Capítulo I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

El proyecto se denomina “MUELLE PEZ VOLADOR”

I.1.2 Ubicación del proyecto

[redacted]

1.1.3 Duración del proyecto

[redacted]

1.2 Datos generales del promovente

1.2.1 Nombre o razón social

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

1.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

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

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

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír

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

1.3 Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental

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

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes del responsable

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

1.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio

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

Capítulo II. Descripción de las obras o actividades

II.1 Información general del proyecto

II.1.1 Naturaleza del proyecto

El proyecto consiste en la construcción de un muelle rustico de madera en forma de T, el cual tendrá una superficie de 102.263 m^2. El sitio donde se pretender ubicar el proyecto es en la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) y área marina adyacente, colindantes al predio urbano marcado Lote 14-A Manzana 36 Calle Pez Volador, Zona Hotelera de Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo.

II.1.2 Justificación

El proyecto surge de la necesidad de contar con un muelle debido a la ubicación en donde se encuentra con respecto al mar caribe.

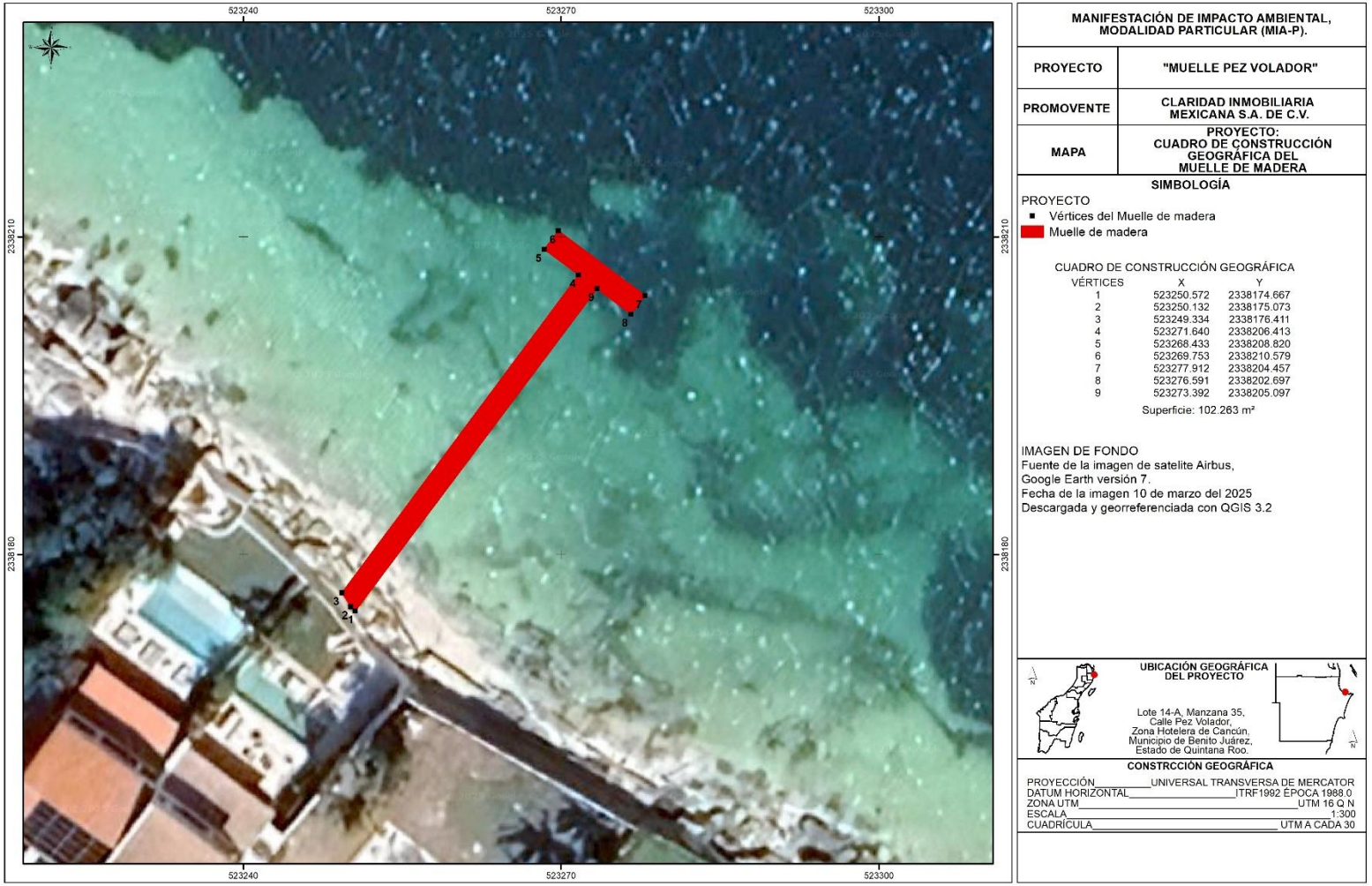
II.1.3 Ubicación del proyecto

El sitio donde se pretender ubicar el proyecto es en la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT) y área marina adyacente, colindantes al predio urbano marcado Lote 14-A Manzana 36 Calle Pez Volador, Zona Hotelera de Cancún, Benito Juárez, Quintana Roo

Las coordenadas que delimitan el predio en cuestión se señalan en la tabla siguiente:

Muelle Pez Volador		
VÉRTICE	**X**	**Y**
1	523,250.572	2,338,174.667
2	523,250.132	2,338,175.073
3	523,249.334	2,338,176.411
4	523,271.640	2,338,206.413
5	523,268.433	2,338,208.820
6	523,269.753	2,338,210.579
7	523,277.912	2,338,204.457
8	523,276.591	2,338,202.697
9	523,273.392	2,338,205.097
SUPERFICIE TOTAL: 102.263 m^2		

En el siguiente mapa se muestra la ubicación del predio del proyec



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, MODALIDAD PARTICULAR (MIA-P).

PROYECTO	**"MUELLE PEZ VOLADOR"**
PROMOVENTE	**CLARIDAD INMOBILIARIA MEXICANA S.A. DE C.V.**
MAPA	**PROYECTO: CUADRO DE CONSTRUCCIÓN GEOGRÁFICA DEL MUELLE DE MADERA**

SIMBOLOGÍA

PROYECTO
- Vértices del Muelle de madera
- Muelle de madera

CUADRO DE CONSTRUCCIÓN GEOGRÁFICA

VÉRTICES	X	Y
1	523250.572	2338174.667
2	523250.132	2338175.073
3	523249.334	2338176.411
4	523271.640	2338206.413
5	523268.433	2338208.820
6	523269.753	2338210.579
7	523277.912	2338204.457
8	523276.591	2338202.697
9	523273.392	2338205.097

Superficie: 102.263 m²

IMAGEN DE FONDO
Fuente de la imagen de satelite Airbus,
Google Earth versión 7.
Fecha de la imagen 10 de marzo del 2025
Descargada y georreferenciada con QGIS 3.2

UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

Lote 14-A, Manzana 35,
Calle Pez Volador,
Zona Hotelera de Cancún,
Municipio de Benito Juárez,
Estado de Quintana Roo.

CONSTRCCIÓN GEOGRÁFICA

PROYECCIÓN_____UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR
DATUM HORIZONTAL_____ITRF1992 ÉPOCA 1988.0
ZONA UTM_____UTM 16 Q N
ESCALA_____1:300
CUADRÍCULA_____UTM A CADA 30

Mapa 1 Cuadro de coordenadas del muell

II.1.4 Dimensiones del proyecto

De acuerdo con los planos de la obra que se pretende establecer en el sitio de interés, así como a lo expresado en apartados anteriores, el proyecto estará conformado por un muelle rústico de madera cuya superficie total es de 102.263 m^2

Obra	Superficie en m^2
Arranque de muelle	8.80
Muelle o pasarela	71.0226
Terminación en forma de T	22.44
Superficie total de construcción del proyecto	**102.263**

Arranque de muelle. Esta obra corresponde al inicio del muelle desde la zona federal hasta el área marina adyacente. Contará con tres escalones piloteados que conectarán con el muelle para convertirse en una sola pieza. Este Arranque es de madera dura de la región de 2.20 m x 4 m, ocupando una superficie de 8.80 m^2.

Muelle o pasarela. Esta estructura corresponde a lo que llamamos muelle, tendrá una longitud de 32.283 m x 2.20 m de ancho (71.0226 m^2) y será armado con pilotes de madera dura de la región de 8” (20 cm) de diámetro como mínimo anclados al suelo marino, cargadores de 2”x 8”x 8”, largueros de 2”x 8”x 10”, todos ellos asegurados con pernos galvanizados con rondana y tuerca (diámetro de ¾”, cortados a medida). Los tablones para el piso del muelle serán de 2”x 10”x 8”, tendrán una separación máxima entre sí de 3 cm., y estarán asegurados con clavos galvanizados reforzados de 4”.

Terminación en forma de T. Corresponde a la parte final del muelle. Esta estructura tendrá 10.20 m de largo x 2.20 m de ancho (22.44 m^2), al igual que la estructura anterior, estará armada con pilotes de madera dura de la región de 8” (20 cm) de diámetro como mínimo anclados al suelo marino, cargadores de 2”x 8”x 8”, largueros de 2”x 8”x 10”, todos ellos asegurados con pernos galvanizados con rondana y tuerca (diámetro de ¾”, cortados a medida). Los tablones para el piso del muelle serán de 2”x 10”x 8”, tendrán una separación máxima entre sí de 3 cm., y estarán asegurados con clavos galvanizados reforzados de 4”.

La distribución de las obras consideradas en la superficie de desplante se presenta a continuación:



Mapa 2 Distribución de obras del proyecto

I.1.5 Inversión requerida

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

II.1.6 Empleos generados

El número de empleos que se estima generar durante las etapas de preparación del sitio y construcción será de 11, entre residentes de obra, supervisor de seguridad, maniobrista, operador de embarcación, carpinteros, buzos.

A continuación, se desglosa la cantidad de trabajadores

-1 Residente de obra (ingeniero/ arquitecto)

-1 Supervisor de seguridad y medio ambiente

-1 Operador o maniobrista

-1 Operador de embarcación auxiliar

-5 Carpinteros/ ayudantes para montaje

-2 Buzos de apoyo (ajustes submarinos)

En la etapa operativa se estima generar un total de 2 empleos entre los que se cuentan al personal de mantenimiento y el cuidador del muelle.

Capítulo III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y en su caso, con la regulación de uso de suelo

III.1 Leyes Federales

III.1.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada el 01 de abril de 2024, establece:

"Artículo 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a las que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites o condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría (…)

IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;

El proyecto se ubicará en Cancún dentro de la denominada Zona Hotelera. De acuerdo con la definición del **Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez**, el ecosistema costero alcanza hasta 3.5 kilómetros tierra adentro, o diez metros de elevación. En este sentido, siendo que el área donde se ubicará el proyecto se ubica de manera cercana a la playa y dentro del área marina, se considera que el área forma parte de este tipo de ecosistema, encuadrando en el supuesto de la fracción IX del artículo ya citado.

El presente estudio que corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto "Muelle Pez Volador" mismo que se pone a consideración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para obtener la autorización a que se

refiere el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

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

III.1.2 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre (LGVS), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada el 3 de julio de 2000, establece:

"*Artículo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, 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.*

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."

El proyecto no se pretende desarrollar en un área con presencia de vegetación de manglar. De igual forma se considera que no se ubica dentro del área de influencia de este ecosistema pues el área del proyecto se ubica a más de 250 metros de la vegetación de manglar más cercana, como se observa en la siguiente imagen:



Mapa 3 Distancia del predio del proyecto a la zona de manglar más cercana

III.2 Reglamentos Federales

III.2.1 Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El Reglamento en análisis fue publicado el 30 de mayo del año 2000 en el Diario Oficial de la Federación, el cual establece:

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

Q) DESARROLLOS INMOBILIARIOS QUE AFECTEN LOS ECOSISTEMAS COSTEROS:

Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de:

a) Las que tengan como propósito la protección, embellecimiento y ornato, mediante la utilización de especies nativas;

b) Las actividades recreativas cuando no requieran de algún tipo de obra civil, y

c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.

Del análisis de lo anterior se desprenden que la obra objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular encuadra en el supuesto del artículo 5 inciso Q), por ubicarse en un ecosistema costero. Por tanto, se trata de obras de competencia federal que requieren previa autorización en materia de impacto ambiental.

Se presenta en su Modalidad Particular dado que no se encuentra dentro de los supuestos establecidos por el Artículo 11 del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que se cita a continuación:

"ARTÍCULO 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;

II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular."

