. La zona profunda fue la que presentó mayor diversidad y abundancia de invertebrados, representados principalmente por corales escleractinios de las especies *Manicina aerolata*, *Porites furcata*, *P. divaricata*, así como por ejemplares aislados de gorgonaceos del género *Plexaurella* (Figura 4. 41).



Figura 4. 41. Imágenes de corales y anémonas registrados dentro del Sistema Ambiental. Izquierda *Manicina aerolata*; centro *Condylactis* sp.; derecha *Plexaurella* sp.

Dispersas entre los pastos marinos en las tres zonas se registraron especies diversas de esponjas marinas. La abundancia de los corales escleractinios dentro del Sistema Ambiental fue de tan solo 10 individuos registrados a lo largo de los transectos. La zona profunda fue en donde se registraron más especies de corales y mayor número de colonias con las especies *Manicina aereolata*, *Porites furcata* y *Porites porites*, seguido de la zona intermedia con tres individuos de la especie *P. porites* y por último la zona somera con un individuo de *P. porites*. El tamaño de las colonias fue menor a los de 10 cm.

En el sitio del proyecto no se registró ningún tipo de invertebrado o coral escleractinio.



**Peces**

***Riqueza específica.***

En el Sistema Ambiental, se registraron 12 especies de peces arrecifales, sin embargo, por zonas el registro máximo fue de cinco. Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Gerres cinereus* (mojarra) y *Sparisoma aurofrenatum* (pez loro de banda roja). Durante los muestreos se registró un individuo de *Urolophus jamaicensis* (raya amarilla) en la zona profunda; sin embargo fuera de los transectos también se observaron individuos de esta especie en la zona somera (Tabla 4. 12 y Figura 4. 42).

En el caso del sitio del proyecto, no se registró ningún tipo de pez arrecifal.

**Tabla 4. 12. Presencia y abundancia relativa de las especies de peces arrecifales en el Sistema Ambiental: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-19.9%; Común (C)= 5-9.9%; Escasa (E)= 1-4.9% y Rara (R) = <1%.**

FAMILIA	ESPECIE	ZONA		
		SOMERA	INTERMEDIA	PROFUNDA
Carangidae	<i>Caranx ruber</i>			E
Chaetodontidae	<i>Chaetodon capistratus</i>		A	
Gerreidae	<i>Gerres cinereus</i>	D	D	
Haemulidae	<i>Haemulon flavolineatum</i>	E		
	<i>Haemulon sciurus</i>	A		
Labridae	<i>Halichoeres bivittatus</i>			D
Lutjanidae	<i>Ocyurus chrysurus</i>		D	
Pomacentridae	<i>Stegastes fuscus</i>	E		
Scaridae	<i>Scarus iserti</i>		A	
	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	D		D
	<i>Sparisoma viride</i>			D
Urolophidae	<i>Urolophus jamaicensis</i>			E
No. de especies		5	4	5



Figura 4. 42. Raya amarilla (*Urolophus jamaicensis*) registrada en uno de los transectos de muestreo dentro del Sistema Ambiental.

### *Densidad.*

La densidad de peces en todas las zonas de muestreo a nivel Sistema Ambiental fue muy baja, menos de 1 individuo por metro cuadrado. La zona con la menor densidad y número de especies del Sistema ambiental fue la zona intermedia. El tipo de substrato marino preferido por los peces en el área de estudio correspondió pastos marinos; sin embargo, en la zona somera se encontraron restos de un antiguo muelle que también son usados por los peces como sitios de refugio.

### *Diversidad y Equitabilidad.*

La zona profunda presentó la mayor diversidad ( $H'$ ), mientras que la zona intermedia fue la menos diversa. La zona intermedia presentó valores altos de equitabilidad debido a que tanto el número de especies como el número de individuos registrados fueron muy bajos (Figura 4. 43).

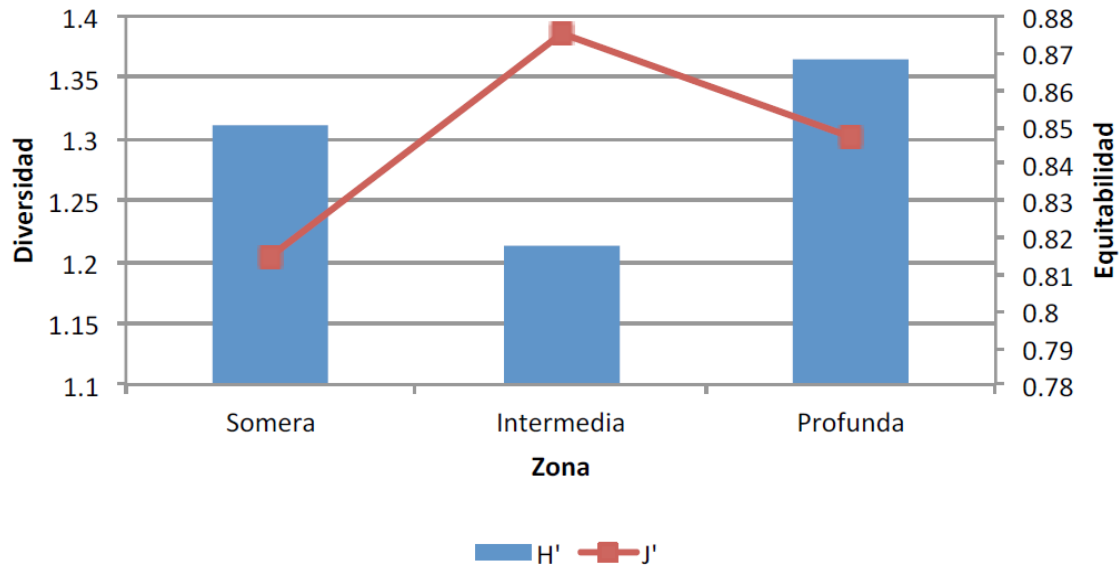


Figura 4. 43. Índices de diversidad y equitabilidad para los peces arrecifales en el Sistema Ambiental.

**Grupos tróficos.**

Los peces de hábitos bentófagos fueron los que registraron una mayor frecuencia en el Sistema Ambiental. Los peces de hábitos herbívoros registraron un mayor número de individuos únicamente en la zona profunda. No se registraron peces con hábitos alimenticios de tipo planctófago y los peces de hábitos ictiófagos fueron muy escasos (Figura 4. 44).

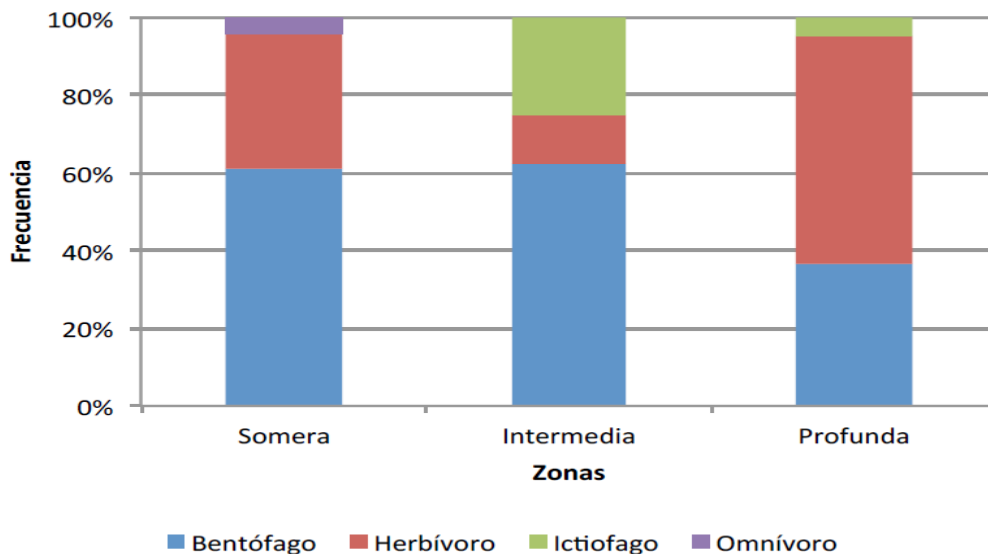


Figura 4. 44. Abundancia relativa de peces arrecifales por grupo trófico en el Sistema Ambiental

---

---

#### IV.2.2.2.4. ESPECIES MARINAS LISTADAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES E IUCN

De todas las especies registradas en el Sistema Ambiental y/o sitio del proyecto, no se registró ninguna que se encuentre bajo protección o considerada en riesgo según la legislación mexicana, incluyendo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### IV.2.2.3.2. ANÁLISIS DE LA COMUNIDAD MARINA

La parte somera del Sistema Ambiental fue la que presentó mayor turbidez y menor cobertura de pastos marinos, lo cual podría deberse en parte a la influencia de la zona terrestre, en particular debido a la resuspensión de arenas en el área donde rompe el oleaje. Sin embargo, el estado de conservación del pastizal en esta zona es regular ya que, a pesar de su baja cobertura, no existe presencia de cianobacterias. Cabe mencionar que en esta parte es donde se ubica el sitio del proyecto.

En el caso del pastizal que se desarrolla en la porción de profundidad media del Sistema Ambiental, el estado de conservación es malo debido a la gran abundancia de cianobacterias indicadoras de contaminación. Es posible que este hecho se deba a la afectación que las playas del Caribe han sufrido por el arribo excesivo de algas del género *Sargassum* sp., que ha sido particularmente intenso en el presente año. Pero también puede ser resultado de alguna otra fuente de nutrientes proveniente de tierra, o de la poca circulación del agua marina en esta zona, asociada al efecto del canal de acceso a la marina y la terminal marítima que flanquean el área de estudio.

El pastizal de la parte profunda del Sistema Ambiental presenta una condición ambiental aceptable, debido a su cobertura mayor al 20% y a la ausencia de cianobacterias, lo cual probablemente se asocie a la influencia de la corriente principal que va hacia el norte.

La biota marina de otro tipo es muy escasa en el Sistema Ambiental y nulo en el caso del sitio del proyecto, encontrándose principalmente en el estrato más profundo. El Sistema Ambiental presenta muy poca riqueza y abundancia de peces arrecifales ya que sólo se observaron 12 especies. Esta situación no es inusual considerando que el substrato predominante son pastos marinos y no existe ningún parche arrecifal que proporcione refugio y protección para los peces. En la zona somera el número de especies registradas fue mayor que en la zona intermedia en parte debido a la existencia de restos de un antiguo muelle en donde estos organismos se congregan para refugiarse.

También debido al tipo de substrato predominante la mayoría de las especies encontradas fueron de hábitos bentófagos, cuyo principal alimento lo constituyen diversos invertebrados que se encuentran en el substrato. Es importante señalar que no se registraron peces con una talla mayor a 40 cm de largo, los peces de talla pequeña tienen



más oportunidad para esconderse entre el pasto marino que los peces de talla grande. En cuanto a los corales escleractinios solo se observaron 10 colonias pequeñas en el polígono de muestreo del sistema ambiente. Estas 10 colonias representan un 0.28% del total cubierto por los transectos. No se encontraron parches de arrecife de coral.

De todas las especies registradas en el Sistema Ambiental o sitio del proyecto no se registró ninguna que se encuentre bajo protección o considerada en riesgo según la legislación mexicana, incluyendo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### IV.2.3. PAISAJE

La descripción y análisis del paisaje se hizo a través de la definición de unidades paisajísticas de acuerdo a las características naturales y modificadas de la zona, puesto que la zona se trata de una zona turística.

#### IV.2.3.1. ANALISIS DE VISIBILIDAD

La visibilidad del paisaje está determinada por relación directa con los elementos físicos (relieve) y bióticos (vegetación), por lo que, en el caso del Sistema Ambiental, al localizarse en una zona turística-urbana que incluye zonas desprovistas de vegetación, así como asentamientos humanos, la visibilidad del paisaje se ve disminuida a pesar de que no presenta zonas con gran relieve.

El sitio del proyecto, al ubicarse en la zona de playa, la accesibilidad visual hacia el sitio, es posible únicamente desde la zona costera (Figura 4. 45), así como de embarcaciones ubicadas mar adentro, a distancias menores a 200 metros (Figura 4. 46). Por lo tanto, el sitio del proyecto tiene nula visibilidad del observador, ubicado desde las vías principales, por la presencia de construcciones diversas las cuales limitan la cuenca visual.



Figura 4. 45. Visibilidad de la zona de playa donde se realizará la duna artificial y relleno de playa.



Figura 4. 46. Visibilidad de la playa y mar adentro donde se realizarán la construcción de los arrecifes.

#### IV.2.3.2. UNIDADES DE PAISAJE

Las unidades del paisaje se han determinado en función a las condiciones naturales o modificadas presentes en el Sistema Ambiental, por lo que se tiene un total de tres unidades paisajísticas, tales como: Unidad de Paisaje de Playa (U-P) (Figura 4. 47), Unidad de Paisaje de Mar (U-M) (Figura 4. 48) y Unidad de Paisaje Urbana (U-U) (Figura 4. 49). De manera particular y de acuerdo a lo anterior, el sitio del proyecto se encuentra ubicado, por partes, dentro de dos tipos de Unidad Paisajística, la Unidad de playa (Figura 4. 50) y la unidad de mar (Figura 4. 51).



Figura 4. 47. Unidad de Paisaje de Playa (U-P) para el Sistema Ambiental. Presente a lo largo de la zona costera, representa gran parte del sitio del proyecto.



**Figura 4. 48. Unidad de Paisaje de Mar (U-M) para el Sistema Ambiental. Zona marítima del presente proyecto. Representa gran parte del Sistema Ambiental.**



**Figura 4. 49. Unidad de Paisaje Urbano (U-U) para el Sistema Ambiental. Toda zona que presenta alguna modificación de índole antropológica. Presente a lo largo del Sistema Ambiental en la zona continental.**





**Figura 4. 50. Unidad de Paisaje de Playa (U-P) para el sitio del proyecto. Presente a lo largo de la zona costera, representa gran parte del sitio del proyecto.**



**Figura 4. 51. Unidad de Paisaje de Mar (U-M) para el sitio del proyecto. Zona marítima del presente proyecto. Representa gran parte del Sistema Ambiental.**



De manera más concreta, en la Tabla 4. 13, se resumen las características principales de las unidades de paisaje, presentes a nivel Sistema Ambiental, en donde se encuentra incluido el sitio del proyecto.

**Tabla 4. 13. Características principales de las unidades de paisaje a nivel Sistema Ambiental.**

RECURSO	UNIDADES DE PAISAJE PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL		
	UNIDADES DE PAISAJE PRESENTES A NIVEL SITIO DEL PROYECTO		-
	U-P	U-M	U-U
Hitos visuales de Interés	El hito visual de esta unidad es la playa que la conforma, puesto que consiste en la zona costera, la cual está invadida en su mayor parte por plantas psamófilas.	El hito visual de esta unidad es el mar que la conforma, sin embargo, esta unidad sólo atiende a una parte de la plataforma continental (hasta donde abarca el SA), donde se observan especies de pastos marinos (algas) sobre su superficie.	La característica representativa de esta unidad se debe al conjunto turístico y urbano que la conforma; este conjunto, a su vez, presenta todos los servicios públicos e incluye áreas verdes con especies tropicales, tanto nativas como exóticas.
Cuerpos de Agua	El cuerpo de agua más cercana, es el mar del lado este, y el cual esta presente a lo largo de toda la unidad.	Esta unidad se conforma de un cuerpo de agua en su totalidad.	El cuerpo más cercano a esta unidad, es el mar hacia el este, el cual se extiende a lo largo de esta.
Intervención humana	Presenta un grado medio de intervención humana, debido a las actividades antropogénicas de la zona.	Presenta un grado medio de intervención humana, ya que se ha visto alterada de forma indirecta por la condición turística de la zona.	Presenta un alto grado de intervención humana, puesto que se conforma del conjunto turístico-urbano de la zona.
Áreas de interés histórico	No se presenta ningún área de interés.	No se presenta ningún área de interés.	No se presenta ningún área de interés.

#### IV.2.3.3. CALIDAD PAISAJISTICA

La calidad visual tiene relación con el valor intrínseco que posee el paisaje. Se determina a través de la evaluación estética de los elementos que conforman el paisaje, y que en conjunto permiten definir las características y potencialidades que presenta el territorio.

Esta adaptación define calidad visual a través de un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente los factores que conforman el paisaje (biótico, abiótico, estético y humano).

El modelo Rojas y Kong (1998), define calidad visual a través de un método indirecto de evaluación que separa y analiza de forma independiente los factores que conforman el paisaje (biótico, abiótico, estético y humano).

En la Tabla 4. 14, se presentan los criterios utilizados para evaluar la calidad visual de acuerdo al modelo Rojas y Kong (1998), y en la Tabla 4. 15, se presenta el modelo modificado y evaluado de acuerdo al paisaje del sitio del proyecto.

Así mismo, se ha precisado los componentes que lo conforman, los elementos visuales que los caracterizan, al igual que los parámetros más representativos de la calidad visual de las unidades paisajísticas.

**Tabla 4. 14. Criterios según el Modelo de Rojas, Kong (1998) en SERNATUR (2006), para valorar la calidad paisajística.**

ELEMENTO VALORADO	CALIDAD PAISAJÍSTICA		
	ALTA	MEDIA	BAJA
<b>Morfología o topografía</b>	Pendiente de más de un 30%, estructuras morfológicas muy modeladas y de rasgos dominantes y fuertes contrastes cromáticos. Afloramientos rocosos.	Pendientes entre 15% y 30%, estructuras morfológicas con modelados suaves u ondulados.	Pendientes entre 0% y 15% dominancia del plano horizontal de visualización, ausencia de estructuras de contraste o jerarquía visual.
<b>Fauna</b>	Presencia de fauna nativa permanente. Áreas de nidificación, reproducción y alimentación.	Presencia de fauna nativa esporádica dentro de la unidad, sin relevancia visual, presencia de animales domésticos (ganado).	No hay evidencias de presencia de fauna nativa. Sobrepastoreo o crianza masiva de animales domésticos.
<b>Vegetación</b>	Presencia de masas vegetales de alta dominancia visual. Alto porcentaje de especies nativas, diversidad de estratos y contrastes cromáticos.	Presencia de vegetación con baja estratificación de especies. Presencia de vegetación alóctona. Masas arbóreas aisladas de baja dominancia visual	Vegetación con un cubrimiento de suelo bajo. Inferior al 50 %. Presencia de áreas con erosión evidente y sin vegetación. Dominación de vegetación herbácea, ausencia de vegetación nativa.
<b>Formas de agua*</b>	Presencia de cuerpos de agua con significancia en la estructura global del paisaje.	Presencia de cuerpos de agua pero sin jerarquía visual.	Ausencia de cuerpos de Agua.
<b>Acción antrópica</b>	Libre de actuaciones antrópicas estéticamente no deseadas.	La calidad escénica esta modificadas en menor grado por obras, no añaden calidad visual.	Modificaciones intensas y extensas que reducen o anulan la calidad visual del paisaje.
<b>Variabilidad cromática*</b>	Combinaciones de color intensas y variadas contrastes evidentes entre suelo, vegetación, roca y agua.	Alguna variedad e intensidad en color y contrastes del suelo, roca y vegetación, pero no actúa como elemento dominante.	Muy poca variación de color o contraste, colores homogéneos continuos.
<b>Singularidad o rareza</b>	Paisaje único, con riqueza de elementos singulares.	Característico, pero similar a otros de la región.	Paisaje común, inexistencia de elementos únicos o singulares.

\* marcando en azul el criterio más adecuado para el área donde se pretende llevar a cabo la ubicación del Proyecto.

**Tabla 4. 15. Modelo de Rojas y Kong (1998) modificado y parametrizado utilizado para la evaluación de la calidad visual en el Sistema Ambiental y sitio del proyecto.**

FACTOR	CARACTERÍSTICAS	PESOS	TOTAL
Vegetación (densidad)	Sin vegetación	1	2
	Vegetación perturbada	2	
	Vegetación nativa	3	
Vegetación (diversidad)	Alta	3	1
	Media	2	
	Baja	1	
Morfología o topografía (pendiente)	Plano	1	1
	Medio	2	
	Abrupto	3	
Fauna	Alta	3	2
	Media	2	
	Baja	1	
Singularidad	Paisaje singular notable	3	2

**Tabla 4. 15. Modelo de Rojas y Kong (1998) modificado y parametrizado utilizado para la evaluación de la calidad visual en el Sistema Ambiental y sitio del proyecto.**

FACTOR	CARACTERÍSTICAS	PESOS	TOTAL
	Paisaje de importancia visual pero habitual	2	
	Paisaje común	1	
Fondo escénico	Alta	3	2
	Media	2	
	Baja	1	
Formas de agua	Presencia de cuerpos de agua con alta importancia	3	3
	Presencia de cuerpos de agua sin jerarquía visual	2	
	Ausencia de cuerpos de agua	1	
Acción antrópica	Baja	3	1
	Media	2	
	Alta	1	
Variabilidad cromática	Baja	1	3
	Media	2	
	Alta	3	
Síntesis de la Calidad Visual	Alta	>21.1	17
	Media	11.1-21	
	Baja	<11	

Con esto se puede concluir que la calidad visual para el Sistema Ambiental y sitio del proyecto es media, debido que a pesar de que presenta perturbación en general por encontrarse dentro de una zona urbana, la calidad se paisajística se defiende por los elementos de contraste que hacen apreciar la zona costera.

#### IV.2.3.4. FRAGILIDAD

La fragilidad visual se refiere al grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la ocurrencia de ciertas acciones. Determinar la fragilidad es una forma de establecer el grado de vulnerabilidad de un espacio territorial a la intervención, cambio de usos y ocupaciones que se pretendan desarrollar en él.

Mientras la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio, la fragilidad visual no lo es, pues depende del tipo de proyecto que se pretenda desarrollar.

Para evaluar la fragilidad visual del paisaje se propone un método que considera tres grupos de variables:

**Factores biofísicos**, derivados de los elementos característicos de cada punto. Forman parte de este grupo la pendiente, orientación y vegetación, considerada en diversos aspectos (altura, densidad, variedad cromática, estacionalidad). La integración de estas variables origina un único valor que mide la fragilidad visual de un punto.

**Factores de visualización**, incluyen los parámetros de cuenca visual o superficie vista desde cada punto, tanto en magnitud como en forma y complejidad. Al integrar estas

variables se agregan a un único valor que determina la fragilidad visual del entorno del punto.

**Factores histórico-culturales**, intentan explicar el carácter y las formas de cierto paisaje en función del proceso histórico que los ha forjado, y son determinantes de la compatibilidad de forma y función de futuras actuaciones con el medio.

En la Tabla 4. 16, se presentan los criterios utilizados para evaluar la fragilidad visual de acuerdo al modelo Rojas y Kong (1998) y en la Tabla 4. 17, se presenta el modelo modificado y evaluado de acuerdo al paisaje del sitio del proyecto.

**Tabla 4. 16. Criterios según el Modelo de Rojas, Kong (1998) en SERNATUR (2006), para valorar la fragilidad paisajística.**

FACTORES	ELEMENTOS DE INFLUENCIA	FRAGILIDAD		
		ALTA	MEDIA	BAJA
Biofísicos	Pendiente	Pendiente de más de un 30%, terrenos con un dominio del plano vertical de visualización.	Pendientes entre un 15% y un 30%, terrenos con modelados suaves y ondulados.	Pendientes entre 0 a 15%, terrenos con plano horizontal de dominancia visual.
	Vegetación (densidad)	Grandes espacios sin vegetación. Agrupaciones aisladas. Dominancia de estrato herbáceo.	Cubierta vegetal discontinuo. Dominancia de estrato arbustivo o arbóreo aislado.	Grandes masas boscosas 100% de ocupación del suelo.
	Vegetación altura	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los 2 metros de altura.	No hay gran altura de las masas (-10 metros) baja diversidad de estratos.	Gran diversidad de estratos. Alturas sobre los 10 metros.
Visualización	Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima de 0 a 1000 metros. Dominio de los primeros planos.	Visión media 1000 a 4000 metros. Dominio de los planos medios de visualización.	Visión de carácter lejano a zonas distantes > a 4000 metros.
	Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas generalmente unidireccionales en el flujo visual.	Cuencas irregulares mezcla de ambas categorías.	Cuencas regulares extensas generalmente redondeadas.
	Compacidad*	Vistas panorámicas abiertas. El paisaje no presenta elementos obstruyendo los rayos visuales.	El paisaje presenta zonas de menor incidencia visual, pero en un bajo porcentaje.	Vistas cerradas u obstaculizadas. Presencia constante de zonas sombras o de menor incidencia visual.
Singularidad	Unidad del paisaje	Paisajes singulares, con riqueza de elementos únicos y distintivos.	Paisaje de importancia visual pero habitual sin presencia de elementos singulares.	Paisaje común sin riqueza visual o muy alterada.
Accesibilidad	Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción.	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles.	Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasas o breves.

\* Marcando en verde el criterio más adecuado para el área donde se pretende llevar a cabo el Proyecto.

**Tabla 4. 17. Modelo de Rojas y Kong (1998) modificado y parametrizado utilizado para la evaluación de la fragilidad visual.**

FACTOR	CARACTERÍSTICAS	VALOR	PESO	TOTAL
Vegetación	Sin Vegetación	Alta	3	2



**Tabla 4. 17. Modelo de Rojas y Kong (1998) modificado y parametrizado utilizado para la evaluación de la fragilidad visual.**

FACTOR	CARACTERÍSTICAS	VALOR	PESO	TOTAL
	Vegetación perturbada	Media	2	
	Vegetación nativa	Baja	1	
Pendiente	0-6°	Baja	1	1
	6.1-11	Media	2	
	11.1-89	Alta	3	
Singularidad	Paisaje singular notable	Alta	3	2
	Paisaje de importancia visual pero habitual	Media	2	
	Paisaje común	Baja	1	
Complejidad	Simple	Alta	3	2
	Medio	Media	2	
	Complejo	Baja	1	
Accesibilidad visual	Distancia a red vial y población 0-200 m	Alta	3	2
	Distancia a red vial y población 200-800m	Media	2	
	Distancia a red vial y población 800-2600m	Baja	1	
<b>Síntesis Fragilidad visual</b>		<b>Alta</b>	<b>&gt;11.1</b>	<b>9</b>
		<b>Media</b>	<b>6.1-11</b>	
		<b>Baja</b>	<b>&lt; 6</b>	

Fragilidad alta: Baja capacidad de absorción visual.; Fragilidad media: Capacidad de absorción visual moderada y Fragilidad baja: Alta capacidad de absorción visual

La fragilidad visual del paisaje, donde se llevará a cabo el proyecto, es media, ya que la zona presenta una capacidad de absorción visual moderada, es decir, el paisaje o algunos componentes de este paisaje presentan cierta capacidad de adaptarse a las modificaciones que se dan como consecuencia de las actividades del proyecto, sin embargo las actividades del presente proyecto prometen aumentar la calidad biótica de la zona, por lo que se espera que la fragilidad del paisaje se desarrolle a una alta capacidad de absorción visual a largo plazo.

#### IV.2.3.5. CUENCA VISUAL

La cuenca visual, se definió de acuerdo a las superficies o zonas en donde se puede ubicar el observador y observar la presencia del proyecto, dicho en otra manera es el entorno visual del observador desde cualquier punto en las inmediaciones del sitio. La determinación de la cuenca visual, está dada por el observador desde cualquier punto del entorno visual, esto es determinando si un conjunto de puntos de las inmediaciones, se aprecia o no se aprecia el proyecto en cualquiera de sus etapas. En la primera etapa del proyecto (preparación de sitio), la cuenca visual es reducida, limitándose a las inmediaciones del sitio del proyecto, específicamente a la zona costera. Posteriormente la cuenca visual del observador se amplía, ya que el proyecto será visualizado en las inmediaciones del sitio (zona de playa) y en el mar adentro a una distancia máxima de 200 metros. Algunos de los factores que inciden directa e indirectamente en la determinación de la cuenca visual, está dado por la altura del observador, las condiciones del relieve, la presencia de elementos relevantes y la presencia de construcciones que influyen la visibilidad de la cuenca visual.

#### IV.2.4. MEDIO SOCIOECONÓMICO

La información correspondiente a los factores sociales fue tomada del Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal junto con el Sistema Nacional de Información Municipal, la base de datos del INEGI del 2010 al 2014, y el Plan Municipal de Desarrollo de Isla Mujeres 2013-2016.

##### IV.2.4.1. DEMOGRAFÍA

El municipio Isla mujeres tiene una población de 16,203 habitantes según los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2010; de ese total 8,358 son hombres y 7,845 son mujeres, dando como resultado una relación de hombres-mujeres de 106.5. Cabe mencionar que el 98.6% de la población es urbana.

En la Tabla 4. 18, se puede observar la relación del porcentaje poblacional de acuerdo a ciertas edades para el municipio de Isla Mujeres y en la Tabla 4. 19, Tabla 4. 19 se muestra la relación de la población por localidades del municipio.

**Tabla 4. 18. Relación poblacional de acuerdo a las edades para el Municipio Isla Mujeres.**

TIPO DE POBLACIÓN	TOTAL	MUJERES	HOMBRES
Porcentaje de población de 15 a 29 años	28.7	29.5	27.8
Porcentaje de población de 60 y más	5.6	5.4	5.9

**Tabla 4. 19. Población de las localidades del municipio de Isla mujeres**

LOCALIDAD	POBLACIÓN
Isla Mujeres	12,642
Zona urbana Ejido Isla Mujeres	2,653
Francisco May	223
Punta Sam	30
Total	16,203

Según el escenario de la COESPO, la población del municipio de Isla Mujeres alcanzará 20,146 habitantes en el 2016 y 26,091 en el 2025, con una tasa promedio de crecimiento de 3.2% por año.

##### IV.2.4.2. ECONOMÍA Y EMPLEO

El crecimiento del municipio se ha basado principalmente en el turismo, sin embargo, en los últimos años (2008-2011), disminuyó la ocupación hotelera, debido al incremento u

---

---

diversificación de la oferta turística de otros lugares como Cancún, Playa del Carmen, Riviera Maya y Tulum.

Para el 2010, el municipio contaba con una población Económicamente activa (PEA) de 7,631 personas, que representaron el 47.1% de su población, con una tasa de ocupación del 97.4%. Mientras que la población no económicamente activa es de 4,474 personas; la población ocupada es de 7,429 y 202 como población desocupada.

### *Sector primario*

Agricultura: Este sector se encuentra poco desarrollado, debido a la baja capacidad del suelo por actividades agrícolas y al desarrollo de la actividad turística. El principal cultivo agrícola para el 2010 fue el maíz grano con un total de 40 Ha sembradas y cosechadas.

Ganadería y actividad agropecuaria: Esta actividad también se encuentra poco desarrollada. La cría porcina es la más importante (38 toneladas), seguida de la cría de gallina (32 toneladas).

Pesca: Existen 318 pescadores agrupados en cinco cooperativas.

### *Sector secundario*

La información del INEGI (2010) indica que en el municipio existen 90 unidades económicas dentro de este sector, las cuales dan empleo a 228 personas.

### *Sector terciario*

El turismo constituye la principal actividad del Municipio, Quinata Roo es el principal destino turístico de México, del cual Isla Mujeres es uno de los puntos más atractivos.

El porcentaje promedio de la ocupación hotelera del municipio es del 53% (2007-2012) alcanzando un máximo del 60% en el año 2007 y 2008.

## **IV.2.4.3. INDICADORES SOCIALES Y ECONÓMICOS**

- Tasa bruta de natalidad:

El promedio de nacimientos en el municipio de Isla Mujeres es de 422 al año, desde el 2000 hasta el 2013. A lo largo de su vida, las mujeres entre 15 y 19 años han tenido en promedio 0.2 hijos nacidos vivos; mientras que este promedio es de 3.4 para las mujeres entre 45 y 49 años.

- Tasa Bruta de mortalidad:

La tasa bruta de mortalidad hasta el 2010 para el municipio Isla Mujeres es de 70.

- Migración:

De acuerdo a los datos del Sistema Nacional de Información Municipal se tiene la Tabla 4. 20, donde se desglosa la población total por lugar de nacimiento del municipio.

**Tabla 4. 20. Población total por lugar de nacimiento según sexo, 2010.**

LUGAR DE NACIMIENTO	POBLACIÓN TOTAL		
	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
En la entidad federativa	7,322	3,725	3,597
En otra entidad federative	8,472	4,453	4,019
En los Estados Unidos de América	94	42	52
En otro país	165	71	94
No especificado	150	67	83
TOTAL	16,203	8,358	7,845

- Analfabetismo:

Su nivel de alfabetización es alto, pues del total de habitantes sólo el 4.10% de la población de 15 años y más son analfabetas, mientras que el 18.80% de la población de 15 años o más no tienen la primaria completa.

- Cobertura educativa:

Isla Mujeres tiene un grado promedio de escolaridad de 8.3 años, el cual es inferior al de la entidad federativa que es de 9.1 años. El municipio va por detrás en la educación de nivel superior. En el municipio, el nivel educativo de la población de 18 años y más tiende a concentrarse en la educación pos-básica (preparatoria), que es de 3,127; mientras, 819 son quienes poseen estudios universitarios y 95 estudios de posgrado.

De acuerdo a la información del INEGI (2010), el municipio Isla Mujeres cuenta con 23 escuelas públicas y privadas de los cuatro niveles escolares, como se puede observar que se reparten en la Tabla 4. 21.

**Tabla 4. 21. Infraestructura educative del municipio Isla Mujeres**

NIVEL DE ESCOLARIDAD	CANTIDAD DE ESCUELAS	PERSONAL EN 2010	EGRESADOS EN 2010
Preescolar	8	24	294
Primaria	8	52	211
Primaria indígena	1	2	9
Secundaria	4	46	131
Bachillerato	2	18	76
Profesional o técnico	0	0	0



TOTAL	23	142	721
-------	----	-----	-----

- Salud:

De acuerdo a los datos del INEGI (2010), de la población total del municipio, sólo 11,555 son derechohabientes, mientras que los 4,648 restantes no tienen derechohabiencia.

En cuanto a la infraestructura, se cuenta con cinco unidades médicas en todo el municipio, dos menos que en el 2007. Las unidades médicas poseen atención de primer nivel, los pacientes que requieren de atención de segundo y tercer nivel son trasladados, principalmente, a Cancún.

- Vivienda:

- El total de viviendas particulares habitadas es de 4,517
- El promedio de ocupantes en viviendas particulares habitadas es de 3.6
- 1.89% residen en viviendas sin drenaje ni excusadi
- 8.14% reportan déficit de cobertura de energía eléctrica
- 23.51% tienen carencias de agua intubada
- 4.57% de las viviendas tienen piso de tierra
- 48.09% ocupan viviendas con algún nivel de hacinamiento.

#### IV.2.4.4. FACTORES SOCIOCULTURALES

El municipio de Isla Mujeres tiene una población que habla alguna lengua indígena del 12% del total de la población del municipio. La gran mayoría, el 91%, habla español además de su lengua indígena, la cual pertenece principalmente a la etnia maya.

El municipio cuenta con la zona arqueológica El Meco que recibe en promedio más de nueve mil visitantes.

El municipio Isla Mujeres posee un nivel bajo de marginación (17.36) dentro de la entidad. Cabe mencionar que la localidad maya de Francisco May a comparación de las otras localidades del municipio es la que posee el grado de marginación más alto.

Al interior del proyecto como en las zonas circundantes, no se presentan elementos con peso sociocultural específico que sea otorgado por los habitantes de la zona. El desarrollo del proyecto propuesto no modificará los aspectos socioculturales del Sistema Ambiental o Municipio y/o la región.

#### IV.2.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

**IV.2.5.1. INTEGRACIÓN E INTERPRETACIÓN DEL INVENTARIO AMBIENTAL**

A continuación se presenta la Tabla 4. 22, donde se puede observar la integración de los componentes abióticos y bióticos presentes en el Sistema Ambiental, sitio del proyecto y su área de influencia.