Así mismo, la integración de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular se basa en lo establecido en el Artículo 12 del citado Reglamento, el cual establece la información que deberán contener las manifestaciones de impacto ambiental modalidad particular y que a la letra dice:

"ARTÍCULO 12.- 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

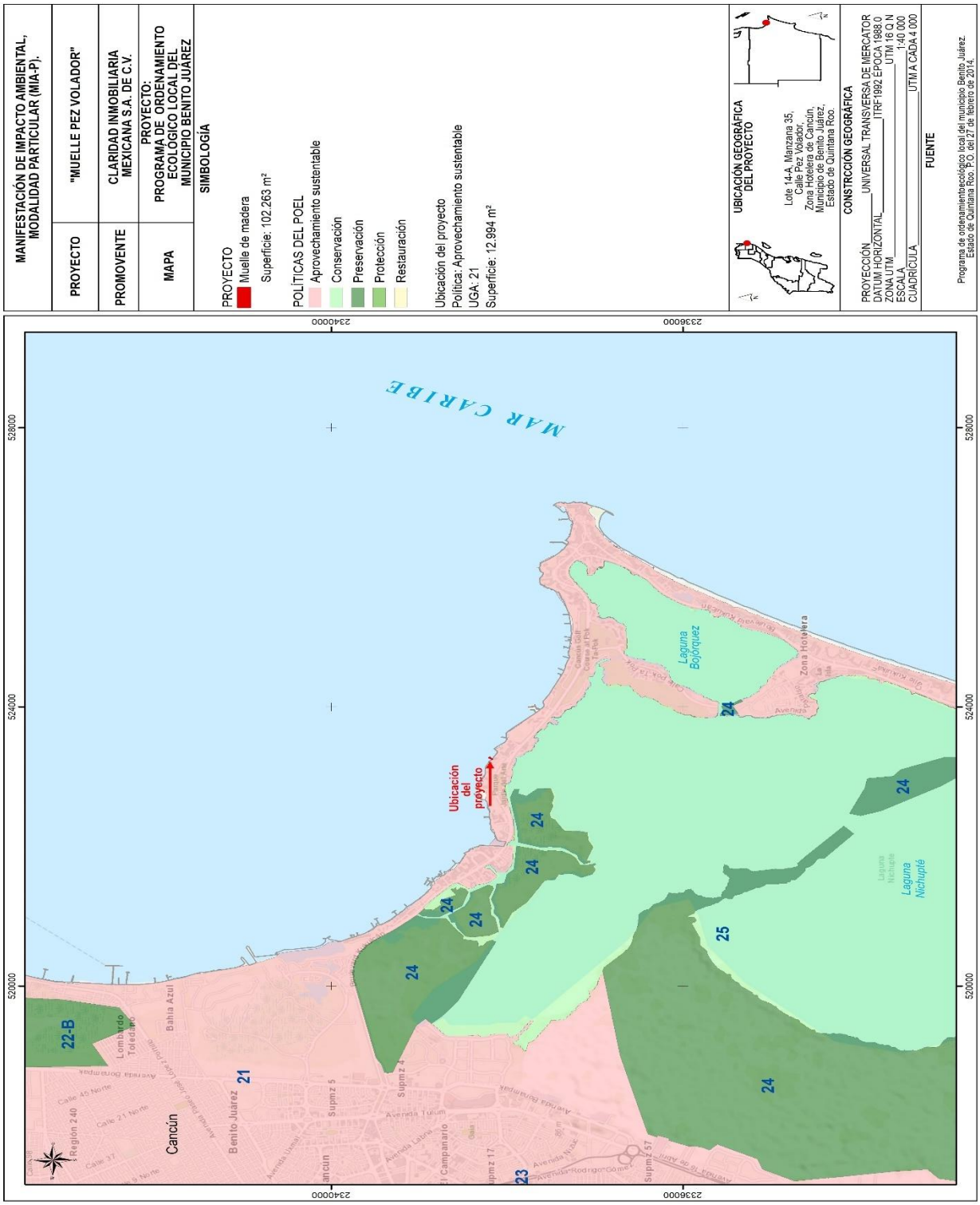
VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores"

III.3 Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio

III.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez

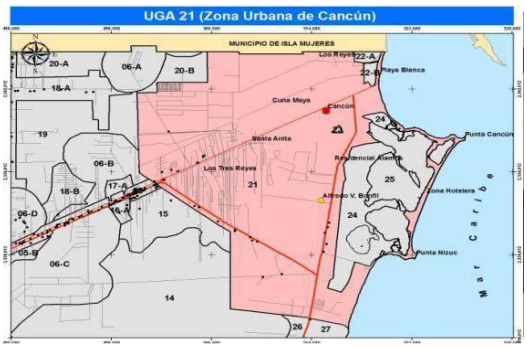
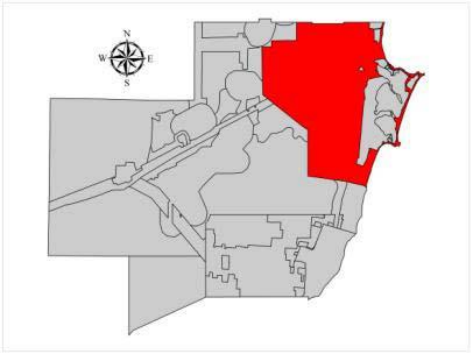
El sitio del proyecto está regulado por el Decreto mediante el cual se modifica **el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POEL BJ),** publicado en el 27 de febrero de 2014 en el Periódico Oficial de Gobierno del Estado de Quintana Roo.

Dentro de este ordenamiento se tienen delimitadas diferentes Unidades de Gestión Ambiental, de las cuales el proyecto incide únicamente en la UGA 21 denominada "**Zona Urbana de Cancún"** como se observa en la siguiente imagen:



Mapa 4 Ubicación del POEL BJ respecto al sitio del proyecto

La ficha técnica de esta UGA se presenta a continuación:

<table>
<tr>
<td>
</td>
<td></td>
</tr>
<tr><td colspan="2">Superficie: 34,937.17 ha | Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable</td></tr>
<tr><td colspan="2">Usos Compatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Usos Incompatibles: Los que se establezcan en su Programa de Desarrollo Urbano Vigente.</td></tr>
</table>

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

Conforme a lo establecido por el ordenamiento en cita, la política de **Aprovechamiento Sustentable** se define como: *La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos.*

No obstante, lo anterior, es importante señalar que el hecho de que el sitio del proyecto o el desplante del muelle quede comprendido parcialmente dentro de la UGA 21, esto quizá se deba a un error cartográfico del mismo POEL-BJ, pues este regula el uso y aprovechamiento dentro de los límites del centro de población de la

ciudad de Cancún, en tanto que el proyecto será desplantado en su totalidad dentro del área marina. En el plano del desplante del muelle, se puede apreciar que el mismo queda inmerso en su totalidad dentro del área marina. Esto adquiere mayor relevancia, toda vez que el área marina no forma parte de la zona urbana de la ciudad de Cancún que se encuentra regulada por la UGA 21 en comento, pues se trata de un cuerpo de agua nacional en términos del Párrafo Quinto del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, que a la letra señala:

“Artículo 27. La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada…

Son propiedad de la Nación las aguas de los mares territoriales en la extensión y términos que fije Derecho Internacional; las aguas marinas interiores…”

En sentido de lo anterior, tenemos que el POEL-BJ se extralimita en la regulación del territorio nacional, pues de acuerdo con su cartografía oficial, la UGA 21 comprende parcialmente las aguas marinas interiores, mismas que son propiedad de la Nación; cuando su objetivo es regular el uso y aprovechamiento del territorio dentro del centro de población o zona urbana de la ciudad de Cancún.

Aunado a lo anterior, es importante mencionar que el mismo POEL-BJ, establece en su página 3, párrafo segundo, que:

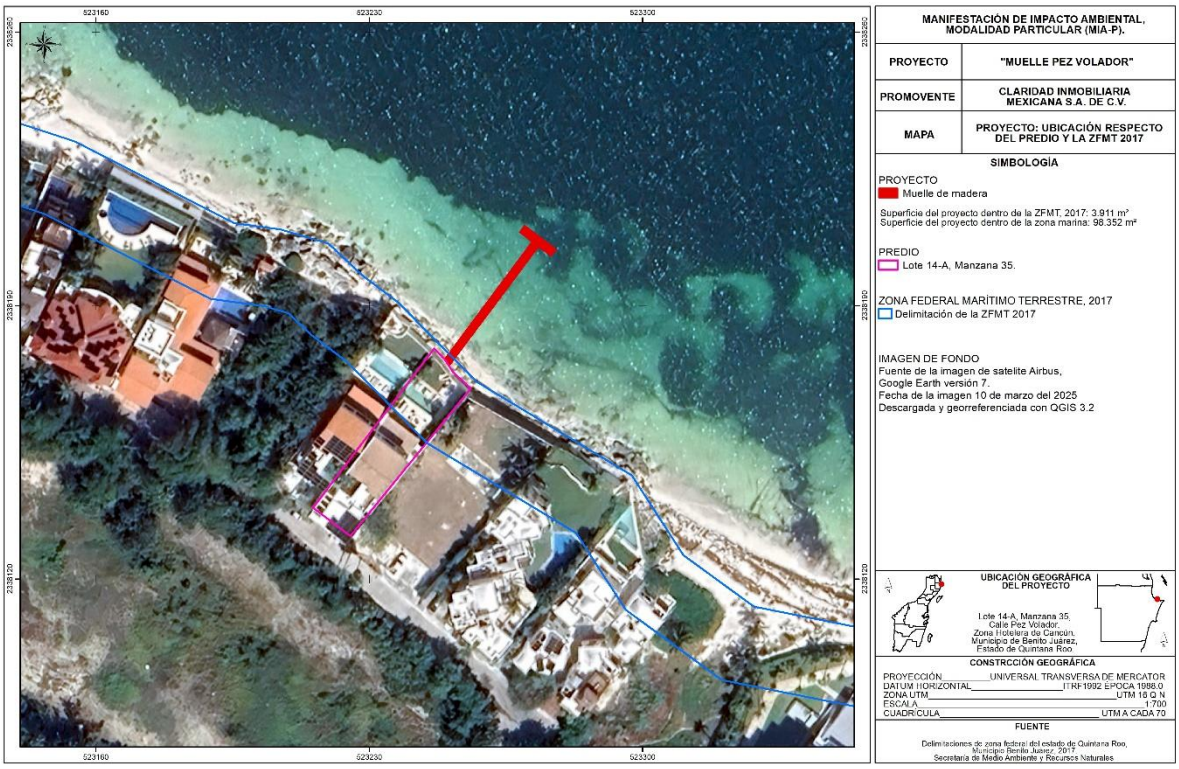
“…debe destacarse que en el ánimo de hacer concordante el Ordenamiento con la legislación vigente en un instrumento de competencia municipal, se extrae como área de Ordenamiento tanto la Zona Federal Marítimo Terrestre como el Sistema Lagunar Nichupté, aun cuando se reconoce que este cuerpo de agua es parte integral del municipio de Benito Juárez, Quintana Roo.”

Lo anterior refuerza el hecho de que el área marina no se encuentra regulada por el POEL-BJ, así mismo, da sustento al hecho de que el proyecto no se encuentra

regulado por los lineamientos aplicables a la UGA 21, toda vez que el desplante del muelle sólo ocupa una cantidad mínima de la zona federal y gran parte del muelle se encuentra dentro de la Zona Marina Adyacente.

No obstante, lo anterior, a continuación de presenta un análisis de los lineamientos aplicables a la UGA 21 “Zona urbana de Cancún”, en relación al proyecto propuesto, a fin de demostrar que estos no son vinculantes con las obras y actividades que se pretenden realizar, dado que sólo se pretende ocupar el área marina y una pequeña porción de la zona federal.

La superficie del proyecto que se encuentra en Zona Federal Marítimo Terrestre es de 3.911 m^2 y la superficie dentro del POEL de Benito Juárez es de 11.172 m^2.



Mapa 5 Ubicación respecto del predio y la ZFMY 2017

IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto.

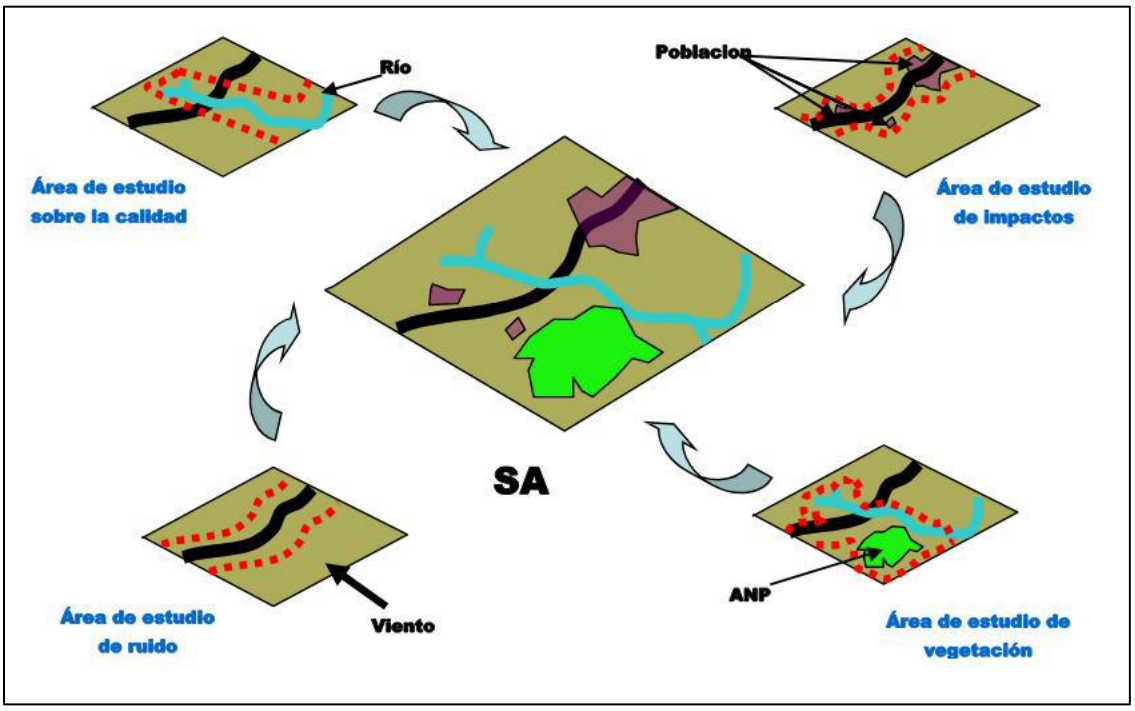
IV.1 Delimitación del sistema ambiental

Para la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto se utilizó la metodología establecida en la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico modalidad particular que a la letra menciona lo siguiente:

“Para delimitar el sistema ambiental se deberá proporcionar la justificación técnica de la delimitación, en la que se incluya los criterios y análisis utilizados, cabe señalar que la delimitación del Sistema Ambiental (SA), deberá sustentarse con los límites naturales de los elementos bióticos y abióticos existentes, así como en los procesos ecosistémicos, con los cuales interactuarán las obras y actividades del proyecto, para el caso de obras y actividades en zona terrestre se podrá utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio), la zonificación de usos de suelo cuando existe un plan o programa de desarrollo urbano o la zonificación establecida en un decreto de área natural protegida, microcuencas, topoformas, entre otros. Para el caso de obras y actividades que se pretendan llevar a cabo en la zona marina es importante manejar escalas acordes con el enfoque de componente o proceso, así como el tipo y la extensión de los impactos ambientales, de forma tal que se deberá considerar para la delimitación del sistema ambiental la estructura, el funcionamiento y dinámica de los ecosistemas, recursos y servicios ambientales costeros y marinos. Dicho SA podrá definirse en unidades ambientales definidas como son: la rompiente arrecifal, el arrecife profundo, barreras e islas, laguna arrecifal, arenales submarinos, pradera de pastos, entre otros.

La delimitación del SA equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental. Este objetivo, pudiera homologarse al intento de definir los límites del o de los ecosistemas presentes en el área donde va a establecerse el proyecto, tal delimitación se concibe en términos operativos a través de la aplicación del concepto de sistema ambiental, el cual se circunscribe a una expresión objetiva, inventariable y cartografiable de los ecosistemas.

De manera colateral, la aplicación de este concepto intenta evitar la presentación temática, fraccionada con la que, genéricamente se describe al ambiente en los estudios de impacto ambiental, fraccionándolo en componentes inconexos y genéricos (suelo, aire, agua, flora y fauna, etc), para sustituirlo por información geográfica integral referida a áreas territoriales relativamente homogéneas, también llamadas por algunos autores como “unidades naturales” ó “unidades ambientales” y que para efectos de nuestro marco normativo, se identifican como “sistema ambiental”, las cuales, deben entenderse como una expresión práctica del o de los ecosistemas donde se inserta el proyecto derivada de la selección e interrelación de componentes o procesos ecosistémicos, por lo que, bajo esa consideración deben ser presentadas en la manifestación de impacto ambiental.



La delimitación del SA deberá acotarse a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa. La importancia de esta delimitación deriva de la función que tiene en el proceso de EIA toda vez que se trata del área de referencia a la que se tiene que acudir en todo momento durante el procedimiento. El significado de la alteración de un factor ambiental sólo puede concebirse en términos relativos, en función del tamaño o de la dimensión de ese factor ambiental en el SA."

En el proyecto no se utilizó la delimitación establecida por las Unidades de Gestión Ambiental, debido a que el proyecto se encuentra inmerso en la zona Marina, y por lo tanto, para poder evaluar los impactos ambientales se determinó una escala acorde al proyecto.

Metodología de la delimitación del Sistema Ambiental

Existen diferentes metodologías aplicadas para la delimitación de un SA, lo cual depende de las condiciones particulares de cada uno de los sitios que se desea analizar, principalmente a razón de características como las fisiográficas, las cuencas hidrológicas, la división política en sus tres niveles de jurisdicción, las cuencas atmosféricas, entre otras. Cada uno de estos argumentos empiezan a tener valides en la medida de que los elementos bióticos y abióticos formen parte de un área bien definida y que a su vez el

Es por eso por lo que la conjunción de las características físicas, biológicas y políticas del lugar van delimitando paso a paso el Sistema Ambiental que tendrá la evaluación de los impactos ambientales. Esto a su vez se convierte en un desafío al tener que analizar cuáles de las características de la zona son las que ayudarán a marcar los límites del SA y cuáles no.

Para ello se tomó en cuenta los diferentes elementos abióticos en la zona.

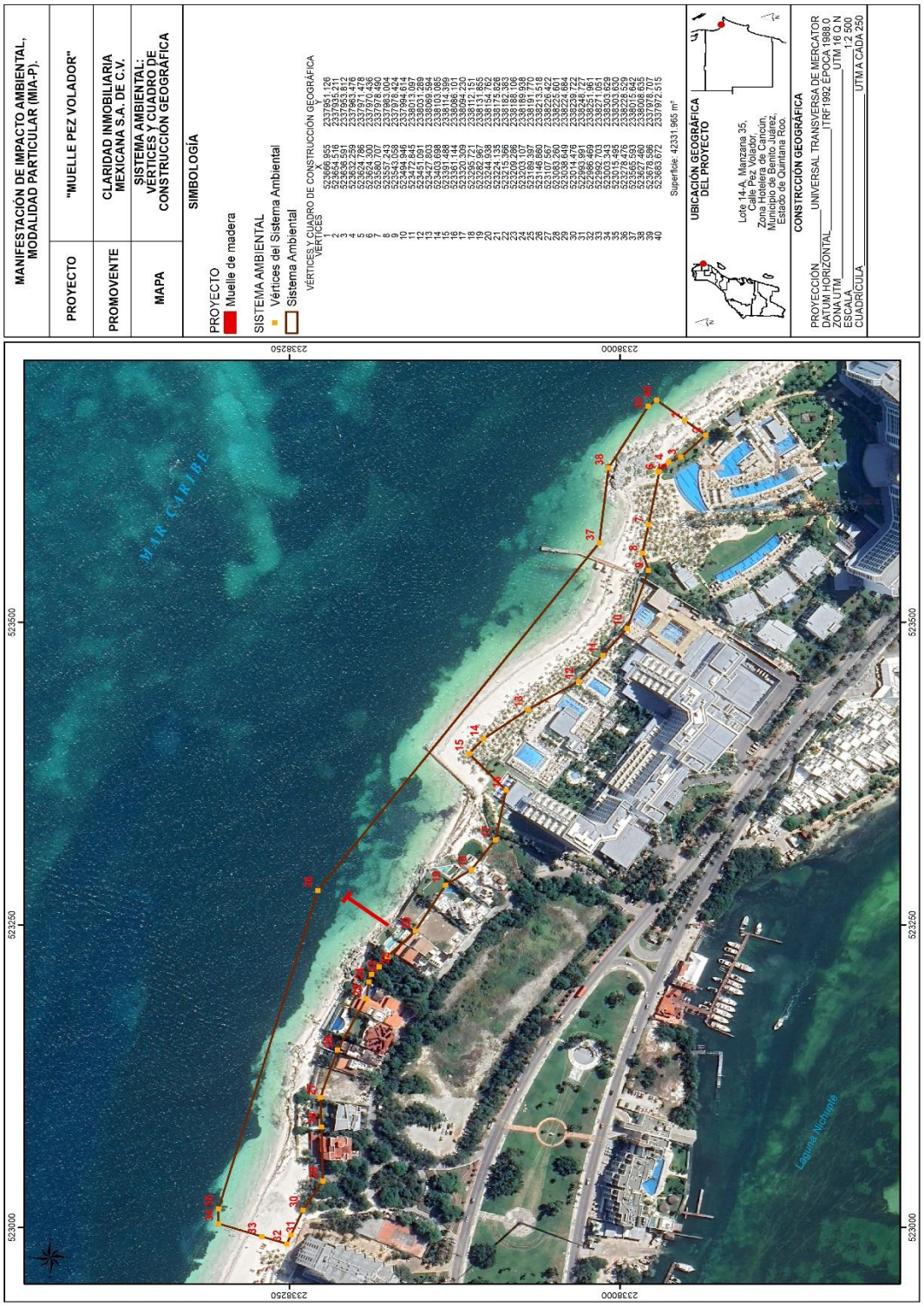
Que la zona delimitada como Sistema Ambiental se encontrará dentro de la Unidad de Gestión Ambiental **Regional 138** denominada **Benito Juárez del** Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe en su parte Norte.

Que en la parte Sur estará delimitada por la delimitación de la ZOFEMAT emitida por la SEMARNAT.

En la parte Oeste estará delimitado por el Hotel Casa Maya.

En la parte Este estará delimitado por el Hotel Riu

Finalmente se delimitó un SA a partir de varios criterios ambientales, antropogénicos y administrativos, como fueron: en la parte norte los límites de la UGA Regional 138 del POEMRGMYM y en la parte sur por la delimitación de la ZOFEMAT, en su parte oeste por el Hotel Casa Maya y en la parte Este por el Hotel Riu.



Mapa 6Delimitación del Sistema Ambiental

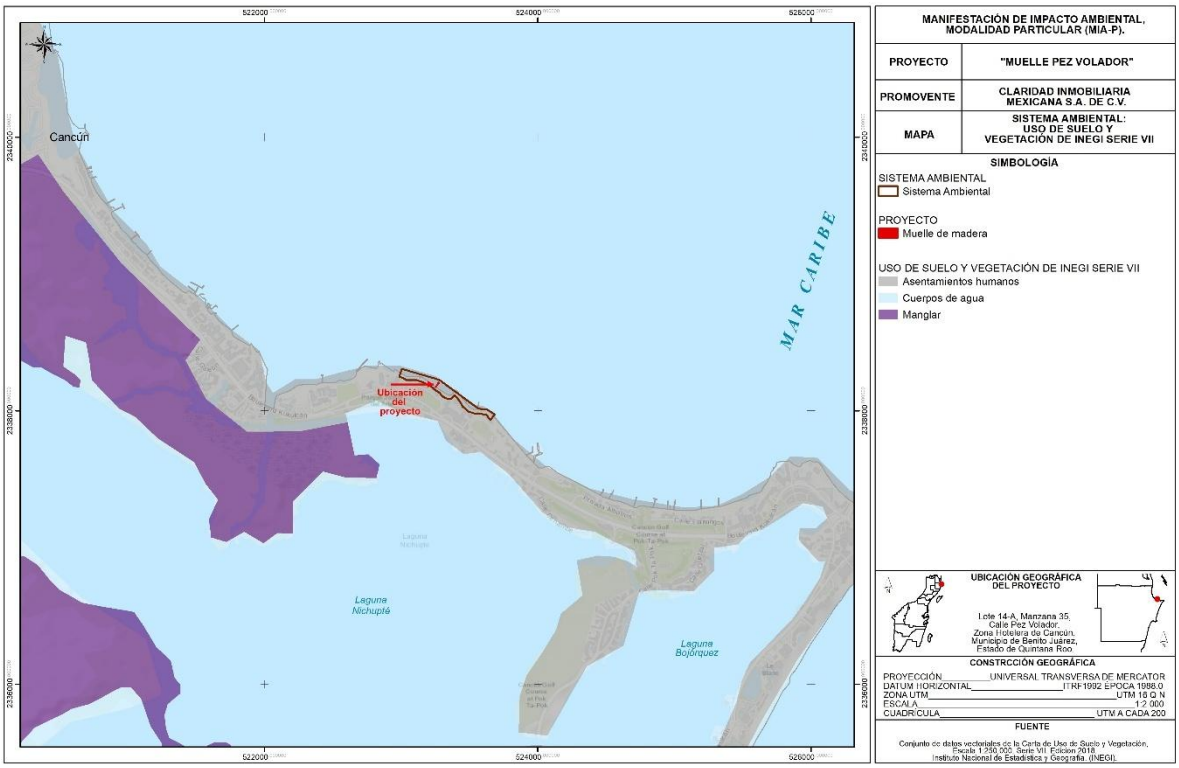
Coordenadas del Sistema Ambiental

Vértice	X	Y	SHAPE_AREA
1	523666.955	2337951.126	42331.965
2	523654.516	2337935.211	42331.965
3	523636.591	2337953.812	42331.965
4	523632.259	2337963.476	42331.965
5	523624.786	2337971.478	42331.965
6	523624.300	2337970.436	42331.965
7	523580.707	2337978.490	42331.965
8	523557.243	2337983.004	42331.965
9	523543.058	2337978.424	42331.965
10	523494.946	2337994.614	42331.965
11	523472.845	2338013.097	42331.965
12	523451.091	2338031.289	42331.965
13	523427.803	2338069.594	42331.965
14	523403.698	2338103.085	42331.965
15	523391.488	2338114.399	42331.965
16	523361.144	2338086.101	42331.965
17	523320.309	2338094.230	42331.965
18	523295.721	2338112.151	42331.965
19	523282.967	2338131.855	42331.965
20	523244.938	2338154.762	42331.965
21	523224.135	2338175.826	42331.965
22	523215.366	2338182.383	42331.965
23	523209.286	2338188.106	42331.965
24	523203.107	2338189.938	42331.965
25	523189.397	2338191.770	42331.965
26	523146.860	2338213.518	42331.965
27	523107.567	2338226.422	42331.965
28	523083.260	2338225.601	42331.965
29	523038.649	2338224.684	42331.965
30	523014.476	2338239.722	42331.965
31	522993.991	2338248.727	42331.965
32	522986.469	2338251.961	42331.965
33	522992.703	2338271.051	42331.965
34	523003.343	2338303.629	42331.965
35	523015.495	2338303.630	42331.965
36	523278.476	2338228.529	42331.965
37	523565.593	2338015.642	42331.965
38	523627.460	2338008.635	42331.965
39	523678.586	2337978.707	42331.965
40	523683.672	2337972.515	42331.965

IV.2.2 Medio biótico

1. Vegetación en el sistema ambiental

De acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación (escala 1:250,000) serie VII del INEGI, el Sistema ambiental presenta un uso de suelo de Asentamientos Humanos.



Mapa 7 Uso de Suelo y Vegetación en Sistema Ambiental

Vegetación terrestre en el Sistema Ambiental

Las especies de flora silvestre es la característica de playa y dunas costeras, entre las que tenemos: riñonina (*Ipomoea pes-caprae*) y pasto (*Sporobulus virginicus*), también se observan algunos ejemplares arbóreos adultos de palma de coco (*Cocos nucifera*), huaxim (*Leucoena leucocephala*), palma chit (*Thrinax radiata*) almendro (*Terminalia cattapa*), maculix (*Tabebuia rosea*) y noni (*Morinda citrifolia*), entre otras.

Fauna Terrestre en el sistema Ambiental

Fauna en el Sistema Ambiental			
Especies	**Familia**	**Nombre científico**	**Nombre común**
Aves	Emberizidae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Pájaro Negro
	Laridae	*Sterna maxima*	Gaviota
	Pandionidae	*Pandion heliaetus*	Águila pescadora
Crustáceo	Gecarcinidae	*Cardisoma guanhumi*	Cangrejo azul
	Gecarcinidae	*Gecarcinus lateralis*	Cangejo rojo

Vegetación y fauna acuática zona marina del Mar Caribe

Vegetación acuática

Con base a la información de campo de otros muestreos de proyectos que se han realizado en la zona se tiene lo siguiente: se distinguieron dos conjunto bénticos diferenciables compuestos por elementos bióticos y abióticos. Los conjuntos considerados fueron:

1. Pastizal marino: dominado por pastos de las especies *Thalassia testudinum* y *Siryngodium filiforme*; y especies de algas de los géneros *Penicillus sp*.

2. Arenal: arenal descubierto o con presencia de escasas algas.

Fauna acuática

Por lo que hace a la fauna, no se encuentran poblaciones en riesgo enlistada en la NOM–059-SEMARNAT–2010, ni de importancia para la actividad pesquera debido a la situación de ubicación del área, así como de las condiciones hidrológicas ocasionadas por el escaso intercambio de las masas de agua. No obstante, lo anterior, se lograron observar ejemplares juveniles de las siguientes especies de peces: mojarras Gerres cinereus (Gerridae), pez aguja (Beloniforme), pargos Lutjanus griseus y L. mahogany (Lutjanidae), mariposa Chaetodon capistratrus (Chaetodontidae), Abudefduf saxtatilis (Pomacentridae) Haemolun flavoliniatum, Haemolun csiurus (HaemulidaeTodas estas especies fueron distribuidas en 8 familias perciformes encontradas en la zona de pastos y blanquizal en la zona marina.