**Tabla 4. 22. Integración de los componentes abióticos y bióticos del Sistema Ambiental, sitio del proyecto y área de influencia.**

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
<b>ABIÓTICOS</b>	
<b>Clima</b>	<p>El Sistema Ambiental y sitio del proyecto presentan un clima Cálido subhúmedo (Awo(x')) con una temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.</p> <p>Los fenómenos atmosféricos más severos que se dan en el área de estudio son los frentes fríos o nortes y los ciclones tropicales; estos últimos en su carácter de perturbaciones, depresiones, tormentas y huracanes se observan de manera aislada durante los meses de junio a octubre.</p>
<b>Geología y Geomorfología</b>	<p>El Sistema Ambiental y sitio del Proyecto se encuentra ubicados dentro de la Provincia fisiográfica 62 del Karst Yucateco, y a su vez sobre la subprovincia 62B de Planice y Lomeríos del Karts Yucateco o Provincia II, donde afloran sedimentos calizos más antiguos del Terciario Neógeno (Ng) (Mioceno–Ng1 y Plioceno–Ng2) localmente ligeramente deformados (ligero basculamiento de capas y fallas tectónicas menores) con moderada a alta densidad de formas karsticas como salones de disolución y cenotes profundos</p> <p>Al igual se ubican sobre la unidad morfotectónica costera IV formada por costas primarias, de erosión terrestre, con topografía cárstica sumergida, secundaria por depositación marina, de barrera con playas e islas y también secundaria construidas por organismos arrecifales. Se tienen costas acumulativas con llanuras de inundación con avance de la línea de costa hacia el mar por sedimentación del acarreo costero combinado con sedimentación deltaica y emersión.</p> <p>Geológicamente, el Sistema Ambiental y sitio del Proyecto se ubican en una estructura relativamente joven con un origen sedimentario, el cual se remonta a las formaciones rocosas del Mesozoico sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico que han dado forma a una gigantesca losa caliza. Los tipos de calizas sedimentarias que se encuentran en la formación son principalmente de tipo boundstone, grainstone y wackstone.</p> <p>También, puede llegar a ser susceptible a inundaciones a causa de los efectos de un ciclón, por nortes, por frentes fríos ante cualquier tipo de eventos donde la presencia de las lluvias tiene sus efectos negativos sobre algunas zonas de la geografía municipal.</p>
<b>Suelo</b>	<p>El Sistema Ambiental y sitio del proyecto se encuentran sobre la zona de litoral por lo que presentan el tipo de suelo andosol húmico, el cual se caracteriza por ser de textura gruesa, con más del 65% de arenas al menos en el primer metro de profundidad y por tienen una alta permeabilidad, pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes.</p>
<b>Hidrología</b>	<p>El Sistema Ambiental y sitio del proyecto, se encuentran ubicados dentro de la región hidrográfica 33 (RH-33), también conocido como la Región Yucatán Este; y a su vez sobre la su Subregión RH33-B.</p> <p>Hidrológicamente la RH-33 queda conformada por escurrimientos que se pierden para seguir un cauce subterráneo, por lo que dentro del Sistema Ambiental no se encuentran escurrimientos ni sistemas lagunares.</p> <p>Para el sitio del proyecto no existe la presencia de cuerpos de agua tales como ríos, arroyos, o arroyos intermitentes, sin embargo, los polígonos que forman parte del sitio del proyecto como lo son los arrecifes artificiales, se ubican dentro de las aguas del Caribe, el cual es un un mar tropical pobre en nutrientes, situado principalmente sobre sedimentos mixtos, con componentes terrígenos que van aumentando sobre todo en su parte occidental.</p>

**Tabla 4. 22. Integración de los componentes abióticos y bióticos del Sistema Ambiental, sitio del proyecto y área de influencia.**

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
	<p>Esta parte del Caribe exhibe una plataforma continental angosta de 20 kilómetros de ancho alrededor de Cancún y de entre uno y tres kilómetros en la región de Sian Ka'an. También abarca Cozumel, Isla Mujeres y la isla Contoy, así como Banco Chinchorro frente a las costas continentales. Sus aguas reciben también la influencia de fuentes de agua dulce provenientes de una vasta red subterránea de cenotes, canales y cuevas alrededor de Sian Ka'an.</p>
<b>BIÓTICOS</b>	
<b>Vegetación y flora terrestre</b>	<p>El tipo de vegetación original en gran parte del Sistema Ambiental y sitio del Proyecto (zona costera) ha sido eliminada en su totalidad debido al desarrollo urbano y turístico de la zona, ya que el sitio del proyecto y el Sistema Ambiental, se localiza en una zona completamente urbanizada y con alta actividad turística. Sin embargo de acuerdo con la Serie V del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI se presenta un tipo de vegetación de manglar y de dunas costeras.</p> <p>De manera específica el Sistema Ambiental, cuenta con un uso de suelo de tipo turístico, de asentamiento humano y vegetación secundaria arbustiva de tipo hidrófila, y/o introducida con fines ornamentales, debido a que el sitio del proyecto se encuentra enfrente del complejo turístico "Playa Mujeres", y la zona ya ha sido impactada, por lo que no hay remanentes primarios de la vegetación original, ya que se marca la zona como vegetación del tipo hidrófila, que está constituida por comunidades de plantas estrechamente relacionadas con el medio acuático o a suelos permanentemente saturados de agua, como lo es en este caso, el manglar.</p> <p>Gran parte del Sistema Ambiental se compone principalmente de especies introducidas que cumplen la función de sombreaderos y jardines, algunas grupos que se ocupan son palmas y otras especies ornamentales como: <i>Pseudophoenix sargentii</i> y <i>Thrinax radiata</i>; <i>Tournefortia gnaphalodes</i>, <i>Nerium oleander</i>.</p> <p>En el sitio del Proyecto se presentan algunas especies vegetales como <i>Hymenocallis</i>, <i>Cordia dodecandra</i>, <i>Thrinax radiata</i> y <i>Tournefortia gnaphalodes</i>. Y en la zona mas pegada al mar, se encuentran algunos individuos como <i>Ipomoea prescaprea</i> y <i>Batis marítima</i>. También se observaron ejemplares de algunas algas como: <i>Sargassum vulgare</i>, <i>Laurencia intricata</i>, <i>Dicyota cervicornis</i>, <i>Laurencia caraibica</i>, <i>Acetabularia schenckii</i>; y pastos marinos como <i>Halodule wrightii</i>.</p> <p>En el Sistema Ambiental, se presentan dos especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal es el caso de la palma chit (<i>Thrinax radiata</i>) y la palma kuka (<i>Pseudophoenix sargentii</i>), ambas especies son No Endémicas y listadas como Amenazadas, sin embargo estas especies no se verán afectadas por ninguna de las actividades del proyecto.</p> <p>En el sitio del proyecto, se presenta la palma chit (<i>Thrinax radiata</i>) solo con dos individuos, sin embargo el retiro de estos ejemplares no afectará a la población.</p>
<b>Fauna terrestre</b>	<p>Para el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto se reportaron un total de 4 especies de Reptiles (dos órdenes, cuatro familias), 14 especies de Aves (seis órdenes y 9 familias), y una especie de Mamífero (un orden, una familia), por lo que se concluye que el grupo avifaunístico es el más diverso a comparación de los otros dos grupos a nivel Sistema Ambiental. En el caso de los mamíferos, al tener sólo un registro el índice de biodiversidad se anula, puesto que, al tener una sola especie, se concluye que el grupo no es diverso.</p> <p>A pesar de que el grupo de las aves es el más diverso a comparación de los otros dos grupos, el índice que presenta, en cuestión de biodiversidad, es medio, y la herpetofauna presenta un índice bajo, todo esto, debido a la zona urbana en la que se localiza el sitio y el tipo de especies de aves que se encuentran comúnmente en este lugar perturbado, siendo que éstas ya no hacen una representación fiel de las especies de un ecosistema de humedal tipo costero.</p> <p>De las especies faunísticas registradas a nivel Sistema Ambiental, <i>Icterus cucullatus</i> presenta carácter semiendémico mientras que <i>Streptopelia decaocto</i> es una invasora. Cuatro especies presentan alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010: <i>Sceloporus cozumelae</i>, <i>Crocodylus acutus</i> y <i>Aratinga nana</i>, con categoría de Sujeta a Protección Especial; <i>Ctenosaura similis</i> con categoría de Amenazada y por ultimo <i>Aspidoscelis rodecki</i>, con categoría de Peligro de extinción. Respecto a la IUCN Red List,</p>

**Tabla 4. 22. Integración de los componentes abióticos y bióticos del Sistema Ambiental, sitio del proyecto y área de influencia.**

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
	<p><i>Aspidoscelis rodecki</i> presenta categoría de Casi amenazada (Nt) y <i>Crocodylus acutus</i> con categoría de Vulnerable (Vu). Ninguna de estas especies se encuentra en los apéndices CITES.</p> <p>En el sitio del proyecto, solo se registraron el grupo de las aves y de reptiles debido a la magnitud del proyecto y a las condiciones costeras en las que se presenta, siendo estas favorables para el grupo avifaunístico; el grupo de los reptiles presentó una riqueza específica de <math>n_{SP}=3</math>, mientras que el grupo de las aves fue de <math>n_{SP}=3</math>. En cuanto a la abundancia absoluta, aportaron un total de 8 individuos para los reptiles y 22 individuos para las aves. El grupo más representativo de la zona costera es el de las aves, lo cual se puede deber a que este grupo tiene un hábito más tolerante a las perturbaciones antrópicas que los otros dos.</p> <p>Solo se registraron dos especies con categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 <i>Sceloporus cozumelae</i> (Pr - Sujeta protección especial) y <i>Aspidoscelis rodecki</i> (P - en peligro de extinción). Respecto a la IUCN Red List, todas las especies presentan categoría de Least concern (Lc), a excepción de <i>Aspidoscelis rodecki</i>, que presenta categoría de Near threatened (Nt). Ninguna de estas especies se encuentra en los apéndices CITES.</p> <p>Ya que el sitio del proyecto se encuentra modificado por las actividades antropogénicas de la zona turística, las especies que se han adaptado a las condiciones urbanas son <i>Quiscalus mexicanus</i>, <i>Hirundo rustica</i> y <i>Petrochelidon fulva</i>, <i>Phalacrocorax auritus</i>, <i>Thalasseus sandvicensis</i> y <i>Fregata magnificens</i>.</p> <p>Debido a la ubicación del proyecto, se han registrado algunas zonas de anidación para especies de tortuga marina en Playa Mujeres, sin embargo, estos arribos son esporádicos entre los meses de mayo y septiembre. Estas no se verán afectadas siempre y cuando no se realicen las actividades de preparación y construcción en estas épocas, ya que las actividades de preparación y construcción del proyecto no afectarán la zona de anidación, ya que en la zona costera se pretende mitigar la degradación de la misma, con la implementación de una duna costera, al igual de que, al implementarse la zona de arrecifes estos podrían ser una zona importante de refugio y alimentación para diversas especies marinas.</p>
<p><b>Biota marina</b></p>	<p>Para el Sistema Ambiental dentro de la zona marítima se tiene registrado una zona de pastizal de <i>Talassia testudinum</i> y <i>Syringodium filiforme</i> en asociación con algas, cuya cobertura y estado de conservación varían de acuerdo a la profundidad y distancia a la costa.</p> <p>Dentro de la zona del sitio del proyecto donde se llevará a cabo la construcción de los arrecifes de coral artificiales se tiene la presencia de pastos marinos de la especie <i>Talassia testudinum</i>.</p> <p>La zona denominada Intermedia presentó abundantes cianobacterias, lo cual indica algún tipo de contaminación del agua por exceso de nutrientes. Los corales escleractinios fueron muy escasos (0.28% de cobertura). No se encontraron parches arrecifales dentro del área de estudio. La comunidad de pasto marino que se encuentra en mejor condición se registró en la zona Profunda.</p> <p>La visibilidad en el agua cerca de la costa es muy mala, menos de 1 metro de distancia y va mejorando hacia las zonas profundas más alejadas de la orilla. Los corales escleractinios son muy escasos, su representación del muestreo fue de 0.28%, con 3 especies y 10 colonias observadas.</p> <p>Debido a que el fondo es una planicie de pastos marinos, sin relieve ni estructuras en donde los peces encuentren refugio, la comunidad ictica fue muy escasa y no se observaron individuos de más de 40 cm en el sistema ambiental. Solo en los restos de un antiguo muelle se encontró una agregación de peces.</p> <p>Cabe mencionar que no se registró otro tipo de biota marina dentro del sitio del Proyecto, a parte de los pastos marinos.</p> <p>No se encontraron especies catalogadas en la NOM-059 SEMARNAT 2010 ni para el Sistema Ambiental ni para el sitio del Proyecto de este tipo de componente.</p>
<p><b>Paisaje</b></p>	<p>Evidentemente la calidad visual del paisaje media, debido a que el lugar donde se planea llevar a cabo las acciones del proyecto, ha pasado por diferentes alteraciones o modificaciones</p>



**Tabla 4. 22. Integración de los componentes abióticos y bióticos del Sistema Ambiental, sitio del proyecto y área de influencia.**

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
	<p>La visibilidad del paisaje en el Sistema Ambiental y sitio del proyecto se ve disminuida por la presencia de construcciones antropogénicas a pesar de que no presenta zonas con gran relieve.</p> <p>El sitio del proyecto, al ubicarse en la zona de playa, la accesibilidad visual hacia el sitio, es posible únicamente desde la zona costera, así como de embarcaciones ubicadas mar adentro, a distancias menores a 200 metros.</p> <p>La calidad visual para el Sistema Ambiental y sitio del proyecto es media, debido que a pesar de que presenta perturbación en general por encontrarse dentro de una zona urbana, la calidad se paisajística se defiende por los elementos de contraste que hacen apreciar la zona costera.</p> <p>La fragilidad visual del paisaje, donde se llevará a cabo el proyecto, es media, ya que la zona presenta una capacidad de absorción visual moderada, es decir, el paisaje o algunos componentes de este paisaje presentan cierta capacidad de adaptarse a las modificaciones que se dan como consecuencia de las actividades del proyecto, sin embargo las actividades del presente proyecto prometen aumentar la calidad biótica de la zona, por lo que se espera que la fragilidad del paisaje se desarrolle a una alta capacidad de absorción visual a largo plazo.</p> <p>En la primera etapa del proyecto (preparación de sitio), la cuenca visual es reducida, limitándose a las inmediaciones del sitio del proyecto, específicamente a la zona costera. Posteriormente la cuenca visual del observador se amplía, ya que el proyecto será visualizado en las inmediaciones del sitio (zona de playa) y en el mar adentro a una distancia máxima de 200 metros. Algunos de los factores que inciden directa e indirectamente en la determinación de la cuenca visual, está dado por la altura del observador, las condiciones del relieve, la presencia de elementos relevantes y la presencia de construcciones que influyen la visibilidad de la cuenca visual.</p>
<p><b>Socioeconómico</b></p>	<p>El municipio Isla mujeres tiene una población de 16,203 habitantes según los resultados del Censo de Población y Vivienda de 2010; de ese total 8,358 son hombres y 7,845 son mujeres, dando como resultado una relación de hombres-mujeres de 106.5. Cabe mencionar que el 98.6% de la población es urbana. El crecimiento del municipio se ha basado principalmente en el turismo.</p> <p>Para el 2010 el municipio contaba con una población Económicamente activa (PEA) de 7,631 personas, que representaron el 47.1% de su población, con una tasa de ocupación del 97.4%. Mientras que la población no económicamente activa es de 4,474 personas; la población ocupada es de 7,429 y 202 como población desocupada. El sector primario es el menos desarrollado a comparación del sector terciario, esto debido al turismo.</p> <p>Respecto a los indicadores sociales se tiene que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Su nivel de alfabetización es alto, pues del total de habitantes sólo el 4.10% de la población de 15 años y más son analfabetas, mientras que el 18.80% de la población de 15 años o más no tienen la primaria completa.</li> <li>• En el municipio, el nivel educativo de la población de 18 años y más tiende a concentrarse en la educación pos-básica (preparatoria), que es de 3,127; mientras, 819 son quienes poseen estudios universitarios y 95 estudios de posgrado.</li> <li>• De acuerdo a los datos del INEGI (2010), de la población total del municipio, sólo 11,555 son derechohabientes, mientras que los 4,648 restantes no tienen derechohabencia.</li> <li>• Isla Mujeres tiene una población que habla alguna lengua indígena del 12% del total de la población del municipio. La gran mayoría, el 91%, habla español además de su lengua indígena, la cual pertenece principalmente a la etnia maya</li> </ul>

**Tabla 4. 22. Integración de los componentes abióticos y bióticos del Sistema Ambiental, sitio del proyecto y área de influencia.**

COMPONENTE	CARACTERÍSTICA
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El municipio Isla Mujeres posee un nivel bajo de marginación (17.36) dentro de la entidad. Cabe mencionar que la localidad maya de Francisco May a comparación de las otras localidades del municipio es la que posee el grado de marginación más alto.</li> </ul> <p>Al interior del proyecto como en las zonas circundantes, no se presentan elementos con peso sociocultural específico que sea otorgado por los habitantes de la zona. El desarrollo del proyecto propuesto no modificará los aspectos socioculturales del Sistema Ambiental o Municipio y/o la región.</p>

#### IV.2.5.2. SÍNTESIS E INVENTARIO AMBIENTAL

Con el fin de describir el estado de los elementos que serán empleados, a continuación, se presenta su condición y grado de conservación. El listado es enunciativo y pretende referir solamente los elementos más representativos sensibles al cambio en el ámbito eco o sociológico, obviamente bajo una apreciación dimensional antrópica.

Siendo la base para identificar los impactos al ambiente y por ende la parte toral para la edición de alternativas de mitigación de impactos, se constituye en la calificación del estado del elemento, acorde con el esquema metodológico de valoración del proyecto. Se ha optado por calificar el grado de alteración con cuatro adjetivos:

**Alto ( $x > 30\%$ ).** Para cuando las características naturales, no son reconocibles y dominan aquellas derivadas de la alteración, el elemento natural ha desaparecido de más del 30% del escenario dominante

**Medio ( $10\% < x < 30\%$ ).** Reservado para cuando existe una alteración importante de los componentes naturales que definen el elemento, pero aquel que lo caracteriza aún es evidentemente dominante en el escenario perceptivo, se estima que el efecto se manifiesta en más del 10 y menos del 30% en proporción, dentro del escenario perceptivo.

**Bajo ( $x < 10\%$ ).** Descriptor de un elemento o componente del ambiente, que conserva la mayoría de los elementos que lo definen, y se puede asegurar que no difiere significativamente de aquel que podría concebirse como inalterado.

**Nulo ( $x = 0$ ).** Cuando las condiciones del ambiente no cuentan con elementos perceptibles que permitan calificar el deterioro, por inexistente o por insignificante.

Los criterios de valoración para los elementos físicos del ambiente, se basan principalmente en el factor *Calidad*, concebido como parámetro que se refiere a la desviación de los valores identificados pero adosados al factor *Naturalidad*, versus los valores perceptibles de un ambiente no alterado.

Los elementos bióticos, adoptan el aspecto simple de *Naturalidad*, donde se estima el estado de conservación de las biocenosis e indica el grado de perturbación derivado de la acción humana, en comparación con otro de referencia, que se ubica relativamente cerca.

Por su parte, la concepción de los atributos del escenario socioeconómico, recurren al criterio de *Representatividad*, como el factor descriptivo del estado. Se refiere a qué tan relevante es la actividad con respecto a las principales actividades en la localidad.

A efecto de resumir la información derivada del inventario ambiental, a continuación se recurre a la descripción del fenosistema o elementos perceptibles de los elementos del ambiente (Tabla 4. 23) que están representados en la superficie del terreno objeto del análisis y que se constituyen en los elementos descriptivos del estado del ambiente susceptible.

**Tabla 4. 23. Inventario ambiental (indicadores de estado).**

ELEMENTO	FACTOR DE CONDICIÓN	GRADO DE ALTERACIÓN ESTIMADA
<b>MEDIO FÍSICO</b>		
Modificación del Clima local	La naturaleza de la obra establece que no existirán afectaciones en el ámbito local y regional, posiblemente solo llegue a ser momentáneamente <i>in situ</i> , para lo cual recobra su estado una vez que se termine la ejecución de la naturaleza de la obra proyectada.	NULO
Naturalidad del Suelo	Realmente la condición natural del estrato edáfico en la totalidad de la superficie del SA se califica como natural, por su calidad y naturalidad, a pesar de la condición que presenta por el tipo de uso que se le dio con anterioridad y que conduce a la erosión eólica, y lo cual determina en mayor medida, las condiciones del escenario actual; sin embargo, la naturalidad del sitio del proyecto se verá afectada por la remoción de arena y adición de arena para la construcción de dunas, aunque a largo plazo recuperará la condición natural.	BAJO
Calidad del Agua	La zona marítima como cuerpo de agua, presente en el Sistema Ambiental (en la zona más cercana a la línea costera) y sitio del proyecto se verán afectados por las actividades de preparación y construcción del proyecto	MEDIO
Calidad del Aire	El aire no presenta efectos relevantes por afectación antrópica y se califica como totalmente natural, ya que en el sitio no se realizan actividades industriales o de la transformación, además de que la dinámica atmosférica es ampliamente constante en espacios abiertos.	NULO
<b>MEDIO BIÓTICO</b>		
Flora y Vegetación terrestre	En el sitio del proyecto (zona costera) se llevará a cabo la remoción de la vegetación psamófila. Y se tomará en cuenta el rescate de la flora con alguna categoría especial.	MEDIO
Fauna terrestre	Las especies que fueron observadas son especies que toleran un amplio rango de perturbación, sin embargo estas no se verán afectadas por las obras del proyecto puesto que sólo se implementará una duna (zona costera), lo cual proporcionará a algunas especies zonas de anidación.	NULO
Biota marina	Este componente se verá afectado por las obras de preparación y construcción del sitio, sin embargo será momentáneo, y sólo en la zona somera (donde se ubica el sitio del proyecto), la cual se observa que sólo las algas son la biota más representativa del área, y las	BAJO

**Tabla 4. 23. Inventario ambiental (indicadores de estado).**

ELEMENTO	FACTOR DE CONDICIÓN	GRADO DE ALTERACIÓN ESTIMADA
	cuales no serán removidas por las actividades del proyecto. Se tomará en cuenta el rescate o ahuyentamiento de fauna marina en caso de presentarse.	
Escenario Perceptivo	Derivado de la evaluación paisajística en la que se determinó un valor visual medio del sitio de proyecto, se determina que las actividades propias de la construcción no afectarán de manera negativa y sustancial estos aspectos, sino que se pudiera ver mejorada por el diseño de mejoramiento y mitigación que manejará la zona.	NULO
Flujos de Materia y de Energía	El deterioro natural y antrópico registrado en el sitio, no ha sido suficiente para mostrar alteración significativa en los flujos de materia y energía.	NULO (No mesurable)
<b>MEDIO SOCIOECONÓMICO</b>		
Economía	La implementación de las actividades proyectadas generará principalmente beneficios sociales que pudieran incentivar la actividad económica local y regional. Los efectos del proyecto son puntuales a nivel local y regional.	BAJO
Asentamientos humanos	El sitio donde se pretende el desplante de las obras se encuentra en una zona urbana y turística por lo que las condiciones actuales de este elemento no se verán modificadas de manera significativa.	BAJO
Dinámica de Población	La dinámica dentro del Sistema Ambiental es de un crecimiento paulatino de la población, no presenta un alto índice de migración.	NULO
Población económicamente activa	Dentro del Sistema Ambiental, gran parte de la población es económicamente activa, siendo el sector terciario el más activo con el 60%.	BAJO

#### IV.2.5.3. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL INTEGRADO

Una vez realizado el análisis de los componentes ambientales tanto del SA como del SP se considera que la tendencia del área en donde se pretende realizar la ejecución de la obra proyectada, por lo que se puede decir que en el Sistema Ambiental la dinámica que determina el flujo de materia y energía, las dinámicas tróficas, reproductivas y en general del equilibrio ecológico, conservan parcialmente su comportamiento natural, incluso fraccionado desde hace décadas por la construcción de zonas turísticas, apertura de caminos o brechas, sin embargo al incrementarse la actividad antropogénica, la zona del SA (en su mayor parte) se ha visto modificado a lo largo del tiempo, atrayendo así a especies que son capaces de tolerar diferentes rangos de perturbación, las cuales, por la construcción del proyecto se verán perturbadas en ese periodo de tiempo, pero como se mencionó antes, estas especies están acostumbradas a las actividades antropogénicas, y son resistentes a las modificaciones del hábitat por lo que no se afectarán de manera significativa, aunque se llevaran medidas de ahuyentamiento de la fauna terrestre y/o marina o rescate (en su caso) que se encuentran dentro de la zona, durante el procesos de construcción. Cabe mencionar, que debido al tipo de proyecto se mejorará la zona de anidación de la tortuga marina en caso de que llegue a presentarse en la época de arribo, por lo que no se verá realmente afectada esta especie.



En la zona federal marítima se encuentran varias especies de flora psamófila, las cuales se verán afectadas al llevarse a cabo su remoción o en su caso, su rescate, sin embargo, las características del proyecto traerán mejoramiento y recuperación de esta zona a largo plazo, lo cual pudiera provocar la repoblación de estas especies en algunas zonas de la duna costera artificial, y la mejoría de la calidad paisajística.

Para el caso de la zona somera marítima, sólo se verá afectada en la etapa de preparación y construcción del proyecto, debido a las perturbaciones que se presentaran por las actividades de maquinaria o de paso, ya que no se presentará la remoción de la vegetación marina, sin embargo una vez que se establezcan los arrecifes artificiales la zona somera presentará mejoras en sus condiciones ambientales, lo cual trae como consecuencia una gran recuperación natural en el micro ecosistema.

Ninguno de los otros factores (abióticos) que caracterizan al Sistema y sitio del proyecto presentarán afectaciones graves a consecuencia de las obras del proyecto, debido a la magnitud de este y el tipo de obras que se llevarán a cabo.

El Sistema Ambiental por encontrarse dentro de una zona urbana, tiene características ambientales alteradas, en donde el grado de conservación es bajo debido a la degradación que se deriva de las actividades antropogénicas, sin embargo, los servicios ambientales con los que cuenta no se alterarán significativamente, puesto que, a pesar de que se ejecutarán medidas de remoción de vegetación en la zona costera, el proyecto implementará la mejora ambiental del área degradada, lo cual garantizará la continuidad de los procesos naturales o inducidos, atendiendo la filosofía del desarrollo sustentable; en la zona marítima, con la culminación de los arrecifes artificiales, estos servicios ambientales del sistema se verán mejorados.

La actividad del proyecto puede traer la consecuente inversión y derrama para zona turística de Playa Mujeres con una gama amplia de posibilidades y beneficios incluso a nivel ambiental.

En términos generales, se define que el ecosistema en el ámbito regional urbano y turístico se encuentra en un estatus de regular a bajo en estado de conservación, pero que ha tolerado los efectos de las actividades humanas, y que se estima que tolerará aún un importante crecimiento, que bien planeado y restringido a la zona concesionada, es factible de aprovechar.

## CONTENIDO

<b>V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>2</b>
V.1. ESCENARIO AMBIENTAL ACTUAL .....	2
V.2. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	5
V.2.1. Naturaleza del proyecto .....	5
V.2.2. Indicadores ambientales .....	5
V.2.3. Clasificación de los Indicadores por niveles .....	7
V.2.3.1. Indicadores de tercer nivel .....	8
V.2.3.2. Indicadores de segundo nivel .....	8
V.2.3.3. Indicadores de primer nivel o específicos.....	8
V.2.4. Lista de indicadores de evaluación de impacto ambiental .....	10
V.2.5. Criterios y metodologías de evaluación .....	18
V.2.5.1. Criterios.....	18
V.2.5.2. Metodología de Evaluación de Impacto Ambiental .....	21
V.3. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.....	23
V.3.1. Evaluación de impactos.....	23
V.3.1.1. Preparación de sitio.....	34
V.3.1.2. Construcción.....	35
V.3.1.3. Operación y mantenimiento .....	36
V.3.1.4. Abandono de sitio .....	38

---

---

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTO AMBIENTALES

La implementación del Proyecto, traerá consigo cambios generados por las distintas actividades, las cuales podrían conducir a modificaciones en la calidad del entorno natural (componente abiótico y biótico), así como del social y económico. Lo anterior podría repercutir de manera temporal o permanente en los componentes ambientales que se presentan en el sitio donde se desarrollará el proyecto y posiblemente en su área de influencia, pero difícilmente en el sistema ambiental.

Teniendo como punto de partida el estado actual del sitio donde se pretende implementar el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, en este capítulo se identifican, evalúan y describen los impactos ambientales, que se podrían ocasionar en las diferentes etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento).

El sitio del proyecto y sus inmediaciones, cuentan con características bióticas y abióticas particulares, presentando afectaciones por diversas actividades humanas que se han realizado en años anteriores. Por lo anterior, la evaluación es necesaria para describir la acción generadora de los impactos, así como predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales, interpretar los resultados y prevenir los efectos adversos sobre el ambiente, haciéndolos compatibles con las políticas y regulaciones ambientales establecidas, con la finalidad de proteger el entorno. Para este proyecto la evaluación de los impactos ambientales se realiza de manera cualitativa y cuantitativa.

Como se describió en el Capítulo II, el Proyecto consiste de manera general en la construcción de 2 arrecifes artificiales (el primero de los cuales tendrá una longitud de 100 metros de largo con una corona de 2 m de ancho y una elevación de corona de 0.3 msnm y el segundo con una forma de búmeran de 100 m de largo, una corona de 2 m de ancho), así como la construcción de una duna artificial de 356.8 m y el relleno de playa con una extensión de 400 metros, con arena existente en el predio (resultado de las excavaciones que se han hecho para la colocación de pilotes que soportaran las instalaciones del desarrollo), cuyo volumen aproximado será de 40 y 45 mil m<sup>3</sup> de arena, la cual será transportada por medio de maquinaria pesada.

### V.1. ESCENARIO AMBIENTAL ACTUAL

El Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, se construirá en el municipio de Isla Mujeres, estado de Quintana Roo, particularmente en el frente de playa del Solar B y corresponderá al relleno de playa y a la ubicación de una duna artificial, así mismo mar adentro se construirán dos arrecifes artificiales cada uno de 100 m de longitud.

---

---

El sistema ambiental y sitio del proyecto, presentan un clima Cálido subhúmedo ( $Awo(x')$ ) con una temperatura media anual mayor de 22 °C y temperatura del mes más frío mayor de 18 °C, y con una precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano con índice y porcentaje de lluvia invernal que va del 5% al 10.2 % del total anual. En cuanto a la geomorfología, el sistema ambiental y sitio del proyecto, se encuentran dentro de la Provincia II, donde afloran sedimentos calizos más antiguos del Terciario Neógeno (Ng) (Mioceno–Ng<sub>1</sub> y Plioceno–Ng<sub>2</sub>) localmente ligeramente deformados (ligero basculamiento de capas y fallas tectónicas menores) con moderada a alta densidad de formas karsticas como salones de disolución y cenotes profundos. Fisiográficamente el sistema ambiental y sitio del proyecto, se tienen costas acumulativas con llanuras de inundación con avance de la línea de costa hacia el mar por sedimentación del acarreo costero combinado con sedimentación deltaica y emersión. Las formas cársticas en estas regiones son manantiales submarinos y sublacustrinos que se encuentran distribuidos a lo largo de la costa; caletas o estuarios formados por la disolución de la roca asociados a zonas de descarga preferencial a través de fracturas. Geológicamente para el sistema ambiental y sitio del proyecto, se caracterizan por la relativa uniformidad que presenta el sustrato geológico, en particular el manto rocoso más superficial. Edafológicamente, para el sistema ambiental y el sitio del proyecto presentan un tipo de suelo “Arenosol Calcárico”. Hidrológicamente, el sistema ambiental y sitio del proyecto se encuentra en una región que se describe como una gran superficie plana y de baja altitud y se encuentran ubicada dentro de la Región Hidrológica RH-33, también conocido como la Región Yucatán Este. Para el sitio del proyecto, no existe la presencia de cuerpos de agua tales como ríos, arroyos, o arroyos intermitentes, sin embargo los polígonos que forman parte del sitio del proyecto como los 2 arrecifes artificiales, se ubican dentro de las aguas del Caribe, el cual es un mar tropical pobre en nutrientes, situado principalmente sobre sedimentos mixtos, con componentes terrígenos que van aumentando sobre todo en su parte occidental.

En cuanto a la flora, de acuerdo con la Serie V del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, indica que la vegetación que se distribuye en el Sistema Ambiental corresponde a vegetación de dunas costeras y manglar y específicamente en el sitio del proyecto en la parte continental se distribuye vegetación de dunas costera. Para el Sistema Ambiental, este cuenta con un uso de suelo de tipo turístico, de asentamientos humanos y vegetación secundaria arbustiva de tipo hidrófila, y/o introducida con fines ornamentales, por lo cual de manera particular el sitio del proyecto ubicado frente del complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (solar B), presenta una zona que ya ha sido impactada, por lo que no hay remanentes primarios de la vegetación original.

De acuerdo a lo observado durante los recorridos en campo, se observó que gran parte de la vegetación que se distribuye en el Sistema Ambiental, se compone principalmente



---

---

de especies introducidas que cumplen la función de sombreaderos y jardines, algunos grupos que se ocupan son las palmas como: *Pseudophoenix sargentii*, *Thrinax radiata*, *Cocus nucifera*, *Cycas revoluta* etc., y otras especies ornamentales, tales como: *Tournefortia gnaphalodes*, *Nerium oleander*, *Codiaeum variegatum*, *Agave americana*, etc., Para el sitio del proyecto, se registró la dominancia de ciertas especies, tales como: *Hymenocallis littoralis* (lirio de mar), *Tournefortia gnaphalodes* (tabaquillo), *Ipomoea prescaprea* (ipomea), *Sorghum halepense* (sorgo de alepo). También se observaron ejemplares de algunas algas, tales como: *Sargassum vulgare*, *Laurencia intricata*, *Dicyota cervicornis*, *Laurencia caraibica*, *Acetabularia schenckii* y pastos marinos como *Thalassia testudinum*. Solo se registró una especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, para el sitio del proyecto, tal es el caso de *Thrinax radiata*.

Respecto a la fauna presente en el sistema ambiental, se tiene un registro total de 19 especies, de las cuales son: 4 reptiles, 14 aves y 1 mamífero. La especie del grupo de los reptiles más relevante fue la *Ctenosaura similis*, la cual tiene una categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT de Amenazada, es una especie que está acostumbrada a la presencia humana y es tolerante a cierto grado de perturbación por lo que su proliferación dentro del sistema, es alta y no se verá afectada por ninguna de las actividades del proyecto. Para el sitio del proyecto, se registraron tres especies que presentan alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 únicamente del grupo de reptiles: *Ctenosaura similis* (A-Amenazada); *Sceloporus cozumelae* (Pr - Sujeta protección especial) y *Aspidoscelis rodecki* (P - en peligro de extinción).

En cuanto a la biota marina presente en el sistema ambiental y en el sitio del proyecto, la comunidad que presentó mayor extensión en el área de estudio correspondió al pastizal de *Thalassia testudinum*, cuyas características en cuanto a densidad, altura y composición variaron ligeramente de acuerdo a su profundidad y cercanía a la costa. La abundancia y composición de la comunidad de macroalgas también presentó variaciones con relación a los mismos parámetros. En el Sistema Ambiental, se registraron un total de 26 especies de macroalgas, pertenecientes a 13 géneros y tres phyla. En el caso del sitio del proyecto se registró en abundancia a la especie de pasto marino *Thalassia testudinum* y en pequeños parches a *Syringodium filiforme*.

En cuanto al paisaje, el sitio del proyecto se encuentra ubicado dentro de la unidad paisajística de Playa (U-P). De manera general la visibilidad del paisaje está determinada por relación directa con los elementos físicos (relieve) y bióticos (vegetación), por lo que en el caso del sistema ambiental, al localizarse en una zona urbana que incluye zonas desprovistas de vegetación, la visibilidad del paisaje se ve disminuida a pesar de que no presenta zonas con gran relieve. Por lo tanto, el sitio del proyecto, al ubicarse en la zona de playa, la accesibilidad visual hacia el sitio, es posible únicamente desde las zonas laterales de la playa (este u oeste), así como de embarcaciones ubicadas mar adentro, a distancias menores a 100 metros. Por lo tanto, el sitio del proyecto tiene nula visibilidad

del observador, ubicado en las vías de comunicación, por la presencia de construcciones diversas las cuales limitan la cuenca visual.

## **V.2. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES**

El propósito de la presente sección, consiste en ofrecer información que resulte del análisis de los efectos que se derivarán de las obras y actividades que comprende el proyecto, considerando las condiciones ambientales de la zona donde se pretende llevar a cabo, asimismo determinar la posibilidad de ocurrencia de impactos ambientales y su grado de importancia. Con lo anterior se espera tener un marco que servirá de referencia para poder ofrecer medidas de control de los efectos negativos.

La mecánica que se siguió para la elaboración de la presente sección, consistió, en:

- El análisis de la información utilizada para la caracterización y diagnóstico ambiental del proyecto, para determinar los indicadores ambientales o de estado.
- Determinación de las relaciones causa-efecto entre las acciones y los factores del medio, para determinar indicadores de presión.
- Definición de área de influencia del proyecto y posterior descripción y estudio del mismo.
- Elaboración de matrices de efectos y de la matriz de importancia.
- Determinación de la magnitud del impacto sobre cada factor.
- Estimación cuantitativa de impactos sobre los factores del medio y valoración final de los impactos que la actividad produce en su conjunto.

### **V.2.1. NATURALEZA DEL PROYECTO**

Con la finalidad de identificar y evaluar los impactos ambientales probables por la implementación del Proyecto, así como la identificación de los impactos provocados, se integró un grupo multidisciplinario, cuyo propósito fue identificar, evaluar y conocer los impactos sobre los factores ambientales.

### **V.2.2. INDICADORES AMBIENTALES**

A fin de determinar cuáles son los indicadores de presión del proyecto sobre el sistema ambiental se consideró la metodología del modelo Presión Estado Respuesta (PER), promovido por la OCDE (1977).

---

---

A continuación se realizará una breve descripción del método de Presión Estado Respuesta, también llamado modelo PER (Presión-Estado-Respuesta), misma que comprende tres tipos de indicadores ambientales, que son:

- Indicadores de presiones ambientales (que son afectaciones al ambiente causadas por el hombre).
- Indicadores de las condiciones o calidad del ambiente y los recursos naturales.
- Indicadores de las respuestas de la sociedad a las presiones sobre el ambiente.

El modelo PER se basa en las causas que dan origen a la situación, presupone relaciones de acción y respuesta entre la actividad económica y el medio ambiente, y trata de responder preguntas simples como:

¿Qué está afectando el ambiente?

¿Cuál es el estado actual del medio ambiente?

¿Qué estamos haciendo para mitigar o resolver los problemas ambientales?

Los indicadores de presión describen las acciones que ejercen efecto negativo sobre el ambiente por las actividades humanas. Estos indicadores se clasifican en dos grupos: de presión directa y de presión indirecta sobre el ambiente. Los primeros corresponden a las externalidades creadas por las actividades humanas, como por ejemplo el volumen de residuos generados y la emisión de contaminantes atmosféricos. Los segundos corresponden a tendencias en las actividades que crean externalidades ambientales, como por ejemplo las características de la planta vehicular e industrial (OECD, 1996; Salazar, 1999).

Los indicadores de estado se refieren a la calidad del ambiente, así como a la cantidad y estado de los recursos naturales. Este tipo de indicadores incluye los efectos a la salud de la población y a los ecosistemas causados por el deterioro de la calidad ambiental.

Finalmente, los indicadores de respuesta presentan los esfuerzos realizados por la sociedad o por las autoridades para reducir o mitigar la degradación del ambiente. Estos indicadores son de los que menos avance se tiene, ya que la complejidad de medir cuantitativamente como una acción de respuesta contribuye a la solución de un problema ambiental (SEMARNAP, 1999), es sumamente complicado.

Es importante mencionar que la metodología PER, será adaptada en el presente estudio para caracterizar a los efectos negativos, misma que puede ser de utilidad para determinar los indicadores ambientales de éxito del proyecto. El método que se aplicó se muestra en la Figura 5. 1.

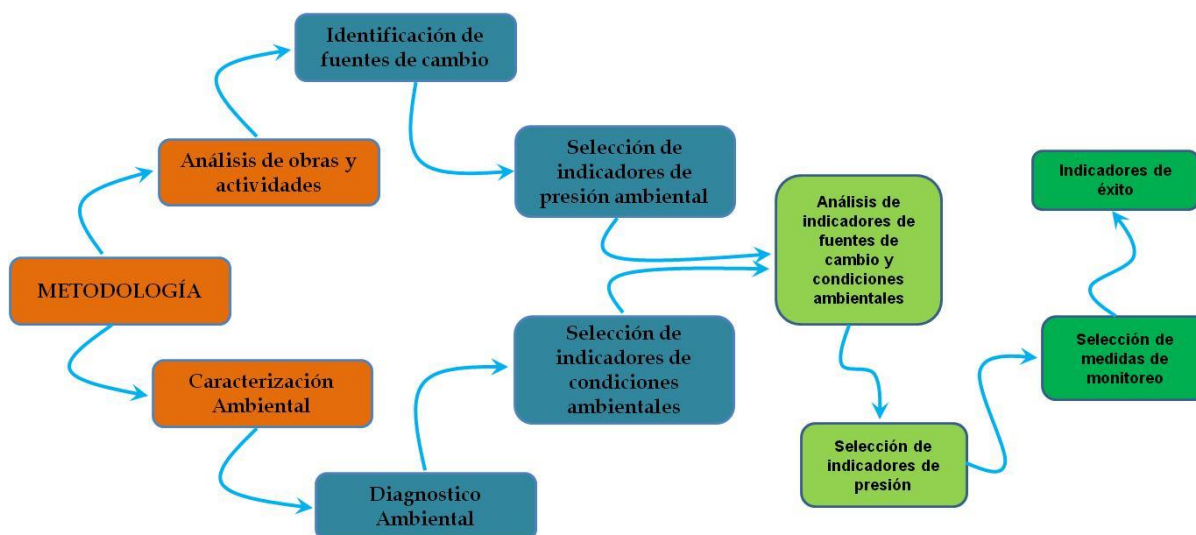


Figura 5. 1. Diagrama de flujo del método aplicado para la determinación de indicadores.

### V.2.3. CLASIFICACIÓN DE LOS INDICADORES POR NIVELES

Con la finalidad de seleccionar los indicadores ambientales, fueron considerados los criterios que sugiere el Instituto de Recursos Internacionales para definir indicadores, que consisten en:

- Los que analizan la oferta ambiental: permiten detectar la existencia de recursos.
- Los que analizan la sensibilidad o vulnerabilidad ambiental: detectan procesos de degradación ambiental.
- Los que analizan la producción: establecen los problemas de rendimiento cuando se analizan los procesos naturales con base en recursos naturales.

Asimismo, para la determinación de indicadores, se tomó en cuenta las recomendaciones que propone la OCDE (1996), los cuales deben de tener características que les permitan ser funcionales, entendibles y aplicables a cuestiones prácticas.

- Proporcionar una visión de las condiciones ambientales, presiones ambientales o respuestas de la sociedad.
- Ser sencillos y fácil de interpretar y capaz de mostrar las tendencias a través del tiempo.
- Ser aplicable a escala nacional o regional, según sea el caso.
- Proporcionar una base para las comparaciones internacionales.
- Debe existir un valor de referencia contra el cual se pueda comparar el valor del indicador, facilitando así su interpretación en términos relativos.
- Debe tener congruencia teórica y consistencia científica.
- Debe basarse en consensos internacionales.



- Debe ser capaz de relacionarse con modelos económicos.
- Los datos utilizados deben generarse con una "razonable" relación costo/beneficio.
- Los datos utilizados deben ser de calidad, estar bien documentados y validados.
- Los datos utilizados deben poder actualizarse a intervalos regulares.

Salazar (1999), señala que los indicadores pueden tener un orden jerárquico, el cual discrimina las relaciones entre las categorías establecidas, y permite determinar la tipología del ecosistema, manifestándose por la interacción de indicadores a diferentes niveles.

### V.2.3.1. INDICADORES DE TERCER NIVEL

Son los indicadores macros: Abióticos, Bióticos, Perceptuales y Socioeconómicos; son conocidos como componentes del sistema ambiental.

### V.2.3.2. INDICADORES DE SEGUNDO NIVEL

Son indicadores que definen patrones de importancia en el área estudiada y agrupan indicadores específicos de primer nivel, conocidos como los diferentes factores de cada uno de los componentes. Los indicadores de segundo nivel son: medio geológico (Geología), medio geomorfológico (Geomorfología), medio climatológico (clima), medio hidrológico (agua), medio atmosférico (aire), medio edáfico (suelo), vegetación (flora), animales (fauna), medio perceptual (paisaje), medio social, medio económico, medio cultural, medio demográfico.

### V.2.3.3. INDICADORES DE PRIMER NIVEL O ESPECÍFICOS

Son cuantificables y calificables, se caracterizan porque determinan patrones espaciales y funcionales de los ecosistemas, definiendo unidades ecológicas y de paisaje. A estos indicadores se les debe hacer un análisis de influencia-dependencia, con el objeto de identificar cuáles son los más importantes y cuáles son los más vulnerables dentro del ecosistema. La Tabla 5. 1, esquematiza los tres niveles a los que se ha hecho referencia, partiendo de los componentes o indicadores de tercer nivel hasta llegar a los indicadores específicos o de primer nivel.

Tabla 5. 1. Los tres niveles de indicadores ambientales.

COMPONENTES (NIVEL III)	FACTORES (NIVEL II)	INDICADORES (NIVEL I)
Medio Abiótico	Aire	Emisiones a la atmosfera (CO, NOx, SOx) Partículas de polvo suspendidas

COMPONENTES (NIVEL III)	FACTORES (NIVEL II)	INDICADORES (NIVEL I)
		Nivel de ruido (confort sonoro)
	Geología	Estabilidad del suelo (relieve)
	Suelo	Características físicas y químicas Uso actual del suelo Susceptibilidad a la contaminación Susceptibilidad a la erosión Servicios ambientales que se derivan del suelo para la zona
	Agua	Consumo y calidad del recurso agua Susceptibilidad a la contaminación del agua Patrón de drenaje (superficial/subterráneo)
Medio Biótico	Flora	Diversidad y abundancia de especies herbáceas y arbustivas Diversidad y cobertura vegetal Conservación de la vegetación Vegetación natural de bajo valor (herbáceas y arbustivas) Vegetación acuática Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o endémicas
	Fauna	Diversidad y abundancia de especies Espacios de distribución (desplazamiento de fauna) Reptiles Peces Fauna nociva Fauna acuática Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o endémicas
Medio Perceptual	Paisaje	Calidad visual (componentes singulares) Visibilidad (potencial de vistas) Fragilidad
Socioeconómico	Medio social	Generación de empleo
	Económico	Uso de bienes, servicios e infraestructura local Valor agregado de la zona

---

---

Estableciendo los indicadores para cada factor y para cada componente, las unidades de medida quedan automáticamente determinadas y delimitadas en virtud de la definición del propio indicador.

Existen diferentes métodos para poder determinar que indicadores son los que tienen una mayor influencia en el medio en estudio (matriz del ecosistema, análisis influencia-dependencia, etc.), sin embargo, en todos los casos se requiere que esta información esté sustentada en valores cuantificables, con una metodología estandarizada y que se cuente con la información base, que permita realizar un seguimiento durante la realización y operación del proyecto (Salazar, 1999).

Con la finalidad de poder desarrollar un análisis objetivo, en el presente estudio, tanto en su fase de diagnóstico como de identificación y evaluación de impactos ambientales, se eligieron indicadores de Nivel II (Salazar, 1999) basados, tanto en la información medio-ambiental como socio-económica del medio, pasando posteriormente a indicadores de Nivel I dentro de la misma metodología de evaluación de Impacto Ambiental.

Los indicadores Nivel II, nos permitirán tener una base comparativa con el diagnóstico del medio ambiente realizado, mientras que los indicadores de Nivel I proporcionarán un escenario o un esquema más fino de los posibles efectos del proyecto y permitirán en consecuencia proponer parámetros confiables de control y monitoreo durante la operación del proyecto.

#### **V.2.4. LISTA DE INDICADORES DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

Conforme a los criterios y la metodología descritos, así como en la caracterización ambiental y al diagnóstico, los indicadores de las condiciones o calidad ambiental del Sistema Ambiental corresponden a los presentados en la Tabla 5. 2, se presentan los indicadores de la calidad ambiental en el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto.

**Tabla 5. 2. Indicadores de la calidad ambiental en el Sistema Ambiental y para el sitio del proyecto.**

COMPONENTES	FACTORES	CONDICIÓN AMBIENTAL	INDICADOR
<b>Abiótico</b>	<b>Aire</b>	El Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, se ubican dentro de la zona urbana de Isla Mujeres en la parte continental, por lo cual, no existen fuentes de contaminación por industria o algo similar cercanas, por lo tanto corresponde a una región atmosféricamente limpia. Las fuentes contaminación, se presentan en mayor número en las partes más pobladas del municipio y en los municipios aledaños.	Inexistencia de fuentes de contaminación fija por la ausencia de empresas, fábricas o industrias. Existen fuentes móviles de contaminación, conformado principalmente por vehículos automotores que se desplazan en las vías de comunicación cercanas.
<b>Abiótico</b>	<b>Geología</b>	El Sistema Ambiental y sitio del proyecto, se ubican en una superficie casi plana, con pequeñas ondulaciones ocasionadas por el tránsito de personas, así como por la construcción de infraestructura.	Inexistencia de evidencias que demuestren inestabilidad del suelo. En la zona de playa, se genera la erosión de la misma, producto del oleaje.
<b>Abiótico</b>	<b>Suelos</b>	El Sistema Ambiental, presenta manchones de vegetación en su mayoría de especies cultivadas, que se distribuyen en la zona de jardines, banquetas, camellones, con la presencia de algunas especies originales ubicadas principalmente en aquellos predios que actualmente no cuentan con ningún tipo de infraestructura. En la zona marítima, se distribuyen fragmentos de pastizal. El sitio del proyecto, presenta manchones reducidos de vegetación herbácea en donde se registran pocas especies, ya que la zona se encuentra fuertemente afectada por las actividad humanas, así como por la reducción constante de la zona de playa lo cual limita la proliferación de especies.	Suelos con cubierta vegetal herbácea reducida, sin presencia de individuos arbóreos u otro tipo de vegetación que favorecería la estabilidad del suelo. Los suelos presentes en la zona de playa se ven afectados constantemente por la erosión de playa producto de la variación del oleaje en cierta parte del año lo cual tiende a reducir el frente costero. En la zona marítima, presenta suelo arenoso, que se encuentra en constante movimiento, lo cual no favorece el establecimiento de los pastos marinos.



**Tabla 5. 2. Indicadores de la calidad ambiental en el Sistema Ambiental y para el sitio del proyecto.**

COMPONENTES	FACTORES	CONDICIÓN AMBIENTAL	INDICADOR
<b>Abiótico</b>	<b>Agua continental</b>	Existen dentro del Sistema Ambiental algunos cuerpos lagunares artificiales distribuidos a lo largo del complejo turístico. Dentro del sitio del proyecto no se presenta ningún tipo de escurrimiento o cuerpo de agua, salvo las aguas oceánicas.	Los cuerpos lagunares distribuidos en el complejo turístico, se encuentran alejados del sitio del proyecto, por lo cual no habrá ningún tipo de interacción que favorezca su afectación.
<b>Abiótico</b>	<b>Agua marina</b>	No se observan problemas de contaminación por alguna fuente industrial o municipal, a nivel Sistema Ambiental y para el sitio del proyecto. Sin embargo, la actividad turística requiere el uso de lanchas y botes, mismos que se mueven con motor, el cual requiere de aceites y lubricantes, por lo que se en la zonas de estacionamiento se observa la presencia de estos envases, así como la acumulación de residuos solidos acumulados.	El agua de mar, no presenta evidencias considerables de contaminación, para el Sistema Ambiental, ni para el sitio del proyecto.

Tabla 5. 2. Indicadores de la calidad ambiental en el Sistema Ambiental y para el sitio del proyecto.

COMPONENTES	FACTORES	CONDICIÓN AMBIENTAL	INDICADOR
<b>Bióticos</b>	<b>Vegetación</b>	<p>La vegetación que se distribuye en el Sistema Ambiental, presenta signos de alteración e introducción de especies en áreas de jardines y camellones, observándose la presencia de algunas especies originales en los predios carentes de infraestructura. Dentro del Sistema Ambiental, se distribuyen 2 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cuales son: <i>Thrinax radiata</i> y <i>Pseudophoenix sargentii</i>. El sitio del proyecto, presenta solo 2 individuos pequeños de <i>Thrinax radiata</i>, para los cuales se contempla la ejecución de actividades de rescate. En la demás superficie se distribuyen manchones de vegetación compuestos por especies herbáceas e individuos aislados de arbustivas, por lo cual presentan una diversidad y abundancia baja.</p> <p>En cuanto a la presencia de algas en el sitio del proyecto, se pudieron observar, especies como: <i>Sargassum vulgare</i>, <i>Laurencia intricata</i>, <i>Dicyota cervicornis</i>, <i>Laurencia poiteaui</i>, <i>Acetabularia schenckii</i>.</p> <p>Los pastos marinos, que se distribuyen en el sistema ambiental y el sitio del proyecto, básicamente fueron 2 especies, <i>Thalassia testudinum</i>, que se distribuye en la mayor parte de la superficie y la presencia de pequeños parches de <i>Syringodium filiforme</i>.</p>	<p>No se afectará ningún individuo de alguna especie listada en la norma que se distribuyan en el Sistema Ambiental.</p> <p>La afectación de la vegetación herbácea, se realizará únicamente en el sitio del proyecto, mediante la actividad de despalme o deshierbe. Los individuos de <i>Thrinax radiata</i>, listada en la norma que se distribuye en el sitio del proyecto, se rescatarán y reubicarán en sitios previamente seleccionados.</p> <p>La afectación al pasto marino (<i>Thalassia testudinum</i>), será de manera puntual en los sitios de ubicación de los arrecifes artificiales.</p>

**Tabla 5. 2. Indicadores de la calidad ambiental en el Sistema Ambiental y para el sitio del proyecto.**

COMPONENTES	FACTORES	CONDICIÓN AMBIENTAL	INDICADOR
<p><b>Bióticos</b></p>	<p><b>Fauna</b></p>	<p>En el sistema ambiental, se registraron varias especies dominadas por el grupo de las aves. Se registraron 5 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal es el caso de: <i>Ctenosaura similis</i>, <i>Sceloporus cozumelae</i>, <i>Aspidoscelis rodecki</i>, <i>Crocodylus acutus</i> y <i>Eupsittula nana</i>), las cuales no se verán afectadas por ninguna actividad del proyecto. Durante los trabajos de campo realizados en el sitio del proyecto, fueron observadas algunas aves volando sobre el sitio. Además se registraron 3 especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal es el caso de: <i>Ctenosaura similis</i>, <i>Sceloporus cozumelae</i>, <i>Aspidoscelis rodecki</i>.</p> <p>En cuanto a la fauna marina presente a nivel sistema ambiental y sitio del proyecto, ésta es poco abundante, además de dispersa. Dentro del Sistema Ambiental, se pudo observar algunos corales escleractinios, crustáceos, moluscos y equinodermos como langostas (<i>Panulirus argus</i>), caracoles (<i>Strombus gigas</i>) y estrellas de mar (<i>Oreaster reticulatus</i>), distribuidos en las zonas de mayor cobertura, disminuyendo y desapareciendo a distancias más cercanas a la playa.</p> <p>En cuanto al grupo de los peces, estos se presentan de manera rara, ya que solo se registraron 12 especies a nivel Sistema Ambiental de los cuales solo 5 fueron peces arrecifales. Cabe destacar que en el sitio del proyecto no se registró ningún pez arrecifal.</p>	<p>El sistema ambiental presenta vegetación arbórea, herbácea y arbustiva, la cual alberga a algunas especies de aves y reptiles, las cuales no se verán afectadas por ninguna de las actividades del proyecto.</p> <p>El sitio del proyecto, presenta condiciones de refugio adecuadas para algunos individuos, especialmente reptiles, por lo que previo a las actividades del proyecto, se efectuarán acciones de rescate de especies enfocado principalmente a reptiles.</p> <p>La afectación a la fauna marina sera de manera puntual en aquellos sitios en donde se llevará a cabo la construcción de los arrecifes artificiales y puesto que las condiciones de refugio en dicho lugar no es la adecuada, respaldado por el nulo registró en el sitio del proyecto la afectación a la fauna acuática se considera nula.</p>

**Tabla 5. 2. Indicadores de la calidad ambiental en el Sistema Ambiental y para el sitio del proyecto.**

COMPONENTES	FACTORES	CONDICIÓN AMBIENTAL	INDICADOR
Socioeconómicos	Paisaje	<p>Alto nivel de vistas, sobre todo en las zonas de playa cercana al mar, con gran cantidad de elementos urbanísticos por la ubicación del proyecto en la zona conurbada del municipio.</p> <p>El sitio del proyecto, presenta un paisaje homogéneo, perturbado por las actividades humanas que se llevan a cabo en el sitio.</p>	<p>Alto nivel de vistas cercanas al mar, así como por la presencia de unidades habitacionales, edificios, complejos turísticos ubicados al norte y sur del sitio del proyecto.</p> <p>Mejoramiento de la calidad visual del sitio, por la operación del proyecto, cuando se hayan establecido el relleno de playa, la duna artificial y los arrecifes por la reducción de la erosión del frente de playa.</p>
Socioeconómicos	Socioeconómico	<p>Densidad media de población, existe desarrollo urbano.</p> <p>Influencia directa e indirecta de los habitantes del Complejo Turístico, ya que se considera que serán los beneficiados.</p>	<p>Existencia de infraestructura urbana en construcción.</p> <p>Requerimientos de servicios públicos proporcionados por el municipio y uso de otros servicios contratados a particulares.</p>



Conforme a la descripción de las obras y actividades que comprende el proyecto, se encontró que las principales fuentes de cambio continuas o permanentes para la zona son las que se describen en la Tabla 5. 3.

**Tabla 5. 3. Fuentes de Cambio que derivarán de la realización del Proyecto.**

FUENTES DE CAMBIO PERMANENTE	FUENTES DE CAMBIO CONTINUAS O DISCONTINUAS
El despalme de la vegetación herbácea y arbustiva en una superficie menor a la que presenta el sitio del proyecto. Cabe destacar que la vegetación herbácea en el sitio del proyecto, se presenta de manera discontinua y ocupa una superficie reducida.	Movimiento de tierras para nivelación, compactación y excavación. Generación de residuos vegetales en volúmenes bajos, producto de las actividades de despalme o deshierbe.
Afectación a los pastos acuáticos dominados por <i>Thalassia testudinum</i> , los cuales se encuentran distribuidos en los sitios en donde se ubicaran los arrecifes.	Ahuyentamiento natural de la fauna acuática en la zona en donde se lleven a cabo las actividades de construcción de los arrecifes.
Cambios en la topografía del sitio por trabajos de excavaciones y nivelaciones. Cabe destacar que el sitio se encuentra casi plano con una pequeña inclinación en dirección al mar.	Generación de residuos sólidos municipales en las diversas etapas que conforman al proyecto.
Cambios en el paisaje por la implementación de las obras diversas que conforman el proyecto (duna y arrecifes artificiales).	Emisiones a la atmósfera (provenientes de la operación de maquinaria, equipos y uso de vehículos).
Relleno de playa en el sitio del proyecto, lo cual favorecerá al paisaje y a la fauna, especialmente a los reptiles.	Generación de polvo y ruido por la operación de maquinaria, equipos y uso de vehículos.
Construcción de arrecifes artificiales, lo cual favorecerá la conservación del frente playero y reducirá la erosión.	Generación de empleos temporales durante el tiempo que dure la implementación del proyecto.

Es importante mencionar que las fuentes de cambio, variarán conforme las etapas del desarrollo del proyecto, no obstante en la Tabla 5. 4, se señalan los principales indicadores de presión que podrían servir para medir el nivel de impacto para el presente proyecto.

**Tabla 5. 4. Indicadores de presión del proyecto.**

ACTIVIDAD	PRINCIPAL FUENTES DE CAMBIO	INDICADOR
Colocación de señalización preventiva	Delimitación de las zonas de tránsito de la población en general.	Calidad visual y visibilidad
Adecuación de caminos de acceso y limpieza del terreno	Contaminación por presencia de basura dentro del sitio del proyecto y sus inmediaciones.	Colecta y retiro de residuos sólidos del sitio del proyecto y sus inmediaciones.

**Tabla 5. 4. Indicadores de presión del proyecto.**

ACTIVIDAD	PRINCIPAL FUENTES DE CAMBIO	INDICADOR
Actividades de rescate de individuos de flora y fauna en el frente de playa	Afectación a la vegetación y a la fauna presente en el sitio del proyecto.	Diversidad y abundancia de especies herbáceas y arbustivas Abundancia de especies de baja movilidad (reptiles) Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o endémicas
Ingreso de maquinaria, equipos y vehículos	Efecto de compactación del suelo por tránsito Posible contaminación de suelo por hidrocarburos	Emisiones a la atmósfera Generación de polvos suspendidos Contaminación del suelo y del agua
Despalme o deshierbe de vegetación y trazado del eje de la duna	Remoción de la capa vegetal presente de manera discontinua en una superficie mucho menor a la que comprende el sitio del proyecto. Cambio en la topografía. Generación de residuos vegetales en cantidades mínimas.	Porcentaje de superficie alterada Generación y reciclaje de una cantidad mínima de restos vegetales. Vegetación natural de bajo valor (herbáceas y arbustivas)
Nivelación y compactación de la plataforma de desplante para geotubos	Delimitación visible del sitio del proyecto. Movimiento de arena y compactación del suelo. Ubicación espacial de cada uno de los elementos que conforman el proyecto.	Generación de polvos y partículas suspendidas. Generación de ruido. Generación de emisiones a la atmosfera.
Preparación de tarquinas e hidrollenado de geotubos para la duna artificial	Tránsito de personal y la consecuente generación de residuos.	Efectos al paisaje. Susceptibilidad a la contaminación del suelo y del agua
Ubicación, trazo y marcaje de vértices para señalamiento de los sitios de construcción de los arrecifes artificiales	Movimiento de arena y bloqueo de la visibilidad de la columna de agua por la arena suspendida. Ahuyentamiento de la fauna acuática.	Susceptibilidad a la contaminación del agua y del suelo. Afectación a la vegetación acuática compuesta por pastos.
Preparación de equipo y bombeo de concreto	Movimiento de arena y bloqueo de la visibilidad de la columna de agua por la arena suspendida. Ahuyentamiento de la fauna acuática.	Susceptibilidad a la contaminación del agua y del suelo. Afectación a la vegetación acuática compuesta por pastos.

**Tabla 5. 4. Indicadores de presión del proyecto.**

ACTIVIDAD	PRINCIPAL FUENTES DE CAMBIO	INDICADOR
Construcción de arrecife artificial 1 y arrecife artificial 2	Movimiento de arena y bloqueo de la visibilidad de la columna de agua por la arena suspendida. Ahuyentamiento de la fauna acuática.	Susceptibilidad a la contaminación del agua y del suelo. Afectación a la vegetación acuática compuesta por pastos.
Relleno de playa , con colocación y acomodo de 40, 000 m <sup>3</sup> de arena	Transporte de arena al frente de playa con la generación de polvos, partículas y emisiones.	Efectos al paisaje por presencia de maquinaria, equipo y personas.
Forestación de la duna artificial	Efecto a la calidad visual, así como a la vegetación y la fauna.	Favorecimiento a la fauna silvestre por la presencia de vegetación.
Retiro de equipo y limpieza general del sitio.	Efecto a la calidad visual, así como a la vegetación y la fauna.	Limpieza y colecta de residuos en el frente de playa.

Los indicadores de estado y de presión antes señalados se utilizarán para determinar de manera cuantitativa, cuál podría ser el nivel de impacto que alcanzará el proyecto en el sistema ambiental. Los indicadores de respuesta en esta manifestación corresponderán propiamente a las medidas de control de impactos ambientales que se propongan y dependerán del seguimiento que se establezca para determinar el éxito ambiental del proyecto.

A continuación se exponen los criterios y las técnicas que se usaron para establecer la magnitud de importancia de los impactos ambientales, que podría alcanzar cada una de las actividades a nivel sitio del proyecto y del sistema ambiental.

## V.2.5. CRITERIOS Y METODOLOGÍAS DE EVALUACIÓN

### V.2.5.1. CRITERIOS

Para evaluar la importancia de los impactos que se derivarán del proyecto, se aplicaron para el presente estudio, los criterios que propone Conesa-Vitora 1993, así como su técnica, misma que se describe brevemente a continuación:

**Naturaleza (Na):** Considera si el impacto es negativo (-), positivo (+) o neutro.

**Intensidad (I):** Grado de incidencia de la acción sobre el factor, en el ámbito específico en que actúa. (Los valores pueden estar comprendido entre 1 a 12.

Baja (1)

Media (2)

Alta (4)

Muy alta (8)

Total (12)

**Extensión (Ex).** Área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno de la actividad.

Si la acción produce un efecto muy localizado, se considerará que el impacto tiene un carácter puntual (1).

Si, por el contrario tiene una influencia generalizada el impacto será total (8), considerando situaciones intermedias, como impacto parcial (2).

Extenso (4).

Si el efecto se produce en un lugar crítico se le atribuirá un valor de 4 unidades más por encima del que le corresponde.

**Momento (Mo):** Plazo en que se manifiesta del impacto alude al tiempo que transcurre entre la aparición de la acción y el comienzo del efecto.

Largo plazo (1)

Mediano plazo (2)

Inmediato (4)

Critico (+ 4)

**Persistencia (Pe):** Se refiere al tiempo en que permanecerá, el efecto desde su aparición y, a partir del cual el factor afectado retornaría a las condiciones iniciales previas a la acción produce.

Fugaz (menor a un año), el valor es de (1).

Temporal, si dura entre 1 y 10 años, se le asigna un valor de (2);

Permanente si la duración del efecto es superior a los 10 años, el valor es de (4)

**Reversibilidad (Rv):** Es la posibilidad de que una vez producido el impacto, el sistema afectado pueda volver a su estado inicial, ya sea de manera natural o aplicando medidas de mitigación.

Corto plazo, se le asigna un valor (1),

Medio plazo (2)

Irreversible o reversible hasta el abandono del proyecto, le asignamos el valor (4).

**Sinergia (Si).**- Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos simples.

Sin sinergismo simple el valor se torna en (1),

Sinérgico (2)

Altamente sinérgico (3).

**Acumulabilidad (Ac):** Es el incremento progresivo de la manifestación del efecto.

Cuando una acción no produce efectos acumulativos, se valora como (1);

Si el efecto es acumulativo el valor es de (4).

**Efecto (Ef).**- Se refiere a la relación causa efecto, o sea a la forma de manifestación del efecto sobre un factor como consecuencia de una acción.

Indirecto (secundario) (1)

Directo (4)

**Periodicidad (Pr).**- La periodicidad se refiere a la regularidad de manifestaciones del efecto, bien sea de manera *cíclica* o recurrencia (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo).



Irregular o aperiódico y discontinuo (1)

Periódico (2)

Continuo (4)

**Recuperabilidad (Rc).** Se refiere a las posibilidades de reconstrucción, total o parcial, del factor afectado como consecuencia del proyecto es decir, la posibilidad de retomar a las condiciones existentes previas a la actuación; por medio de la intervención humana (introducción de medidas correctivas).

Recuperable de manera inmediata, se le asigna valor de (1)

Recuperable a mediano plazo se le asigna valor de (2)

Mitigable, toma un valor de 4.

Irrecuperable (alteración imposible de reparar por la acción natural, como por la humana, se da el valor de (8)

**Magnitud o Importancia (Ma)**

De acuerdo a los criterios antes señalados y una vez realizada una lista de verificación “*Check list*”, así como una matriz general de impactos ambientales se procede a la aplicación del siguiente algoritmo.

**Ma = + (3i + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Si + Ac + Ef + Pr + Rc)**

Una vez aplicado el mismo se puede conseguir el valor o magnitud que puede tener un impacto sobre un factor ambiental, de acuerdo con los siguientes criterios:

El método seleccionado comprende valores dentro del intervalo de 13 a 100. Los que se mantienen con valores inferiores a 25 se consideran irrelevantes o compatibles. Los impactos moderados son aquellos en los que el cálculo de la importancia da cifras entre 26 y 50; y se considera impactos severos aquellos que tengan cifras de importancia comprendidas entre los números 51 y 75; y por último los impactos críticos son todos aquellos, cuyo valor de importancia sea superior a 75.

La suma algebraica de la importancia del impacto de cada elemento tipo por columnas nos indicará las acciones más agresivas, altos valores negativos; las poco agresivas, bajos valores negativos y las benéficas, valores positivos, pudiendo analizarse las mismas según sus efectos sobre los distintos factores. Asimismo, la suma de importancia del impacto de cada elemento tipo por filas, nos indicará los factores ambientales que sufren en mayor o menor medida las consecuencias de la realización de la actividad.

Dicha suma indica los efectos totales causados en los distintos componentes y subsistemas presentes en la matriz de impactos. Sin embargo, pese a la cuantificación de los elementos tipo llevada a cabo para calcular la importancia del impacto, la valoración es meramente cualitativa, ya que el algoritmo creado para su cálculo en función del grado de manifestación cualitativa de los atributos que en él intervienen.

Las importancias de los impactos correspondientes a los efectos producidos por dos acciones sobre dos factores, expresa simplemente que la importancia del primer efecto

son mayor o menor que la del segundo, pero con carácter cualitativo, no en la proporción que sus valores numéricos indican.

**V.2.5.2. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

Para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se derivarán por la realización de cada una de las actividades se realizaron listas de verificación “Check list”, para cada una de las obras que comprende el proyecto y se determinaron acciones comunes que pueden causar afectaciones, posteriormente se establecieron redes de causa-efecto, con el objeto de diferenciar los impactos ambientales directos, los impactos ambientales indirectos y finalmente se establecerá un listado de impactos comunes para todo el proyecto.

En el presente estudio, se aplicará una metodología matricial, así como la asignación de valores de acuerdo a los criterios de Conesa-Vitora (1993), que permitirá la determinación de la magnitud de los impactos positivos y negativos. La metodología matricial, permitirá jerarquizar las áreas en función de la magnitud e importancia, pueden ser identificados claramente los impactos más relevantes al proyecto, ya sean benéficos o adversos.

El método matricial, está basado en una lista de las actividades, mismas que se presentan en los renglones y una relación de las áreas que pueden ser objeto de los efectos ambientales en los renglones de la matriz, de tal suerte que áreas y actividades pueden ser interrelacionadas y los impactos clasificados dentro de la misma matriz. Una ventaja adicional de éste método, consiste en la posibilidad de calcular y evaluar los impactos que ocasionará una actividad específica o un conjunto de actividades dentro de una etapa del proyecto o bien calcular y evaluar los impactos sobre uno o un grupo de los componentes ambientales del ecosistema.

Para ejemplificar este método se ha incluido una matriz simplificada que sin duda servirá para ilustrar el método que se utilizará como base o guía para este proyecto en particular (Tabla 5. 5). Esta matriz simplificada fue obtenida de Methods of Environmental Impact Assessment editado por Peter Morris y Riki Therivel (1995) y se basa en la posibilidad de identificar interacciones entre los impactos ambientales de un proyecto específico, sin embargo, en el ejemplo propuesto por Morris y Therivel no se asignan valores numéricos.

**Tabla 5. 5. Indicadores de presión del proyecto.**

COMPONENTE AMBIENTAL	ACTIVIDADES COMUNES DE LAS OBRAS QUE COMPRENDE EL PROYECTO
----------------------	--

	PREPARACIÓN		CONSTRUCCIÓN		OPERACIÓN MANTENIMIENTO	
	A	B	C	D	E	F
Suelo y Geología						
Aire						
Agua						
Flora						
Fauna						
Calidad del Aire						
.....						

*Los impactos ocasionados por uno de los componentes del proyecto*

*Los impactos sobre uno de los componentes ambientales del ecosistema*

Para este caso en particular, el método matricial modificado, incluyó tres grandes áreas para agrupar las actividades a ser desarrolladas en el proyecto (columnas) y que corresponden a la Etapa de Preparación de Sitio, Etapa de Construcción, y la Etapa de Operación y Mantenimiento. Otras etapas que anteriormente eran incluidas en este tipo de matrices como la Etapa de Planeación y la Etapa de Abandono, se excluyeron de la matriz, dado que las actividades inherentes durante la planeación no se esperan impactos negativos sobre el ambiente o en el ámbito socioeconómico, mientras que para la etapa de abandono, no está considerado debido a la naturaleza del proyecto y al tiempo de vida que se tiene proyectado.

El método matricial identifica las áreas de impacto (renglones) en tres componentes: Físicoquímicos, Biológicos y Socioeconómicos en los que las áreas y actividades se interrelacionan.

Debe señalarse que esta metodología matricial se utilizará en primera instancia para identificar los impactos adversos y benéficos sin tomar en cuenta las medidas de mitigación propuestas y posteriormente con medidas de mitigación, para cada una de las etapas del proyecto y para cada una de las áreas a las que se ha hecho referencia, pudiendo así comparar los impactos ambientales con y sin medidas de mitigación.

A fin de que la asignación de valores sea objetiva y evite la asignación arbitraria, se realizó un ejercicio de asignación de valores mediante la participación de un grupo interdisciplinario de profesionales.

Se espera que el método matricial propuesto, permita, como ya se ha señalado, identificar aquellas áreas y/o actividades en las que tendrán lugar los mayores impactos ambientales, ya sea por su carácter primario o irreversible y aquellas áreas y/o actividades en las que los impactos podrán ser reducidos mediante la implementación de las medidas de mitigación propuestas.

### V.3. IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS

En este apartado se presentan los resultados que se obtuvieron al aplicar las metodologías descritas, así como una descripción de los impactos ambientales adversos y benéficos que se prevén durante las diferentes etapas del proyecto.

La descripción de los impactos ambientales que a continuación se desarrollan, siguen un orden cronológico de ocurrencia, conforme al programa de trabajo que se presentó en el capítulo II. Es preciso recordar que el proyecto está contemplado para construirse en tres etapas, sin embargo para fines de evaluación del impacto ambiental que se generará por la construcción se evalúan todas las actividades de las diferentes etapas de manera conjunta.

#### V.3.1. EVALUACIÓN DE IMPACTOS

Para la identificación de los impactos generados por la implementación del proyecto, se consideran como obras principales, las siguientes:

- Duna artificial.
- Arrecifes artificiales y
- Rellenos de playa.

En la Tabla 5. 6, se presenta el listado de actividades y obras en las cuales se efectuarán cada una de ellas.