2. Vegetación en el área del proyecto

Para poder conocer la vegetación de la zona en donde se instalará el muelle de madera, se realizó un estudio de flora y fauna en la zona, esto con el fin de conocer el tipo de flora y fauna existente, para ello se realizó un estudio en 2,725.17m^2 que es la zona de influencia del muelle, considerando que el muelle ocupará un área de 102.263 m^2.

Para el estudio de este componente del medio marino, se seleccionó como método de muestreo los transectos de longitud variable.

En cada zona seleccionada se trazó un transecto con una distancia de 8 metros entre un transecto y otro, es decir, de una zona a otra, ya que resulta importante dejar un espacio prudente entre los transectos tanto por sus extremos como por los costados.

Establecimiento de los transectos

El sitio seleccionado para cada transecto se ubicó con GPS.

Mediante buceo libre con esnórquel se seleccionaron los puntos de inicio de los transectos sobre sustrato firme, con el objeto de favorecer el agarre de las estacas y evitar que se desprendan con las corrientes u oleaje.

Se posicionó una estaca en el punto inicial y se golpeó hasta perforar verticalmente el sustrato unos cuantos centímetros.

Se verificó que la estaca quedará bien agarrada, jalándola con fuerza hacia arriba.

Se desplegó una cadena de 10 m en línea recta a partir de la estaca (punto inicial) y se instaló una estaca final hasta alcanzar la longitud total del transecto.

La cadena fue utilizada como línea guía para establecer las estaciones de muestreo.

Se establecieron los otros 2 transectos de la misma manera, procurando que estos queden separados cada 8 m.

En una tabla acrílica para buceo, se dibujó un mapa esquemático con la ubicación de cada transecto con respecto a: norte geográfico, línea de costa más cercana, los demás transectos, boyas de media agua, isobata o alguna característica conspicua del fondo (por ejemplo, sustrato rocoso, etc.). También se anotó el número que identifica cada transecto y la dirección como serán registrados los datos (por ejemplo, de Este a Oeste indicado con una flecha), ya que así serán muestreados en caso de monitoreo.

En la Tabla 1 se indican las coordenadas de los transectos de muestreo utilizados para el inventario, y en la página siguiente se presenta un plano georreferenciado mostrando la distribución de estos.

TABLA 1. COORDENADAS DE UBICACIÓN DE LOS TRANSECTOS

TRANSECTO	PUNTO INICIAL		PUNTO FINAL		LONGITUD (m)
	X	Y	X	Y	
1	523258.9142	2338181.6652	523260.5811	2338192.4990	10
2	523268.7067	2338193.5747	523273.2320	2338204.5118	10
3	523271.5920	2338209.4670	523280.2375	2338217.3082	10

Parámetros específicos estimados durante el inventario

- Porcentaje de cobertura de algas
- Porcentaje de cobertura de pastos marinos
- Porcentaje de cobertura esponjas
- Porcentaje de otros (sustrato inerte).

Procedimiento del muestreo por transectos

Para obtener el porcentaje de cobertura de cada categoría o grupo inventariado, se marcó la cadena guía a cada metro de distancia (como se mencionó anteriormente) y con ayuda de un marco o “grid” de muestreo, se determinó la presencia/ausencia de organismos sésiles en el fondo marino.

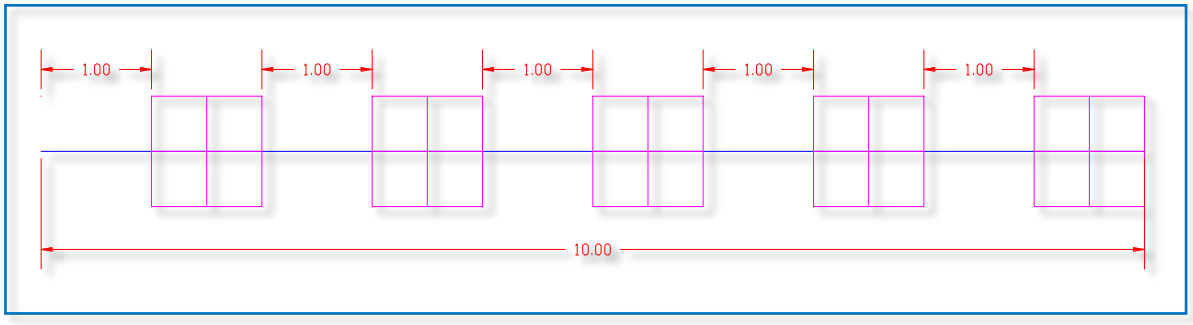


Figura 1. Distribución de las estaciones de muestreo a cada 1 m.

Los marcos de muestreo se diseñaron con dimensiones de 50 x 50 cm (0.25 m2), seccionados mediante una cuerda visible en 121 cuadros equidistantes.

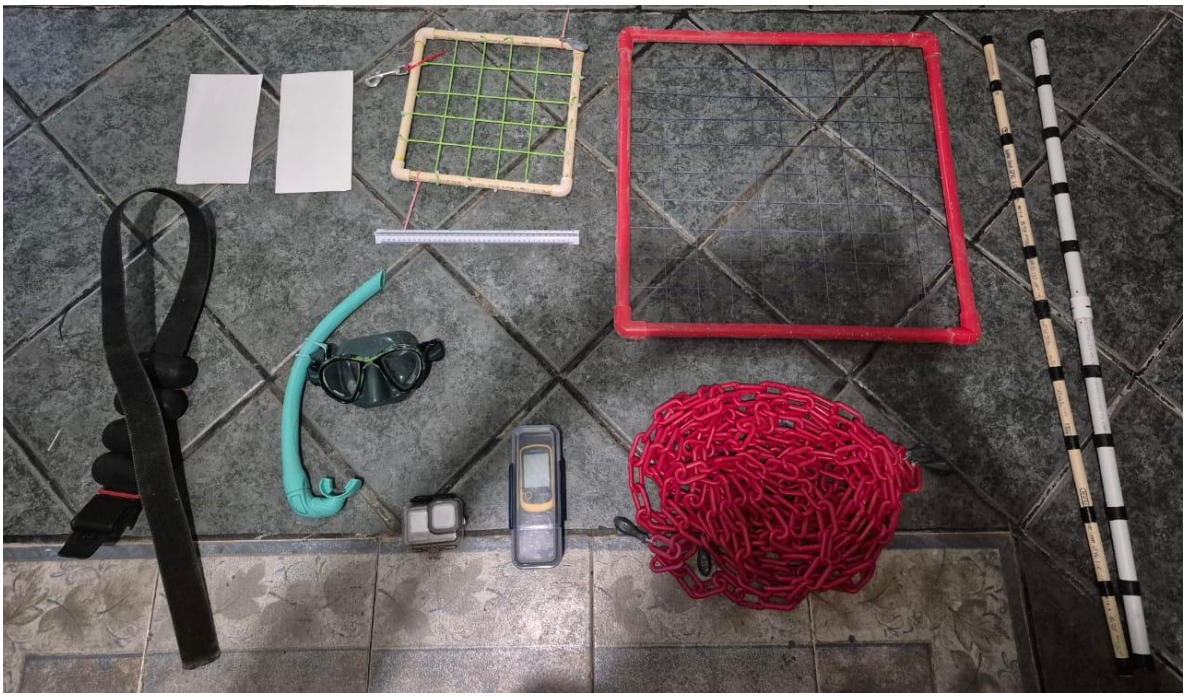


Figura 2. Equipo utilizado para el muestreo.

Determinación de la cobertura viva y el número de organismos

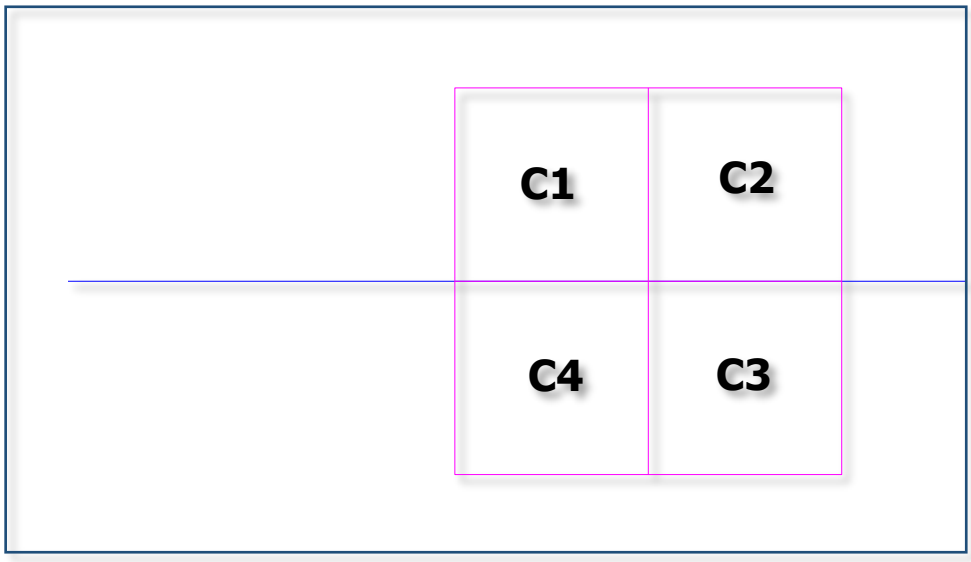
Tomando como centro la estación 1, colocamos el marco de 50x50 cm en la parte superior izquierda.

Antes de comenzar a recopilar la información se tomaron fotografías del marco teniendo cuidado en realizar una toma completa de la misma evitando que la sombra de la persona que tome la foto aparezca en ella.

Posteriormente se determinó la cobertura viva de los organismos sésiles coloniales y las macroalgas que se encontraron al interior del marco. Para el cálculo de la cobertura viva se utilizaron las 100 intersecciones del marco (donde se cruzan las líneas de los 121 cuadros). Se observó y contó el número de puntos que encuentran o tocan a los organismos sésiles (esponjas y otros), pastos marinos o macroalgas.

Adicionalmente a la toma de datos de cobertura viva que se encuentran en los puntos de intersección, también se contó el número de organismos en nuestra área de muestreo.

El área cubierta por estación de muestreo fue de 1 m2 (1 x 1 m). Como el marco de muestreo sólo mide 50 x 50 cm, se realizaron 4 cuadratas distribuidas de la siguiente manera: Cuadrata 1 (C1) en la parte superior izquierda; Cuadrata 2 (C2) en la parte superior derecha; Cuadrata 3 (C3) en la parte inferior derecha; y Cuadrata 4 (C4 parte inferior izquierda.



Para determinar el porcentaje de cobertura viva se sumaron todos los puntos pertenecientes a la misma especie de organismo que encontramos en cada estación.

Ejemplo: si tenemos que en la estación 1, las algas verdes tienen un total de 8 puntos en la cuadrata 1, 5 en la cuadrata 2, 0 en la cuadrata 3 y 10 en la cuadrata 4, el porcentaje de cobertura viva estaría representado por la suma de todos los puntos que en total para nuestro ejemplo es de un 5.75% de cobertura viva de alga verde.

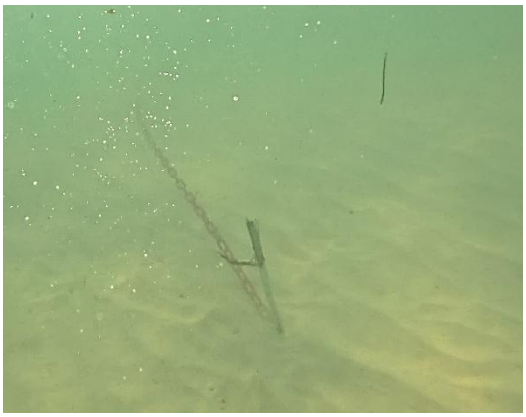
$$\textbf{Porcentaje} = \frac{\textbf{\# de puntos de un mismo organismo * 100}}{\textbf{\# total de puntos por estación}}$$

Para calcular la densidad de los organismos encontrados en la estación correspondiente, se sumaron los organismos de cada cuadrata y se dividieron entre el área total muestreada que fue de 1 m^2; por ejemplo, si encontramos 3 erizos en la cuadrata 1, 1 en la cuadrata 2, 1 en la cuadrata 3 y ninguno en la cuadrata 4, el total de erizos en la estación 1 es de 5, por lo tanto, la densidad de este organismo en esta estación es de 5 erizos por 1 m^2.