**Tabla 5. 6. Actividades comunes para las obras que comprende el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.**

Actividades	Duna artificial	Arrecifes artificiales	Rellenos de playa
<b>Preparación del sitio</b>			
Colocación de señalización preventiva (Csp)	✓	✓	✓
Adecuación de caminos de acceso y limpieza de terreno (Acc)	✓	✓	-
Actividades de rescate de individuos de flora y fauna en el frente de playa (Ari)	✓	✓	-
Ingreso de maquinaria, equipos y vehículos (Imv)	✓	✓	✓



**Tabla 5. 6. Actividades comunes para las obras que comprende el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.**

Actividades	Duna artificial	Arrecifes artificiales	Rellenos de playa
Despalme o deshierbe de vegetación y trazado del eje de la duna (Ddv)	✓	✓	-
Nivelación y compactación de la plataforma de desplante para geotubos (Ncp).	✓	✓	-
Preparación de tarquinas (Pta).	✓	-	-
Ubicación, trazo y marcaje de vértices para señalamiento de los sitios de construcción de los arrecifes artificiales (Utm).	-	✓	-
Preparación de equipo y bombeo de concreto (Peb).	-	✓	-
<b>Construcción</b>			
Construcción de arrecife artificial 1 y arrecife artificial 2 (Caa).	-	✓	-
Relleno de playa, con colocación y acomodo de 40, 000 m <sup>3</sup> de arena (Rpa).	-	-	✓
Hidrollenado de geotubos para la duna artificial (Hge).	✓	-	-
<b>Operación y Mantenimiento</b>			
Generación de residuos sólidos (Grs).	✓		✓
Revisión periódica de arrecifes artificiales (Rpa).	-	✓	-
Mantenimiento general de duna artificial y frente de playa (Mgi).	✓	✓	-
Forestación de la duna artificial (Rda).	✓	-	-
Retiro de equipo y limpieza general de equipo (Reg).	✓	✓	✓

De acuerdo a la Tabla anterior, se observa que algunas de las actividades son comunes para cada una de las etapas y se van diferenciando. En la Tabla 5. 7, se presenta la relación causa y efecto de los impactos identificados.

**Tabla 5. 7. Relaciones Causa Efecto.**

Actividad	Efecto directo	Efectos secundarios	Alcance del efecto
Colocación de señalización preventiva (Csp)	Afectación de la calidad visual del paisaje	Aumento progresivo del deterioro de la calidad visual	La afectación se extiende más allá del sitio del proyecto, a nivel sistema ambiental
Adecuación de caminos de acceso y limpieza de terreno (Acc)	Susceptibilidad a la contaminación del suelo Susceptibilidad a la contaminación del agua Afectación de la calidad visual del paisaje	Acumulación de basura en ciertos sitios de la zona de playa Aumento de la contaminación por residuos sólidos municipales dejados en la zona de playa Aumento progresivo del deterioro de la calidad visual	La afectación se extiende más allá del sitio del proyecto y del sistema ambiental
Actividades de rescate de individuos de flora y fauna en el frente de playa (Ari)	Reducción de la afectación a los individuos de lento desplazamiento Rescate de especies listadas en la NOM-059, que pudieran encontrarse dentro del sitio del proyecto	Disminución de especies vegetales y animales afectadas por las diferentes actividades del proyecto.	La afectación se limita al sitio del proyecto.
Ingreso de maquinaria, equipos y vehículos (Imv)	Emisiones a la atmosfera Emisiones de partículas suspendidas Aumento en el nivel de ruido Estabilidad del suelo Susceptibilidad a la contaminación del suelo Susceptibilidad a la contaminación del agua Afectación a la calidad visual y visibilidad	Afectación a los trabajadores por la emisión de polvos suspendidos y el aumento en el nivel de ruido Inestabilidad del suelo Contaminación del suelo y del agua por la generación de residuos sólidos municipales, así como el posible vertimiento de hidrocarburos en el suelo, ocasionado por el mal funcionamiento de la maquinaria y equipo	Las emisiones a la atmosfera y las partículas suspendidas con extensión a nivel sistema ambiental y la emisión de ruido a nivel área de influencia. La posible contaminación del suelo y del agua con extensión a nivel sitio del proyecto y su área de influencia La afectación de la calidad visual y visibilidad a nivel sistema ambiental y sitio del proyecto.
Despalme o deshierbe de vegetación y trazado del eje de la duna (Ddv)	Reducción de la cubierta vegetal herbácea, con eliminación de individuos arbustivos Susceptibilidad del suelo a la erosión	Afectación de especies vegetales Aumento de riesgo de erosión, cuando el suelo se deja sin vegetación por periodos largos	La afectación al sitio del proyecto será en una superficie que ocupa solo el frente de playa del solar B, que comprende el sitio El efecto será en el sitio del proyecto, para posteriormente compensarse con la forestación de la duna artificial

**Tabla 5. 7. Relaciones Causa Efecto.**

Actividad	Efecto directo	Efectos secundarios	Alcance del efecto
<p>Nivelación y compactación de la plataforma de desplante para geotubos (Ncp)</p>	<p>Emisiones a la atmosfera Emisiones de partículas suspendidas Aumento en el nivel de ruido Estabilidad del suelo Susceptibilidad a la contaminación del suelo Susceptibilidad a la contaminación del agua Afectación a la calidad visual y visibilidad</p>	<p>Afectación a los trabajadores por la emisión de polvos suspendidos y el aumento en el nivel de ruido Inestabilidad del suelo Contaminación del suelo y del agua por la generación de residuos sólidos municipales, así como el posible vertimiento de hidrocarburos en el suelo, ocasionado por el mal funcionamiento de la maquinaria y equipo</p>	<p>Las emisiones a la atmosfera y las partículas suspendidas con extensión a nivel sistema ambiental y la emisión de ruido a nivel área de influencia. La posible contaminación del suelo y del agua con extensión a nivel sitio del proyecto y su área de influencia La afectación de la calidad visual y visibilidad a nivel sistema ambiental y sitio del proyecto.</p>
<p>Preparación de tarquinas (Pta)</p>	<p>Emisiones de partículas suspendidas Aumento en el nivel de ruido Susceptibilidad a la contaminación del suelo Susceptibilidad a la contaminación del agua Afectación a la calidad visual y visibilidad</p>	<p>Afectación a los trabajadores por la emisión de polvos suspendidos y el aumento en el nivel de ruido Contaminación del suelo y del agua por la generación de residuos sólidos municipales, así como el posible vertimiento de hidrocarburos en el suelo, ocasionado por el mal funcionamiento del equipo</p>	<p>Las emisiones a la atmosfera y las partículas suspendidas con extensión a nivel sistema ambiental y la emisión de ruido a nivel área de influencia. La posible contaminación del suelo y del agua con extensión a nivel sitio del proyecto y su área de influencia La afectación de la calidad visual y visibilidad a nivel sistema ambiental y sitio del proyecto.</p>
<p>Ubicación, trazo y marcaje de vértices para señalamiento de los sitios de construcción de los arrecifes artificiales (Utm)</p>	<p>Susceptibilidad a la contaminación del agua por el movimiento de gente y equipo Levantamiento de la arena del fondo y movimiento de partículas en la columna de agua Ahuyentamiento de individuos de fauna marina Susceptibilidad a la afectación de los pastos marinos</p>	<p>Posible erosión de los sitios en donde se ubicaran los arrecifes. Afectación a individuos de flora y fauna marina. Posible contaminación del agua.</p>	<p>Los efectos identificados por la ejecución de esta actividad se consideran a nivel sitio del proyecto y posiblemente con extensión en el área de influencia.</p>

**Tabla 5. 7. Relaciones Causa Efecto.**

Actividad	Efecto directo	Efectos secundarios	Alcance del efecto
Preparación de equipo y bombeo de concreto (Peb)	Susceptibilidad a la contaminación del agua por el movimiento de equipo Levantamiento de la arena del fondo y movimiento de partículas en la columna de agua Ahuyentamiento de individuos de fauna marina Susceptibilidad a la afectación de los pastos marinos	Posible erosión de los sitios en donde se realice el bombeo de concreto con dirección a los arrecifes. Afectación a individuos de flora y fauna marina. Posible contaminación del agua.	Los efectos identificados por la ejecución de esta actividad se consideran a nivel sitio del proyecto y posiblemente con extensión en el área de influencia.
Construcción de arrecife artificial 1 y arrecife artificial 2 (Caa).	Susceptibilidad a la contaminación del agua por el movimiento de gente y equipo Levantamiento de la arena del fondo y movimiento de partículas en la columna de agua Ahuyentamiento de individuos de fauna marina Susceptibilidad a la afectación de los pastos marinos	Posible erosión de los sitios en donde se ubicaran los arrecifes. Afectación a individuos de flora y fauna marina. Posible contaminación del agua.	Los efectos identificados por la ejecución de esta actividad se consideran a nivel sitio del proyecto y posiblemente con extensión en el área de influencia.
Relleno de playa, con colocación y acomodo de 40, 000 m <sup>3</sup> de arena (Rpa).	Afectación a la calidad visual y visibilidad Generación de polvos suspendidos	Aumento progresivo del deterioro de la calidad visual Posible efecto adversos a los trabajadores por la generación de polvos	El alcance del efecto, se considera a nivel sitio del proyecto y posiblemente dentro del sistema ambiental.
Hidrollenado de geotubos para la duna artificial (Hge).	Afectación a la calidad visual y visibilidad	Aumento progresivo del deterioro de la calidad visual	El alcance del efecto, se considera a nivel sitio del proyecto y posiblemente dentro del sistema ambiental.
Generación de residuos sólidos (Grs)	Susceptibilidad a la contaminación del suelo Susceptibilidad a la contaminación del agua Afectación a la calidad visual y visibilidad	Contaminación del suelo y del agua por la generación de residuos sólidos municipales, así como su correcta disposición temporal Aumento progresivo del deterioro de la calidad visual	El alcance del efecto, se considera a nivel sistema ambiental y sitio del proyecto
Revisión periódica de arrecifes artificiales (Rpa)	Generación de empleos directos e indirectos	Consumo de bienes y servicios y aumento de la capacidad adquisitiva	El alcance del efecto es a nivel sistema ambiental.



**Tabla 5. 7. Relaciones Causa Efecto.**

Actividad	Efecto directo	Efectos secundarios	Alcance del efecto
Mantenimiento general de duna artificial y frente de playa (Mgi)	Generación de empleos directos e indirectos Generación residuos sólidos municipales	Consumo de bienes y servicios y aumento de la capacidad adquisitiva Contaminación del sitio del proyecto, su área de influencia y el mar	El alcance del efecto es a nivel sistema ambiental e incluso regional Efecto a nivel local.
Forestación de la duna artificial (Rda)	Generación de empleos directos e indirectos Generación residuos sólidos municipales	Consumo de bienes y servicios y aumento de la capacidad adquisitiva Contaminación del sitio del proyecto, su área de influencia y el mar	El alcance del efecto es a nivel sistema ambiental e incluso regional Efecto a nivel local.
Retiro de equipo y limpieza general de equipo (Reg)	Generación residuos sólidos municipales	Contaminación del suelo y del agua por la generación de residuos sólidos municipales, así como su correcta disposición temporal Aumento progresivo del deterioro de la calidad visual	El alcance del efecto, se considera a nivel sistema ambiental y sitio del proyecto

En la Tabla 5. 8, se presenta la matriz de identificación impactos ambientales que se esperan por la realización del proyecto, donde se pueden distinguir los impactos ambientales esperados y se puede diferenciar los impactos directos e indirectos así como la actividad que los provoca y el alcance que tendrán los mismos en el sitio del proyecto y posiblemente a nivel Sistema Ambiental.

Tabla 5. 8. Clasificación de Impactos Ambientales de mayor relevancia.

SISTEMA	COMP.	FACTOR	INDICADORES/ EFECTO	ACTIVIDADES																	
				PREPARACIÓN DE SITIO									CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
				Csp	Acc	Ari	Imv	Ddv	Ncp	Pta	Utm	Peb	Caa	Rpa	Hge	Grs	Rpa	Mgi	Rda	Reg	
ABIÓTICO	ATMOSFÉRICOS	AIRE	1. Nivel de ruido (confort sonoro diurno)	-	-	-	✓	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	
			2. Partículas de polvo suspendidas y emisiones a la atmosfera	-	✓	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓
	HIDROLÓGICOS	AGUA	3. Susceptibilidad a la contaminación del agua	-	-	-	✓	-	✓	-	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-	-	
	SUELO	SUELO	4. Características físicas y químicas del suelo	-	✓	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
			5. Susceptibilidad a la erosión	-	-	-	✓	-	-	-	✓	✓	-	-	✓	-	✓	✓	-	-	
			6. Servicios ambientales que se derivan del suelo para la zona	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	✓	✓	-	
BIÓTICO	VEGETACIÓN		7. Diversidad y cobertura Vegetal	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	
			8. Conservación de la vegetación	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-
			9. Vegetación acuática	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	
			10. Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	-	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Tabla 5. 8. Clasificación de Impactos Ambientales de mayor relevancia.

SISTEMA	COMP.	FACTOR	INDICADORES/ EFECTO	ACTIVIDADES																
				PREPARACIÓN DE SITIO								CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO					
				Csp	Acc	Ari	Imv	Ddv	Ncp	Pta	Utm	Peb	Caa	Rpa	Hge	Grs	Rpa	Mgi	Rda	Reg
	FAUNA	11. Espacios de distribución de fauna (desplazamiento de la fauna)	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-
		12. Reptiles (grupo vulnerable)	-	✓	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-
		13. Fauna acuática	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	-	-	-	-	-
		14. Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	-	✓	✓	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-
PERCEPTUAL	PAISAJE	15. Potencial de vistas	✓	✓	-	✓	✓	✓	-	-	-	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	
SOCIAL	DINÁMICA OCUPACIONAL	16. Generación de algunos empleos e ingresos	✓	✓	✓	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	✓	✓	-	✓	✓	✓	
		17. Valor económicos (agregado) de la zona	-	-	-	-	✓	-	-	-	-	-	-	-	-	✓	-	-	-	✓

NOTAS: PREPARACIÓN DE SITIO: Colocación de señalización preventiva (Csp); Adecuación de caminos de acceso y limpieza de terreno (Acc); Actividades de rescate de individuos de flora y fauna en el frente de playa (Ari); Ingreso de maquinaria, equipos y vehículos (Imv); Despalme o deshierbe de vegetación y trazado del eje de la duna (Ddv); Nivelación y compactación de la plataforma de desplante para geotubos (Ncp); Preparación de tarquinas (Pta); Ubicación, trazo y marcaje de vértices para señalamiento de los sitios de construcción de los arrecifes artificiales (Utm); Preparación de equipo y bombeo de concreto (Peb); CONSTRUCCIÓN: Construcción de arrecife artificial 1 y arrecife artificial 2 (Caa); Relleno de playa, con colocación y acomodo de 40, 000 m<sup>3</sup> de arena (Rpa); Hidrollenado de geotubos para la duna artificial (Hge); OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO: Generación de residuos sólidos (Grs); Revisión periódica de arrecifes artificiales (Rpa); Mantenimiento general de duna artificial y frente de playa (Mgi); Forestación de la duna artificial (Rda) y Retiro de equipo y limpieza general de equipo (Reg).

Considerando los impactos indicados en la Tabla 5. 7 y la Tabla 5. 8, se estimó el valor que podrían alcanzar para cada uno de los componentes ambientales, cabe mencionar que posteriormente se realizará una descripción más detallada de cada uno, y es preciso decir que en algunos casos el valor del impacto podría cambiar.

En la Tabla 5. 9, se presenta la matriz de valoración de cada una de los efectos que conforman los componentes ambientales, identificados para el proyecto.

**Tabla 5. 9. Matriz de valoración de los impactos ambientales y los efectos sobre los componentes ambientales.**

EFFECTOS SOBRE COMPONENTES AMBIENTALES	NATURALEZA	INTENSIDAD (3)	EXTENSIÓN (2)	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	IMPORTANCIA
01. Nivel de ruido (confort sonoro diurno)	⊖	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
02. Partículas de polvo suspendidas y emisiones a la atmosfera	⊖	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
03. Susceptibilidad a la contaminación del agua	⊖	1	1	4	1	1	1	1	4	1	1	19
04. Características físicas y químicas del suelo	⊖	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	17
05. Susceptibilidad a la erosión	⊖	2	2	2	2	2	2	4	4	2	2	30
06. Servicios ambientales que se derivan del suelo para la zona	⊖	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	14
07. Diversidad y cobertura vegetal	⊖	1	1	2	2	1	1	1	4	2	2	20
08. Conservación de la vegetación	⊕	1	1	1	2	1	1	1	4	2	2	19
09. Vegetación acuática	⊖	1	1	1	2	1	1	1	4	2	2	19
10. Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	⊖	2	1	2	2	2	2	1	4	2	2	25
11. Espacios de distribución de fauna (desplazamiento de la fauna)	⊖	1	1	2	2	1	1	1	1	2	2	17
12. Reptiles (grupo vulnerable)	⊖	2	1	2	1	1	1	1	4	2	2	22
13. Fauna acuática	⊖	1	1	2	1	1	1	1	4	1	2	18
14. Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	⊖	2	1	2	1	2	2	1	4	2	2	24
15. Potencial de vistas	⊖	2	2	2	2	1	1	1	1	2	2	22
16. Generación de algunos empleos e ingresos	⊕	1	1	2	1	1	1	1	4	1	1	17



**Tabla 5. 9. Matriz de valoración de los impactos ambientales y los efectos sobre los componentes ambientales.**

EFFECTOS SOBRE COMPONENTES AMBIENTALES	NATURALEZA	INTENSIDAD (3)	EXTENSIÓN (2)	MOMENTO	PERSISTENCIA	REVERSIBILIDAD	SINERGIA	ACUMULACIÓN	EFFECTO	PERIODICIDAD	RECUPERABILIDAD	IMPORTANCIA
17. Valor económico (agregado) de la zona	+	2	1	2	2	1	1	1	4	2	2	23

Acorde con la asignación de valores para cada uno de los impactos ambientales identificados de una manera general, se encontró que la gran mayoría de ellos (94.12%) se encuentran dentro de una magnitud estimada como de Irrelevantes y el resto son moderados (5.88%). Es importante mencionar que únicamente tres de ellos son positivos y 14 son negativos, como se muestra en la **Tabla 5. 10.**

**Tabla 5. 10. Importancia de los impactos ambientales por su valor de menor a mayor.**

IMPACTOS NEGATIVOS	VALOR	MAGNITUD	IMPACTOS POSITIVOS	VALOR	MAGNITUD
01. Nivel de ruido (confort sonoro diurno)	19	Irrelevante o compatibles	08. Conservación de la vegetación	19	Irrelevante o compatibles
02. Partículas de polvo suspendidas y emisiones a la atmosfera	19	Irrelevante o compatibles	16. Generación de algunos empleos e ingresos	17	Irrelevante o compatibles
03. Susceptibilidad a la contaminación del agua	19	Irrelevante o compatibles	17. Valor económico (agregado) de la zona	23	Irrelevante o compatibles
04. Características físicas y químicas del suelo	17	Irrelevante o compatibles	-	-	-
05. Susceptibilidad a la erosión	30	Moderado	-	-	-
06. Servicios ambientales que se derivan del suelo para la zona	14	Irrelevante o compatibles	-	-	-
07. Diversidad y cobertura vegetal	20	Irrelevante o compatibles	-	-	-
09. Vegetación acuática	19	Irrelevante o compatibles	-	-	-
10. Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	25	Irrelevante o compatibles	-	-	-
11. Espacios de distribución de fauna (desplazamiento de la fauna)	17	Irrelevante o compatibles	-	-	-
12. Reptiles (grupo vulnerable)	22	Irrelevante o compatibles	-	-	-
13. Fauna acuática	18	Irrelevante o compatibles	-	-	-

Tabla 5. 10. Importancia de los impactos ambientales por su valor de menor a mayor.

IMPACTOS NEGATIVOS	VALOR	MAGNITUD	IMPACTOS POSITIVOS	VALOR	MAGNITUD
14. Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	24	Irrelevante o compatibles	-	-	-
15. Potencial de vistas	22	Irrelevante o compatibles	-	-	-

Los efectos negativos más importantes para el desarrollo del proyecto serán la susceptibilidad a la erosión y el efecto a las especies de flora y fauna listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No obstante es importante considerar las diferentes medidas de mitigación y compensación considerada en el Capítulo VI.

En la Figura 5. 2, se presenta de manera gráfica, los efectos de cada uno de los componentes ambientales, la magnitud y la naturaleza de cada uno de los impactos identificados.

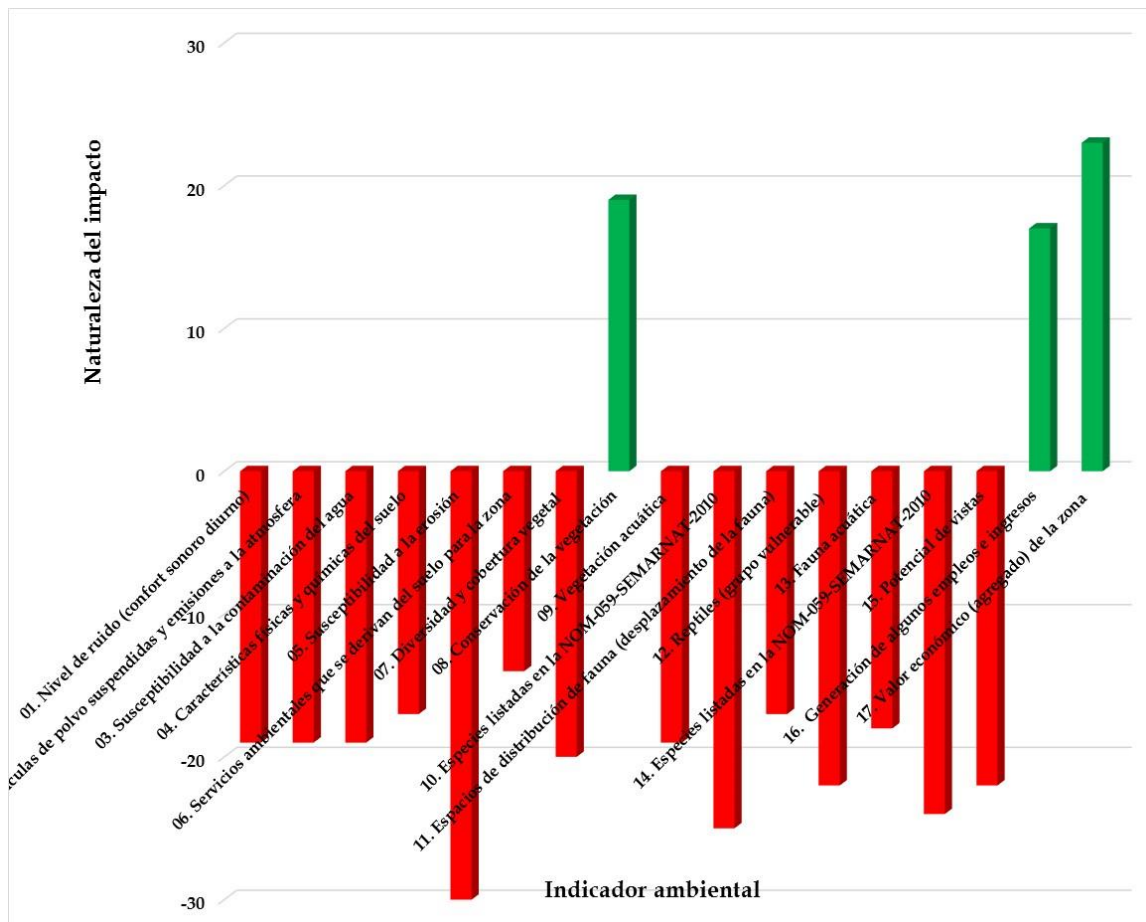


Figura 5. 2. Naturaleza del impacto de cada uno de los indicadores ambientales identificados para el proyecto.

---

---

A continuación se ofrece una descripción de los impactos analizados, con lo cual se espera para tener un marco de referencia, al momento de establecer medidas preventivas y de mitigación.

#### ***V.3.1.1. PREPARACIÓN DE SITIO***

Enseguida se describirán los impactos que ocasionará la etapa de preparación de sitio que comprende el proyecto. Para facilitar la desagregación y descripción de impactos ambientales se agruparán a las obras por tipo.

**Colocación de señalización preventiva.** Para esta actividad los efectos negativos se consideran que incidirán en el paisaje, específicamente en el potencial de vistas del observador, tanto de manera puntual como local. Dicho impacto se considera irrelevante, de mediana duración y de efectos locales.

**Adecuación de caminos de acceso y limpieza de terreno.** Dicha actividad incidirá de manera directa en el factor aire, específicamente en la emisión de partículas y emisiones a la atmosfera que se pudieran generar por la operación de la maquinaria y equipo. Así mismo dicho efecto se puede extender al factor suelo, vegetación, fauna y paisaje, cuyos efectos negativos y puntuales se verían reflejados en la posible modificación de las características físicas y químicas del suelo, así como en la diversidad y cubierta vegetal, la vulnerabilidad del grupo de reptiles o de aquellas especies listadas en la norma, o posiblemente en el potencial de vistas.

**Actividades de rescate de individuos de flora y fauna en el frente de playa.** La ejecución de esta actividad impactara de manera positiva al factor vegetación y fauna, específicamente en aquellos indicadores como conservación de la vegetación, protección de especies listadas en la NOM-058-SEMARNAT-2010 y en aquellos individuos animales territoriales y de corto desplazamiento (reptiles). Los efectos de este impacto se consideran como positivos y negativos a la vez, de extensión puntual y de mediana duración.

**Ingreso de maquinaria, equipos y vehículos.** Esta actividad incidirá principalmente en el factor aire, por la generación de ruido, así como emisión de partículas de polvo suspendidas y emisiones a la atmosfera, aunado a lo anterior, también se considera como un impacto negativo sobre el factor suelo, vegetación, fauna y paisaje. Dichos impactos se consideran de extensión puntual de mediana duración.

**Despalme o deshierbe de vegetación y trazado del eje de la duna.** La ejecución de dicha actividad, se reflejara de manera negativa sobre los factores ambientales de suelo, vegetación, fauna y paisaje, cuya extensión se considera puntual y de larga duración. Los indicadores ambientales a ser afectados, serian: la diversidad y cobertura vegetal,

---

---

las especies de fauna de limitada movilidad o aquellas territoriales y las especies animales y vegetales listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se distribuyen dentro del sitio del proyecto.

**Nivelación y compactación de la plataforma de desplante para geotubos.** Los factores ambientales que se pudieran ver afectados por la implementación de dicha actividad, corresponden al aire, agua y suelo, así como a la fauna y el paisaje. Estos efectos se consideran de extensión puntual y de corta duración, por lo cual se requiere de la implementación de medidas de mitigación.

### V.3.1.2. CONSTRUCCIÓN

A continuación se describirán los impactos que ocasionará la construcción de las obras que comprende el proyecto. Para facilitar la desagregación y descripción de impactos ambientales se agruparán a las obras por tipo.

**Construcción de arrecife artificial 1 y arrecife artificial 2.** Durante la ejecución de esta actividad los factores ambientales impactados corresponderán al agua, al factor vegetación y fauna, específicamente lo relacionado al indicador de especies acuáticas y al factor paisaje.

**Factor Impactado: Agua.** Este factor ambiental se verá afectado por la susceptibilidad a la contaminación por efecto del uso de maquinaria, equipos, entre otros, así como por el mal funcionamiento de estos. Dicho impacto se considera negativo de media duración, y de efecto puntual.

**Factor Impactado: Vegetación.** La vegetación a ser afectada por la implementación de dicha actividad corresponderá a la vegetación acuática compuesta principalmente por pastos dominados exclusivamente por una especie de amplia distribución, el cual presenta una densidad baja y no favorece al establecimiento de la fauna.

**Factor Impactado: Fauna.** La actividad podría impactar de manera negativa sobre la fauna acuática, sin embargo de acuerdo al estudio de biota marina, no existen condiciones óptimas para el establecimiento de dicha fauna, por lo que los registros efectuados fueron pobre, sin embargo es posible un efecto negativo sobre la misma por efecto de dicha actividad.

**Factor Impactado: Paisaje.** Derivado de la movilidad de personal, infraestructura y equipo, se considera un impacto puntual de corta duración.

**Relleno de playa, con colocación y acomodo de 40, 000 m<sup>3</sup> de arena.** Dicha actividad generará una serie de impactos que se verán reflejados en factores ambientales, tales como el suelo, vegetación y fauna.

---

---

**Factor Impactado: Suelo.** El movimiento de arena generará un impacto adverso al servicio ambiental que genera dicho factor para la zona, por lo cual se implementarán una serie de actividades cuya finalidad será la de minimizar dicho impacto.

**Factor Impactado: Fauna.** El movimiento de arena, así como de personal, materiales y equipo afectarán de manera temporal y puntualmente a la fauna terrestre que se distribuye en el sitio del proyecto, por lo cual se implementarán una serie de medidas para reducir dichos impactos negativos.

**Hidrollenado de geotubos para la duna artificial.** Dicha actividad se realizará exclusivamente en el sitio del proyecto y sus impactos negativos se reflejarán en factores como el agua, el suelo y el paisaje.

**Factor Impactado: Agua.** La ejecución de dicha actividad en el frente de playa pudiera generar impactos negativos que se verían reflejados en la contaminación del agua por la fuga de hidrocarburos derivados del uso de maquinaria y equipo, cuyos efectos se consideran puntuales y de corta duración.

**Factor Impactado: Suelo.** Con la ejecución de dicha actividad el factor indicador ambiental expuesto a ser afectado de manera positiva pudiera ser la susceptibilidad a la erosión y la disminución de los servicios ambientales, por un impacto puntual de corta duración.

**Factor Impactado: Paisaje.** Con la presencia de personal, infraestructura y equipo que se requiera para la ejecución de dicha actividad se generará un impacto negativo puntual y de corta duración.

### *V.3.1.3. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO*

El proyecto comprende a grandes rasgos de tres tipos de actividades principales dentro de este apartado, los cuales corresponden básicamente a: A) duna artificial; B) 2 arrecifes artificiales y C) rellenos de playa. Tanto la duna artificial como el relleno de playa, se llevarán a cabo en el frente de playa del solar B, en donde actualmente se lleva a cabo la construcción del complejo turístico. En cuanto a la construcción de los arrecifes artificiales, estos se llevarán a cabo mar adentro a una distancia variable de aproximadamente 100 metros. Dichas obras por su diferente naturaleza, pueden generar impactos ambientales diferenciados, los cuales se describen a continuación:

**Generación de residuos sólidos.** Dentro de las labores de operación y mantenimiento del proyecto, se generarán una serie de residuos sólidos, mismos que deberán de ser manejados y dispuestos en sitios de almacenamiento temporal previamente acondicionados, por lo cual se tiene contemplado el uso de la infraestructura con la que cuenta el complejo turístico actualmente en construcción. Es importante destacar que el proyecto contempla toda una serie de medidas de compensación y mitigación con el fin



---

---

de reducir al máximo el impacto generado. En el capítulo VI, se presentan una serie de medidas de mitigación enfocadas a la prevención y mitigación de impactos con naturaleza negativa.

**Factor Impactado: Agua.** Para esta etapa se considera la implementación de una serie de medidas preventivas y de mitigación, cuya finalidad será la de no favorecer la contaminación del agua, por efecto del mal manejo y almacenamiento de residuos.

**Factor Impactado: Paisaje.** En esta etapa el valor del paisaje tendrá atributos completamente diferentes a los existentes al inicio del desarrollo del proyecto, ya que se espera un paisaje que mejore y se integre de manera gradual con la armonía y las cualidades de la zona. El impacto generado durante esta etapa del proyecto se considera como positivo y de magnitud poco relevante.

**Revisión periódica de arrecifes artificiales.** De acuerdo a los materiales y la ingeniería de la obra, no se contempla una revisión de la infraestructura de manera periódica, sin embargo cuando se realice el chequeo de la infraestructura específicamente de los arrecifes artificiales, se verificará su funcionamiento.

**Factor Impactado: Suelo.** El impacto a este factor ambiental, con la operación de los arrecifes artificiales, se verificará con la disminución considerable de la erosión de playa, por lo cual dicho impacto se considera positivo, puntual y de duración permanente.

**Mantenimiento general de duna artificial y frente de playa.** Esta actividad favorecerá el establecimiento de la duna y el frente de playa durante la etapa de operación y mantenimiento, por lo cual los impactos a generarse sobre algunos de los factores ambientales se estiman como positivos.

**Factor Impactado: Suelo.** Este factor se verá favorecido por el mantenimiento de la duna y del frente de playa, por lo cual el impacto se considera de manera puntual con duración permanente.

**Factor Impactado: Paisaje.** El impacto a este factor ambiental se verá reflejado de manera positiva, con efecto puntual y de duración permanente durante el tiempo de vida del proyecto.

**Forestación de la duna artificial.** Para la etapa de operación y mantenimiento, se contemplan actividades de forestación, lo cual impactaría de manera positiva al suelo, en este caso el estrato arenoso, así como el establecimiento de vegetación de manera inducida, el favorecimiento al establecimiento de fauna, principalmente de aquellos individuos territoriales de corto desplazamiento. No obstante dichos efectos se consideran de índole local, aunque de duración permanente.

---

---

**Factor Impactado: Suelo.** El establecimiento de la duna artificial favorecerá la retención del suelo arenoso ubicado en el frente de playa como relleno y en la ubicación de la duna artificial.

**Factor Impactado: Vegetación.** La forestación de la duna artificial favorecerá el establecimiento de la vegetación en la duna artificial y en el frente de playa, por lo cual se considera un impacto positivo de duración permanente.

**Factor Impactado: Fauna.** La forestación de la duna artificial favorecerá el establecimiento de la vegetación en la duna artificial y en el frente de playa, por lo cual se considera un impacto positivo de duración permanente, beneficiado a las especies faunísticas que pudieran establecerse en el sitio, sobre todo para aquellas especies territoriales de poca movilidad.

**Factor Impactado: Paisaje.** El paisaje se verá impactado de manera positiva por las actividades de forestación de la duna artificial y el frente de playa, con lo cual se le dará un aspecto agradable para el observador. Dicho impacto se considera puntual con una duración permanente.

**Retiro de equipo y limpieza general de equipo.** Durante la ejecución de esta actividad en la etapa de operación y mantenimiento, se afectará al factor aire de manera temporal y puntual, así como se apreciarán efectos negativos sobre el paisaje, mismos que serán temporales y de corta duración. Para la dinámica ocupacional, dichos efectos se consideran positivos, ya que se contempla la generación de empleos y un aumento de valor económico de la zona por el proyecto.

**Factor Impactado: Aire.** Durante la ejecución de dicha actividad, se considera la emisión de partículas suspendidas al ambiente, así como la generación de emisiones a la atmósfera por el uso de maquinaria, equipos y/o vehículos. Dicho impacto se considera puntual y de corta duración, así como mitigable.

**Factor Impactado: Paisaje.** El efecto se considera como negativo, aunque puntual y de corta duración, ya que dicha actividad se realizará una vez y se haya concluido la fase de construcción. Este factor se verá impactado por el movimiento de personal, así como de materiales, maquinaria, equipo y vehículos.

**Factor Impactado: Dinámica ocupacional.** Para este factor el impacto se considera positivo, por la generación de empleos temporales, beneficiando a la población local.

#### *V.3.1.4. ABANDONO DE SITIO*

No se considera dentro del presente estudio de Impacto Ambiental. El tiempo estimado de vida útil del proyecto es de 99 años, con la posibilidad de ampliar dicho plazo.

## CONTENIDO

<b>VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES .....</b>	<b>2</b>
VI.1. NORMATIVIDAD Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE PARA LA CONSTRUCCIÓN U OPERACIÓN DEL PROYECTO .....	3
VI.2. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL .....	5
VI.3. IMPACTOS RESIDUALES.....	14

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La mitigación hace referencia a la implementación, diseño y/o ejecución de cualquier política, estrategia, obra y/o acción tendiente a eliminar, atenuar, minimizar, o disminuir los impactos adversos o negativos que pueden presentarse durante las etapas de ejecución de un proyecto (preparación de sitio, construcción y operación y mantenimiento) y mejorar la calidad ambiental aprovechando las oportunidades existentes. Incluso la mitigación puede reponer uno o más de los factores o elementos del medio ambiente a una calidad similar a la que tenían con anterioridad al daño causado por la implementación de un proyecto cualquiera (Espinoza, 2001).

Con base en Weitzenfeld (1996) y en Conesa (1995), a continuación se presenta una clasificación de las medidas de mitigación; misma que se ha seguido en el presente estudio para caracterizar a las propuestas para prevenir, mitigar y compensar las afectaciones ocasionadas por la construcción del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”:

### **Prevención (P):** evitan los impactos ambientales

- Evitar actividades que puedan resultar en impactos sobre los recursos o el ambiente donde se realizara el proyecto
- Preservar o prevenir cualquier acción que pueda afectar adversamente un recurso o atributo ambiental

### **Mitigación (M):** disminuyen los impactos ambientales

- Minimizar el grado, la extensión, magnitud o duración del impacto adverso
- Reducir los impactos ambientales antes de la perturbación que se pueda causar con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas

### **Compensación (C):** restauran los impactos ambientales

- Rehabilitar o rectificar los impactos adversos a través de la reparación o mejoramiento del recurso afectado
- Restaurar los impactos adversos a través de la restauración de los recursos afectados en lo más posible a su estado inicial
- Reemplazar o sustituir la pérdida de un recurso ambiental en algún sitio con la creación o protección de este mismo tipo de recurso en otro sitio

Por lo anterior, una vez identificados los impactos ambientales que ocasionará la construcción del proyecto, se proponen las medidas de prevención, mitigación y compensación, necesarias que sean aplicables en todas y cada una de las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento). No se considera la etapa de abandono de sitio, ya que se tiene contemplado un tiempo de vida del proyecto de 99 años con posibilidad de extender el plazo.

En la Figura 6. 1, se presenta un esquema general para implementar las medidas necesarias, para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales ocasionados por la implementación del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

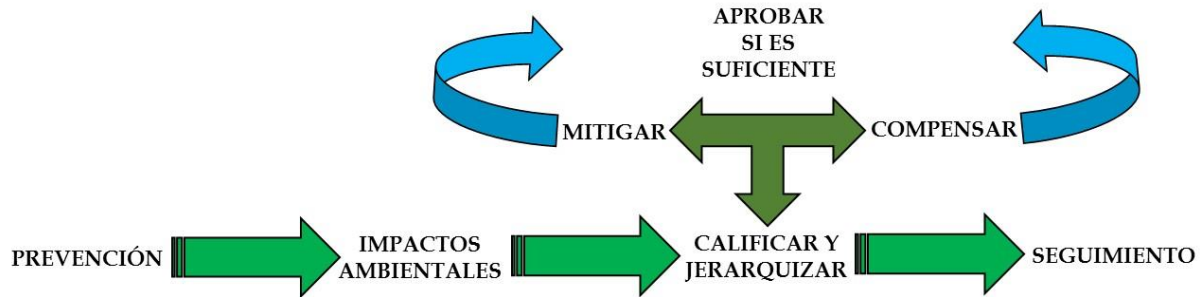


Figura 6. 1. Clasificación de las medidas de mitigación aplicables al Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

### VI.1. NORMATIVIDAD Y LEGISLACIÓN AMBIENTAL APLICABLE PARA LA CONSTRUCCIÓN U OPERACIÓN DEL PROYECTO

Desde la etapa de planeación y diseño, hasta la de operación y mantenimiento, el proyecto debe considerar la legislación y normatividad ambiental vigente. Dichos lineamientos ambientales se exponen como un marco general de medidas de mitigación para reducir los impactos ambientales que generaría un proyecto cualquiera, incluyendo el que nos ocupa en el presente estudio (Tabla 6. 1).

Tabla 6. 1. Normatividad ambiental aplicable para el Proyecto.

INSTRUMENTO Y NORMA	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO
<b>Normas Oficiales Mexicanas</b>		
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible (DOF-06-03-2007).	Aplicará para regular los niveles de gases contaminantes emitidos por las embarcaciones durante la construcción de los arrecifes artificiales. Se solicitará a los contratistas, mantengan sus unidades en buenas condiciones, exigiendo que éstos sean afinados.
NOM-045-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición para vehículos que usan diésel como combustible (DOF-13-09-2007).	Aplicará para regular los niveles de gases contaminantes emitidos por los vehículos terrestres de carga durante la construcción de los arrecifes, relleno de playa y duna artificial. Se solicitará a los contratistas, mantengan sus unidades en buenas condiciones, exigiendo que éstos sean afinados.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF-23-06-2006).	Aplicable durante la etapa de construcción para orientar la clasificación, separación y disposición adecuada de los residuos como aceites usados durante el servicio y mantenimiento de la maquinaria y equipo. Cualquier servicio o reparación a los motores de las



**Tabla 6. 1. Normatividad ambiental aplicable para el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y NORMA	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO	
		embarcaciones se realizará fuera del área de construcción de Arrecifes Artificiales, estas operaciones de mantenimiento se llevarán a cabo en Marina La Amada o en Playa Mujeres, según sea el caso del lugar de renta. No se prevé la generación de residuos considerados peligrosos. No obstante, en caso dado, se dará cumplimiento a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.	
NOM-059-SEMARNAT-2010.	Determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial, así como las especificaciones para su protección.	El Proyecto acatará las disposiciones establecidas en la presente norma, para lo cual se implementarán una serie de medidas preventivas, entre las que se encuentra la ejecución de un programa de rescate de fauna silvestre, dirigido a especies listadas en la Norma (listadas en el apartado de fauna del Capítulo IV), que pudieran registrarse en las inmediaciones del sitio del proyecto.	
NOM-080-SEMARNAT-1994	Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos, automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición (DOF-1301-95).	Aplicará para regular los niveles de ruido emitidos por la maquinaria propulsada por motores de combustión interna, que se empleará durante las etapas de construcción del proyecto.	
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.	El sitio del proyecto, se encuentra en la zona de playa, sin embargo la implementación del Proyecto no incidirá de manera negativa con el arribo de las tortugas marinas que pudieran llegar a la zona de playa. Sin embargo, se cuenta con el programa de conservación de las tortugas marinas que llegarán a anidar en dicha área.	
<b>Normas Mexicanas</b>			
NMX-AA-157-SCFI-2010	Requisitos y Especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la Península de Yucatán.	4. Requisitos generales. 4.2 En caso de que exista un Programa de Ordenamiento Ecológico (en cualquiera de sus modalidades), así como Programas de Desarrollo Urbano u otro instrumento de ordenamiento territorial vigentes, se aplican sus criterios y lineamientos en la planeación sustentable de un desarrollo inmobiliario turístico.	Para el sitio del Proyecto se presenta el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio Isla Mujeres, Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmunchuch, Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de la zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, los cuales aplican sus criterios y lineamientos que se ajustan a sus disposiciones vinculantes, por lo cual la implementación del Proyecto resulta viable.
NMX-AA-157-SCFI-2010	Requisitos y Especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la Península de Yucatán.	5. Requisitos de los desarrollos inmobiliarios turísticos 5.1. Selección de sitio 5.1.1. Los desarrollos inmobiliarios turísticos	El Proyecto se encuentra fuera de Área Natural Protegida, se ubica a 1 Km de distancia del "Refugio Estatal de Flora y Fauna, Sistema Lagunar

**Tabla 6. 1. Normatividad ambiental aplicable para el Proyecto.**

INSTRUMENTO Y NORMA	DISPOSICIÓN	VINCULACIÓN DEL PROYECTO	
		deben ubicarse fuera de las siguientes áreas.	Chacmochuch” y a 4 km de “Refugio Estatal de Flora y Fauna, Laguna Manatí” con categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica. Su implementación es congruente con los decretos, programas de conservación y manejo, programas de ordenamiento ecológico territorial y demás instrumentos legales que regulan las obras y actividades permitidas y prohibidas.
NMX-AA-157-SCFI-2010	Requisitos y Especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la Península de Yucatán.	5.2. Diseño 5.2.1. Hábitat 5.2.1.5 Se consideran las medidas preventivas de mitigación y restauración para cada uno de los impactos ambientales identificados y evaluados previamente que serán implementadas a partir de la preparación del sitio.	El Proyecto cumple con el adecuado planteamiento de medidas de mitigación las cuales se desglosan por factor ambiental en la MIA-P del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.
NMX-AA-157-SCFI-2010	Requisitos y Especificaciones de sustentabilidad para la selección del sitio, diseño, construcción, operación y abandono del sitio de desarrollos inmobiliarios turísticos en la zona costera de la Península de Yucatán.	5.3. Preparación de sitio 5.2.1. Hábitat 5.3.1.1 En proyectos que excepcionalmente se desarrollen en sitios donde existan especies enlistadas en la NOM-059, o especímenes de fauna de difícil desplazamiento, los responsables cuentan con una estrategia de rescate y reubicación validada por la SEMARNAT.	El Proyecto, cumple con estas disposiciones. Se ejecutara actividades de ahuyentamiento y rescate de fauna.

**VI.2. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL**

A continuación se listan las principales medidas de prevención, mitigación y compensación aplicables para el proyecto, presentándolas conforme al factor ambiental (aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje) que será afectado durante las diferentes etapas

del proyecto. Cabe señalar que existe un conjunto de medidas que son generales y que no se pueden clasificar dentro de algún factor, por lo que se abrió un apartado de medidas generales.

Así mismo, al final de cada medida expuesta y entre paréntesis se señala la caracterización de la medida conforme a la clasificación presentada en la introducción del presente capítulo; además, de las especificaciones técnicas de duración y responsables de la supervisión de la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y compensatorias.

Medidas de Mitigación: <i>Generales</i>	Clasificación de la Medida	Etapa de implementación	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>Previo al inicio del proyecto, el promovente deberá designar un responsable ambiental que dé seguimiento a la adecuada implementación de medidas de mitigación establecidas en el estudio de impacto ambiental, así como aquellas que se especifiquen en el resolutivo de impacto ambiental cuando se obtenga.</li> </ul>	Preventiva	Todas las etapas	Todas las actividades del proyecto	Cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas, así como de los términos y condicionantes establecidos en el resolutivo ambiental
<ul style="list-style-type: none"> <li>Previo al inicio del proyecto y/o contratación del personal, se deberá de hacer de su conocimiento, el tipo de actividades no permitidas dentro del sitio del proyecto, así como del material y equipo a utilizar por los trabajadores de acuerdo a la actividad desempeñar.</li> </ul>	Preventiva	Todas las etapas	Todas las actividades del proyecto	Cumplimiento de las medidas de mitigación y de los términos y condicionantes del resolutivo en materia ambiental.
<ul style="list-style-type: none"> <li>La basura y los residuos (sólidos y líquidos) generados por las actividades de la obra, se deberán recoger diariamente al finalizar la jornada de trabajo y disponerlos de manera temporal en contenedores, para posteriormente enviarlos a disposición final en el relleno sanitario más cercano.</li> </ul>	Preventiva y de Mitigación	Preparación de sitio y Construcción	Todas las actividades de preparación y construcción	Utilización de los contenedores para disposición de residuos sólidos municipales
<ul style="list-style-type: none"> <li>La gasolina, diésel y aceites que pudieran ser usados, se adquirirán en la gasolinera y en las casas comerciales más cercanas; por lo cual no se podrán almacenar ningún tipo de hidrocarburo en el sitio del proyecto.</li> </ul>	Preventiva	Preparación y Construcción	Todas las actividades de preparación y construcción	Utilización de los centros de abastecimiento de hidrocarburos más cercanos.
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se podrá instalar ningún tipo de campamentos y/o almacén dentro del sitio del proyecto. Se aprovechara la infraestructura existente, así como aquellas obras temporales que se encuentran debidamente autorizadas en materia de impacto ambiental para el Proyecto Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres, actualmente en construcción.</li> </ul>	Preventiva	Preparación de sitio y Construcción	Todas las actividades de preparación y construcción	Se utilizará la infraestructura existente, la cual se encuentre debidamente autorizada.
<ul style="list-style-type: none"> <li>El traslado de la maquinaria y equipo, así como de materiales e insumos al sitio del proyecto, se deberá de efectuar de manera programada, considerando las horas de mayor circulación y vías alternas en zonas urbanas y suburbanas, evitando con ello congestiones viales.</li> </ul>	Preventiva y de Mitigación	Preparación de sitio y Construcción	Traslado de maquinaria y equipo y acarreo de materiales e insumos	Traslado sin contratiempos de la maquinaria y equipo, así como de materiales e insumos. Sin retraso del inicio de actividades propias del proyecto.

Medidas de Mitigación: <i>Aire</i>	Clasificación de la Medida	Tiempo (etapas)	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>La contratista cumplirá con la Normatividad Ambiental vigente en materia de aire. Se asegurará que los vehículos y equipos se encuentren en buenas condiciones de operación y mantenimiento, lo que evitará la contaminación tanto del aire (por emisión de gases y partículas), como del suelo (por aceites, combustibles o cualquier otro hidrocarburo).</li> </ul>	Preventiva	Preparación de sitio y Construcción	Todas las actividades de preparación y construcción	Operación de la maquinaria con ausencia de humos. Cumplimiento de la normatividad ambiental para el factor aire.
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se podrá dar mantenimiento directo en el sitio de la obra a sus vehículos automotores, maquinaria o equipo; para ello deberá buscar un taller particular lo más cercano posible. Dicho taller deberá de contar con una zona de disposición de los tambos de aceite y otras para llantas, filtros y baterías producto de la sustitución hecha a las unidades vehiculares en caso de requerirse.</li> </ul>	Preventiva y de Mitigación	Preparación de sitio y Construcción	Todas las actividades de preparación y construcción	Utilización de servicios presentes en el municipio. Ubicación y/o convenio con un taller debidamente equipado cercano al sitio del proyecto.
<ul style="list-style-type: none"> <li>En caso que así se requiera, se deberá de rociar con película de aguas grises en el o las áreas en las que se realice el despalme o deshierbe de la vegetación, así como actividades generadoras de polvos, a fin de reducir y controlar la dispersión a la atmósfera de polvos y materiales particulados.</li> </ul>	Preventiva y de Mitigación	Preparación de sitio y Construcción	Todas las actividades de preparación y construcción	Baja emisión de polvos y partículas suspendidas durante la ejecución de diversas actividades del proyecto.
<ul style="list-style-type: none"> <li>El transporte de materiales deberán ser realizado en fase húmeda dentro de vehículos o camiones cubiertos, propios para tal actividad, y utilizar lonas de contención para partículas finas durante el transporte.</li> </ul>	Preventiva y de Mitigación	Preparación de sitio y Construcción	Todas las actividades de preparación y construcción	Baja o nula dispersión de polvos y partículas suspendidas durante el transporte de materiales requeridos para el proyecto.
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se deberá de realizar quema de ningún tipo de residuo, dentro del sitio del proyecto o en sus inmediaciones, tanto por los trabajadores como por los usuarios del sitio.</li> </ul>	Preventiva	Todas las etapas	Todas las actividades del proyecto	La nula emisión de contaminantes a la atmósfera por quema de residuos.
Medidas de Mitigación: <i>Suelo</i>	Clasificación de la Medida	Tiempo (etapas)	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se realizarán ningún tipo de actividades de apertura de nuevos caminos, por lo cual se circulara y se tendrá acceso al sitio del proyecto por las vías ya establecidas y acondicionadas (por las vías diseñadas para el proyecto Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres).</li> </ul>	Preventiva	Preparación de sitio y Construcción	Todas las actividades de preparación de sitio	Utilización de las vías de acceso ya establecidas al sitio del proyecto por el predio Solar B.



Medidas de Mitigación: <i>Suelo</i>	Clasificación de la Medida	Tiempo (etapas)	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se realizará en la medida de lo posible el despalme o deshierbe de manera manual, evitando en lo posible el uso de maquinaria pesada, la cual pudiera ocasionar contaminación del suelo.</li> </ul>	Preventiva	Preparación de sitio	La actividad de despalme	Evitar la contaminación del suelo, por el uso de maquinaria en mal estado.
<ul style="list-style-type: none"> <li>En caso de ser necesario, el producto generado por el movimiento de tierras, deberá almacenarse dentro del sitio, compactándolo ligeramente para evitar su dispersión con el fin de emplearse posteriormente en las labores de relleno y nivelación necesarias, así como en la forestación de la duna artificial. Este mismo material podrá ser enriquecido mediante algún tratamiento para formar abono, siempre y cuando se usen materiales no contaminantes y de tipo orgánico biodegradables.</li> </ul>	Preventiva y de Mitigación	Preparación de sitio	Todas las actividades de preparación de sitio y construcción	Aprovechamiento de la arena generada por diversas actividades del proyecto, en usos posteriores. Reducción en la generación de arena.
<ul style="list-style-type: none"> <li>En caso de requerir materiales pétreos, estos se deberán de obtener de centros de almacenamiento o en su defecto de bancos debidamente autorizados por la Secretaría y por el municipio.</li> </ul>	Preventiva	Preparación y Construcción	Todas las actividades de preparación de sitio y construcción	Uso de infraestructura y servicios locales debidamente autorizados, favoreciendo el crecimiento económico de la región.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se deberá incluir en el mantenimiento tareas que permitan que la infraestructura (duna y arrecifes artificiales), que se construya opere eficientemente o bien, en caso de ser necesario desarrollar nuevas actividades tendientes a mantener o mejorar dicha infraestructura.</li> </ul>	Preventiva y de Mitigación	Operación y mantenimiento	Todas las actividades de mantenimiento	Funcionamiento eficiente de la infraestructura construida durante la operación del proyecto.

Medidas de Mitigación: <i>Agua</i>	Clasificación de la Medida	Tiempo (etapas)	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>Previo al inicio de la etapa de preparación del sitio, se deberá instalar un sanitario portátil (a razón de 1 por cada 20 trabajadores o fracción) y mantenerse durante las fases que comprendan la preparación y construcción del proyecto o permitir el acceso a los trabajadores a algún baño permanente o temporal ubicado dentro de las instalaciones del desarrollo Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres.</li> </ul>	Preventiva	Preparación de sitio y Construcción	Todas las actividades de preparación de sitio y de construcción	Cumplimiento de la normatividad ambiental. Manejo adecuado de aguas residuales, evitando con ello la contaminación del agua y suelo.

Medidas de Mitigación: <i>Agua</i>	Clasificación de la Medida	Tiempo (etapas)	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las actividades de la generación de la duna artificial y el relleno de playa se llevarán a cabo en el frente de playa del Solar B, que corresponde a una longitud de aproximadamente 400 metros lineales, por lo cual no se afectará ningún área adyacente al sitio del proyecto.</li> </ul>	Preventiva	Preparación de sitio y Construcción	Todas las actividades de preparación de sitio y de construcción	Las obras y actividades se llevaran a cabo dentro de una superficie de 8,750.54 m <sup>2</sup> que corresponde al sitio del proyecto en donde se realizara el relleno de playa y la duna artificial.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Quedará prohibido arrojar cualquier tipo de residuo a la playa o al mar, el cual se ubica en la parte este del sitio del proyecto.</li> </ul>	Preventiva	Todas las etapas del proyecto	Todas las actividades del proyecto	Disposición adecuada de los residuos sólidos municipales por parte de los trabajadores del proyecto y habitantes del Complejo.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Cualquier resto de comida, empaques, latas, pet, sacos o restos en general que se lleguen a producir en las diferentes actividades del proyecto, deberán ser dispuestos dentro de los contenedores destinados para la recepción de residuos sólidos ubicados en sitios previamente seleccionados.</li> </ul>	Preventiva	Todas las etapas del proyecto	Todas las actividades del proyecto	Limpieza del sitio del proyecto y de sus inmediaciones. Uso adecuado de los contenedores de residuos sólidos municipales.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Todos los materiales que se utilicen en el proyecto durante la etapa de construcción, deberán ser libres de hidrocarburos y en general de cualquier sustancia que pueda contaminar el agua y que no sea biodegradable.</li> </ul>	Preventiva	Construcción	Todas las actividades de construcción.	Utilización de materiales biodegradables, así como de aquellos amigables con el ambiente.

Medidas de Mitigación: <i>Flora</i>	Clasificación de la Medida	Tiempo (etapas)	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>El personal de la contratista tienen prohibido recolectar con fines comerciales o de consumo individuos de flora silvestre que se puedan llegar a encontrar en las inmediaciones del sitio del proyecto.</li> </ul>	Preventiva	Preparación de sitio y Construcción	Todas las actividades de preparación de sitio y de construcción	Respetar todos los individuos de flora presentes en las inmediaciones del proyecto.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Previo al inicio de las actividades de despalme o deshierbe, se procederá a la ejecución de actividades de rescate y reubicación de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que pudieran ubicarse dentro del sitio del proyecto.</li> </ul>	Preventiva	Preparación de sitio	Actividad de rescate de individuos de flora	Ejecución de actividades de rescate enfocado a especies listadas en la NOM-059

Medidas de Mitigación: <i>Flora</i>	Clasificación de la Medida	Tiempo (etapas)	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>El despalme, deberá de realizarse exclusivamente dentro del sitio del proyecto, evitando la invasión y/o afectación de áreas aledañas ubicadas en predios contiguos. Para este efecto, se contempla la señalización y delimitación del predio en donde se llevará a cabo la implementación del proyecto.</li> </ul>	Preventiva	Preparación de sitio	Actividad de despalme	Despalme y/o deshierbe dentro del sitio del proyecto.
<ul style="list-style-type: none"> <li>El despalme se llevará a cabo básicamente por medios manuales, evitando el uso de maquinaria pesada; además se tiene prohibido el uso de sustancias químicas y fuego para tal fin.</li> </ul>	Preventiva	Preparación del sitio	Actividad de despalme	Despalme de manera manual preferentemente.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Las especies vegetales a utilizar en la forestación de la duna artificial, deberán de corresponder preferentemente a las especies que se distribuyen de manera natural en la zona, evitando el uso de especies exóticas o especies invasivas.</li> </ul>	Compensación	Operación y Mantenimiento	Actividad de forestación (sembrado de los individuos en la duna artificial)	Empleo de especies que se distribuyen de manera natural en la zona.
<ul style="list-style-type: none"> <li>En caso que se requiera de la aplicación de plaguicidas, éste se realizará a través de rotación de sustancias químicas, utilizando aquellas sustancias cuyo valor residual y de bioacumulación sea el más bajo posible, siguiendo las recomendaciones de las autoridades Mexicanas, para evitar efectos nocivos al ambiente y de manera particular a la biota marina y terrestre. Los plaguicidas que se aplicarán, corresponden a los autorizados por la Secretaria de Salud a través de la Comisión Federal de Prevención sobre Riesgos Sanitarios (COFEPRIS).</li> </ul>	Preventiva	Operación y Mantenimiento	Actividad de forestación (sembrado de los individuos en la duna artificial)	Uso de plaguicidas no tóxicos y amigables con el ambiente. Uso de este tipo de sustancias por personal experto en la materia.

Medidas de Mitigación: <i>Fauna</i>	Clasificación de la Medida	Tiempo (etapas)	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>No se practicará la cacería, captura y comercialización con especies silvestres que se puedan llegar a encontrar en las inmediaciones del sitio del proyecto.</li> </ul>	Preventiva	Todas las etapas del proyecto	Todas las actividades del proyecto	Libre tránsito y movimiento de la fauna local.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar en todos los casos el consumo de animales silvestres propios de la región y que pudieran ser ofrecidos por los pobladores cercanos al personal que labore en el proyecto.</li> </ul>	Preventiva	Todas las etapas del proyecto	Todas las actividades del proyecto	Libre tránsito y movimiento de la fauna local. Respeto por la fauna local y regional.

Medidas de Mitigación: <i>Fauna</i>	Clasificación de la Medida	Tiempo (etapas)	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Previo al inicio de las actividades de despalme o deshierbe, se procederá a la ejecución de actividades de rescate y reubicación de especies de lento desplazamiento, así como de aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que pudieran ubicarse dentro del sitio del proyecto.</li> </ul>	Preventiva	Preparación de sitio	Actividad de rescate de individuos de flora	Ejecución de actividades de rescate enfocado a especies de lento desplazamiento o de aquellas listadas en la NOM-059
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prohibir la utilización de cualquier químico, cebos, venenos, trampa mecánica armas de fuego para poder dañar o eliminar a la fauna silvestre presente en las inmediaciones sitio del proyecto.</li> </ul>	Preventiva	Todas las etapas del proyecto	Todas las actividades del proyecto	Cuidado y libre tránsito y movimiento de la fauna local. Respeto por la fauna local y regional.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se deberán de instalar luminarias que reduzcan el resplandor a fin evitar afectaciones a las aves y otros animales de hábitos nocturnos que pudieran desplazarse en el sitio del proyecto o sus inmediaciones (Figura 6. 2).</li> </ul>	Preventiva y de Mitigación	Operación y Mantenimiento	Actividad de mantenimiento	Uso de tecnología y materiales no perjudiciales para la fauna local.

Medidas de Mitigación: <i>Paisaje</i>	Clasificación de la Medida	Etapas de implementación	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Recolección periódica de los residuos sólidos municipales, generados por los trabajadores y colocación de un señalamiento perimetral del sitio del proyecto</li> </ul>	Preventiva	Todas las etapas del proyecto	Todas las actividades del proyecto	Limpieza del sitio del proyecto y sus inmediaciones. Identificación rápida de los límites del sitio del proyecto.
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Diseño arquitectónico del proyecto y mantenimiento periódico de la infraestructura (duna artificial, relleno de playa y arrecifes artificiales).</li> </ul>	Preventiva, de Mitigación y Compensación	Todas las etapas del proyecto	Todas las actividades del proyecto	El proyecto deberá de contar con un diseño acorde al medio. Proporcionar mantenimiento periódico de cada una de las estructuras que comprenden el proyecto.

Medidas de Mitigación: <i>Socioeconómico</i>	Clasificación de la Medida	Etapas de implementación	Actividad generadora	Indicador de éxito
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Contratación de mano de obra local y utilización de infraestructura y servicios locales.</li> </ul>	Preventiva	Todas las etapas del proyecto	Todas las actividades del proyecto	Aportación del crecimiento económico para los pobladores locales y para el personal contratado.

PREPARACIÓN DE SITIO: Colocación de señalización preventiva (Csp); Adecuación de caminos de acceso y limpieza de terreno (Acc); Actividades de rescate de individuos de flora y fauna en el frente de playa (Ari); Ingreso de maquinaria, equipos y vehículos (Imv); Despалme o deshierbe de vegetación y trazado del eje de la duna (Ddv); Nivelación y compactación de la plataforma de desplante para geotubos (Ncp); Preparación de tarquinas (Pta); Ubicación, trazo y marcaje de vértices para señalamiento de los sitios de construcción de los arrecifes artificiales (Utm); Preparación de equipo y bombeo de concreto (Peb); CONSTRUCCIÓN: Construcción de arrecife artificial 1 y arrecife artificial 2 (Caa); Relleno de playa, con colocación y acomodo de 40,

000 m<sup>3</sup> de arena (Rpa); Hidrollenado de geotubos para la duna artificial (Hge); OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO: Generación de residuos sólidos (Grs); Revisión periódica de arrecifes artificiales (Rpa); Mantenimiento general de duna artificial y frente de playa (Mgi); Forestación de la duna artificial (Rda) y Retiro de equipo y limpieza general de equipo (Reg).



En la Figura 6. 2, se muestra de manera esquemática las posiciones incorrectas y correctas de ubicación para funcionamiento adecuado de las fuentes de luz, según Herranz, C. 2002.

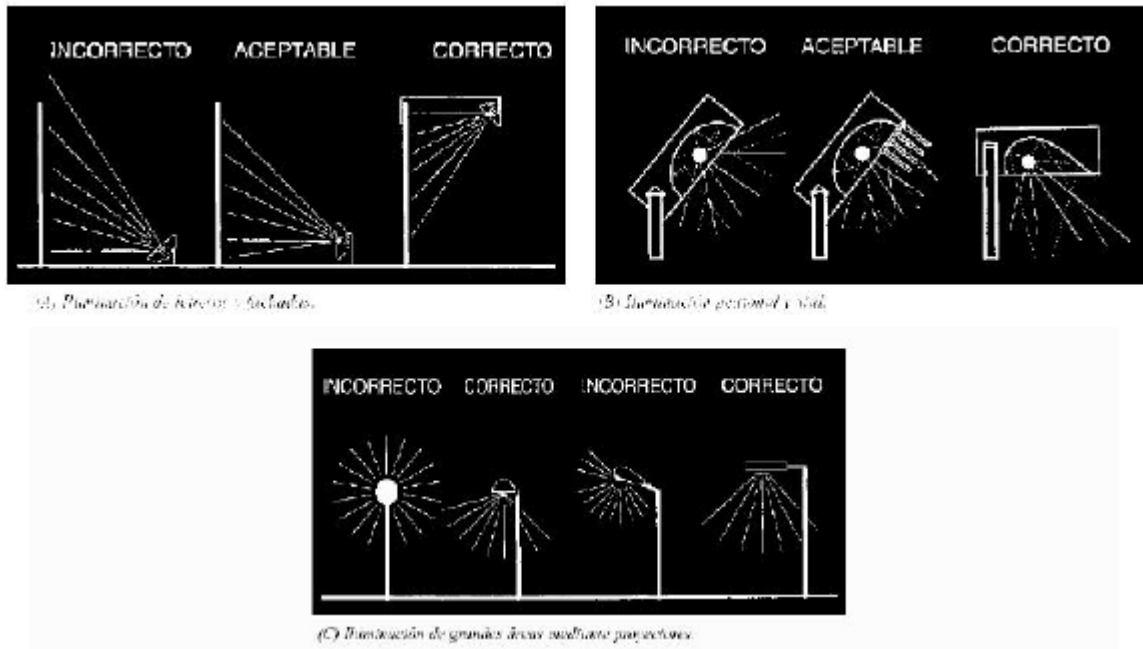


Figura 6. 2. Colocación incorrecta y correcta de las fuentes de luz para un correcto funcionamiento.

### VI.3. IMPACTOS RESIDUALES

El Instituto de Investigaciones Ecológicas (Estevan, 1999), define a los impactos residuales, como aquellos, que pese a la aplicación de otras alternativas y medidas correctivas, no pueden ser eliminados en su totalidad, debido a limitaciones de tecnología, costos excesivos, o a incompatibilidad con los objetivos del proyecto. Así mismo, la SEMARNAT, lo define como el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Se consideran impactos ambientales residuales a aquellos que permanecerán después del cierre del proyecto. Como resultado de las medidas de control y mitigación que se han planeado para el proyecto.

Cabe mencionar que cada impacto residual, presenta efectos sobre los elementos del medio ambiente, dependiendo en gran medida de las acciones que le dan origen. En la Figura 6. 3, se presenta un esquema y ejemplo general de la identificación de los impactos residuales ocasionados por el proyecto de interés.

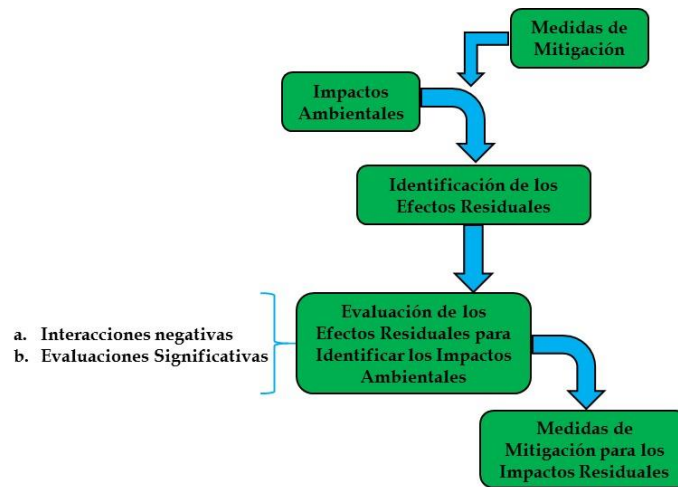


Figura 6. 3. Esquema general para identificar los efectos residuales.

El proceso de selección de los impactos residuales consideró las interacciones adversas que aun habiendo aplicado una medida de mitigación, su impacto residual recae en la categoría de poco significativo o medianamente significativo, descartando aquellas interacciones que habiendo aplicado la medida de mitigación y compensación, su impacto residual se convierte en irrelevante. Por lo anterior automáticamente, los residuos de impactos ambientales para el presente proyecto quedan descartados, ya que su significancia en lo general fue de “irrelevante o compatibles”. No obstante, lo anterior, los impactos ambientales ocasionados por la implementación del proyecto, presenta impactos residuales, de igual forma “irrelevantes o compatibles”, tal como se describen a continuación:

El Proyecto tendrá los siguientes impactos residuales:

**a) Factor Ambiental: Suelo**

**Impacto Ambiental:**

- Impacto ocasionado al suelo, derivado de la nivelación y compactación, así como de la instalación de infraestructura (duna artificial y relleno de playa).

**Efecto Residual:**

- Pérdida mínima de superficie permeable por la implementación de infraestructura que comprende el proyecto (duna artificial y relleno de playa).

**Medida de Mitigación:**

-No existe medida de mitigación.

**b) Factor Ambiental: Aire**

**Impacto Ambiental:**

Para este factor, no se presentan impactos residuales.

**c) Factor Ambiental: Agua**

**Impacto Ambiental:**

Para este factor, no se presentan impactos residuales.

**b) Factor Ambiental: Flora**

**Impacto Ambiental:**

- Impacto en la vegetación herbácea y arbustiva por el despalme o deshierbe de la superficie en donde se ubicarán cada una de las obras que contempla el proyecto (duna artificial y relleno de playa).

- Impacto a la vegetación acuática, específicamente en aquellos sitios en donde se llevará a cabo la construcción de los arrecifes artificiales.

**Efecto Residual:**

- Impacto permanente sobre la vegetación herbácea y arbustiva que se distribuye en el sitio del proyecto.

- Impacto permanente sobre la vegetación acuática que se distribuye en el sitio del proyecto.

**Medida de Mitigación:**

- El proyecto contempla la forestación de la duna artificial, por lo cual se sugiere el uso de especies vegetales locales.

**c) Factor Ambiental: Fauna**

**Impacto Ambiental:**

- Impacto ocasionado a la fauna por las luminarias, ocasionando posiblemente deslumbramiento o desorientación de aves.

- Impacto ocasionado a la fauna terrestre territorial y de aquellas de lento desplazamiento que se distribuyen en el sitio del proyecto.

Impacto a la fauna marina que se distribuye en los sitios de ubicación de los arrecifes artificiales, y en aquellos sitios en donde se ubicarán las mangueras de bombeo de concreto.

**Efecto Residual:**

- Impacto posible a la fauna que se desplace en el sitio del proyecto y sus inmediaciones.

- Impacto posible a la fauna que se distribuya en el sitio del proyecto.

**Medida de Mitigación:**

- Correcta colocación y orientación de las luminarias.

- Ejecución de un plan de rescate y reubicación.

**d) Factor Ambiental: Paisaje**

**Impacto Ambiental:**

- Impacto ocasionado al paisaje por las diversas etapas que comprende la implementación del proyecto (duna artificial, relleno de playa y arrecifes artificiales).

**Efecto Residual:**

- Efectos residuales a la visión-estética por el desgaste de las diferentes obras que conforman el proyecto (duna artificial, relleno de playa y arrecifes artificiales).

**Medida de Mitigación:**

- Dar mantenimiento a toda la infraestructura y limpieza de las obras que conforman el proyecto (duna artificial, relleno de playa y arrecifes artificiales).
- Integración progresiva del proyecto, con las condiciones que prevalecen en la zona urbana (duna artificial, relleno de playa y arrecifes artificiales).

## CONTENIDO

<b>VII. PRÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>2</b>
VII.1. PRONÓSTICOS DE ESCENARIOS DE LOS FACTORES QUE PUDIERAN SER SUSCEPTIBLES A SER AFECTADOS ...	2
VII.2. PLAN O PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA) .....	11
VII.3. CONCLUSIONES .....	19



---

---

## VII. PRÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El Proyecto consiste de manera general en la construcción de 2 arrecifes artificiales (el primero de los cuales tendrá una longitud de 100 metros de largo con una corona de 2 m. de ancho y una elevación de corona de 0.3 msnm. y el segundo con una forma de búmeran de 100 m. de largo, una corona de 2 m. de ancho), así como la construcción de una duna artificial de 356.8 m. y el relleno de playa con una extensión de 400 metros, con arena existente en el predio (resultado de las excavaciones que se han hecho para la colocación de pilotes que soportaran las instalaciones del desarrollo), cuyo volumen aproximado será de 40 y 45 mil m<sup>3</sup> de arena, la cual será transportada por medio de maquinaria pesada. La realización del proyecto está acorde con las políticas dispuestas de acuerdo a la zonificación de uso de suelo que se presenta en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, así como en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmucuch en el Municipio de Isla Mujeres. (Ver Capítulo III).

Cabe resaltar que el promovente del proyecto tiene clara conciencia de los atributos ambientales y paisajísticos que presenta el sitio y el sistema ambiental donde se pretende insertar el proyecto, de hecho, parte de los criterios que se utilizaron para la selección del sitio, se debe precisamente a dichos atributos; de esta forma y a efecto de garantizar que el proyecto pueda ser sostenible ambiental y socialmente, y con ello poder incrementar el valor de la zona y del proyecto, el promovente adoptará una política no solo de protección al ambiente, sino de mejoramiento ambiental, razón por la que se plantearán diversas medidas cuyo objetivo será prevenir, reducir, mitigar o compensar todas las posibles afectaciones que se derivarán en cada una de las etapas del proyecto y que serán realizadas a través de las siguientes estrategias:

1. Anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas de la actividad del proyecto tengan sobre el medio ambiente, dentro de su entorno.
2. Incrementar los efectos positivos que pudieran existir.
3. Realizar acciones de seguimiento de las medidas de control de impactos ambientales.
4. Respetar y coadyuvar con las autoridades para garantizar el cumplimiento de la normatividad de desarrollo urbano y ambiental que se relacione con el proyecto.
5. Garantizar el confort sonoro.

### VII.1. PRONÓSTICOS DE ESCENARIOS DE LOS FACTORES QUE PUDIERAN SER SUSCEPTIBLES A SER AFECTADOS

Los escenarios ambientales consisten en situar al Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”, en diferentes condiciones, tales como: sin

---

---

Proyecto, con Proyecto con la aplicación de medidas y escenario con proyecto pero sin la aplicación de medidas. Para esta actividad se tomó en cuenta primeramente el estado actual del sistema ambiental y sitio del proyecto referido en términos de calidad ambiental de los Factores Aire, Geología, Suelo, Agua, Flora, Fauna, Paisaje y Social. Posteriormente adquiere su base sobre un análisis de la información recopilada en campo, además de la identificación y evaluación de los impactos ambientales y de la aplicación de medidas de mitigación. Los escenarios finales se analizarán y describirán de acuerdo al interior de cada factor y su condición presente a nivel sitio del proyecto y sistema ambiental.