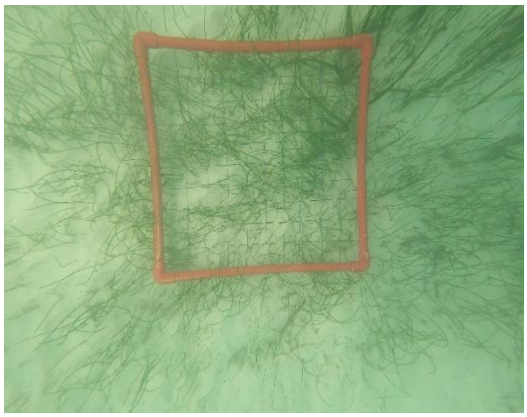
Densidad= número total de organismos de un mismo grupo/área total

Actividades realizadas en campo durante el muestreo










Uso de suelo y vegetación

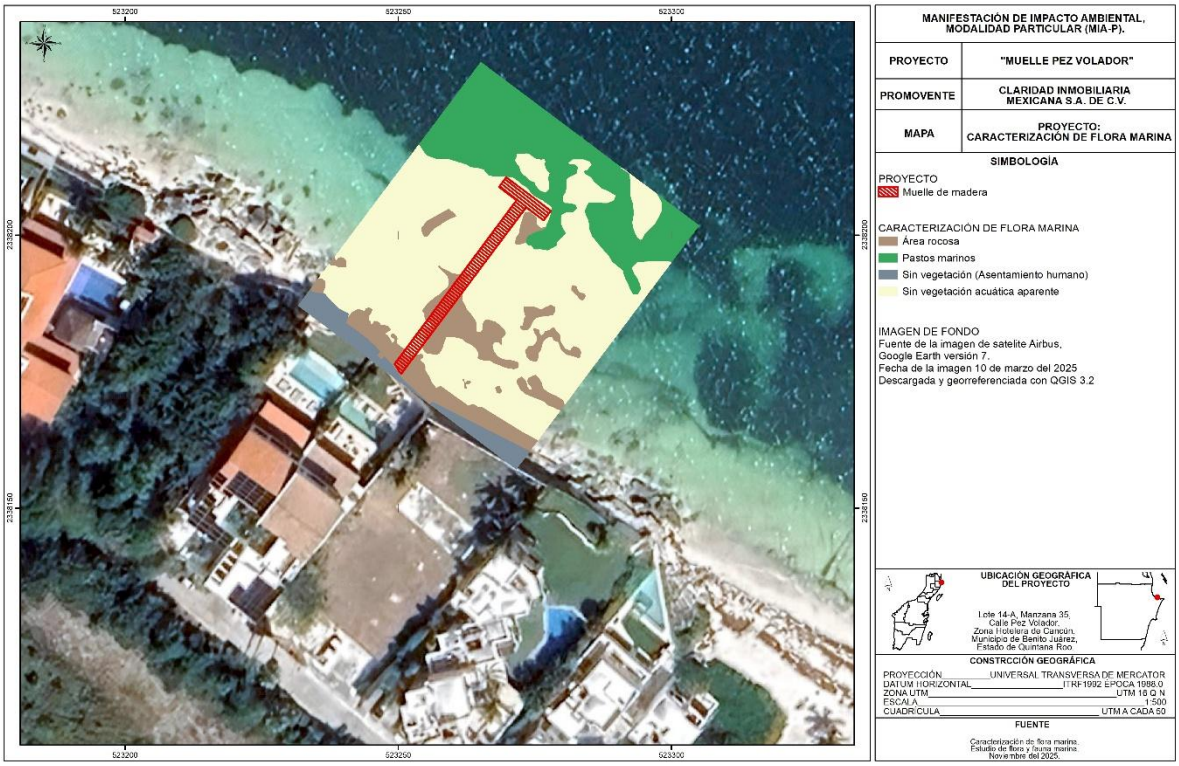
Conforme al estudio realizado en campo según la metodología antes descrita, se determina que al interior del área de estudio se registró una comunidad de vegetación acuática sumergida y áreas sin vegetación acuática aparente.

TABLA 2. USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN

USO DE SUELO O VEGETACIÓN	SUPERFICIE (m^2)	PORCENTAJE (%)
Pastos marinos	637.329	22.83
Sin vegetación acuática aparente	1668.888	59.78
Áreas rocosas	364.632	13.06
Asentamiento humano	120.773	4.33
Total	**2791.622**	**100.00**

Conforme a la tabla que antecede, se tiene que el área mapeada o área de estudio de la cobertura vegetal acuática, cubre una superficie de 2,791.622 m^2. En el plano de la página siguiente se muestra la distribución de la vegetación acuática sumergida registrada en el área de estudio, y en seguida se describe cada comunidad vegetal o usos de suelo identificados.

Cabe mencionar que el proyecto se encontrará desplantado en el área denominada Sin Vegetación Acuática Aparente como se muestra en el mapa. Con lo que no se ve afectado los pastos marinos que se encontraron durante el muestreo de vegetación en la zona. El muelle esta totalmente diseñado para poder construcciones en zonas sin vegetación acuática aparente.



Mapa 8 Caracterización de flora acuática en la zona

Descripción fisonómica de la vegetación

Uso antrópico (asentamiento humano). Esta superficie del área de estudio se encuentra ocupada por construcciones.



Áreas rocosas. Esta superficie del área de estudio se encuentra ocupada por un litoral rocoso, así como vestigios de concreto de antiguas cimentaciones que han sido erosionadas por el oleaje. En esta zona se observa el crecimiento de algas marinas, como se muestra en las siguientes fotografías.

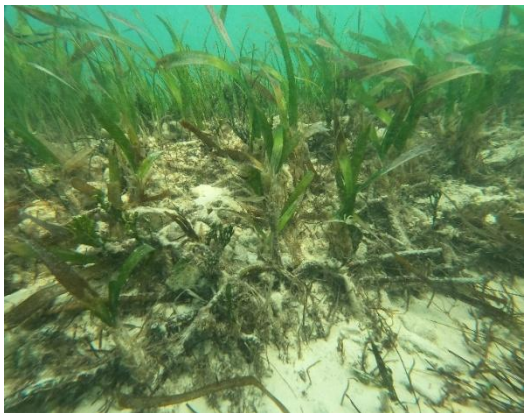




Sin vegetación aparente: En esta superficie del área de estudio se nota la ausencia de cualquier forma de vida vegetal acuática, pues es notorio el fondo marino arenoso, como se observa en las siguientes fotografías.




Pastos marinos: En esta comunidad vegetal acuática, predomina una asociación marcada de Siringodium filiforme (pasto de manatí) y Thalassia testudinum (pasto de tortuga), ambas especies catalogadas en la categoría de especies amenazadas de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. También se pueden observar algas verdes, cafés y rojas, pero de manera dispersa y poco representativas. La altura promedio de los pastos es de 45 cm con una cobertura del 100% en su área de distribución. Su distribución en el área de estudio se observa a una distancia de 33 metros de la zona de asentamientos humanos. En las siguientes fotografías se muestran las condiciones ambientales de esta comunidad vegetal acuática.




Resultados del inventario

En la tabla se indica el listado de especies registradas durante el inventario realizado de acuerdo con la metodología propuesta.

TABLA 3. COMPOSICIÓN DE ESPECIES

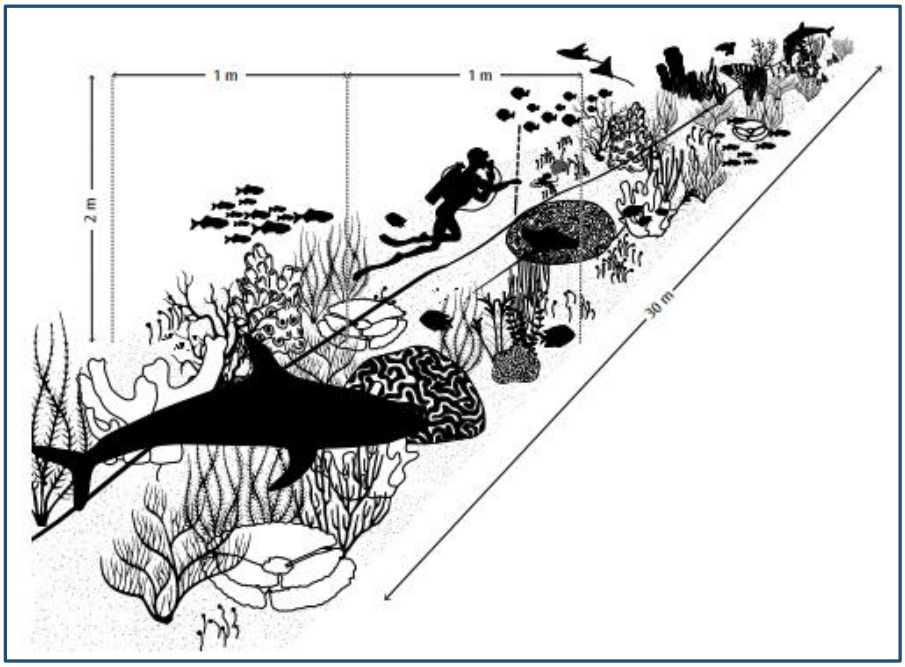
GRUPO	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
Algas	Caulerpaceae	*Caulerpa taxifolia*	Alga asesina
	Ceramiaceae	*Ceramium spp.*	---
	Dictyotaceae	*Dictyota divaricata*	Alga parda
	Gracilariaceae	*Gracilaria turgida*	---
	Halimedaceae	*Halimeda incrassata*	Alga verde calcárea
	Hapalidiaceae	*Clathromorphum compactum*	Alga costrosa
	Rhodomelaceae	*Laurencia papillosa*	Alga café
	Solieriaceae	*Eucheuma isiforme*	Alga roja
	Solieriaceae	*Solieria filiformis*	Alga roja
	Udoteaceae	*Penicillus capitatus*	---
	Udoteaceae	*Penicillus dumetosus*	Alga brocha
	Udoteaceae	*Rhipocephalus phoenix*	Alga piña
	Udoteaceae	*Udotea flabellum*	Alga verde abanico
Pastos	Cymodoceaceae	*Syringodium filiforme*	Pasto de manatí
	Hydrocharitaceae	*Thalassia testudinum*	Pasto tortuga

De acuerdo con el inventario realizado en el área de estudio, se identificó un total de 15 especies, pertenecientes a 2 grupos (algas y pastos marinos); así como 11 familias, de las cuales la más importante es la familia Udoteaceae con 4 especies, seguida de la familia Solieriaceae con 2 registros; el resto de las familias están representadas por 1 especie.

3. Fauna en el predio

Para el muestreo de fauna se aplicó el método de censo visual a través de transectos con ancho de banda fijo, lo cual permitió obtener estimaciones de la riqueza de especies.

En total se trazaron 3 transectos de 30 metros de longitud x 6 metros de ancho (180 m^2 de superficie muestreada por transecto), separados cada 10 metros y cuya distribución de muestra en el plano de la página siguiente.



Ejemplificación del inventario de fauna marina por transecto de banda fija

En la aplicación de este método se realizaron las siguientes actividades:

- Mediante la aplicación del método del transecto de banda fijo (30 x 6 m), se llevaron a cabo buceos superficiales libres con esnórquel de 20 minutos de duración.
- Se realizaron al menos dos censos por transecto.
- Se anotó en la tabla acrílica el sentido del recorrido y el nivel de profundidad.
- A partir de este punto dos investigadores se desplazaron libremente en direcciones opuestas, empleando 15 minutos en una dirección y otros 15 minutos para retornar al punto de partida (dos censos).
- El primer desplazamiento se realizó nadando erráticamente por el límite inferior de profundidad que se evalúa y el retorno por el límite superior.
- Se registró en la tabla acrílica todas las especies de fauna observadas durante los desplazamientos. Para ello el investigador utilizó todo el conocimiento que posee acerca del hábitat; además de registrar las especies de hábitos suprabéntonicos, examinando cuidadosamente grietas, esponjas, parches de arena o cualquier posible refugio para los peces.





Resultados del inventario

TABLA 4. ESPONJAS		
FAMILIA	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Spongiidae	*Spongia obscura*	Esponja negra
Thorectidae	*Ircinia felix*	Esponja olorosa
Thorectidae	*Smenospongia aurea*	Esponja dorada

TABLA 5. ICTIOFAUNA (PECES ÓSEOS)		
FAMILIA	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Chaetodontidae	*Chaetodon capistratus*	Pez mariposa de cuatro ojos
Cyprinodontidae	*Cyprinodon artifrons*	Bolín pelota
Haemulidae	*Haemulon flavolineatum*	Tambor manchado juvenil
Haemulidae	*Haemulon plumieri*	Chak chi
Haemulidae	*Haemulon parra*	Ronco
Lutjanidae	*Lutjanus griseus*	Pargo mulato
Lutjanidae	*Ocyurus chrysurus*	Rubia
Ostraciidae	*Acanthostracion polygonius*	Torito hexagonal
Ostraciidae	*Lactophrys triqueter*	Pez cofre
Pomacanthidae	*Abudefduf saxatilis*	Petaca rayada
Scaridae	*Sparisoma aurofrenatum*	Loro de banda roja
Syngnathidae	*Syngnathus abaster*	Pez aguja
Tetraodontidae	*Sphoeroides testudineus*	Botete sapo

TABLA 6. ICTIOFAUNA (PECES CARTILAGINOSOS)		
FAMILIA	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Urolophidae	*Urobatis jamaicensis*	Raya redonda de estero
Urolophidae	*Urobatis halleri*	Raya común

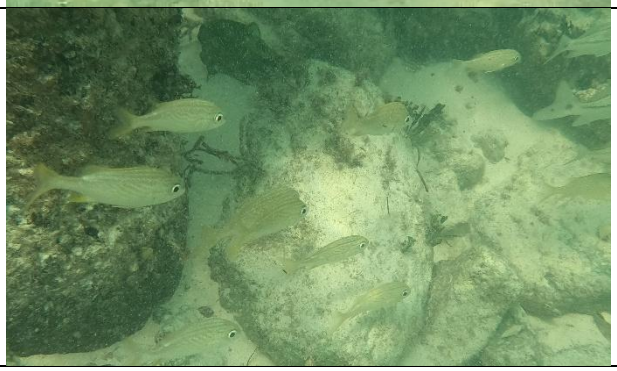
TABLA 7. MOLUSCOS		
FAMILIA	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Vasidae	*Volutella muricata*	Caracol de vaso

TABLA 8. CRUSTÁCEOS		
FAMILIA	**ESPECIE**	**NOMBRE COMÚN**
Portunidae	*Callinectes marginatus*	Jaiba talicuna
Palinurida	*Panulirus argus*	Langosta espinosa

De acuerdo con el inventario realizado en el área de estudio, se identificó un total de 18 especies de organismos marinos, pertenecientes a 5 grupos; de los cuales el mejor representado son los peces óseos con 11 especies distribuidas en 8 familias; seguido del grupo de las esponjas con 3 especies pertenecientes a 2 familias; seguido de los peces cartilaginosos con 2 especies y 1 familia; y finalmente los moluscos y crustáceos con 1 especie.

FAUNA REGISTRADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO		
NOMBRE COMÚN	**ESPECIE**	**REGISTRO FOTOGRÁFICO**
Tambor manchado juvenil	*Haemulon flavolineatum*	
Sargento mayor	*Abudefduf saxatilis*	

FAUNA REGISTRADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO		
NOMBRE COMÚN	**ESPECIE**	**REGISTRO FOTOGRÁFICO**
Pez mariposa de cuatro ojos	*Chaetodon capistratus*	
Ronco juvenil	*Haemulon* spp.	
Langosta espinosa	*Panulirus argus*	

FAUNA REGISTRADA EN EL ÁREA DE ESTUDIO		
NOMBRE COMÚN	**ESPECIE**	**REGISTRO FOTOGRÁFICO**
Loro de banda roja	*Sparisoma aurofrenatum*	
Ronco condenado	*Favolineatum sp.*	

Evaluación espacio-temporal de los cambios en la línea costera de playa langosta (1,050 m), municipio de Benito Juárez, utilizando imágenes satelitales sentinel-2.