Medio abiótico (Aire, Geología, Suelo, Agua)

Aire

*a) Escenario actual sin proyecto.* La calidad del aire a nivel sistema ambiental y sitio del proyecto, en la actualidad no se ve modificada o afectada por fuentes móviles o fuentes fijas, ya que no existen industrias generadoras de emisiones a la atmósfera que se ubiquen dentro del sistema ambiental y mucho menos en el sitio del proyecto. Las fuentes fijas existentes, hacen referencia a las estufas de combustión por medio de gas LP, no representando un efecto negativo considerable sobre la calidad del aire. En cuanto a la presencia de fuentes móviles, existen vehículos automotores que circulan en las vialidades del sistema ambiental, así como en las vías de comunicación, no representando un aspecto negativo que afecte la condición actual de la calidad del aire. Cabe destacar que al interior del proyecto Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres, se llevan a cabo actividades como construcción de infraestructura (autorizadas en materia de impacto ambiental), mismas que generan polvos suspendidos y emisiones a la atmosfera, sin embargo dichos impactos no son significativos en el sitio del proyecto, ya que se dispersan en el medio por la acción del aire.

*b) Escenario con proyecto con medidas.* Los mayores impactos a generarse para este factor ambiental y que se verán reflejados en el escenario final, tendrán su origen en la realización de diversas actividades durante la etapa de preparación de sitio y construcción, entre las que encontramos, el despalme o deshierbe, el ingreso de maquinaria, equipo y vehículos, así como la nivelación y compactación del terreno. Estos efectos adversos se consideran de magnitud mínima, de extensión puntual y de corta y media duración o momento, en donde los indicadores afectados hacen referencia a las emisiones a la atmosfera, la emisión de polvos suspendidos y el aumento del ruido. Posteriormente durante la etapa de operación y mantenimiento, se contempla que este tipo de impactos sean reducidos a niveles mínimos, algunos de los cuales habrán desaparecido en su totalidad. Para cada uno de los indicadores ambientales estimados para este factor, se contempla la implementación de medidas de mitigación entre las cuales se encuentra el mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria y equipo a ser empleados en las diversas actividades del proyecto, colecta de residuos sólidos

---

---

municipales y riego con aguas grises en sitios que así lo requieran para reducir la emisión de polvos.

*c) Escenario con proyecto sin medidas.* La nula implementación de medidas de mitigación durante la ejecución de las diversas actividades proyecto, pudiera provocar grandes emisiones a la atmósfera de contaminantes, polvaredas y aumento considerable de ruido producto del uso de maquinaria y equipo, así como la acumulación de arena proveniente de las excavaciones. Estos efectos perturbarían significativamente la armonía del lugar, así como a las personas que circulen sobre la playa y los vecinos próximos al sitio del proyecto.

### Geología

*a) Escenario actual sin proyecto.* El sistema ambiental se ubica en la provincia fisiográfica Karst Yucateco, la cual a su vez se divide en dos subprovincias: i) la Planicie Noroccidental del Karst Yucateco o Provincia I y ii) la subprovincia 62B de Planicie y Lomeríos del Karst Yucateco o Provincia II. Cabe destacar que el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto se encuentran ubicados dentro de la Planicie y Lomeríos del Karst Yucateco o Provincia II, en la cual afloran sedimentos calizos más antiguos del Terciario Neógeno (Ng) (Mioceno–Ng<sub>1</sub> y Plioceno–Ng<sub>2</sub>) localmente ligeramente deformados (ligero basculamiento de capas y fallas tectónicas menores) con moderada a alta densidad de formas karsticas como salones de disolución y cenotes profundos. Geomorfológicamente, el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, se localizan dentro de la zona costera la cual comprende una franja de 20 km desde la línea de costa hacia el interior, con una longitud aproximada de 110 km desde las cercanías de Isla Aguada, Campeche, hasta Chetumal. Son áreas con playas de barrera y lagunas de inundación, además de una serie de bahías someras e incluye depósitos recientes tales como, arenas de playa, arcillas, turbas y calizas de moluscos. Geológicamente, el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, se caracterizan por la relativa uniformidad que presenta el sustrato geológico, en particular el manto rocoso más superficial.

*b) Escenario con proyecto con medidas.* Actualmente el sitio del proyecto presenta condiciones casi planas y no se observa una delimitación clara, sin embargo se aprecia una condición homogénea. Partiendo de que el sitio del proyecto se encuentra casi nivelado, la implementación del proyecto requiere de la ejecución de actividades que pudieran modificar la estabilidad del suelo, para lo cual es necesaria la implementación de medidas de mitigación y con ello asegurar una mínima afectación al mencionado factor. Dentro de las actividades que pudieran afectar las condiciones de relieve del sitio del proyecto, están la adecuación de caminos de acceso; el despalme o deshierbe del sitio; la nivelación y compactación de la plataforma, así como el ingreso y uso de maquinaria y equipo para la colocación de la infraestructura. En los sitios en donde se llevarán a cabo la implementación de los arrecifes artificiales, se contempla la

---

---

implementación de medidas, sin embargo no se identifican impactos considerables que pudieran afectar la geología de dichos sitios.

*c) Escenario con proyecto sin medidas.* La ejecución de diversas actividades que se contemplan para la implementación del proyecto sin la ejecución de medidas de mitigación, pudiera favorecer al deterioro del sitio del proyecto (la zona de playa y las áreas mar adentro en donde se ubicarán los arrecifes), así como a la afectación de áreas aledañas por la operación de maquinaria y equipo, así como por el acarreo de materiales e insumos, por apertura de caminos de acceso nuevos; por el ingreso y uso de maquinaria; por la mala operación del equipo de bombeo de arena para la duna artificial y de concreto para la construcción de los arrecifes artificiales, lo cual pudiera provocar afectación directa al suelo y al mar por acumulación de arena, así como el vertido inapropiado de concreto en áreas adyacentes a los arrecifes.

#### Suelo

*a) Escenario actual sin proyecto.* El sistema ambiental presenta dos tipos de clasificaciones edafológicas que son de zona urbana y de arenosol calcárico, mientras que el sitio del proyecto y su área de influencia al encontrarse sobre la zona de litoral, presentan sólo el tipo de suelo arenosol calcárico en un 100%. Este tipo de suelo (arenosol calcárico), se caracteriza por ser arenoso, y se localiza principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste de México. La vegetación que presentan es variable. Este tipo de suelo en la actualidad, se encuentra en constante modificación por las actividades que se realizan en el sitio, así como por el tránsito frecuente de personas y por los efectos de la erosión en la zona de playa que se han presentado a lo largo de los años, incluso dejando al descubierto el estrato rocoso en alguna porción de la playa. Dentro del sistema ambiental, actualmente se llevan a cabo actividades constructivas que modifican las características del suelo como parte de la ejecución del proyecto Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres, mismas que no influyen de manera negativa sobre el sitio del proyecto. Actualmente el sitio del proyecto, se encuentra casi nivelado, sin evidencias de condiciones particulares que pudieran ser afectadas o modificadas.

*b) Escenario con proyecto con medidas.* Los mayores impactos generados a este factor ambiental y que se verán reflejados en el escenario final, tendrán su origen en la ejecución de la etapa de preparación de sitio, específicamente en la realización de actividades como: adecuación de caminos de acceso; ingreso y uso de maquinaria y equipo; despalle o deshierbe de la zona de playa y de la nivelación y compactación de la plataforma de desplante. Estas actividades generarán impactos adversos sobre los indicadores ambientales del suelo, tales como: modificación de las características físicas y químicas del suelo; susceptibilidad a la contaminación y susceptibilidad a la erosión. Cabe destacar que durante la implementación del proyecto, se contempla la ejecución de una serie de medidas de mitigación para prevenir, reducir y minimizar los posibles impactos a los indicadores ambientales considerados para este factor. En los sitios de

---

---

ubicación de los arrecifes artificiales, se considera la implementación de medidas de mitigación, por lo que los efectos negativos al factor suelo se verán reducidos.

*c) Escenario con proyecto sin medidas.* La ejecución de diversas actividades que se contemplan para la implementación del proyecto sin la ejecución de medidas de mitigación, pudiera favorecer al deterioro del sitio del proyecto, así como a la afectación del suelo de áreas aledañas por la operación incorrecta de la maquinaria y equipo, así como por la inadecuada operación de la maquinaria encargada del hidrollenado de la duna artificial y del acarreo de concreto mar adentro dirigido a los sitios en donde se ubicaran los arrecifes artificiales. Esta mala operación incidiría en la afectación directa al suelo del frente costero, así como de algunos sitios ubicados en la zona oceánica.

#### Agua

*a) Escenario actual sin proyecto.* El sistema ambiental y sitio del proyecto con su área de influencia, se encuentran en una región que se describe como una gran superficie plana y de baja altitud y se encuentran ubicada dentro de la Región Hidrológica RH33, conocida como Región Yucatán Este que colinda al occidente con las Regiones Hidrológicas No. 30 y 31 y al norte con la No. 32. La Región Hidrológica RH33, se divide en 2 Subregiones que se definen como RH33-A y RH33-B, con una superficie de 21,037 km<sup>2</sup> y 18,782 km<sup>2</sup> respectivamente. La Subregión RH33-A que cuenta con cinco subcuencas, y la Subregión RH33-B con 3 subcuencas constituidas por áreas planas. El Sistema Ambiental y particularmente el sitio del proyecto, se ubican dentro de esta última Subregión RH33-B. De manera específica, el sistema ambiental presenta algunos cuerpos lagunares cerrados dentro del proyecto Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres, que se encuentran en abundancia en época de lluvias y que no inciden con el proyecto. Para el sitio del proyecto, una parte de su infraestructura, específicamente la construcción de los arrecifes artificiales, se ubicarán dentro de las aguas oceánicas (Mar Caribe), a una distancia aproximada de 100 metros de la zona de playa. Dicho sitio presenta profundidades menores al metro de altura, y no presenta características bióticas relevantes, ya que presenta solo una especie de pasto marino afectado por las corrientes, lo cual no favorece el establecimiento de fauna acuática.

*b) Escenario con proyecto con medidas.* Los impactos ambientales ocasionados a este factor ambiental producto de la implementación del proyecto, se derivaran de la ejecución de actividades tales como: adecuación de caminos de acceso; ingreso y uso de maquinaria y equipo; despalle o deshierbe de la zona de playa y de la nivelación y compactación de la plataforma de desplante. Dichas actividades se llevarán a cabo durante la etapa de preparación de sitio, posteriormente durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento, se contemplan una serie de actividades en donde se implementarán una serie de medidas de mitigación para prevenir y/o reducir los posibles impactos ambientales. Las diversas actividades del proyecto no contemplan la afectación directa de los indicadores ambientales que conforman este factor, sin embargo requieren de la



---

---

ejecución de diversas medidas de mitigación, para prevenir, reducir y/o minimizar el posible impacto.

*c) Escenario con proyecto sin medidas.* El sitio del proyecto, se encuentra carente de cuerpos de agua, sin embargo dentro del sistema ambiental se ubican cuerpos de aguas naturales y/o artificiales, los cuales no serán afectados por ninguna de las actividades propias del proyecto. El ingreso y uso de maquinaria y equipo en diversas actividades del proyecto, pudieran ocasionar un inadecuado funcionamiento de éstas, originando fugas de hidrocarburos que contaminarían el suelo y por ende al agua, aunado a las actividades de relleno de playa y de la duna artificial, con lo cual se pudiera generar la contaminación de las aguas superficiales. La mala operación del equipo de bombeo de arena para la duna artificial y de concreto para la construcción de los arrecifes artificiales, pudiera provocar afectación directa al mar por acumulación de arena, así como el vertido inapropiado de concreto en áreas adyacentes a los arrecifes.

Medio biótico (flora y fauna)

Flora

*a) Escenario actual sin proyecto.* De acuerdo con la Serie V del Conjunto de Datos Vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación del INEGI, la cual indica que la vegetación que se distribuye en el Sistema Ambiental corresponde a vegetación de dunas costeras y manglar, donde específicamente en el sitio del proyecto en la parte continental se distribuye vegetación de dunas costeras. Para el Sistema Ambiental, este cuenta con un uso de suelo de tipo turístico, de asentamientos humanos y vegetación secundaria arbustiva de tipo hidrófila, y/o introducida con fines ornamentales, por lo cual de manera particular el sitio del proyecto ubicado frente del complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres” (solar B), presenta una zona que ya ha sido impactada, por lo que no hay remanentes primarios de la vegetación original. De acuerdo a lo observado durante los recorridos en campo, se observó que gran parte de la vegetación que se distribuye en el Sistema Ambiental, se compone principalmente de especies introducidas que cumplen la función de sombreaderos y jardines, algunos grupos que se ocupan son las palmas como: *Pseudophoenix sargentii*, *Thrinax radiata*, *Cocus nucifera*, *Cycas revoluta* etc., y otras especies ornamentales, tales como: *Tournefortia gnaphalodes*, *Nerium oleander*, *Codiaeum variegatum*, *Agave americana*, etc., Para el sitio del proyecto, se registró la dominancia de ciertas especies herbáceas, tales como: *Hymenocallis littoralis* (lirio de mar), *Tournefortia gnaphalodes* (tabaquillo), *Ipomoea prescaprea* (ipomea) y *Sorghum halepense* (sorgo de alepo). También se observaron ejemplares de algunas algas, tales como: *Sargassum vulgare*, *Laurencia intricata*, *Dicyota cervicornis*, *Laurencia caraibica*, *Acetabularia schenckii* y pastos marinos como *Halodule wrightii*. Para el sitio del proyecto, solo se registró una especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal es el caso de *Thrinax radiata*. Cabe destacar que el sitio del proyecto actualmente está sometido a un proceso de erosión del frente playero el cual,

---

---

con el transcurso de los años, ha desaparecido la playa, dejando expuesto el estrato rocoso mismo que es evidente en algunas zonas.

*b) Escenario con proyecto con medidas.* Los mayores impactos a este factor ambiental y que se verán reflejados en el escenario final, tendrán su origen en la realización de actividades como: adecuación de caminos de acceso; ingreso y uso de maquinaria y equipo; despalme o deshierbe de la zona de playa y de la nivelación y compactación de la plataforma de desplante, dichas actividades a ejecutarse en la etapa inicial de preparación de sitio. La actividad de despalme o deshierbe tendrá como principal efecto el impacto directo en las especies herbáceas y algunas arbustivas, por el retiro de vegetación. Cabe destacar que actualmente el sitio del proyecto, se encuentra con zonas desprovistas de vegetación salvo por unos manchones distribuidos en el frente de playa, por lo cual los efectos a este factor ambiental serán mínimos y puntuales. La afectación a la vegetación existente en el sitio del proyecto, será estrictamente en el predio, por lo cual no se contempla llevar a cabo ninguna actividad que pudiera afectar vegetación en zonas aledañas, sobre todo de aquellas que están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y que se distribuyen en el sistema ambiental. Es importante señalar que dentro del sitio del proyecto se identificaron 2 individuos pequeños de palma chit (*Thrinax radiata*), para los cuales se implementarán acciones de rescate y reubicación como medida de prevención para evitar su afectación. La vegetación acuática que se distribuye en los sitios en donde se llevará a cabo la instalación de los arrecifes artificiales, corresponde a sólo una especie de pasto marino (*Thalassia testudinum*), el cual no presenta buena cobertura y no favorece el ser una zona de refugio para la fauna, sin embargo se contempla la implementación de medidas de mitigación para reducir los impactos adversos a los pastos presentes en las inmediaciones.

*c) Escenario con proyecto sin medidas.* Aun cuando la vegetación presente en el sitio del proyecto es reducida y hasta en cierto sentido homogénea, se reduce a la presencia de solo 12 especies herbáceas y arbustivas, la no implementación de medidas de mitigación pudiera generar la afectación de vegetación presente en el área de influencia por tránsito de maquinaria, así como por la circulación de personas, afectando inclusive a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, las cuales se distribuyen a nivel sitio del proyecto y en el sistema ambiental (dentro del proyecto “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”). En cuanto a la vegetación acuática que se distribuye en los sitios en donde se llevara a cabo la implementación de los arrecifes artificiales, corresponde a sólo una especie de pasto marino (*Thalassia testudinum*), el cual no presenta buena cobertura y no favorece el ser una zona de refugio para la fauna, sin embargo, la incorrecta aplicación de medidas favorecerá la degradación acelerada de los pastos presentes en el sitio, así como de la demás flora y fauna acuática localizada en las inmediaciones.

Fauna

---

---

*a) Escenario actual sin proyecto.* Respecto a la fauna presente en el sistema ambiental, se tiene un registro total de 19 especies, de las cuales son: 4 reptiles, 14 aves y 1 mamífero. La especie del grupo de los reptiles más relevante fue la *Ctenosaura similis*, la cual tiene una categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT de Amenazada, es una especie que está acostumbrada a la presencia humana y es tolerante a cierto de grado de perturbación, por lo que su proliferación dentro del sistema es alta y no se verá afectada por ninguna de las actividades del proyecto. Para el sitio del proyecto, se registraron 14 especies de las cuales 11 fueron aves y 3 reptiles. La abundancia absoluta indica que se registró un total de 30 individuos de los cuales fueron 11 reptiles, 22 aves en el sitio del proyecto. En cuanto a especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se registró para el sitio del proyecto un total de 3 especies, del grupo de reptiles: *Ctenosaura similis* (A-Amenazada); *Sceloporus cozumelae* (Pr - Sujeta protección especial) y *Aspidoscelis rodecki* (P - en peligro de extinción). En cuanto a la fauna marina registrada en los sitios en donde se llevará a cabo la construcción de los arrecifes artificiales, la abundancia de ésta fue baja, ya que la condición de los pastos no es la óptima para refugio de peces o cualquier otro animal marino, por lo que sólo se lograron ver algunos peces arrecifales.

*b) Escenario con proyecto con medidas.* El escenario final para este factor ambiental sugiere el ahuyentamiento temporal y rescate de individuos de poca movilidad (reptiles), en el sitio del proyecto y sus inmediaciones, además de la modificación de algunas de las características del hábitat actual con la forestación de la duna artificial, lo cual favorecerá la presencia de fauna en el sitio. Sin embargo el ahuyentamiento y rescate de la fauna tendrá un carácter temporal y para algunas especies será compatible con el Proyecto, mientras que la modificación al hábitat se dará en mayor medida en aquella superficie contemplada para el proyecto. La etapa de preparación de sitio, en sus actividades de despalme o deshierbe, es la que ocasionará los efectos adversos más significativos, sin embargo se contempla la ejecución de actividades de ahuyentamiento, rescate y reubicación de individuos de especies listadas en la norma, así como de aquellas de desplazamientos lentos (reptiles), en este caso dicha actividad se llevará a cabo antes del inicio del despalme. En cuanto a la fauna acuática, no se contemplan actividades de rescate o ahuyentamiento, ya que puesto que la diversidad y abundancia fueron bajas, se considera que durante la ejecución de las actividades constructivas se produzca un ahuyentamiento natural efectuado por el tránsito de embarcaciones y de personal.

*c) Escenario con proyecto sin medidas.* Puesto que el sitio del proyecto, se encuentra carente de vegetación, la presencia de fauna se ve limitada a tal efecto, por lo cual los individuos animales tienen preferencia por aquellas zonas con mayor cobertura. Cabe destacar que la no implementación de medidas de mitigación pudiera favorecer la afectación de áreas aledañas al sitio del proyecto, así como del propio proyecto, afectando la presencia de individuos animales, así como a especies de lento desplazamiento (reptiles), las cuales serían las más afectadas.

## Medio perceptual (paisaje)

## Paisaje

*a) Escenario actual sin proyecto.* La visibilidad del paisaje se determinó en relación directa con los elementos físicos (relieve) y bióticos (vegetación), por lo que en el caso del sistema ambiental, al localizarse en una zona urbana e incluyendo las zonas desprovistas de vegetación, la visibilidad del paisaje se ve disminuida a pesar de que no presenta zonas con gran relieve. El sitio del proyecto al estar incluido dentro de la zona urbana y ubicarse en la zona costera, la accesibilidad visual es para la gente que transita en la zona de playa y muelles, así como para aquella que forma parte del complejo turístico “Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres”, así como para las embarcaciones que circulen a cierta distancia de la línea de costa. Las unidades del paisaje se han determinado en función a la vegetación presente en el sistema ambiental, que son: Unidad de Paisaje de Playa (U-P); Unidad de Paisaje de Mar (U-M) y Unidad de Paisaje Urbana (U-U). El sitio del proyecto se encuentra dentro de la Unidad de Paisaje de Playa (U-P) y se ubica al oeste en la zona de playa del Complejo Turístico.

*b) Escenario con proyecto con medidas.* El Proyecto se ubicará en un paisaje modificado por las actividades humanas. Para este factor, casi no existen medidas de mitigación que a corto o mediano plazo minimicen la calidad visual del entorno específicamente del sitio del proyecto. Cabe destacar que el mayor número de impactos identificados y evaluados se llevarán a cabo en las etapas de preparación de sitio y construcción. Es importante mencionar que puesto que el sitio del proyecto se encuentra ubicado dentro de la mancha urbana, este se integrará de manera progresiva con las condiciones del medio, destacando que dentro de las actividades que contempla el proyecto, se encuentra la forestación de la duna artificial, lo cual favorecerá visualmente de manera positiva al proyecto, así como a la fauna que se distribuye en el sitio.

*c) Escenario con proyecto sin medidas.* Pese a que muchos de los efectos a este factor ambiental no son mitigables, la falta de aplicación de medidas a los factores ambientales, podrían ocasionar efectos directos e indirectos a nivel sitio del proyecto e inclusive a nivel sistema ambiental, tal como la generación de residuos sólidos municipales y la degradación progresiva de la zona de playa por actividades humanas no reguladas.

## Medio socioeconómico (social)

## Social

*a) Escenario actual sin proyecto.* El sistema ambiental, se encuentra ubicado en el municipio Isla Mujeres, que se localiza en la parte Norte del Estado de Quintana Roo en el límite con el Mar Caribe. El Municipio, según el Censo de Población y Vivienda del 2010 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, está integrado por varias localidades, cuya cantidad de habitantes varía desde dos personas, en diversas rancharías, hasta la cabecera municipal que tiene una población de 12,642 habitantes. El acelerado crecimiento demográfico que experimenta el municipio, sobre todo su

---



---

cabecera, obedece al fuerte desarrollo de la actividad turística y sus servicios asociados, lo cual produce sus principales efectos sociodemográficos y económicos en tierra firme.

*b) Escenario con proyecto con medidas.* El sitio del proyecto, se encuentra ubicado en la zona conurbada del Municipio, específicamente en Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar, por lo cual la implementación del proyecto traerá consigo una serie de beneficios a los pobladores, con la generación de empleos temporales y permanentes, así como el uso de infraestructura local y aumento en la capacidad de consumo de bienes y servicios, para toda aquella persona que obtenga ingresos fijos por la construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

*c) Escenario con proyecto sin medidas.* La falta de control a los indicadores ambientales que conforman este factor, podría generar exceso de personal, así como la generación de residuos sólidos municipales y una inadecuada disposición de los mismos, afectando no solo el sitio del proyecto y su área de influencia, también a nivel sistema ambiental, y sobre todo el mar que conforma el Mar Caribe.

## VII.2. PLAN O PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL (PVA)

El Plan o Programa de Vigilancia Ambiental será el instrumento que establecerá los lineamientos generales para lograr una implantación del Proyecto acorde con la protección del medio ambiente.

Un Plan de Vigilancia Ambiental comprende tres objetivos generales (Estevan, 1999; Gómez, 1999), los cuales son:

- Determinación de afectaciones reales.
- Seguimiento de los trabajos de construcción.
- Vigilancia del cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas.

Para el Proyecto, se propone que el Programa de Vigilancia Ambiental se lleve a cabo mediante la supervisión de obra que incluye la observancia de las medidas preventivas, de mitigación y compensación de los impactos ambientales propuestas en el Capítulo VI; así mismo deberá haber un seguimiento por parte del personal de la promotora, donde se tomarán en cuenta los siguientes aspectos:

- Adecuada colecta y disposición de residuos generados durante cada una de las etapas que componen la implantación del proyecto.
- Supervisar la no realización de prácticas de cacería, colecta de fauna pequeña o flora, por parte de personal de la constructora, durante la instalación del proyecto.



- 
- 
- Supervisar la no realización de prácticas de extracción, venta de individuos de flora o fauna, por parte de personal de la constructora, durante la instalación del proyecto.

Cabe destacar que el desarrollo de las diversas actividades del proyecto, podrían ocasionar varios efectos adversos en los diferentes componentes ambientales. Sin embargo, se prevé que, con la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y de compensación, durante las diversas obras, no se provoquen cambios que pongan en riesgo el estado actual del ecosistema a nivel sistema ambiental y particularmente a nivel sitio del proyecto. Por lo que, para que no se rebasen los límites permisibles y cumplan con la normatividad de la protección del hábitat, durante las obras y actividades relacionadas con el proyecto, se elaborará y ejecutará un Programa de Vigilancia Ambiental, cuya función básica será la de verificar que lo propuesto como medidas de prevención, mitigación y/o compensación, descritas en el Capítulo VI, se apliquen de manera adecuada.

Este documento, deberá contener las obligaciones, en materia de protección ambiental, a las que se compromete la promovente y que deberán ser observadas y cumplidas durante el desarrollo del proyecto y en donde se incluirán los siguientes aspectos fundamentales:

- Legislación vigente en materia de protección ambiental aplicable para el proyecto.
- Términos y condicionantes incluidos en la resolución en materia de evaluación del impacto ambiental, emitida por la SEMARNAT, una vez y el proyecto sea autorizado.
- Medidas de mitigación incluidas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular.
- Informes de cumplimiento ambiental, ya sea de manera mensual, bimestral, trimestral, semestral o anual de acuerdo a lo estipulado por la secretaría.
- Especificaciones ambientales contractuales entre la promovente y la contratista.

Con respecto a este último punto, es importante señalar que la promovente establece en el contrato de construcción un conjunto de lineamientos ambientales a los cuales la empresa contratista estará obligada a cumplir totalmente, bajo la supervisión de la promovente. Lo anterior, es con el fin de respaldar la ejecución de cada una de estas disposiciones, la promovente elabora los informes de cumplimiento correspondientes, tanto de avance y como de terminación de obra y los entregara a la secretaría de acuerdo a los tiempos establecidos por esta.

De tal manera, se pretende que el Programa de Vigilancia Ambiental sirva como instrumento principal para el control y para la supervisión de las actividades que se realizarán para evitar, minimizar y mitigar los posibles impactos al medio ambiente que

se darán durante la realización del proyecto. Los alcances generales de este programa se mencionan a continuación:

### **Objetivos**

- Establecer los compromisos en materia de protección ambiental, a los cuales queda sujeta la promovente durante todas las etapas del proyecto.
- Observar y cumplir con todas las medidas de prevención, protección, control y mitigación y propuestas en esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (Capítulo VI).
- Dar cumplimiento a los términos y condicionantes establecidos en el resolutivo de impacto ambiental emitido por la secretaría una vez aprobado el proyecto.
- Implementar todas aquellas medidas necesarias que no pudieran haberse establecido en las medidas de mitigación, ni en los términos y condicionantes, con la finalidad de evitar, reducir o compensar una posible afectación al ambiente.

### **Supervisión y evaluación**

- Establecer un calendario de supervisión, que incluya todas las etapas del proyecto.
- Ejecutar acciones de supervisión y evaluación para las medidas de mitigación.
- Elaborar informes de cumplimiento para verificar que las estrategias de vigilancia ambiental se ejecuten correctamente.
- Utilizar los métodos y técnicas necesarias para realizar un diagnóstico, según sea el caso, con el fin de observar el grado de afectación ocasionado por la implementación del proyecto.

En la Tabla 7. 1, Tabla 7. 2, Tabla 7. 3 y Tabla 7. 4, se presenta el Programa de Vigilancia Ambiental en donde se establece el seguimiento de algunas medidas de mitigación, compensación y, en su caso se incluirán los términos y condicionantes que establezca la secretaría, una vez y sea autorizado el proyecto.

Tabla 7. 1. Ejemplo de ficha a implementarse durante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental.

CALIDAD DEL AIRE (NIVEL DE RUIDO, EMISIONES A LA ATMOSFERA Y PARTÍCULAS SUSPENDIDAS)					
Etapas en que se aplicará		Preparación de sitio y construcción		Duración	Permanente
Procedimiento	Periodicidad de la verificación	Forma de comprobar	Indicador de éxito	Umbral de alerta	
Garantizar que en el sitio del proyecto no se quemará ningún tipo de residuo que pueda provocar la generación de humo	Diario	Bitácora de seguimiento y evidencias fotográficas	Áreas de trabajo sin humo	Opacidad en el aire y zonas con cenizas	
Cubrir los camiones que transporten materiales con lonas, o en su caso transportarlos en fase húmeda	Diario	Bitácora de seguimiento y evidencias fotográficas	Que todos los camiones cuenten con cubiertas	Camiones emitiendo polvo, afectando a la población local	
Humectación de las zonas de trabajo	Diario	Bitácora de seguimiento y evidencias fotográficas	Que no existe capas de polvo sobre el follaje de las plantas o áreas aledañas o afectación de la población local	La presencia de capas de polvo sobre plantas y suelo.	
Mantenimiento periódico de maquinaria, equipo y vehículos	Aproximadamente cada cuatro meses	Bitácoras de mantenimiento	Nivel sonoro y emisiones dentro de la norma	Molestia en oídos y volumen de la voz alto Molestia en las ojos y garganta	
Responsable	Apoyos	Equipo y material necesario		Normas que se tomarán de referencia para análisis de datos	
Supervisor ambiental	Talleres mecánicos especializados o centros de verificación	Bitácora de mantenimiento Lista con números de matrícula de los vehículos y equipo Comprobantes de verificación o afinación Cámara fotográfica Reglamento interno de trabajo		Normatividad aplicable al proyecto y aquella aplicable de manera voluntaria NOM-081- SEMARNAT-1994 NOM-041-SEMARNAT-2006	

**Tabla 7. 2. Ejemplo de ficha a implementarse durante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental.**

ADECUACIÓN DE CAMINOS DE ACCESO Y LIMPIEZA DE TERRENO, NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA PLATAFORMA DE DESPLANTE PARA GEOTUBOS				
Etapas en que se aplicará	Todas las etapas		Duración	Permanente
Procedimiento	Periodicidad de la verificación	Forma de comprobar	Indicador de éxito	Umbral de alerta
Instalar contenedores temporales que permitan la separación de residuos sólidos municipales en orgánicos e inorgánicos	Diaria	Bitácora de seguimiento y registro fotográfico	Zonas de trabajo libres de residuos	Que los contenedores no estén identificados y se advierta mezcla de residuos.
Llevar a cabo la recolección diaria de los residuos que se generen en el sitio del proyecto	Entrega periódica al sistema municipal de recolección.	Bitácora de seguimiento y evidencias fotográficas	Zonas de trabajo libres de residuos	Acumulación de residuos en el sitios de trabajo y zonas adyacentes
Instalación y uso de letrinas portátiles durante las diferentes etapas del proyecto	Diario	Bitácora de seguimiento y evidencias fotográficas	Que no exista fecalismo al aire libre y sanitarios limpios	Indicios o presencia de heces y malos olores
Establecer reglamento para que obligue a los trabajadores a depositar residuos de acuerdo a su naturaleza en el sitio correspondiente.	Una vez y posteriormente actualizaciones	Reglamento interno, bitácora de seguimiento y registro fotográfico	Zonas de trabajo libres con residuos separados	Residuos de diferentes tipos mezclados
Responsable	Apoyos	Equipo y material necesario		Normas que se tomarán de referencia para análisis de datos
Supervisor ambiental	Empresa especializada en el manejo y disposición de residuos	Bitácora de seguimiento Reportes de trabajo de la empresa especializada en el manejo de residuos. Cámara fotográfica Reglamento interno de trabajo Contenedores señalizados		Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus Reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas

**Tabla 7. 3. Ejemplo de ficha a implementarse durante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental.**

SUELO (CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO, SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN Y SERVICIOS AMBIENTALES) Y AGUA (SUSCEPTIBILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA)				
Etapas en que se aplicará	Preparación, construcción y operación		Duración	Permanente
Procedimiento	Periodicidad de la verificación	Forma de comprobar	Indicador de éxito	Umbral de alerta
Utilizar las vías de acceso establecidas dentro del Complejo Turístico Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres	Durante el tiempo que dure la obra y operación	Registro fotográfico	Caminos de acceso debidamente acondicionados	Que existan evidencias de uso de caminos no autorizados o apertura de nuevos caminos
Ejecutar en la medida de lo posible la actividad de despalme con medios manuales, evitando con ello el uso de maquinaria, así como el uso de fuego o sustancias químicas	Durante la actividad de despalme	Registro fotográfico	Sitio del proyecto sin evidencias de afectación al suelo	Evidencias del uso de sustancias químicas y fuego para realizar actividades de despalme
Uso de infraestructura y materiales locales, debidamente autorizando, evitando el uso de materiales obtenidos de centros o distribuidores no regulados	Semanalmente durante la preparación de sitio y construcción	Oficios o recibos que comprueben el sitio de obtención de los materiales y uso de infraestructura	Uso de materiales e infraestructura debidamente autorizados	Evidencias de adquisición de materiales en centros no autorizados
Instalación y uso de letrinas portátiles durante las diferentes etapas del proyecto	Diario	Bitácora de seguimiento y evidencias fotográficas	Que no exista fecalismo al aire libre y sanitarios limpios	Indicios o presencia de heces y malos olores
Utilizar los contenedores para el depósito de residuos sólidos, evitando arrojarlos a la playa o al mar	Diario	Registro fotográfico	Uso adecuado y eficiente de los contenedores de residuos	Evidencia de la presencia de residuos en la playa y en el mar
Responsable	Apoyos	Equipo y material necesario		Normas que se tomarán de referencia para análisis de datos
Supervisor ambiental	Superviso	Bitácora		Normatividad



**Tabla 7. 3. Ejemplo de ficha a implementarse durante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental.**

SUELO (CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL SUELO, SUSCEPTIBILIDAD A LA EROSIÓN Y SERVICIOS AMBIENTALES) Y AGUA (SUSCEPTIBILIDAD A LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA)			
	ambiental	Reportes de trabajo Cámara fotográfica	ambiental vigente

**Tabla 7. 4. Ejemplo de ficha a implementarse durante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental.**

VEGETACIÓN Y FAUNA				
Etapas en que se aplicará	Preparación de sitio, construcción y operación		Duración	Permanente
Procedimiento	Periodicidad de la verificación	Forma de comprobar	Indicador de éxito	Umbral de alerta
Aplicar monitoreo y seguimiento del establecimiento de los individuos vegetales a establecer en la forestación de la duna artificial	Dependerá del proyecto que se elabore.	Reporte de trabajo y registro fotográfico	Conservación de especies y sobrevivencia de los ejemplares.	No exista prendimiento o alta mortalidad de ejemplares.
Reposición de los ejemplares que no hayan sobrevivido	Cuando se identifique	Reporte de trabajo y archivo fotográfico	Sustitución y sobrevivencia	No exista prendimiento o alta mortalidad de ejemplares.
Ejecución de actividades de rescate y reubicación de especies animales y vegetales presentes en el sitio del proyecto. Para flora, rescate y reubicación de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y para fauna rescate y reubicación de especies de poca movilidad, así como de aquellas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Antes de inicio de la actividad de despalme o deshierbe	Reporte de trabajo, bitácoras de registro y registro fotográfico	Rescate y reubicación de individuos de flora y fauna	Mortandad de individuos dentro del sitio del proyecto, generados por las diferentes actividades del proyecto
Queda prohibido la compra, adquisición, captura o caza de algún individuo animal o vegetal que pudiera encontrarse en el sitio del proyecto o su área de influencia	Durante el tiempo que dure el proyecto	Registro fotográfico o comentario de algunos de los trabajadores	Reintegración del o los individuos animales o vegetales a su medio natural	Mortandad de los individuos por una mal manejo

Tabla 7. 4. Ejemplo de ficha a implementarse durante la ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental.

VEGETACIÓN Y FAUNA				
No se emplearan cebos, venenos, productos químicos o cualquier otra sustancia que pudiera afectar o dañar a la fauna silvestre que pudiera presentarse en el sitio	Durante el tiempo que dure el proyecto	Registro fotográfico o comentario de algunos de los trabajadores	No afectación de ningún individuos	Evidencias del uso de sustancias o venenos para regular la presencia de fauna
Responsable	Apoyos	Equipo y material necesario		Normas que se tomarán de referencia para análisis de datos
Supervisor ambiental	Contratista	Bitácora Reportes de trabajo Registro fotográfico		Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y sus Reglamentos, Normas Oficiales Mexicanas

---

---

### VII.3. CONCLUSIONES

El municipio Isla Mujeres, es uno de los destinos turísticos preferidos del Estado de Quintana Roo, ya que su zona costera presenta características ideales que los turistas buscan para vacacionar, considerando que este estado es uno de los destinos turísticos más visitados tanto por nacionales como extranjeros. Su cercanía con el aeropuerto (30-35 minutos), por carretera, lo hace un destino ideal para muchos turistas, así como su clima cálido subhúmedo, ambiente hospitalario y accesibilidad, han hecho de Isla Mujeres un destino potencial que pudiera ser el favorito para visitantes nacionales y extranjeros.

El sitio en donde se pretende llevar a cabo el desarrollo del proyecto corresponde a la implementación de cada uno de los arrecifes (1 y 2), que abarcaran un área de 100 m por 0.3 y 1.5 m de alto a partir de la pleamar respectivamente dentro de la Zona Marítima, mientras que el frente de Playa será de 400 m (Zona Federal Marítima Terrestre), donde la duna artificial abarcará 356.8 m de largo del frente, repartida en geocilindros rellenos de arena con una altura de 1.80 m (llenos) y un ancho de 3.65 m. Además el proyecto forma parte complementaria del Complejo Turístico Residencial Turístico Marina 1 y 2 en Playa Mujeres, autorizado en materia ambiental y que actualmente se encuentra en construcción por parte de la promovente.

El desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas (preparación de sitio, construcción y operación), se encuentra totalmente apegado a las disposiciones legales y restricciones ambientales establecidas por la normatividad ambiental y de desarrollo urbano en los tres niveles de gobierno: Federal, estatal y municipal.

El sitio en donde se pretende realizar el proyecto no cuenta con vegetación original, ya que esta, ha sido eliminada por actividades humanas que se han llevado a cabo a través del tiempo en el sitio. La vegetación registrada en el sitio, corresponde a especies herbáceas y arbustivas, que carecen de importancia biológica. Dentro del sitio del proyecto, se registró la dominancia de ciertas especies herbáceas, tales como: *Hymenocallis littoralis* (lirio de mar), *Tournefortia gnaphalodes* (tabaquillo), *Ipomoea prescaprea* (ipomea), *Sorghum halepense* (sorgo de alepo). También se observaron ejemplares de algunas algas, tales como: *Sargassum vulgare*, *Laurencia intricata*, *Dicyota cervicornis*, *Laurencia caraibica*, *Acetabularia schenckii* y pastos marinos como *Thalassia testudinum*. En el sitio del proyecto, solo se registró una especie listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, tal es el caso de *Thrinax radiata*.

El sitio en donde se pretende la ubicación del proyecto, tiene una factibilidad de uso de suelo como Corredor Turístico y es compatible de acuerdo con el Plan Municipal de Desarrollo de Isla Mujeres, por lo cual su implementación es congruente con su uso.

---

---

Además, se ubica dentro de la zona urbana municipal, en donde se observan una serie de construcciones turísticas de diversos tipos.

Respecto a fauna, registrada en el sitio del proyecto y sus inmediaciones, la diversidad y abundancia fue baja, debido a que no presentan condiciones idóneas para el establecimiento de individuos faunísticos. Todas las especies listadas en este sitio, corresponden a especies adaptadas a ambientes perturbados, además que su registro se efectuó debido a que es una zona de paso ocasional de aves y no de percha o anidamiento. Dentro del sistema ambiental el registro de especies faunísticas, fue moderado, especialmente de individuos pertenecientes al grupo de las aves, las cuales se desplazan en todas direcciones, buscando las zonas de refugio y alimentación, tanto dentro como fuera del sistema.

Para el sistema ambiental, se registraron un total de 19 especies animales, de las cuales fueron: 4 reptiles, 14 aves y 1 mamífero. La especie del grupo de los reptiles más relevante fue la *Ctenosaura similis*, la cual tiene una categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT de Amenazada. Para el sitio del proyecto, se registraron tres especies animales listada en la NOM-059 SEMARNAT-2010, tal es el caso de *Ctenosaura similis* (A-Amenazada); *Sceloporus cozumelae* (Pr - Sujeta protección especial) y *Aspidoscelis rodecki* (P - en peligro de extinción). En cuanto a la flora, solo se registró una especie listada en la norma, tal es el caso de *Thrinax radiata*.

En cuanto a la biota marina registrada en los sitios en donde se llevará a cabo la ubicación de los arrecifes artificiales y en sus inmediaciones, los registros efectuados tanto para flora como para la fauna acuática, fueron con una diversidad y abundancia muy baja. Para la flora acuática, solo se registró una especie de pasto acuático (*Thalassia testudinum*), cuya condición no fue la óptima, ya que el efecto del oleaje limita las zonas de distribución. En cuanto a la fauna acuática, se observaron muy pocas especies de peces movilizándose por la zona, ya que la vegetación no favorece la presencia de refugio o alimentación de ciertas especies.

Durante la implementación del proyecto, las principales afectaciones, se derivaran de los trabajos asociados al despalme o deshierbe, el ingreso y uso de maquinaria y equipo, los cuales generarán impactos primarios, cuya característica en la mayoría de los casos es negativa, de magnitud que va de irrelevante a moderados y de duración temporal, salvo la forestación y la construcción de los arrecifes artificiales que será un impacto permanente.

De acuerdo con la identificación y evaluación de impactos ambientales derivados de la ejecución del proyecto, se tiene que el 94.12%, corresponden a impactos negativos, de una magnitud Irrelevante, compatibles o moderados y el 5.88%, corresponden a

impactos positivos de magnitud irrelevante o compatibles, tal como se muestra en la Tabla 7. 5.

**Tabla 7. 5. Importancia de los Impactos ambientales por su valor de menor a mayor.**

IMPACTOS NEGATIVOS	VALOR	MAGNITUD	IMPACTOS POSITIVOS	VALOR	MAGNITUD
01. Nivel de ruido (confort sonoro diurno)	19	Irrelevante o compatibles	08. Conservación de la vegetación	19	Irrelevante o compatibles
02. Partículas de polvo suspendidas y emisiones a la atmosfera	19	Irrelevante o compatibles	16. Generación de algunos empleos e ingresos	17	Irrelevante o compatibles
03. Susceptibilidad a la contaminación del agua	19	Irrelevante o compatibles	17. Valor económico (agregado) de la zona	23	Irrelevante o compatibles
04. Características físicas y químicas del suelo	17	Irrelevante o compatibles	-	-	-
05. Susceptibilidad a la erosión	30	Moderado	-	-	-
06. Servicios ambientales que se derivan del suelo para la zona	14	Irrelevante o compatibles	-	-	-
07. Diversidad y cobertura vegetal	20	Irrelevante o compatibles	-	-	-
09. Vegetación acuática	19	Irrelevante o compatibles	-	-	-
10. Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	25	Irrelevante o compatibles	-	-	-
11. Espacios de distribución de fauna (desplazamiento de la fauna)	17	Irrelevante o compatibles	-	-	-
12. Reptiles (grupo vulnerable)	22	Irrelevante o compatibles	-	-	-
13. Fauna acuática	18	Irrelevante o compatibles	-	-	-
14. Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	24	Irrelevante o compatibles	-	-	-
15. Potencial de vistas	22	Irrelevante o compatibles	-	-	-

En cuanto a los aspectos sociales, los impactos que se identificaron y evaluaron durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación son en su mayoría de naturaleza positiva y de magnitud irrelevante, ya que se requerirán empleos locales por el requerimiento de mano de obra.

Durante el proceso de construcción, se deberá tener especial cuidado en el control del personal que este laborando, ya que en ocasiones puede generar impactos no deseados. Asimismo, el manejo y control de los residuos durante esta fase, será de primordial importancia para evitar cualquier daño posterior. Se deberán considerar de manera



estricta las recomendaciones y medidas de prevención, mitigación y compensación que se describen en el capítulo VI y que se enfocan principalmente a los factores que pudieran verse afectados por la implementación del proyecto, tales como: aire (emisión de contaminantes, polvos, ruido), suelo (características y servicios), agua (susceptibilidad a la contaminación) y paisaje (potencial de vistas).

Por lo anterior, se concluye que la implementación del Proyecto **“Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”**, es viable desde la perspectiva ambiental, permitiendo el desarrollo de la zona y minimizando los posibles impactos ambientales generados, con la adecuada ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación que se plantean en el presente estudio.

## CONTENIDO

<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODÓLOGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.....</b>	<b>2</b>
VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN .....	2
VIII.1.1. Planos definitivos.....	2
VIII.1.2. Fotografías.....	5
VIII.1.3. Videos.....	15
VIII.1.4. Listas de flora y fauna .....	15
VIII.1.5. Metodología.....	20
VIII.1.6. Fichas técnicas de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, registradas en el sistema ambiental y el área de influencia, para las cuales no se afectara ningun individuos por alguna de las actividades propias del proyecto.....	23
VIII.2. OTROS ANEXOS .....	31
1. Escritura del predio.....	31
2. Acta constitutiva del promovente .....	31
3. Protocolización de la asamblea general .....	31
4. Copia simple del poder notarial donde se acredita la personalidad del representante legal y copia del IFE del representante legal .....	31
5. Cédula profesional del responsable de la elaboración del estudio .....	31
VIII.3. GLOSARIO .....	31
VIII.4. BIBLIOGRAFÍA.....	34

---

---

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODÓDICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

### VIII.1. FORMATOS DE PRESENTACIÓN

#### VIII.1.1. PLANOS DEFINITIVOS

En el Anexo 2.4, se incluyen los planos del proyecto, en donde se puede apreciar la ubicación y dimensiones de cada una de las estructuras que conforman el proyecto, tales como: la construcción de 2 arrecifes artificiales (el primero de los cuales tendrá una longitud de 100 metros de largo con una corona de 2 m de ancho y una elevación de corona de 0.3 msnm y el segundo con una forma de búmeran de 100 m de largo, una corona de 2 m de ancho), así como la construcción de una duna artificial de 356.8 m y el relleno de playa con una extensión de 400 metros, con arena existente en el predio (resultado de las excavaciones que se han hecho para la colocación de pilotes que soportaran las instalaciones del desarrollo turístico el cual se encuentra autorizado en materia ambiental y actualmente en construcción), cuyo volumen aproximado será de 40 y 45 mil m de arena, la cual será transportada por medio de maquinaria pesada.

En la Figura 8. 1, se presenta en un plano la macrolocalización del sitio del Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

En la Figura 8. 2, se aprecia la microlocalización del sitio del proyecto con la delimitación del Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, en donde se aprecian las vialidades primarias y secundarias más cercanas.



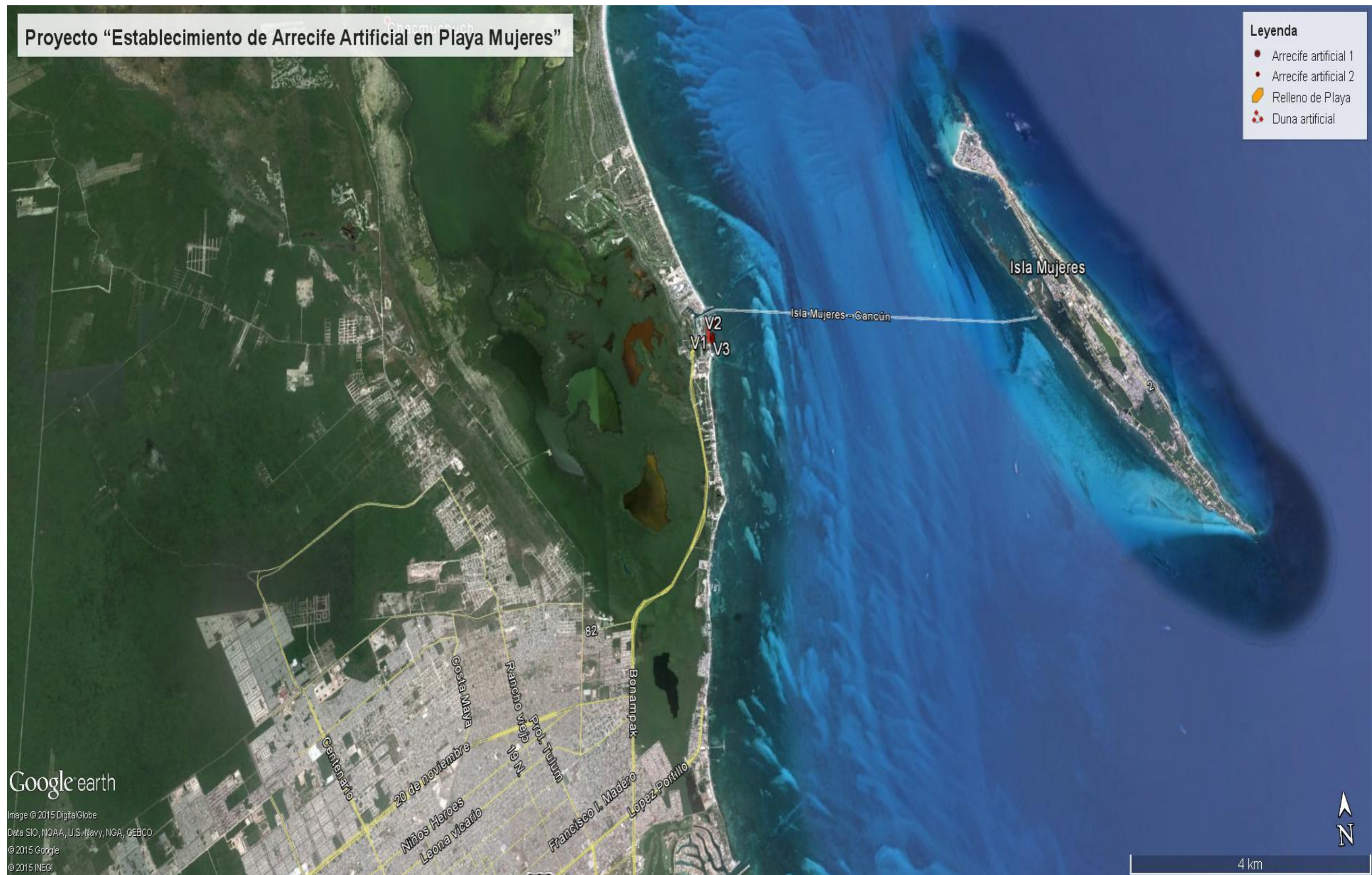


Figura 8. 1. Ubicación general del sitio del proyecto, en donde se observa las principales vialidades cercanas que comunica el sitio con la Ciudad de Cancún.



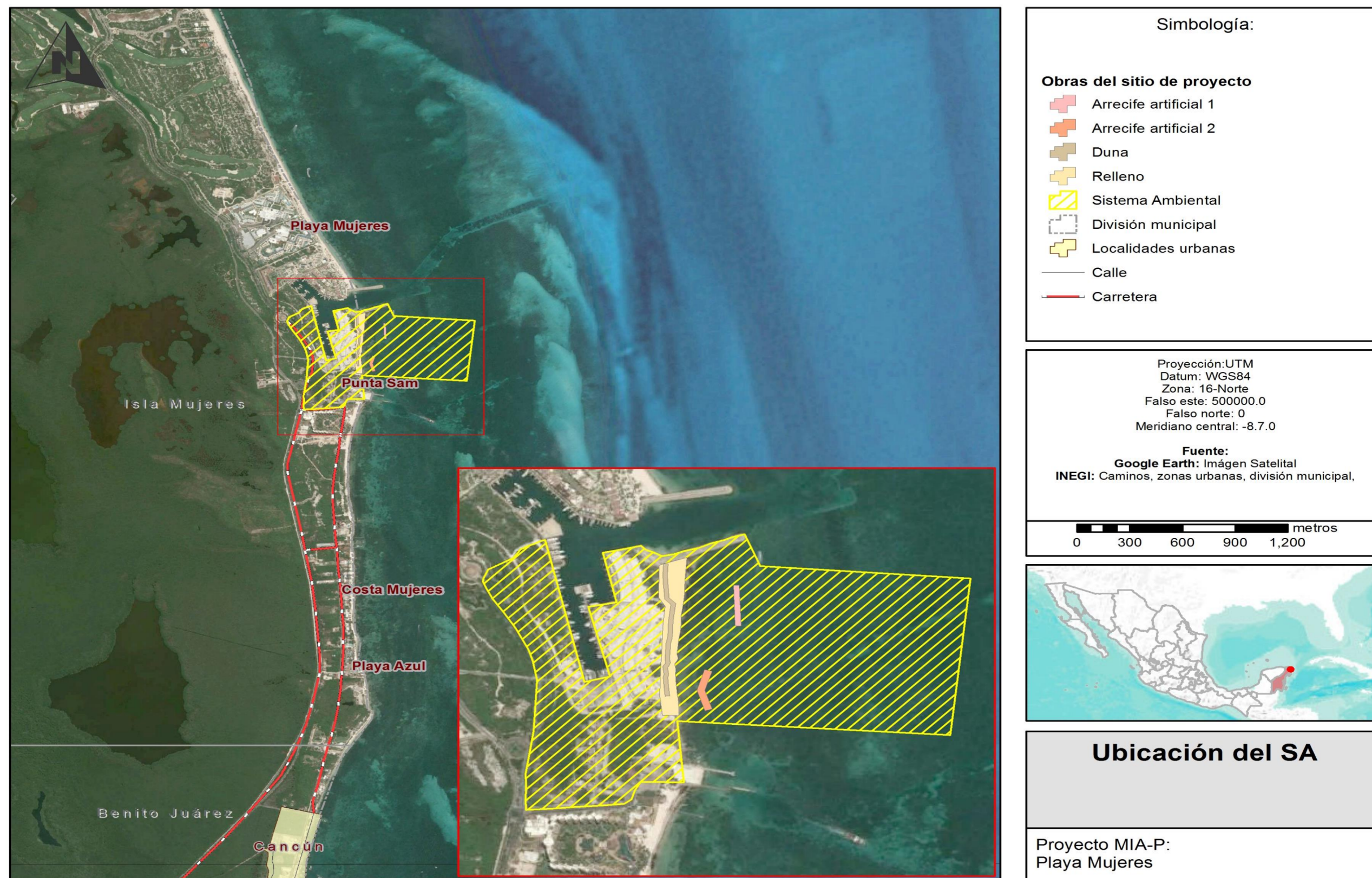


Figura 8. 2. Ubicación de cada una de las obras que componen el proyecto, tales como los 2 arrecifes y la duna artificial, así como las dimensiones del relleno de playa.



### VIII.1.2. FOTOGRAFÍAS

En las Figura 8. 3, Figura 8. 4, Figura 8. 5, Figura 8. 6, Figura 8. 7, Figura 8. 8, Figura 8. 9, Figura 8. 10, Figura 8. 11, Figura 8. 12, Figura 8. 13, Figura 8. 14, Figura 8. 15, Figura 8. 16, Figura 8. 17, Figura 8. 18, Figura 8. 19, Figura 8. 20, Figura 8. 21 y Figura 8. 22, se observa de manera general las condiciones en las que se encuentra el sitio del proyecto, sus inmediaciones y el Sistema Ambiental.

**Sitio del proyecto** (las líneas punteadas en color rojo, representan de manera general la ubicación de la infraestructura que comprende el proyecto en donde se ubicará el relleno de playa, los arrecifes y duna artificial, por lo cual solo son representativas)



Figura 8. 3. Ubicación del sitio del proyecto en donde se observa el frente de playa en donde se llevará a cabo la construcción de la duna artificial y el relleno de playa. Atrás del cerco verde se observan los montones de arena que serán utilizadas para el relleno de playa.



Figura 8. 4. Ubicación del sitio del proyecto en donde se observa el frente de playa en donde se llevará a cabo la construcción de la duna artificial y el relleno de playa, además de los arrecifes artificiales. Atrás del cerco verde se observan los montones de arena que serán utilizadas para el relleno de playa.



Figura 8. 5. Ubicación del sitio del proyecto en donde se observa el frente de playa en donde se llevará a cabo la construcción de la duna artificial y el relleno de playa, además de los arrecifes artificiales.



Figura 8. 6. Ubicación del sitio del proyecto en donde se observa el frente de playa en donde se llevará a cabo la construcción de la duna artificial y el relleno de playa.





Figura 8. 7. Ubicación del sitio del proyecto en donde se observa el frente de playa en donde se llevará a cabo la construcción de la duna artificial y el relleno de playa.



Figura 8. 8. Ubicación del sitio del proyecto en donde se observa el frente de playa en donde se llevará a cabo la construcción de la duna artificial y el relleno de playa, además de los arrecifes artificiales.

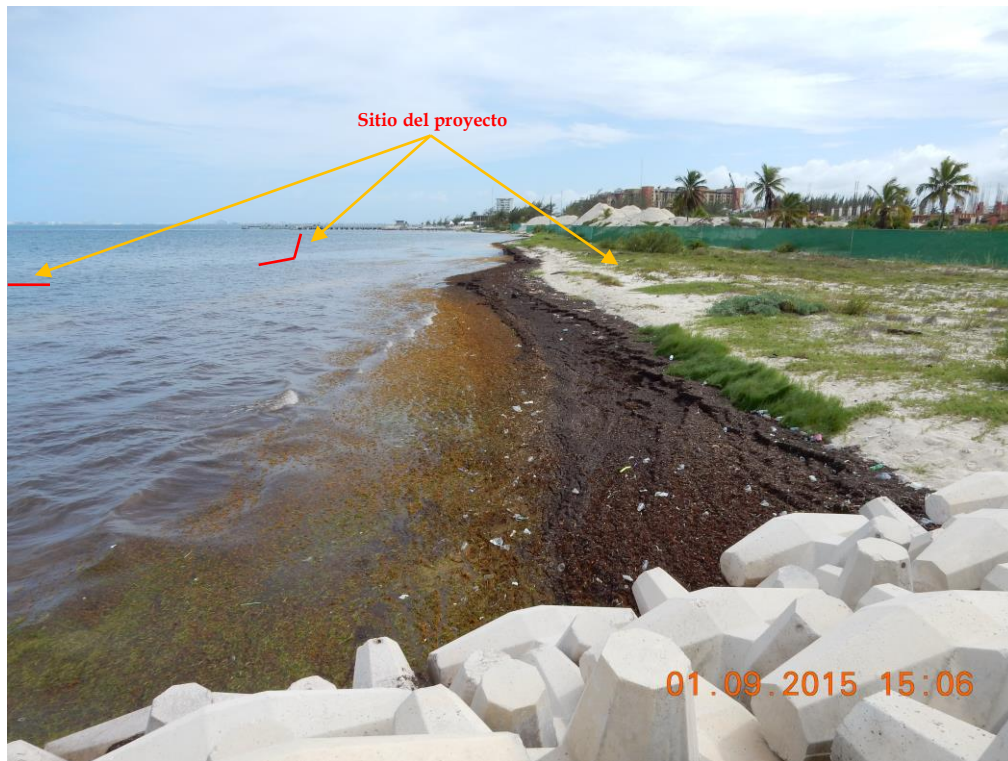


Figura 8. 9. . Ubicación del sitio del proyecto en donde se observa el frente de playa en donde se llevará a cabo la construcción de la duna artificial y el relleno de playa, así como los arrecifes artificiales. En la imagen se observa la acumulación de sargazo.



Figura 8. 10. Frente de playa en donde se ubicará la duna artificial y se realizara el relleno de playa.





**Figura 8. 11. Frente de playa en donde se ubicará la duna artificial y se realizara el relleno de arena. En la imagen se observa la presencia de especies vegetales arbustivas y herbáceas.**



**Figura 8. 12. Frente de playa en donde se ubicará la duna artificial y se realizara el relleno de playa. En la imagen se observa la presencia de especies vegetales arbustivas y herbáceas.**





Figura 8. 13. Imagen tomada desde el sitio en donde se llevará a cabo la ubicación del arrecife artificial 1, con dirección al frente de playa en donde se ubicará la duna artificial y el relleno de playa.



Figura 8. 14. Imagen tomada desde el sitio en donde se llevará a cabo la ubicación del arrecife artificial 2, con dirección al frente de playa en donde se ubicará la duna artificial y el relleno de playa.

---

---

**Sistema ambiental y área de influencia del sitio del proyecto**



**Figura 8. 15. Vista de la Terminal Marítima de Punta Sam, ubicada al sur del sitio del proyecto.**



**Figura 8. 16. Presencia de gran cantidad de residuos sólidos municipales disperso en las áreas de playa con dirección a la Terminal Marítima de Punta Sam.**





Figura 8. 17. Vista de la Terminal Marítima de Punta Sam, ubicada al sur del sitio del proyecto. En la imagen se observa un muelle de madera abandonado y vegetación arbustiva dispersa.



Figura 8. 18. Terminal Marítima de Punta Sam, ubicada al sur del sitio del proyecto.





Figura 8. 19. Condiciones de las vialidades ubicadas en la parte suroeste dentro del Sistema Ambiental.



Figura 8. 20. Condiciones de las vialidades ubicadas en la parte suroeste dentro del Sistema Ambiental, en donde se observa la presencia de individuos de palma de por lo menos tres especies.





Figura 8. 21. Condiciones de las vialidades ubicadas en la parte oeste dentro del sistema ambiental, en donde se observa la presencia de palmas e individuos arbóreos.



Figura 8. 22. Condiciones de las vialidades ubicadas en la parte oeste dentro del sistema ambiental, en donde se observa la presencia de palmas, arboles e individuos arbustivos y herbáceos.



### VIII.1.3. VIDEOS

No se incluye video.

### VIII.1.4. LISTAS DE FLORA Y FAUNA

#### Flora.

En la Tabla 8.1, se presenta el listado de las especies registradas a nivel Sistema Ambiental, de acuerdo a su familia, género, especie, nombre común, si se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su condición de endemismo. Cabe destacar que la mayor parte de estas especies son propias de área de jardines, con un número reducido de especies de vegetación original.

**Tabla 8. 1. Listado de las especies de flora presentes en el Sistema Ambiental.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059/ENDEMISMO
Agavaceae	<i>Agave americana</i>	Agave americano	-
Agavaceae	<i>Chamaedorea seifrizii</i>	Palma banbú	-
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de mar	-
Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechem	-
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Rosa laurel	-
Apocynaceae	<i>Thevetia gaumeri</i>	Campanilla, cojón de gato	-
Apocynaceae	<i>Plumeria obtusa</i>	Flor de mayo	-
Apocynaceae	<i>Nerium oleander</i>	Rosa lurel	-
Arecaceae	<i>Pseudophoenix sargentii</i>	Palma real	Amenazada
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Amenazada
Arecaceae	<i>Cocus nucifera</i>	Coco de agua	-
Arecaceae	<i>Sabal yapa</i>	Palma	-
Arecaceae	<i>Washingtonia filifera</i>	Washintonia	-
Asparagaceae	<i>Dracaena sp</i>	Dracaena	-
Asteraceae	<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	-
Bataceae	<i>Batis maritima</i>	Mañanita de mar	-
Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Tabaquillo	-
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote	-
Burseraceae	<i>Bursera simaruba</i>	Chaca	-
Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	-
Combretaceae	<i>Terminalia catappa</i>	Almendro	-
Convolvulaceae	<i>Ipomoea prescaprea</i>	Ipomea	-
Cycadaceae	<i>Cycas revoluta</i>	Palma cicas	-
Euphorbiaceae	<i>Codiaeum variegatum</i>	Crotón	-
Euphorbiaceae	<i>Ricinus comunis</i>	Higuerilla	-
Fabaceae	<i>Delonix regia</i>	Framboyan	-
Fabaceae	<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Kitan che	-
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Guamuchil	-
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i>	Guaje blanco	-
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i>	Lechuga de mar	-
Leguminosae	<i>Caesalpinia platyloba</i>	Palo colorado	-
Malvaceae	<i>Malva viscus arboreus</i>	Tulipancillo	-
Moraceae	<i>Ficus sp</i>	Ficus	-
Moraceae	<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	-
Moraceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Warumbo	-
Nyctaginaceae	<i>Guapira sp</i>	Tatsi	-

**Tabla 8. 1. Listado de las especies de flora presentes en el Sistema Ambiental.**

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059/ENDEMISMO
Poaceae	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Alicia	-
Poaceae	<i>Lasiacis divaricata</i>	Bambú	-
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Pasto de Guinea	-
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo de alepo	-
Portulacaceae	<i>Portulaca sp</i>	Verdolaga	
Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	-
Rubiaceae	<i>Morinda citrifolia</i>	Noni	
Vervenaceae	<i>Lantana hirta</i>	Oregano de mar	-

La Tabla 8.2, presenta el listado de las especies registradas en el sitio del proyecto. Cabe destacar que estas especies registradas en el sitio del proyecto, se extienden a lo largo de la zona de playa, en donde dominan partes específicas de la zona de playa.

**Tabla 8. 2. Listado de especies de flora presentes en el sitio del proyecto**

FAMILIA	NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMÚN	NOM-059/ENDEMISMO
Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de mar	-
Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Palma chit	Amenazada
Arecaceae	<i>Cocus nucifera</i>	Coco de agua	-
Bataceae	<i>Batis maritima</i>	Mañanita de mar	
Boraginaceae	<i>Cordia dodecandra</i>	Ciricote	
Convolvulaceae	<i>Ipomoea prescaprea</i>	Ipomea	
Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i>	Lechuga de mar	-
Poaceae	<i>Cynodon nlemfuensis</i>	Alicia	-
Poaceae	<i>Panicum maximum</i>	Pasto de Guinea	-
Poaceae	<i>Sorghum halepense</i>	Sorgo de alepo	-
Portulacaceae	<i>Portulaca sp</i>	Verdolaga	
Vervenaceae	<i>Lantana hirta</i>	Oregano de mar	-

En el Sistema Ambiental, se registraron un total de 26 especies de macroalgas, pertenecientes a 13 géneros y tres phyla. Como parte de la vegetación marina también se registraron dos especies de pasto marino pertenecientes al Phylum Magnoliophyta, así como una especie de cianobacteria (Tabla 8. 3).

**Tabla 8. 3. Abundancia relativa de las especies de vegetación marina registradas en el Sistema Ambiental y sitio del proyecto. Los rangos de abundancia para establecer las categorías son los siguientes: D=Dominante (>20% de la muestra); A=Abundante (10-20% de la muestra); C=Común (5-10% de la muestra); E=Escasa (1-5% de la muestra); R=Rara (<1% de la muestra).**

PHYLUM	ESPECIE	ZONA		
		SITIO DEL PROYECTO	SISTEMA AMBIENTAL	
			SOMERO	INTERMEDIO
Chlorophyta	<i>Avrainvillea asarifolia</i>			R

Tabla 8. 3. Abundancia relativa de las especies de vegetación marina registradas en el Sistema Ambiental y sitio del proyecto. Los rangos de abundancia para establecer las categorías son los siguientes: D=Dominante (>20% de la muestra); A=Abundante (10-20% de la muestra); C=Común (5-10% de la muestra); E=Escasa (1-5% de la muestra); R=Rara (<1% de la muestra).

PHYLUM	ESPECIE	ZONA		
		SITIO DEL PROYECTO	SISTEMA AMBIENTAL	
		SOMERO	INTERMEDIO	PROFUNDO
	<i>Caulerpa cupressoides</i>		R	R
	<i>Caulerpa paspaloides</i>	E	E	E
	<i>Caulerpa prolifera</i>	A	E	C
	<i>Caulerpa sertularioides</i>		E	
	<i>Dictyosphaeria cavernosa</i>			E
	<i>Halimeda incrassata</i>	A	A	C
	<i>Halimeda monile</i>		E	E
	<i>Halimeda tuna</i>		R	E
	<i>Penicillus capitatus</i>	C	E	E
	<i>Penicillus dumetosus</i>	E	C	E
	<i>Penicillus lamourouxii</i>		E	
	<i>Penicillus pyriformis</i>	R	A	E
	<i>Riphilia tomentosa</i>			R
	<i>Riphocephalus phoenix</i>	R	C	E
	<i>Udotea flabellum</i>		E	
<i>Udotea spinulosa</i>	E	E		
Phaeophyta	<i>Dictyota caribaea</i>			E
	<i>Dictyota cervicornis</i>			E
	<i>Dictyota crenulata</i>	C	E	E
	<i>Dictyota pulchella</i>			E
	<i>Hypnea cervicornis</i>	R		R
Rhodophyta	<i>Amphiroa fragilissima</i>			C
	<i>Chondria sp.</i>	R		
	<i>Laurencia intricata</i>	C		
Magnoliophyta	<i>Laurencia poiteaui</i>	A	E	C
	<i>Syringodium filiforme</i>	A	E	C
Cyanobacteria	<i>Thalassia testudinum</i>	A	A	D
	<i>Cf. Symploca sp.</i>		A	
No. de especies	29	15	19	21

### Fauna.

En la Tabla 8.4, se presenta el listado faunístico de las especies registradas de manera directa e indirecta en el SA y con posible presencia en el predio del sitio del proyecto. La tabla presenta la clase, orden, familia, género y especie, nombre común y abundancia absoluta.

**Tabla 8. 4. Abundancias absolutas y relativas para las especies del Sistema Ambiental.**

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ABUNDANCIA ABSOLUTA NI	ABUNDANCIA RELATIVA PI= NI/N	ÍNDICE DE SHANNON H = $-\sum(PILNPI)$	H MAX= LN(S)
Squamata	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	5	0.11111111	0.24413606	2.94443898
Squamata	Teiidae	<i>Aspidozelis rodecki</i>	Huico de Rodeck	5	0.11111111	0.24413606	
Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra, iguana rayada	7	0.15555556	0.28945036	
Crocodylia	Crocodylidae	<i>Crocodylus acutus</i>	Cocodrilo de río	1	0.02222222	0.0845925	
Suliformes	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Magnífica	1	0.02222222	0.0845925	
Accipitriformes	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	1	0.02222222	0.0845925	
Passeriformes	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	1	0.02222222	0.0845925	
Passeriformes	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Centzontle Tropical	3	0.06666667	0.18053668	
Passeriformes	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Tropical	2	0.04444444	0.13837846	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	1	0.02222222	0.0845925	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina Ala Aserrada	5	0.11111111	0.24413606	
Passeriformes	Hirundinidae	<i>Progne subis</i>	Golondrina Azulnegra	3	0.06666667	0.18053668	
Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca Vetula	2	0.04444444	0.13837846	
Psittaciformes	Psittacidae	<i>Eupsittula nana</i>	Perico Pecho Sucio	2	0.04444444	0.13837846	
Carnivora	Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle	1	0.02222222	0.0845925	
<b>TOTAL</b>				<b>45</b>		<b>2.69777825</b>	<b>-</b>

En la Tabla 8. 5, se presenta el listado de especies presentes a nivel de sitio del proyecto, en donde se indica si presentan alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, CITES, IUCN o si es endémica, junto con su abundancia y frecuencia, y su estacionalidad.

**Tabla 8. 5. Listado de especies de fauna silvestre registradas a nivel sitio del proyecto.**

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ENDEMICIDAD	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
---------	--------------	-------------	-----------------------	------	-------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------



**Tabla 8. 5. Listado de especies de fauna silvestre registradas a nivel sitio del proyecto.**

ESPECIE	NOMBRE COMÚN	EDEMICIDAD	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES	ABUNDANCIA ABSOLUTA	ABUNDANCIA RELATIVA	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de Cozumel	E	Pr	Lc	-	2	0	0.18053668	2.63905733
<i>Aspidoscelis rodecki</i>	Huico de Rodeck	E	P	Nt	-	3	0.1	0.23025851	
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra, iguana rayada	-	A	Lc	-	3	0.1	0.23025851	
<i>Arenaria interpres</i>	Vuelvepiedras Rojizo	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
<i>Thalasseus sandvicensis</i>	Charrán de Sandwich	-	-	Lc	-	2	0.06666667	0.18053668	
<i>Calidris minutilla</i>	Playero Chichicuilote	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate Mayor	-	-	Lc	-	5	0.16666667	0.29862658	
<i>Thalasseus maximus</i>	Charrán Real	-	-	Lc	-	2	0.06666667	0.18053668	
<i>Myiozetetes similis</i>	Luis Gregario	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
<i>Petrochelidon fulva</i>	Golondrina Pueblera	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina Tijereta	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
<i>Phalacrocorax auritus</i>	Cormorán Orejudo	-	-	Lc	-	2	0.06666667	0.18053668	
<i>Fregata magnificens</i>	Fragata Magnífica	-	-	Lc	-	5	0.16666667	0.29862658	
<i>Pandion haliaetus</i>	Gavilán pescador	-	-	Lc	-	1	0.03333333	0.11337325	
	<b>TOTAL</b>					<b>22</b>		<b>2.4601</b>	

En el Sistema Ambiental, se registraron 12 especies de peces arrecifales, sin embargo, por zonas el registro máximo fue de cinco. Las especies con mayor abundancia relativa fueron *Gerres cinereus* (mojarra) y *Sparisoma aurofrenatum* (pez loro de banda roja). Durante los muestreos se registró un individuo de *Urolophus jamaicensis* (raya amarilla) en la zona profunda; sin embargo fuera de los transectos también se observaron individuos de esta especie en la zona somera (Tabla 8. 6).

En el caso del sitio del proyecto, no se registró ningún tipo de pez arrecifal.