Para la instalación del muelle se realizó un estudio de línea de costa la cual se anexa a la presente MIA-P, a continuación, se presenta la conclusión del estudio de línea de costa.

Conclusión

El análisis espacio-temporal de la línea de costa de Playa Langosta, correspondiente al periodo 2023–2025, revela que el proceso dominante es la erosión costera, con un 74.75% de los transectos mostrando retrocesos en la posición de la línea de costa. Las tasas de cambio promedio obtenidas mediante el

indicador EPR alcanzan valores de –5.02 m/año, mientras que el NSM registró desplazamientos negativos de hasta –55.63 m en la porción poniente, próxima al muelle de transporte hacia Isla Mujeres. Estos resultados confirman una pérdida significativa de superficie arenosa, atribuida tanto a factores naturales como a la intensa presión antropogénica en la zona.

Entre los factores naturales, destacan la alta energía del oleaje, misma que favorecen la remoción de sedimentos. Adicionalmente, la acción de fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes y tormentas tropicales, acelera los procesos erosivos y limita la recuperación natural de la playa. La dinámica regional, influenciada por el canal entre las placas Norteamericana y del Caribe, también podría contribuir al transporte de sedimentos hacia aguas más profundas, reduciendo la disponibilidad sedimentaria en el frente costero.

En cuanto a los factores antropogénicos, la urbanización intensiva sobre la duna costera, la construcción de infraestructura turística y la alteración del flujo sedimentario natural por obras costeras (como muelles y escolleras) han modificado el equilibrio morfodinámico del sistema. No obstante, se observan zonas con procesos de acreción localizados (hasta 3.68 m/año) en sectores donde las estructuras actúan como trampas de sedimentos y donde persiste vegetación dunar, la cual contribuye a la estabilización del terreno.

Los resultados del modelo predictivo de Kalman indican que, a mediano plazo (10 años), Playa Langosta podría experimentar ligeros procesos de acreción frente al predio en estudio, con ganancias estimadas de hasta 1.5 metros respecto a 2025; sin embargo, la tendencia general continúa siendo de erosión moderada, con variaciones espaciales asociadas a la morfología del litoral y a la influencia de las estructuras costeras. A 20 años, los escenarios proyectan una posible recuperación limitada del frente de playa, aunque sujeta a una alta incertidumbre y dependiente de la gestión costera y conservación de la duna.

Desde una perspectiva biológica y ecológica, los resultados obtenidos evidencian un riesgo progresivo para los ecosistemas asociados al litoral, particularmente para las comunidades de vegetación dunar, pastos marinos y macroinvertebrados bentónicos, que dependen de la estabilidad sedimentaria y la integridad morfológica de la playa. La reducción del ancho de playa y la pérdida de dunas costeras disminuyen la disponibilidad de hábitat para especies residentes y migratorias, además de reducir la capacidad natural de amortiguamiento ante tormentas y oleajes. La erosión sostenida puede asimismo alterar la conectividad ecológica entre el ecosistema marino y terrestre, afectando procesos como la anidación de tortugas marinas y la filtración natural de nutrientes. Por ello, los resultados de este estudio no sólo reflejan una tendencia geomorfológica, sino también una advertencia sobre la fragilidad ecológica del sistema costero y la urgencia de adoptar medidas.

Estudio de transporte de sedimentos

Para la instalación del muelle se realizó un estudio de transporte de sedimentos el cual se anexa a la presente MIA-P, a continuación, se presenta la conclusión del estudio de línea de costa.

Conclusión

El estudio de los niveles de Sólidos Suspendidos Totales (SST) y el Índice de Turbidez (NDTI) durante los años 2024 y 2025 en Playa Langosta y su área de influencia revela que la calidad del agua superficial se mantiene dentro de los rangos característicos del Caribe Mexicano, sin presentar indicios de contaminación o condiciones preocupantes. Los valores máximos anuales de SST, como los 90.71 mg/L registrados en 2025, se encuentran considerablemente por debajo del límite de 150 mg/L señalado por Ramírez y Viña (1998) como indicador de afectación ambiental. De igual forma, los valores promedio negativos del NDTI reflejan una condición dominante de aguas claras y transparentes, lo que favorece la

penetración lumínica y contribuye al mantenimiento de ecosistemas bentónicos saludables en la zona costera.

La distribución espacial de ambos parámetros fue relativamente homogénea en los dos años de estudio, observándose que las concentraciones más elevadas de SST y los valores de turbidez más altos (NDTI) se concentran en la franja costera, particularmente frente al Lote 14 y en áreas próximas a la conexión con la Laguna de Nichupté. Este patrón indica que la dinámica sedimentaria depende de un transporte litoral con dirección este, impulsado principalmente por escorrentías superficiales urbanas y el arrastre de sedimentos finos procedentes de la laguna. Dichos aportes representan el factor modulador más significativo de la calidad del agua en el sector costero inmediato a la playa.

La variabilidad temporal de los parámetros observados durante 2024 y 2025 responde a la interacción de factores naturales y antropogénicos. Entre los primeros destacan las condiciones geomorfológicas locales, como la baja profundidad y la presencia de dunas submarinas que favorecen la resuspensión de sedimentos, así como los eventos meteorológicos asociados a la temporada de lluvias y tormentas, que incrementan el arrastre y la erosión costera. En cuanto a los factores antropogénicos, la intensa actividad turística y el desarrollo urbano de Cancún continúan ejerciendo presión sobre el sistema costero, generando escorrentías y descargas que, aunque no han provocado niveles críticos de contaminación, representan una amenaza potencial para el equilibrio ecológico. En este sentido, resulta esencial mantener un programa de monitoreo continuo y considerar las zonas sensibles a la turbidez como la franja frente al Lote 14 y dentro de los planes de manejo y restauración ambiental, con el fin de garantizar la sostenibilidad y resiliencia del ecosistema marino-costero de Playa Langosta.

Análisis de mareas

Para el presente estudio se realizó un análisis de mareas, esto con el fin de conocer los niveles de las mareas en la zona donde se construirá el muelle.

De acuerdo con la información presentada, se observa que la altura promedio de la marea en el período analizado por hora fue de 0.19 m; mientras que la altura máxima promedio registrada fue de 0.30 m con un máximo promedio registrado en el mes de noviembre de 0.40 m; mientras que la altura mínima promedio fue de 0.09 m con un mínimo promedio registrado en el mes de agosto de 0.04.

También se observa que la altura promedio de la marea en el período analizado por día fue de 0.19 m; mientras que la altura máxima promedio registrada fue de 0.25 m con un máximo promedio registrado en el mes de noviembre de 0.27 m; mientras que la altura mínima promedio fue de 0.14 m con un mínimo promedio registrado en el mes de agosto de 0.10.

Estudio de corrientes

Para el presente estudio se realizó un estudio de corrientes, esto con el fin de conocer los niveles de corriente en la zona donde se construirá el muelle.

De acuerdo con los resultados vertidos en las tablas que anteceden, se concluye que la velocidad promedio de las corrientes en sicigia lunar es de 0.09 m/seg en pleamar máxima; sin embargo, se nota una tendencia en la dirección de las corrientes del Este al Oeste del área de estudio, con un decremento en la velocidad de la corriente conforme aumenta la profundidad del punto de lanzamiento, es decir, a mayor profundidad del agua, menor velocidad de las corrientes lagrangianas.

Análisis de viento y oleaje

Para el presente estudio se realizó un estudio de análisis de viento y oleaje, esto con el fin de conocer los niveles de viento y oleaje en donde se construirá el muelle.

En conclusión, se observa que, de agosto a septiembre, la velocidad de los vientos más frecuentes, se encuentran en un rango de 2 a 4 m/s, mientras que la velocidad de los vientos menos frecuentes es aquellos que se encuentran en el rango de 10 a 12 m/s.

Finalmente se observó que la velocidad máxima registrada en el período ocurrió el 7 de octubre de 2025 a las 07:59:00 horas con una velocidad de 12.85 m/s proveniente del Noroeste; mientras que la velocidad más baja registrada fue de 0.02 m/s proveniente del Norte el 1 de octubre de 2025 a las 00:59:00 horas.

Batimetría

Para el presente proyecto se realizó una batimetría que se anexa al presente estudio teniendo como resultado lo siguiente:

De acuerdo con los resultados obtenidos con la batimetría realizada, la profundidad promedio registrada en el área de estudio es de 1.70 metros, con una profundidad mínima registrada en la zona de estudio con la isobata de - 0.17 metros próxima a la línea de costa; en tanto que la profundidad máxima registrada se dio en la isobata de - 3.96 metros.

Con base en las curvas de nivel y el modelo digital del terreno (fondo marino) obtenidos con la batimetría, se pudo identificar una plataforma que presenta profundidades de 0.10 a 4.00 metros conforme se aleja de la línea de costa.

V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales.

V.1 Identificación de impactos ambientales

El impacto ambiental se define como la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza (Artículo 3o, Fracción XIX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente); en este sentido, cualquier cambio que el proyecto ocasione sobre el ambiente, será considerado como un impacto ambiental.

Por otro lado, la evaluación del impacto ambiental es un proceso de análisis que sirve para prever los futuros cambios en el ambiente, sean de tipo antropogénico o generados por el mismo ambiente; asimismo, permite elegir aquella alternativa de proyecto cuyo desarrollo maximice los beneficios hacia el ambiente y disminuya los impactos no deseados; por lo tanto, el término impacto no implica en sí mismo negatividad, ya que estos también pueden ser positivos.

V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En este apartado se aborda la metodología que se utilizará para realizar un diagnóstico ambiental del SA con el objeto de identificar cada uno de los factores y subfactores que pueden resultar afectados de manera significativa por alguno o algunos de los componentes del proyecto (obra o actividad), de manera que, analizando las interacciones que se producen entre ambos, se alcance gradualmente una interpretación del comportamiento del sistema ambiental.

Para este diagnóstico ambiental se ha seleccionado el método de Matriz de Cribado o Matriz de Causa-Efecto. Se trata de una metodología que permite identificar los impactos ambientales a través de la interacción de cada una de las actividades del proyecto con los distintos factores del medio ambiente. Consiste en una matriz de doble entrada, en cuyas filas se desglosan los elementos del medio que pudieran ser afectados (físico abiótico, físico biótico y socioeconómico), y estos a su vez se

dividen por factores ambientales (aire, agua, suelo, geomorfología, paisaje, flora, fauna, demografía, sector social y sector económico); en tanto que las columnas contienen las actividades del proyecto causales del impacto.

Este método fue seleccionado debido a que está confeccionado con el fin de poder adaptarse a todo tipo de proyectos por su carácter generalista y dado que permite la integración de conocimientos sectoriales, pudiendo actuar como hilo conductor para el trabajo de un equipo interdisciplinario; esto lo hace especialmente útil y práctico como herramienta para estudios de impacto ambiental; aunado a que el modelo es bastante completo y permite, partiendo de un diagrama arborescente del sistema ambiental, hacer una evaluación tanto cualitativa como cuantitativa del impacto ambiental, logrando esto último mediante el empleo de funciones de transformación.

A continuación, se presenta la matriz de cribado o matriz de causa-efecto utilizada para identificar los posibles impactos ambientales que generará el proyecto, en cada una de sus etapas de desarrollo.

MUELLE PEZ VOLADOR														
MATRIZ DE CRIBADO MATRIZ DE CAUSA-EFECTO				**PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**						**OPERACIÓN**			
En las columnas se colocaron todas aquellas actividades involucradas en esta etapa del proyecto, y en las filas se incluyeron todos y cada uno de los componentes del ambiente que se verán afectados por dichas actividades (factores y subfactores). La celda que indicaba una posible interacción entre ambos componentes de la matriz, fue marcada con una "X".				Contratación de personal	Compra/renta de material y equipo	Implementación de rescate de flora y fauna	Instalación de malla geotextil	Instalación de pilotes de madera en la zona	Instalación de tablones	Contratación de personal	Operación y limpieza diaria	Revisión de las condiciones del mar antes de salir	Mantenimiento de las piezas de madera del muelle
SUBSISTEMA	**APARTADOS**	**FACTORES**	**SUBFACTORES**										
FÍSICO-NATURAL	Abiótico	Atmósfera	Calidad del aire				**X**						**X**
		Hidrología subterránea	Superficie permeable										
			Calidad del agua				**X**	**X**			**X**		**X**
		Suelo	Calidad del suelo					**X**					
			Relieve					**X**					
	Biótico	Flora	Calidad del hábitat			**X**	**X**						
		Fauna	Calidad del hábitat			**X**	**X**						
	Perceptual	Paisaje	Calidad visual			**X**	**X**	**X**	**X**		**X**	**X**	**X**
SOCIO-ECONÓMICO	Sociedad	Población	Empleos	**X**						**X**		**X**	**X**
	Economía	Economía	Compra-venta		**X**						**X**		
			Arrendamiento		**X**								

De acuerdo con la matriz de causa y efecto, se identificaron 26 posibles interacciones entre los diferentes subsectores del medio y las obras y actividades implicadas durante las distintas etapas del proyecto.

De la anterior tabla puede observarse que la mayor parte de las interacciones entre las actividades del proyecto es con el elemento abiótico suelo y algunos con el aire, hidrología, así como con los elementos socioeconómicos correspondientes a los sectores laboral y económico.

En cuanto a los factores abióticos, las actividades por realizar pueden interactuar con el factor aire, debido a la suspensión de polvos durante las labores de trabajo, lo que temporalmente afectaría la calidad del aire de manera puntual en el sitio del proyecto.

V.2 Caracterización de los impactos ambientales

Una vez definidas las interacciones entre los componentes del medio (subfactores) y las actividades del proyecto, se procede a caracterizar los impactos a través de criterios de valoración. A cada criterio se le asignará un valor numérico y consecuentemente se realizará la sumatoria de los valores asignados aplicando el algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), modificado, el cual se indica como sigue: Valor de Importancia (VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc). El resultado obtenido en la aplicación del algoritmo permitirá determinar más adelante el valor de importancia de cada impacto identificado. Como paso final, el resultado será ponderado con una escala de referencia (definida más adelante), a fin de establecer aquellos impactos relevantes o significativos que generará el proyecto.

V.2.1 Criterios seleccionados para la valoración de los impactos

En el siguiente cuadro se presentan los criterios de valoración con sus correspondientes atributos, que permitirán valorar cuantitativamente cada impacto ambiental identificado.