**Tabla 8. 6. Presencia y abundancia relativa de las especies de peces arrecifales en el Sistema Ambiental: Dominante (D)=>20%; Abundante (A)=10-19.9%; Común (C)= 5-9.9%; Escasa (E)= 1-4.9% y Rara (R) = <1%.**

FAMILIA	ESPECIE	ZONA		
		SOMERA	INTERMEDIA	PROFUNDA
Carangidae	<i>Caranx ruber</i>			E
Chaetodontidae	<i>Chaetodon capistratus</i>		A	
Gerreidae	<i>Gerres cinereus</i>	D	D	
Haemulidae	<i>Haemulon flavolineatum</i>	E		
	<i>Haemulon sciurus</i>	A		
Labridae	<i>Halichoeres bivittatus</i>			D
Lutjanidae	<i>Ocyurus chrysurus</i>		D	
Pomacentridae	<i>Stegastes fuscus</i>	E		
Scaridae	<i>Scarus iserti</i>		A	
	<i>Sparisoma aurofrenatum</i>	D		D
	<i>Sparisoma viride</i>			D
Urolophidae	<i>Urolophus jamaicensis</i>			E
No. de especies		5	4	5

### VIII.1.5. METODOLOGÍA

#### Flora.

La caracterización de los tipos de vegetación y su estructura sólo se puede entender a través de los trabajos en el campo, dado que los mapas temáticos de vegetación y uso de suelo sólo dan una idea parcial de la estructura particular de cada sitio. Dichos trabajos de caracterización se deben realizar bajo una estructura, que da como resultado un procedimiento. A continuación se presenta el desglose de dicho procedimiento metodológico que se siguió para la obtención de los datos reportados en el presente estudio:

#### Revisión bibliográfica.

La revisión bibliográfica se efectuó sobre estudios de vegetación que se han realizado para el estado de Quintana Roo, específicamente para el Municipio de Isla Mujeres, entre otros, además de los estudios regionales o cercanos al sitio del proyecto. Dicha información permitió determinar, de manera preliminar, los tipos de vegetación distribuidos en el sitio del proyecto, así como tener las bases para elaborar la lista florística de las especies que posiblemente se distribuyen en la zona, con especial interés en aquellas incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### Trabajo de campo

La caracterización de los tipos de vegetación se realizó con un recorrido prospectivo sobre la superficie que comprende el Proyecto, con esto se determinó la existencia de

---



---

vegetación, además de terrenos sin vegetación aparente. Se establecieron polígonos anidados para determinar la superficie mínima de muestreo, según el método de área mínima y método del cuadrado para comunidades vegetales (Franco, 1985). Después de determinar la superficie de muestreo, se procedió a calcular cuántas veces es necesario repetir dichos muestreos para ver qué tan homogéneas son las muestras, se usó el método de Coeficiente de Comunidad o Coeficiente de Sørensen, cuya fórmula es la siguiente:

Dónde:  $c$  = Número de especies comunes  
 $S_1$  y  $S_2$  son el número de especies en la comunidad uno y dos

A partir de esto, se determinó realizar muestreos, para lo cual se ubicaron los puntos de muestreo en campo con ayuda del GPS.

En los muestreos se registraron los siguientes datos:

- i. Características del terreno, asociaciones, especie o especies dominantes.
- ii. Número de especies presentes por sitio de muestreo.
- iii. Número de individuos por especie en cada punto de muestreo.
- iv. Altura promedio de tres individuos
- v. Cobertura promedio de tres individuos (copa largo por ancho)

A la par de los muestreos en campo se tomaron fotografías de los individuos y se recolectaron ejemplares para su posterior determinación, ya sea por comparación en herbario o mediante las descripciones en la literatura especializada. Además, se realizaron entrevistas informales con habitantes de la región, obteniendo información, sobre los nombres vulgares y usos de las diferentes especies.

### **Trabajo de Gabinete**

De la información recabada en campo, se procedió a la elaboración de la base de datos mediante MS Excel. Se identificaron las condiciones y/o evidencias de perturbación. Los ejemplares se identificaron utilizando diferentes claves taxonómicas, imágenes y descripciones, entre las que se encuentran: Shreve & Wiggins (1964); Rzedowski, J. (1978); Villaseñor et al., (1990); Bravo-Hollis (1991); González-Elizondo et al., (1993); Henrickson & Johnston (1997); Enríquez, (1998); Pennington y Sarukhán (1998); Nieves et al., (1999); Belleza y Villaseñor, (2002); Calderón (2005).

### **Integración y análisis de la información**

Se realizó la sistematización y análisis de la información recopilada y generada en campo, además de la identificación de todos los ejemplares preparados. Se procedió

---

---

enseguida a describir la composición florística y estructural en cada punto de verificación establecido durante el trabajo en campo, con base en los resultados obtenidos, tanto de campo, cartográfico, imágenes de satélite, como de identificación de ejemplares y procesamiento de datos. Se determinó lo siguiente: [i] tipo de vegetación en el sitio del proyecto, [ii] listado florístico, [iii] estado de conservación y [iv] especies observadas que están listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

## **Fauna.**

### **Metodología de muestreo y análisis de Fauna**

De cada uno de los grupos de vertebrados se realizó un listado potencial de las especies reportadas bibliográficamente que han sido colectadas cercanas al predio o bien al municipio El Carmen, para ello se revisaron trabajos publicados en revistas científicas, guías de campo y bases de datos de colecciones científicas.

Posteriormente se llevó a cabo en el sitio del proyecto y área de influencia la selección de los sitios de muestreo, se consideró la accesibilidad al sitio y a el tipo de vegetación, dando prioridad a las zonas mejor conservadas (con imágenes satelitales); de esta manera se llevó a cabo la técnica de registro por encuentros visuales (REV), la cual es útil para medir la composición de especies, abundancia, las asociaciones de hábitat y el nivel de actividad de las mismas (Lips&Reaser, 1999).

**Anfibios y Reptiles.** En el caso del muestreo de anfibios y reptiles, se tomaron en cuenta las consideraciones sobre los métodos y técnicas de campo de Manzanilla & Péfaur (2000) para aumentar la eficiencia. En campo se utilizó el método de recolecta y observación directa, por medio de recorridos en transectos de extensión variable, según las condiciones del terreno. Se realizaron recorridos matutinos vespertinos y nocturnos, para poder observar a las especies con diferentes horarios de actividad. Durante los recorridos se realizó la búsqueda activa en distintos microhábitats usados por anfibios y reptiles.

**Aves.** Para determinar las especies existentes en la zona y la abundancia de individuos, se realizaron puntos de conteo a lo largo de transectos de 100 a 500m. La amplitud entre los puntos de conteo fue de 25 metros y en cada punto se avistaron aves por 10 minutos. Durante el tiempo de avistamiento se registraron todas las aves observadas o identificadas por canto, los muestreos se efectuaron de las 8:00 am a las 6:00 pm. Para el muestreo se utilizaron binoculares marca Sierra Tasco 10 X 42 y guías de campo para la identificación de aves (Botero, 2005).

**Mamíferos.** Para la colecta de los mamíferos pequeños y medianos se emplearon métodos indirectos. Los métodos indirectos consistieron en la identificación de



raspaderos, echaderos, madrigueras; así como la búsqueda de rastros como: huellas y deyecciones en el área de estudio. Todos los organismos avistados mediante rastros se identificarán con el apoyo de guías de campo especializadas, así mismo se tomarán fotos de éstos para la elaboración de un anexo fotográfico con el fin de documentar el reporte. La identificación de los mamíferos se realizara mediante claves taxonómicas y guías de campo (Aranda, 2012; Medellín et al., 1997; Álvarez et al. 1994).

### **Registro y Análisis de datos.**

Con la finalidad establecer un registro de las especies que se avistaron, se anotó en bitácoras la siguiente información: nombre de la especie, número de individuos, coordenadas geográficas y tipo de vegetación. Además de la abundancia absoluta y relativa se determinó el índice de Shannon-Wiener y la equidad de Pielou para cada grupo faunístico.

Índice de Shannon-Wiener

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

$$p_i = n_i / N$$

Donde:

$p_i$  = abundancia relativa

$n_i$  = abundancia absoluta

$N$  = número total de individuos

Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección (Moreno, 2001).

Equidad de Pielou

$$J' = H' / H'_{\max}$$

Donde:  $H'_{\max} = \ln(S)$

$S$  = número de especies

Corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes (Magurran, 1998).

#### **VIII.1.6. FICHAS TÉCNICAS DE ESPECIES INCLUIDAS EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010, REGISTRADAS EN EL SISTEMA AMBIENTAL Y EL ÁREA DE INFLUENCIA, PARA LAS CUALES NO SE AFECTARA NINGÚN INDIVIDUOS POR ALGUNA DE LAS ACTIVIDADES PROPIAS DEL PROYECTO**

A continuación se presentan las fichas descriptivas de las especies registradas en el Sistema Ambiental y el sitio del proyecto, que se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Flora.

*Thrinax radiata*

(Lodd. ex J.A. & J.H. Schult)

**A (Amenazada)**

**Familia:** Arecaceae.

**Nombres comunes:** Palma guano, Chit.

**Descripción:** Palma hasta de 7 m de altura, de tronco recto y delgado con hojas en forma de abanico, de aproximadamente 1 m de diámetro; las flores se dan en inflorescencias cortas y gran cantidad de pequeñas flores de color crema; el fruto es globoso de aproximadamente 6 mm, de color verde cuando inmaduro y blanco al madurar.

**Distribución:** En México sólo en la Península de Yucatán, Centroamérica, Sudamérica y Trinidad.

**Asociación vegetal:** Bosque tropical perennifolio, matorral de dunas costeras y manglares.

**Usos:** Las hojas son usadas para la fabricación de escobas y para construcciones de palapas.

**Sitio de registro:** ESTA ESPECIE SE REGISTRÓ EN EL SISTEMA AMBIENTAL Y EL SITIO DEL PROYECTO, SIN EMBARGO NO SE VERÁ AFECTADA POR NINGUNA ACTIVIDAD DEL PROYECTO.



*Pseudophoenix sargentii*

(H. Wendl. ex Sarg)

**A (Amenazada)**

**Familia:** Arecaceae.

**Nombres comunes:** Palma Kuká, Ya'axhalaché.

**Descripción:** Es una palma de hasta de 6 u 8 mts de altura, el tronco es recto de color pardo grisáceo y sin ramificaciones; tiene grandes y bellas hojas pinnadas, coriáceas, agrupadas al final del tronco; las flores son pequeñas de color crema; los frutos son pequeñas drupas globosas de hasta 1.5 cm de diámetro de color pardo oscuro cuando madura, es melífera.

**Distribución:** Especie que se da en forma natural sólo en la Península de Yucatán, abarcando los matorrales de duna costera, principalmente por la zona de las Coloradas y Ría Lagartos en Yucatán.



**Asociación vegetal:** Bosque tropical perennifolio, matorral de dunas costeras y manglares.

**Usos:** Apreciada como planta ornamental.

**Sitio de registro:** ESTA ESPECIE SE REGISTRÓ EN EL SISTEMA AMBIENTAL, LA CUAL NO SE VERÁ AFECTADA POR NINGUNA ACTIVIDAD DEL PROYECTO.

## Fauna.

*Ctenosaura similis*  
(Gray, 1831)  
A (Amenzada)

**Familia:** Iguanidae.

**Nombre común:** Iguana negra, iguana rayada.

**Descripción:** Lagartija grande que alcanza los 350 mm de H-C. En los adultos, la cola alcanza casi el doble del largo del resto del cuerpo. La cabeza se distingue del cuello. Los miembros son robustos y musculosos. Las escamas de la región dorsal son pequeñas, apenas imbricadas y débilmente quilladas, excepto aquéllas que están en la parte dorsal de los miembros, que son más grandes y aparecen fuertemente quilladas. Las escamas ventrales son lisas. Existen poros femorales en ambos sexos, pero en las hembras no están bien desarrollados. Los dos sexos exhiben una fila de espinas agrandadas que comienzan en el cuello y termina en la base de la cola; esta cresta dorsal es más grande en los machos. La cola presenta anillos de escamas espinosas fuertemente quilladas. Atraviesa por una serie de cambios ontogénicos de coloración.



Los miembros son robustos y musculosos. Las escamas de la región dorsal son pequeñas, apenas imbricadas y débilmente quilladas, excepto aquéllas que están en la parte dorsal de los miembros, que son más grandes y aparecen fuertemente quilladas. Las escamas ventrales son lisas. Existen poros femorales en ambos sexos, pero en las hembras no están bien desarrollados. Los dos sexos exhiben una fila de espinas agrandadas que comienzan en el cuello y termina en la base de la cola; esta cresta dorsal es más grande en los machos. La cola presenta anillos de escamas espinosas fuertemente quilladas. Atraviesa por una serie de cambios ontogénicos de coloración.

**Distribución:** Desde Veracruz y Oaxaca (México) hasta Panamá.

**Hábitat:** Habita el bosque primario, el secundario y áreas abiertas; desde el más seco y estacional bosque tropical, hasta el muy húmedo tropical. Es una especie heliofílica que se adapta bien a la presencia humana.

**Reproducción:** Es una especie ovípara. Las hembras depositan sus huevos en cavernas que construyen en suelos arenosos de áreas abiertas. Pueden llegar a depositar de 15 a 80 huevos. El número depositado tiene relación con el tamaño de la hembra, entre más grande sea, más huevos desarrolla. La mayoría de los juveniles aparecen en mayo, coincidiendo con el inicio de la época lluviosa.

**Amenazas:** El exceso de caza y la matanza de hembras grávidas para el consumo de sus huevos. El uso excesivo de insecticidas se dice que también tienen un efecto significativo en ciertos sectores ya que matan a los insectos con los cuales se alimentan las iguanas jóvenes.

**Sitio de registro:** ESTA ESPECIE SE REGISTRÓ EN EL SISTEMA AMBIENTAL Y EL SITIO DEL PROYECTO, LA CUAL NO SE VERÁ AFECTADA POR NINGUNA ACTIVIDAD DEL PROYECTO.

*Sceloporus cozumelae,*  
(Jones, 1927)

**Pr (Sujeta a Protección especial)**

**Familia:** Phrynosomatidae.

**Nombre común:** Lagartija playera.

**Descripción:** Lagartija relativamente pequeña que presenta dimorfismo sexual. Los machos son más grandes (51 mm) que las hembras (46mm). Dorsalmente hembras y machos jóvenes son de color gris o café, con una línea vertebral clara y un par de



líneas dorsolaterales claras, que se originan detrás de la cabeza y terminan en la cola. Entre las líneas hay dos series de manchas negras, cuyo borde posterior es blanco, gris claro o amarillo. Presentan de 6 a 10 poros femorales por extremidad. En los machos los poros femorales son conspicuos y bien desarrollados, en las hembras son rudimentarios. Las hembras adultas presentan una coloración rojo-naranja en labios y hombros. En los machos grandes el patrón dorsal es obscuro. La superficie dorsal de las extremidades es gris o café, con manchas y barras claras y oscuras. La parte ventral es inmaculada en ambos sexos. En la inserción de las extremidades posteriores hay un punto negro, más distintivo en machos, con el borde anterior blanco o amarillo.

**Distribución:** Es endémica a las costas de la Península de Yucatán. Sólo se conocía para el norte y noreste de Quintana Roo y norte y noroeste de Yucatán, sin embargo, recientemente se registró para el norte de Campeche cerca del límite de Yucatán.

**Hábitat:** Habita preferentemente en playas asociadas a zonas arenosas cercanas a la playa y vegetación arbustiva y herbácea.



**Reproducción:** Son ovíparas. La mayoría de las hembras adultas presentan huevos oviductales. La estación reproductiva es prolongada, donde las hembras producen varias nidadas de fines de invierno a fines de verano.

**Amenazas:** La destrucción del hábitat, debido a la creación de zonas turísticas y habitacionales, es la principal amenaza para ésta.

**Sitio de registro:** ESTA ESPECIE SE REGISTRÓ EN EL EN EL SISTEMA AMBIENTAL Y SITIO DEL PROYECTO, PARA LO CUAL SE IMPLEMENTARÁN ACTIVIDADES DE RESCATE Y REUBICACIÓN ANTES DE INICIAR LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

*Aspidoscelis rodecki*  
(McCoy & Maslin, 1962)  
**P (Peligro de extinción)**

**Familia:** Teiidae.

**Nombre común:** Huico de Quintana Roo.

**Descripción:** Los individuos adultos son moderadamente pequeños para el género (65 mm de LHC; Lee, 1996), aparentemente los individuos en las islas llegan a ser más grandes que en el continente. En los jóvenes las líneas, aunque interrumpidas, se presentan del cuello a la ingle. Dorsalmente los individuos son de color gris-azulado u olivo, con los laterales de la cabeza, cuello



y vientre gris-azulado. La superficie ventral de la cola y patas es blanco. Cada extremidad posterior posee de 15 a 18 poros femorales. Dorsalmente presentan pequeñas escamas granulares. Las escamas ventrales son grandes, rectangulares, ligeramente solapadas, dispuestas en ocho hileras longitudinales. La cola está cubierta de espirales de escamas quilladas. La cabeza está cubierta por grandes placas simétricas. Tienen dos pares de líneas laterales blancas delgadas interrumpidas en varios puntos. Las líneas empiezan en la parte posterior del tímpano, se van desvaneciendo posteriormente y desaparecen por completo en la segunda mitad del cuerpo. La interrupción de las líneas se acentúa con la edad. En los jóvenes las líneas, aunque interrumpidas, se presentan del cuello a la ingle. En pocos individuos adultos las líneas pueden estar ausentes; otros individuos pueden presentar tonalidades amarillo pálido en las patas anteriores



**Distribución:** Es endémica de México, con una distribución muy restringida en la Península de Yucatán, particularmente en el noreste de Quintana Roo.

**Hábitat:** Habita playas arenosas y rocosas.

**Reproducción:** Son ovíparas. Se presenta un patrón reproductor estacional, restringido a seis y siete meses, durante primavera y verano básicamente. Aunque se ha registrado en algunos casos que las hembras inician en abril y terminan en septiembre o que las hembras inician en marzo y terminan en septiembre. Algunas hembras producen dos nidadas por estación reproductora.

**Amenazas:** El principal factor de riesgo de disminución o extinción local es la destrucción de los hábitats costeros, por medio de la creación desmedida y poco regulada de zonas turísticas. Su relativa alta prolificidad intrínseca conferida por la partenogénesis, parece insuficiente ante la eliminación definitiva del componente vegetal de su ambiente.

**Sitio de registro:** ESTA ESPECIE SE REGISTRÓ EN EL EN EL SISTEMA AMBIENTAL Y SITIO DEL PROYECTO, PARA LO CUAL SE IMPLEMENTARAN ACTIVIDADES DE RESCATE Y REUBICACIÓN ANTES DE INICIAR LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

*Crocodylus acutus*  
(Cuvier, 1807)

**Pr (Sujeta a Protección especial)**

**Familia:** Crocodylidae.

**Nombre común:** Cocodrilo americano.

**Descripción:** Reptil de la familia de los Crocódilidos, que se distingue por el gran tamaño adquirido por los adultos (generalmente entre 3 y 4 m. pero llegando hasta 7.5 m), los recién nacidos con una longitud de 25 a 30 cm. El hocico alargado notablemente, presentando dientes; 5 dientes premaxilares, 13 maxilares y 15 mandibulares. En vista palatina, la sutura premaxilo-maxilar es de forma arqueada. Escudos postorbitales de 2 a 4, en una hilera transversal,



---

---

los nucales en número mínimo de 4, en dos pares yuxtapuestos, los escudos laterales, alineados con la hilera anterior o entre las hileras anteriores y posteriores. Los escudos nucales y dorsales están ampliamente separados. Los escudos dorsales con osteodermos, arreglados en 16 o 17 hileras transversales alineadas regularmente y 4 o 5 longitudinales, con quillas poco definidas en los costados, pero muy evidentes en el cuello y dorso. Las escamas ventrales están arregladas en 27 o 31 series transversales. La coloración dorsal es grisácea en los adultos y gris con tonos verdes en los juveniles, presentan flecos y manchas oscuras y el vientre no tiene marcas, su musculosa y gruesa cola; presentan una abertura anal dispuesta longitudinalmente.

**Distribución:** Gran distribución en América, incluyendo el extremo sur de la península de Florida, las costas del Pacífico de México, América Central y el norte de Sudamérica, así como las islas del Caribe

**Hábitat:** Se encuentran en cuerpos de agua permanentes, como lagunas costeras, esteros, estuarios de los ríos y arroyos permanentes, en los que la vegetación dominante está formada por manglares, carrizos y otra vegetación acuática. Ocasionalmente, en la costa de Jalisco, se ha observado a subadultos en el mar, en playas adyacentes a sus lugares de común habitación.

**Reproducción:** Despliegan pautas de cortejo entre los meses de febrero y marzo, con un pico a principios de marzo. Los machos dominantes establecen territorios de cortejo y apareamiento, que pueden medir entre 0.1 y 0.9 de ha, no permitiendo la entrada a machos subdominantes. En esta especie como en otras de cocodrilos, el sistema de apareamiento es polígamo y la relación entre machos dominantes y hembras es de un macho a 3-5 hembras. Dos o tres semanas antes de la anidación, la hembra sale a explorar el sitio de la puesta y excava aunque sin poner los huevos, lo cual sucede a fines de marzo o principios de abril. El nido es un hoyo que excava la hembra con las patas de atrás en forma diagonal. Las hembras anidadoras midieron entre 225 cm 305 cm de longitud total (media de  $290 \pm 24$  cm), las que parecen mostrar fidelidad por el sitio de anidación. Muchos de los nidos están orientados hacia el sur y muchos de ellos se encuentran entre 1.5 y 9 m del agua y a una altura media de ella de 2.1. El número promedio de huevos por nido se encontró en  $27.9 \pm 13.2$ ; el largo de los huevos promedió entre 69.6 y 80.5 mm.

**Amenazas:** Los factores de riesgo están dados en forma directa por una eventual captura y explotación. Se sabe de la existencia de captura clandestina y comercio ilegal de pieles. La destrucción y fragmentación del hábitat por actividades humanas y la creciente contaminación. El ataque a humanos es un factor que conlleva a la eliminación de individuos de las especies y eventualmente de poblaciones en algunos lugares.

---

---

**Sitio de registro: ESTA ESPECIE SE REGISTRÓ EN EL SISTEMA AMBIENTAL, LA CUAL NO SE VERÁ AFECTADA POR NINGUNA ACTIVIDAD DEL PROYECTO.**

*Aratinga nana*  
(Vigors, 1830)  
**Pr (Sujeto a protección especial)**

**Familia:** Psittacidae.

**Nombre común:** Perico pecho sucio.

**Descripción:** Mide 215-240 mm. Es un periquito pequeño de plumaje verde brillante, la garganta y el pecho ligeramente café-olivo, palideciendo hasta amarillento en el vientre. La cola es larga y puntiaguda, las patas grises y el anillo ocular es desnudo y blanquecino. No presenta dimorfismo sexual.

**Distribución:** En México, de 0 a 1000 msnm, desde el centro-este de Tamaulipas, al sur en Veracruz, norte de Oaxaca y Chiapas, Tabasco, Campeche, y la Península de Yucatán.

**Hábitat:** En bordes de bosque tropical caducifolio, subcaducifolio y bosque tropical perennifolia, y en matorrales, plantaciones y cultivos de maíz. Es común observarlos volando aprisa sobre el dosel, en parejas o grupos de más de 50 individuos.



**Reproducción:** Anidan en los termiteros, y ponen de 3 a 6 huevos.

**Amenazas:** Pérdida de hábitat y caza ilegal con fines ornamentales.

**Sitio de registro: ESTA ESPECIE SE REGISTRÓ EN EL SISTEMA AMBIENTAL, PARA LO CUAL SE IMPLEMENTARÁN ACTIVIDADES DE AHUYENTAMIENTO ANTES DE INICIAR LAS ACTIVIDADES DE PREPARACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.**

---

---

## VIII.2. OTROS ANEXOS

A continuación se presenta el listado de anexos que se citan en los capítulos de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular para el Proyecto “Establecimiento de 2 Arrecifes Artificiales en Playa Mujeres”.

### 1. ESCRITURA DEL PREDIO

Se incluye en el Anexo 1.1.

### 2. ACTA CONSTITUTIVA DE LA EMPRESA

Se incluye en el Anexo 1.2.

### 3. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DE LA EMPRESA

Se incluye en el Anexo 1.3.

### 4. COPIA SIMPLE DEL PODER NOTARIAL DONDE SE ACREDITA LA PERSONALIDAD DE LOS REPRESENTANTES LEGALES Y SU COPIA DEL IFE DE CADA UNO DE LOS REPRESENTANTES

Se incluye en el Anexo 1.4 y en el Anexo 1.5.

### 5. CÉDULA PROFESIONAL DEL RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DEL ESTUDIO

Se incluye en el Anexo 1.6.

## VIII.3. GLOSARIO

**Arrecife:** Banco formado en el mar por rocas, puntas de roca o políperos y llega casi a flor de agua.

**Banco de material:** Sitio donde se encuentran acumulados en estado natural, los materiales que utilizarán en la construcción de una obra.

**Batimetría:** Representación gráfica de las curvas de igual profundidad.

**Braza:** Medida de longitud usada en la marina equivalente a 1.829 metros del sistema inglés, 1.624 metros del francés; y 1.671 metros del español.

**Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.

**Calado:** Profundidad a la cual se sumerge el barco en el agua, marcada siempre en números en proa y popa del barco; el máximo calado permitido del buque está indicado por la línea de máxima de inmersión.

**Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.



---

---

**Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

**Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

**Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

**Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**Desmonte:** Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.

**Draga:** Barco provisto de maquinaria especial para extraer materiales sólidos de los fondos o lechos marinos, en los canales de los puertos, ríos y esteros a fin de mantener las profundidades adecuadas.

**Dragado:** Acción de ahondar y limpiar de fango y arena los puertos, esteros, lagunas costeras, ríos, canales.

**Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

**Embarcación:** Barco, nave, vehículo para la navegación por agua.

**Escollera:** Rompeolas, obra de resguardo en los puertos, hecha con rocas arrojadas sin orden al fondo del agua, para defender de la mar de fuera una cala, puerto o ensenada.

**Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

**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.

**Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce 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.

**Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

**Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

**Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

**Marina turística:** Es el conjunto de instalaciones marítimas y terrestres construidas para proporcionar abrigo y servicios a embarcaciones de recreo y deportivas.

**Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promoviente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el Promoviente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causara con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Muelle:** Estructura edificada en la orilla del mar, de un estero o laguna costera, de un río o dentro de algún cuerpo de agua continental, para permitir el atraque de las embarcaciones y poder efectuar carga y descarga de mercancía o personas.

**Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

**Playa:** Partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor refluo hasta los límites de mayor flujo anuales.

**Relleno:** Conjunto de operaciones necesarias para depositar materiales en una zona terrestre generalmente baja.

**Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

**Ruta de navegación:** Camino e itinerario de viaje de las embarcaciones.

**Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Terrenos Ganados al Mar:** Es la superficie de tierra que queda entre el límite de la actual ZOFEMAT y el límite de la ZOFEMAT original, que se origina por causas naturales (huracanes o ciclones) o artificiales (construcción de espigones, muelles, muros de contención y rellenos).

**Urgencia de aplicación de medidas de mitigación:** Rapidez e importancia de las medidas correctivas para mitigar el impacto, considerando como criterios si el impacto sobrepasa umbrales o la relevancia de la pérdida ambiental, principalmente cuando afecta las estructuras o funciones críticas.

**Zona de tiro:** Área destinada al depósito del material dragado en el continente.

**Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT):** Es la franja de 20 metros transitable y contigua al mar, que se determina a partir de la cota de pleamar máxima.

#### VIII.4. BIBLIOGRAFÍA

Alcérreca A.C., R.B. Robles, L.L. Pereira y D.A. Antochew. 2009. Mamíferos de la Península de Yucatán. Guía Completa. 2º edición. Ed. Dante, Biocenosis. Yucatán, México. 246p.

Aranda, M. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México. Comisión Federal para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). México, D.F.

BirdLife International. 2014. Species. Consultado el 23 de oct. 2014. Disponible en: <http://www.birdlife.org>

Bildstein, K.L., y K. Meyer. 2000. Sharp-shinned Hawk (*Accipiter striatus*), en A. Poole y F. Gill (eds.). *The birds of North America*, No. 482. The Birds of North America, Inc., Filadelfia. Pp. 1-28.

Bojórquez, L. & O. TAPIA. 1998. An Approach for Evaluating EIAs- Deficiencias of EIA in Mexico. *Environ. Impact. Assess. Rev.* 18:217-240.

Calderón-Madujano, R. R., C. Galindo-Leal, J. R. Cedeño-Vázquez. Utilización de hábitat por reptiles en estados sucesionales de selvas tropicales de Campeche. *Acta Zoológica Mexicana* (n.s.), 24(1): 95-114.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios. 2014. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). México D.F. 126p.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. México D.F.

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios. 2006. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. México. D.F. 62p.

- 
- 
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios. 2013. Ley de Aguas Nacionales. México D.F. 107p.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios. 2011. Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales. México. D.F. 69p.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios. 2014. Ley General de Vida Silvestre. México D.F. 66p.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Secretaría General Secretaría de Servicios Parlamentarios. 2006. Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. México D.F. 52p.
- Canter, L. W. & L. G. Hill. 1979. Handbook of Variables for Environmental Impact Assessment. Ann Arbor Science. Michigan.
- Canter, L.W. and H. Loren. 1984 Handbook of Variables for Environmental Impact Assessment: Ann Arbor Science Publishers Inc., the Butterworth Group; USA.
- Canter, L.W. 1996. Environmental Impact Assessment. McGraw-Hill International Editions. 2<sup>nd</sup> Ed. 660 pp.
- Conesa, V. F. 1995. Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa, México, 390 pp.
- Consultoría, Gestoría Ambiental y Seguridad Industrial S.A. de C. V. 2011. Atlas de Peligros Naturales del Municipio de Carmen 2011. SEDESOL. Carmen, Campeche. 139 p.
- Comisión Nacional del Agua (CNA). 2010. Acuerdo por el que se da a conocer los estudios técnicos de Aguas Nacionales Superficiales de las Subregiones Hidrológicas Alto Grijalva, Medio Grijalva y Baja Grijalva de la Región Hidrológica No. 30 Grijalva-Usumacinta (29/04/2010). Fecha: 28 de octubre de 2014. Consultado en: [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5141106&fecha=29/04/2010](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5141106&fecha=29/04/2010).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2014. Fecha: 13 de agosto de 2014. AVESMX. NET. <http://avesmx.conabio.gob.mx/index.html>.
- Casas-Andreu, G. & T. Reyna-Trujillo. 1990. Provincias herpetofaunísticas. Escala 1:8000000. En: Herpetofauna (Anfibios y reptiles). IV.8.6. Atlas Nacional de México. Vol II. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO). 1998. Uso de suelo y vegetación de INEGI agrupado por CONABIO. Escala 1: 1, 000,000.
- Estevan B., M. T. 1999. Sistema y procedimiento técnico secuencial en los estudios de impacto ambiental. Pp. 225-253 en: Master en evaluación de impacto ambiental. Instituto de Investigaciones Ecológicas, Málaga España, 398 pp.
- Etter, A. 1990. Introducción a la Ecología del Paisaje: Un Marco de integración para los levantamientos rurales. IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi) Bogotá.
- García, E. 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Catálogo de metadatos geográficos "Climas".



- 
- 
- García, E. 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Catálogo de metadatos geográficos "Climas".
- Gobierno Municipal del Carmen 2013. Plan de desarrollo municipal Carmen, Campeche 2012-2015. Ciudad del Carmen, Campeche. 152 p.
- Gobierno de la República. 2012. Plan Nacional de Desarrollo 2013 – 2018 (PND). México D.F. 184p.
- Gobierno de la República. 2012. Plan Nacional de Desarrollo. Programa Sectorial de Turismo 2013-2018. México D.F. 88p.
- Gobierno de la República. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2013-2018. (PROMARNAT). México D.F. 138p.
- Gobierno de la República. Secretaría de Medio Ambientes y Recursos Naturales. 2010. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). México D.F. 296p.
- Gobierno Constitucional del Estado de Campeche. 2010. Plan Estatal de Desarrollo Campeche 2009-2015. Campeche. 118p.
- Gobierno Constitucional del Estado de Campeche. 1997. Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Campeche. Campeche. 67p.
- Gobierno Municipal del Carmen. 2013. Plan Municipal de Desarrollo Carmen 2012-2015. Carmen, Campeche. 152p.
- Gómez-Orea, D. 1999. Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 701 p.
- Harting, H. M. 1979. Las aves de Yucatán. Fondo Editorial de Yucatán. Mérida. Cuaderno 4.
- Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2014. La cuenca de los ríos Grijalva y Usumacinta. Fecha: 24 de octubre de 2014. Consultado en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/402/cuencas.html>.
- INEGI. Publicación "Unidades y subunidades de tipo de suelo". Fecha 15 de agosto de 2014. Consultado en: [http://www.inegi.org.mx/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/edafo/EdafIII.pdf](http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/geografia/publicaciones/guias-carto/edafo/EdafIII.pdf)
- IUCN 2013. IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Morris P. & R. Therivel, 1995. Methods of Environmental Impact Assessment. University of British Columbia Press. 378 p.
- Kölher, G. 2003. Reptiles of Central America. Herpeton, Germany. 367 p.
- Kölher, G. 2011. Amphibians of Central America. Herpeton, Germany. 374 p.
- Luis Humberto Elizondo C 2000. Instituto Nacional de Biodiversidad. Consultado el 07 oct. 2014. Disponible en <http://darnis.inbio.ac.cr/>.
- Lee J.C. 2000. A Field Guide to the Amphibians and Reptiles of the Maya World. The Lowlands of Mexico, Northern Guatemala and Belize. Comstock/Cornell Paperbacks. Cornell University Press. EUA. 402p.
- 
-

- 
- 
- Manzanilla, J. & J. E. Péfaur. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. *Revista de Ecología Latinoamericana*, 7(1-2): 17-30.
- Medellín, R.A., *et al.* 2009. Conservación de especies migratorias y poblaciones transfronterizas, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio, México, pp. 459-515.
- Moreno, C. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza. Pp. 43 y 44.
- Ojasti, J. 1998. Utilización de la fauna silvestre en América Latina. Situación y perspectivas para un manejo sostenible. *Guía FAO Conservación*, 248 p.
- Plan de desarrollo municipal El Carmen, Campeche. Ayuntamiento Constitucional de El Carmen, Campeche. Presidencia Municipal.
- Peterson R. T. y Chalif E. L. 2008. Aves de México. *Guía de Campo*. Ed. Diana. México D.F. p. 473.
- PNUMA. 2014. Apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES). Ginebra, Suiza. 46 p.
- Ralph, C., G. Geupel, P. Pyle, T. Martin, D. DeSante & B. Milá. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, Washington, DC
- Salazar, J. P. 1999. Índices e Indicadores para Evaluación y Seguimiento Ambiental. Video Conferencia 11 de noviembre de 1999. <http://usuarios.lycos.es/JuanP/impac.htm>
- Secretaría de Gobernación (SEGOB). 2010. Enciclopedia de los Municipios de México. El Carmen.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. < <http://www.conanp.gob.mx/regionales/> > Citado el 11 de agosto del 2014.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2012. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe 2012. México D.F. 292p.
- Secretaría de Desarrollo Social. Obras públicas. 2009. Programa Director Urbano del Centro de Población de Ciudad del Carmen, Campeche. Por una ciudad bella, competitiva, sustentable e incluyente. TOMO I. Antecedentes y Diagnóstico. Carmen, Campeche. 158p.
- Secretaría de Desarrollo Social. Obras públicas. 2009. Programa Director Urbano del Centro de Población de Ciudad del Carmen, Campeche. Por una ciudad bella, competitiva, sustentable e incluyente. TOMO II. Pronóstico, estrategias, normatividad e implementación. Carmen, Campeche. 137p.
- Secretaría de Gobernación. 2014. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. México D.F. 838p.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. México D.F. 35p.

---

---

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-055-SEMARNAT-2003 que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto de los radiactivos. México D.F. 13p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. México D.F. 16p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. México D.F. 7p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993 que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. México D.F. 7p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2006 que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. México D.F. 13p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-077-SEMARNAT-1995 que establece la opacidad de humo de vehículos en circulación que usan diesel. México D.F. 8p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-1994 que establece contaminación atmosférica-para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión. México D.F. 18p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-050-SEMARNAT-1993 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles. México D.F. 10p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. México D.F. 40p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de

---

---

ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. México D.F. 10p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición. México D.F. 18p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. México D.F. 35p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM 003 SEMARNAT 1997 que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. México D.F. 17p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 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. México D.F. 22p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-013-CNA-2000 establece las especificaciones de hermeticidad y métodos de prueba para redes de distribución de agua potable. México D.F. 12p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que establece la 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. México D.F. 78p.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana. NOM-001-STPS-2008 Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene. México D.F. 28p.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010 Condiciones de seguridad-Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo. México D.F. 54p.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-004-STPS-1999 Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo. México D.F. 7p.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. México D.F. 40p.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-015-STPS-2001 Condiciones térmicas elevadas o abatidas de Condiciones de seguridad e higiene. México D.F. 16p.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo. México D.F. 11p.



Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-021-STPS-1993 Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas. México D.F. 7p.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-022-STPS-2008 Electricidad estática en los centros de trabajo-Condiciones de seguridad e higiene. México D.F. 12p.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008 Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. México D.F. 13p.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-026-STPS-2008 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías. México D.F. 26p.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-027-STPS-2008 Soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene. México D.F. 21p.

Secretaría del Trabajo y Previsión Social. Norma Oficial Mexicana NOM-100-STPS-1994 Seguridad-Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida-Especificaciones. México D.F. 8p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. < <http://www.conanp.gob.mx/regionales/> > Citado el 11 de agosto del 2014.

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). 2012. Estadística descriptiva “Estación El Carmen”. Fecha: 14 de agosto de 2014. Consultado en: <http://smn.cna.gob.mx/climatologia/Estadistica/4007.pdf>.

Servicio Sismológico Nacional (SSN). 2014. Consulta histórica “Campeche”. Fecha. 21 de febrero de 2014. Consultado en: <http://www.ssn.unam.mx/>.

Van Perlo B. 2006. Birds of Mexico and Central America. Ed. Princeton University Press, Princeton and Oxford. EUA. 336p.