CRITERIOS DE VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS		
NO.	**CRITERIO**	**ATRIBUTOS**
1	Carácter	Positivo/Negativo
2	Intensidad	Alta/Media/Baja
3	Causa-efecto	Directo/Indirecto
4	Extensión	Puntual/Extenso/ Parcial
5	Momento	Corto plazo/ Mediano plazo/Largo plazo
6	Persistencia	Fugaz/Temporal/Permanente
7	Periodicidad	Irregular/Periódico/Continuo
8	Reversibilidad	Reversible/Irreversible
9	Recuperabilidad	Preventivo/Mitigable/Recuperable/Irrecuperable

Como puede verse en el cuadro anterior, para la evaluación cuantitativa del impacto, se utilizarán 9 criterios y 29 atributos, los cuales se describen como sigue:

Carácter (+ ó -). - Cuando hablamos del carácter del impacto, simplemente aludimos a si es beneficioso o dañino, lo cual suele indicarse con un signo ***positivo*** (+) o ***negativo*** (-), respectivamente. Con el impacto positivo los factores del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico) se benefician y mejoran, mientras que con el negativo se dañan o deterioran.

Intensidad (In). - Si por definición la intensidad es el grado de fuerza, cuando hablamos de la intensidad del impacto nos referimos a su nivel de destrucción si se trata de un impacto negativo, o de beneficio, si es positivo. Con un propósito práctico

el grado de destrucción o beneficio se define como alto, medio o bajo, para identificar diferentes niveles de daño o mejora en las condiciones del medio (abiótico, biótico, perceptual y socioeconómico).

En un sentido negativo, cuando la intensidad es alta se produce una destrucción casi total del factor ambiental afectado, y si es baja hay una modificación mínima del factor afectado. En un sentido positivo, la intensidad alta refleja un beneficio máximo, mientras que si es baja solo indicaría una cierta mejora. En ambos casos, la intensidad media representa una situación intermedia al ser comparada con los dos niveles anteriores.

En relación a este criterio, para el presente estudio se considerará la siguiente escala de referencia:

1. Intensidad alta: cuando el impacto ocasione una destrucción total o produzca un beneficio máximo sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.
2. Intensidad media: cuando el impacto ocasione sobre el recurso una destrucción o un beneficio mayor al 50 % con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto, pero no su destrucción total o un beneficio máximo.
3. Intensidad baja: cuando el impacto ocasione una destrucción o produzca un beneficio menor al 50 % sobre el recurso, con respecto al estado cero que presente antes de la puesta en marcha del proyecto.

Relación-causa efecto (Ce). - Hace alusión a la inmediatez del impacto y su posición en la cadena de efectos. Si el impacto tiene un efecto inmediato sobre algún factor del medio se habla de impacto directo. Si el efecto tiene lugar a través de un sistema de relaciones más complejas y no por la relación directa acción-factor entonces se dice que es indirecto. Los impactos directos son también llamados

primarios, son los más obvios pues ocurren casi al mismo tiempo que la acción que los causa, mientras que los indirectos son llamados secundarios, terciarios, etc.

Extensión (Ex). - La extensión permite considerar algo tan importante como las características espaciales del impacto, es decir, hasta dónde llega su efecto. Bajo este criterio los impactos se dividen en puntual, cuando afecta un espacio muy localizado; extenso si afecta un espacio muy amplio, o parcial si afecta un espacio intermedio, al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores. Para este criterio es necesario establecer una escala espacial relativa, referida al factor que se analiza, que a su vez ayudará a precisar las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de este criterio, es la que se indica a continuación:

1. Puntual: cuando el impacto sólo afecte la superficie donde se esté realizando la obra o actividad de que se trate.
2. Parcial: cuando el impacto afecte una superficie mayor al sitio donde se esté realizando la actividad de que se trate, pero dentro de los límites del sistema ambiental.
3. Extenso: cuando el efecto del impacto se produzca más allá de los límites del sistema ambiental.

Momento (Mo). - Alude al momento en que ocurre el impacto, es decir, el tiempo transcurrido desde que la acción se ejecuta y el impacto se manifiesta. Este tipo de impacto puede ocurrir a corto plazo, si se manifiesta inmediatamente o al poco tiempo de ocurrida la acción; a largo plazo si se expresa mucho tiempo después de ocurrida la acción; o a mediano plazo si se manifiesta en un momento después de ocurrida la acción que resulta intermedio al ser comparado de manera relativa con los dos niveles anteriores.

Para fines prácticos y metodológicos del presente estudio, en la aplicación de éste criterio se considerará lo siguiente:

1. Corto plazo: si el impacto ocurre en forma inmediata a la producción del factor que lo genera, o si este se genera tres meses después de ocurrido el factor.
2. Mediano plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a tres meses, pero menor a seis meses de haberse producido el factor que lo genera.
3. Largo plazo: cuando el efecto del impacto se manifieste en un período mayor a seis meses de haberse producido el factor que lo genera.

Persistencia (Pe). - Se refiere al tiempo que permanece actuando el impacto, es decir, la duración que teóricamente tendrá la alteración del factor que se está valorando. Así, se considera permanente aquel impacto que provoca una alteración indefinida en el tiempo; temporal aquel que causa una alteración transitoria; y fugaz aquel que causa una alteración breve. Para este tipo de criterio es necesario establecer una escala temporal relativa, referida al factor que se analiza y para ello se tomará como base el cronograma del proyecto, el cual permitirá establecer un tiempo concreto de duración ajustado a la realidad del proyecto.

Para fines del presente estudio, la escala espacial en la aplicación de éste criterio, se considerará como se indica a continuación:

1. Fugaz: si el impacto deja de manifestarse antes de cesar la etapa del proyecto en la que se genera.
2. Temporal: si el impacto se manifiesta sólo durante la etapa en la que se genera, e incluso en la etapa subsecuente, pero no durante toda la vida útil del proyecto.
3. Permanente: si el impacto se manifiesta durante toda la vida útil del proyecto.

Periodicidad (Pr). - Alude a la regularidad o grado de permanencia del impacto en un período de tiempo. Se define como irregular al que se manifiesta de forma discontinua e impredecible en el tiempo, periódico si se expresa de forma regular pero intermitente en el tiempo y continuo si el cambio se manifiesta constante o permanentemente en el tiempo. Este último, en su aplicación tiende a confundirse con el impacto permanente, sin embargo, el impacto permanente concierne a su comportamiento en el tiempo y el continuo al tiempo de actuación.

Reversibilidad (Rv). - En ocasiones, el medio alterado por alguna acción puede retornar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa; hablamos entonces de impacto reversible. Cuando al desaparecer dicha acción, no es posible el retorno al estado original de manera natural, decimos entonces que el impacto es irreversible. Este criterio no se considera para evaluar los impactos al medio socioeconómico, puesto que los elementos que lo integran no son de tipo natural.

Recuperabilidad (Rc). - No siempre es posible que el medio alterado por alguna acción pueda regresar de forma natural a su situación inicial cuando la acción cesa. En tales casos debemos tomar medidas para que esto ocurra. Definimos entonces el impacto recuperable cuando éste desaparece al cesar la acción que lo causa; preventivo cuando se aplican medidas que impiden la manifestación del impacto; mitigable como aquel donde la aplicación de medidas correctoras sólo reducen el efecto de la acción impactante, sin llegar a la situación inicial; e irrecuperable cuando al desaparecer la acción que lo causa no es posible el retorno a la situación

inicial, ni siquiera a través de medidas de protección ambiental, por lo que además de medidas mitigadoras para reducirlo, debemos aplicar las llamadas medidas compensatorias para remediarlo. En los casos, preventivo y mitigable, aplican las llamadas medidas preventivas o de mitigación, a las cuales nos referiremos en el próximo capítulo.

La categoría de recuperabilidad no aplica a los impactos positivos, pues su definición abarca el concepto de medidas mitigadoras o compensatorias que solo se aplican a los impactos negativos. Para los impactos positivos se manejan las llamadas medidas optimizadoras encaminadas a perfeccionar, ampliar y expandir el beneficio del impacto positivo; sin embargo, para el presente estudio estas medidas no fueron consideradas, ya que no afectan ni deterioran a los elementos del medio.

V.2.2 Asignación de rangos para los criterios de evaluación

De manera previa a la valoración cuantitativa de los impactos ambientales a través del algoritmo propuesto por Domingo Gómez Orea (1988), a continuación, se procede a la asignación de rangos para los criterios de valoración por cada uno de sus atributos, según corresponda, a fin de poder obtener un valor de ponderación para los impactos asociados al proyecto (ver tabla siguiente).

Criterios de valoración de los impactos		
Criterio	**Rango**	**Valor**
Carácter	Positivo	+
	Negativo	-
Intensidad (In)	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Extensión (Ex)	Puntual	1
	Parcial	2
	Extenso	3
Causa-efecto (Ce)	Indirecto	1
	Directo	2
Momento (Mo)	Corto plazo	1
	Mediano plazo	2
	Largo plazo	3

Criterios de valoración de los impactos		
Criterio	**Rango**	**Valor**
Persistencia (Pe)	Fugaz	1
	Temporal	2
	Permanente	3
Periodicidad (Pr)	Irregular	1
	Periódico	2
	Continuo	3
Reversibilidad (Rv)	Reversible	1
	Irreversible	2
Recuperabilidad (Rc)	Preventivo	0
	Recuperable	1
	Mitigable	2
	Irrecuperable	3

V.3 Valoración de los impactos

A continuación, se presentan los cálculos realizados para la valoración de los impactos ambiéntales identificados (nivel cuantitativo), utilizando el algoritmo seleccionado (modificado de Gómez Orea, 1988), el cual se describe como sigue:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

Donde:

VIM = Valor de importancia del impacto

(+/-) = positivo o negativo

In = Intensidad

Ex = Extensión

Ce = Causa-efecto

Mo = Momento

Pe = Persistencia

Pr = Periodicidad

Rv = Reversibilidad

Rc = Recuperabilidad

A continuación, se presenta la valoración cuantitativa de los impactos ambientales identificados, tomando como base las interacciones establecidas en las matrices de causa-efecto, descritas anteriormente.

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN:

1) Impacto identificado: Generación de empleos

Actividad que lo genera: Contratación de personal
Apartado que se verá influenciado: Socioeconómico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Sociedad (Población)

Descripción del impacto: Derivado de la contratación del personal, indispensable para llevar a cabo la preparación del sitio del proyecto, se generarán fuentes de empleo temporales, que beneficiará a la población local, influenciando directamente al medio social.

Evaluación del impacto: El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al constituirse como una fuente de empleos directos que favorecen a la población local (**positivo +).** La cantidad de personal requerido para el desarrollo del proyecto en su etapa de preparación del sitio y construcción es de orden de 11 trabajadores; por lo tanto, se considera que el impacto tendrá una intensidad baja, ya que el número de empleos a generar será temporal, considerando un plazo de 2 años para esta etapa (**In: Baja=1**).

El personal que será contratado será aquel que radique en la Ciudad de Cancún, por lo que se considera que el beneficio por la generación de empleos rebasará los límites del sistema ambiental, es decir, se trata de un impacto parcial (**Ex: Parcial=2**).

Sin la contratación de personal, resulta imposible la ejecución del proyecto en sus distintas etapas, pues los trabajadores son indispensables para la ejecución de las obras y actividades proyectadas; entonces el impacto es generado directamente por el proyecto (**Ce: Directo=2**). La contratación del personal será inmediata, ya que sin ello no se podrá dar inicio con los trabajos proyectados en la preparación del sitio; entonces se considera que el impacto ocurrirá en forma inmediata, incluso antes del inicio de obras y actividades, es decir, a corto plazo (**Mo: Corto plazo=1**).

Si bien los trabajadores contratados permanecerán laborando en el proyecto hasta la etapa de construcción, no estarán contratados durante toda la vida útil de proyecto, entonces el impacto tendrá una persistencia temporal (**Pe: Temporal=2**). Los trabajadores se mantendrán empleados mientras tanto no finalice esta etapa del proyecto y la siguiente, por lo que su empleo será constante a lo largo del proceso, pero no continuará durante toda la vida útil del proyecto (**Pr: Periódico= 2**). Los criterios de reversibilidad y recuperabilidad no aplican para los impactos ambientales al medio socioeconómico (consultar apartado V.2.1).

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 2 + 2 + 0 + 0

VIM = + 14

2) Impacto identificado: Derrama económica

Actividad que lo genera: Compra y renta de materiales y quipo
Apartado que se verá influenciado: Económico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Derrama económica (Compraventa y arrendamiento)

Descripción del impacto: Para llevar a cabo la construcción del muelle, se requiere la compra de materiales diversos, así como la renta de equipo menor; lo que beneficia la economía local, debido a que se hará una inversión estimada de $1,900,000 (Un millón novecientos mil pesos 00/100 moneda nacional).

Evaluación del impacto: El proyecto generará un beneficio para la sociedad, al activar la economía y producir derrama económica (**Positivo +**) que permeará a distintos sectores públicos y privados. La inversión que se tiene estimada para la compra de materiales y equipo, el pago de permisos y el pago de salarios de los empleados, es de $1,900,000 (Un millón novecientos mil pesos 00/100 moneda nacional) lo que se considera una inversión baja para la zona turística en la que se ubica (**In: Baja=1**).

La ciudad de Cancún cuenta con comercios especializados en la venta del material y equipo que se requiere para esta etapa, es decir dentro de los límites del sistema ambiental (**Ex: Puntual=1**). Sin la compra de material y equipo, resulta imposible la ejecución del proyecto en su etapa inicial (**Ce: directo=2**). La compra de material y equipo será inmediata, ya que sin ello no se podrán iniciar los trabajos involucrados (**Mo: corto plazo=1**). La compra de materiales y equipo se llevará a cabo conforme se vaya requiriendo, por lo que se anticipa que el efecto del impacto será continuo a lo largo de esta etapa (**Pe: temporal=2**). Estas actividades se llevarán a cabo cuando se requiera, por lo que se anticipa que el efecto del impacto será intermitente pero no se extenderá a las etapas siguientes (**Pr: Irregular=1**). Los criterios de

reversibilidad y recuperabilidad no aplican para los impactos ambientales al medio socioeconómico.

Valor de importancia

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = + 3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 2 + 1 + 0 + 0

VIM = + 11

3) Impacto identificado: Suspensión de sedimentos

Actividad que lo genera: Delimitación e instalación de malla geotextil
Apartado que se verá influenciado: Abiótico
Factor y subfactor del medio que será impactado: Suelo e hidrología superficial

Descripción del impacto: Durante las distintas actividades implicadas en la preparación del sitio y construcción, se prevé la generación de sedimentos que será producido durante la delimitación en la etapa de preparación del sitio, ya que se colocarán balizas de madera para indicar el sitio de hincado de los pilotes, así como la instalación de la malla geotextil como barrera aislante; lo que puede tener como consecuencia la suspensión de sedimentos dentro del cuerpo de agua marino.

Evaluación del impacto: Carácter (+/-) **(Negativo -)**, pues se considera que podría ocasionar la suspensión de sedimentos sobre el medio circundante. debido a que produce una alteración del medio (perturbación), pues la suspensión de sedimentos ocasiona turbidez en el medio acuático (-). Las balizas que se pretenden sembrar para el marcado del sitio de hincado de los pilotes son de pequeñas dimensiones, por lo que se espera que el volumen de sedimentos en suspensión será escaso (In:

intensidad baja=1). Considerando la instalación de la malla geotextil, los sedimentos podrán quedar retenidos dentro del sitio del proyecto (Ex: puntual=1, Rc: preventivo). El impacto está directamente relacionado con la preparación del sitio, pues la delimitación por balizas es una actividad propia del proyecto (Ce: directo=2). El balizado se realizará en una semana de iniciada la etapa de preparación del sitio (Mo: corto plazo=1). Al término del balizado, cesará la suspensión de sedimentos y el impacto por esta actividad dejará de manifestarse (Pe: fugaz=1 y Pr: irregular=1). Al cesar esta actividad el impacto dejará de manifestarse y con la ayuda de la malla geotextil, los sedimentos en suspensión pueden precipitarse de nuevo hacia el fondo marino (Rv: reversible=1 y Rc: recuperable=1).

Valor de importancia del impacto:

VIM = +/- (3In + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)

VIM = - 3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1

VIM = - 12

Jerarquización de los Impactos Ambientales					
No	**Etapa**	**Impacto ambiental**	**Elemento del medio**	**Valor de importancia**	**Categoría**
1	Preparación del sitio y construcción	Generación de empleos	Sociedad	+14	Bajo o nulo
2	Preparación del sitio y construcción	Derrama económica	Economía	+11	Bajo o nulo
3	Preparación del sitio y construcción	Suspensión de sedimentos	Suelo e hidrología	-12	Bajo o nulo
4	Preparación del sitio y construcción	Contaminación ambiental	Hidrología subterránea, suelo, paisaje	-15	Bajo o nulo

5	Preparación del sitio y construcción	Perturbación del hábitat	Paisaje	-16	Bajo o Nulo
6	Preparación del sitio y construcción	Desplazamiento de fauna marina	Fauna	-16	Bajo o Nulo
7	Preparación del sitio y construcción	Reducción de la calidad visual del paisaje	Paisaje	-16	Bajo o Nulo
8	Operación	Generación de empleos	Sociedad	+16	Bajo o nulo
9	Operación	Contaminación ambiental	Suelo	-13	Bajo o nulo

V.8 Conclusiones

A partir de la evaluación de los impactos ambientales que generará el proyecto sobre los componentes del medio que integran el sistema ambiental, se concluye que en total se generarán 9 impactos ambientales en las etapas de preparación del sitio y construcción, así como en la operación del proyecto, de los cuales 6 son negativos y 3 positivos.

Así mismo, se concluye que la mayoría de los impactos ambientales identificados son bajos o nulos, debido a que se estará afectando de manera puntual el sitio donde se desarrollará el proyecto, a que las acciones por realizar son de pequeña envergadura y a que no presenta las condiciones ambientales originales.

La mayoría de los impactos ambientales ocurrirán en la etapa de preparación del sitio y construcción, mientras que en la etapa operativa apenas y existirán modificaciones en el ambiente, sin embargo, se requiere de una estricta vigilancia

del cumplimiento de acciones preventivas a fin de evitar que esos mínimos impactos puedan causar grandes deterioros.

De este modo, y en términos ambientales, el proyecto se puede considerar como viable de acuerdo con lo siguiente:

- A partir de la evaluación realizada para los impactos ambientales que serán generados por el desarrollo del proyecto, se puede concluir categóricamente que el proyecto no producirá impactos ambientales significativos o relevantes, es decir, no provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizará la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

- No implica aislar un ecosistema, puesto que este ya se encuentra aislado en la actualidad, por el desarrollo de la zona Urbana de Cancún, Quintana Roo, con sus desarrollos habitacionales vialidades, equipamientos, etc., que han interrumpido la continuidad de los relictos de vegetación original que aún se mantiene.

- Aunado a lo anterior, es importante mencionar que el proyecto no se considera causal de desequilibrio ecológico, ya que no se prevé que genere alguna alteración significativa de las condiciones ambientales, ya que en la zona costera de Cancún existen distintos muelles, por lo que, es un proyecto muy similar a los ya existentes en la zona.

VI. Medidas preventivas y de mitigación de los Impactos Ambientales

VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

En el presente capítulo sólo se proponen medidas de prevención o mitigación a los impactos ambientales adversos identificados en el capítulo V del presente manifiesto, con particular énfasis en aquellos considerados relevantes, residuales y acumulativos. Las medidas se proponen siempre con la premisa de evitar que los impactos se manifiesten; sin embargo, hay que aclarar que, en algunos casos, las medidas que se tomarán solamente reducirán su efecto en el ambiente.

VI.1.1 Medidas para la etapa de preparación del sitio y construcción

1. Medida propuesta: DELIMITACIÓN DE ÁREA DEL PROYECTO

Naturaleza de la medida: Preventiva

Momento de aplicación de la medida: Previo al inicio de las actividades de preparación del sitio hasta el término de la etapa de construcción.

Descripción de la medida: Se colocará cinta precautoria con la leyenda “Prohibido el paso”. La cinta se colocará considerando en primera instancia, los límites del área del proyecto.

Esta medida evitará el paso de personal a las áreas que no serán intervenidas por obras.

Acción de la medida: Delimitar el área del proyecto; así como las áreas que serán intervenidas durante las etapas de preparación del sitio y construcción, para evitar que los impactos se extiendan a superficies que no autorice la SEMARNAT.

Eficacia de la medida: La eficacia de la medida depende de que los responsables del proyecto.





2. Medida propuesta: INSTALACIÓN DE CONTENEDORES PARA RESIDUOS

Naturaleza de la medida: De carácter preventivo, estará enfocada a evitar que se manifieste el impacto ambiental identificado como contaminación ambiental, particularmente por la generación de residuos sólidos.

Momento de aplicación de la medida: Previo al inicio de los trabajos involucrados en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Descripción de la medida: Se instalarán contenedores de basura para cada tipo de residuos que se generen (orgánicos e inorgánicos), los cuales serán de fácil acceso para los trabajadores de la obra dadas las pequeñas dimensiones del área de trabajo, y en consecuencia su uso.

Acción de la medida: Los contenedores servirán de reservorios temporales para los residuos sólidos que se generen durante esta etapa del proyecto, y dado el grado de hermeticidad que tendrán, impedirán que dichos residuos sean dispersados por el viento y otros factores del medio, evitando que se expandan hacia las áreas de conservación; favoreciendo la NO contaminación de tales recursos.

Eficacia de la medida: El grado de eficacia de la medida depende del grado de supervisión que se tenga sobre las actividades de preparación del sitio; ya que será necesario que los obreros hagan un uso adecuado de los contenedores, para que estos puedan cumplir su función como reservorios temporales de residuos.





3. Medida propuesta: INSTALACIÓN DE LETREROS

Naturaleza de la medida: Preventiva

Momento de aplicación de la medida: Preparación del sitio y durante toda la vida útil del proyecto.

Descripción de la medida: Esta medida de carácter preventivo, consiste en la instalación de letreros en el área de proyecto; estos estarán dirigidos a los trabajadores de las primeras etapas del proyecto, así como aquellos que laborarán durante la etapa de operación; así como a los huéspedes. El contenido de estos letreros, tendrán temas alusivos a protección y respeto de la flora y la fauna silvestre; así como a la correcta disposición de los residuos. Algunas de las leyendas que se utilizarán serán las siguientes:

- Prohibido el paso.
- No alimentar, cazar o capturar fauna silvestre.
- Respetar las áreas de conservación.
- Depositar la basura en los contenedores.

- Prohibido tirar basura.
- Separa la basura usando los contenedores.

Acción de la medida: Evitar la afectación de los factores bióticos y abióticos dentro del área del proyecto (hidrología superficial, flora y fauna, tanto terrestre, como acuática, suelo y paisaje).

Eficacia de la medida: Este medio de difusión necesita ser reforzado con pláticas de concientización ambiental para que sea una medida eficaz.





4. Medida propuesta: RESCATE DE FAUNA MARINA

Naturaleza de la medida: De carácter preventivo, está enfocada a reducir el efecto del impacto por perturbación del hábitat; así mismo, busca evitar afectaciones directas a la fauna marina dentro del a la zona de aprovechamiento.

Momento de aplicación de la medida: Previo al inicio de los trabajos de preparación del sitio, y después del confinamiento de la zona de aprovechamiento por la instalación de la malla geotextil.

Descripción de la medida: Consiste en la ejecución de acciones de rescate de fauna marina, con el objeto de retirar a los ejemplares fuera de la zona de aprovechamiento, evitando así afectaciones directas sobre el recurso.

Acción de la medida: Consiste en la aplicación de técnicas de captura directa mediante redes, trampas, ganchos o en forma manual; a través de las cuales se retirarán a los ejemplares de fauna marina (principalmente de lento desplazamiento) que hayan quedado confinados dentro del perímetro confinado con la malla geotextil.

Eficacia de la medida: La correcta aplicación de las técnicas de rescate, permitirá asegurar el retiro y reubicación de la fauna marina, fuera de la zona de aprovechamiento, evitando afectaciones directas sobre la misma, por lo que se espera alcanzar el 100% de éxito en su aplicación. Se contratarán los servicios de especialistas en la materia.

VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas

El objetivo de este capítulo es realizar un análisis para visualizar los posibles escenarios futuros de la región bajo estudio, considerando en primer término al escenario sin proyecto, seguido de otro escenario con proyecto y finalmente, uno que incluya al proyecto con sus medidas de mitigación.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

En este apartado se trata de definir informada y razonadamente aquellos cambios derivados de las tendencias o bien del rompimiento de éstas y, por otro lado, de la suposición de eventos nuevos que pudiesen llevar a plantear situaciones futuras diferentes en cuanto a los elementos ambientales y sus interacciones.

A continuación, se describe el escenario para el Sistema Ambiental de estudio sin considerar el proyecto como variable de cambio. Este análisis se basa en las tendencias de cambio esperadas en el Sistema Ambiental, considerando los instrumentos de planeación que regulan la zona, ya que las tendencias de cambio más importantes dependen en gran medida de los usos de suelo permitidos para cada zona del SA.

El área donde se planea el proyecto se encuentra dentro de un PDU en la zona Urbana de Benito Juárez se encuentra muy cerca de la Zona Costera.

Entonces, de acuerdo con el escenario descrito sin que el proyecto surja como un elemento de variabilidad en el ambiente, es decir, sin que se llevara a cabo dentro del SA, este sistema se encuentra destinado a cambios en su entorno.

A no llevarse a cabo el proyecto, el sitio del proyecto seguiría dando mala imagen a la parte urbana de la zona hotelera de Cancún, con lo cual no habría ninguna mejora en la imagen turística de la zona ni tampoco aumentaría el número de empleos para la zona.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

La construcción de este escenario será tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes que generará el proyecto en el sistema ambiental. En este apartado no se incluyen las medidas de mitigación.

Los impactos ambientales más relevantes que generará el proyecto, de acuerdo con la jerarquización efectuado en el Capítulo V de este documento, son aquellos que obtuvieron un mayor valor de importancia (VIM), haciendo la aclaración que no se identificó ninguno que tenga un nivel significativo, mismos que se enlistan a continuación:

- Suspensión de sedimentos
- Contaminación ambiental
- Reducción de la calidad del paisaje
- Desplazamiento de fauna marina

Por lo anterior se puede prever que se presenten los siguientes problemas ambientales:

a) Contaminación ambiental. Esto modificaría las condiciones del ambiente de manera negativa, propiciando que no se apto para la continuidad de los procesos ecológicos, requiriendo por lo tanto acciones de restauración en el ambiente marino

b) El aumento en la suspensión de sedimentos generaría turbidez en la zona marina.

c) Con la instalación sin permiso se podría modificar el paisaje sobre todo en la zona federal y en la zona marina adyacente

d) Con la instalación de los pilotes se ocasionaría un desplazamiento de fauna, por lo que afectaría a todas las especies marinas en la zona.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Para el desarrollo de este escenario se consideran la misma tendencia de desarrollo en el sistema ambiental y los mismos impactos que fueron indicados en apartados anteriores, pero analizándolo a la luz de las medidas de mitigación propuestas, destacando las mejores que pudiera presentar la región en estudio la implementación de estas.

a) No se presenta contaminación ambiental en el área marina, ya que se implementa una malla geotextil para evitar que se dispersen contaminantes en la zona marina y por lo tanto, se evita la contaminación ambiental

b) Con la instalación de la malla geotextil se evita que se dispersen sedimentos fuera de la zona marina que se propone para la construcción del muelle, por lo que se evita que en la zona se cree turbidez.

c) Se realiza los trabajos de instalación de pilotes de forma gradual por lo que no se afecta el paisaje.

d) Se realiza un rescate de fauna acuática para evitar que las especies que se encuentren dentro de la zona en donde se llevará a cabo la construcción del muelle se vean afectadas por la construcción del proyecto.

VII.4 Pronóstico ambiental

A partir de los tres escenarios anteriores podemos pronosticar que el sistema ambiental, con o sin proyecto, continuará una tendencia de crecimiento en la cual se tendrá cada vez mayor población y requerirá a la vez su espacio, en detrimento

de los ecosistemas que aún se presentan dentro de su superficie. Esto se debe en gran medida a que se trata de un área urbana, la cual presenta una tendencia hacia el crecimiento.

El desarrollo de las obras propuestas tendrá un impacto mínimo en el sitio y en el sistema ambiental, siempre y cuando se apliquen las medidas propuestas en este documento, esto se debe a que, de acuerdo con los instrumentos de planeación ambiental, las obras cumplen con los parámetros establecidos para garantizar la protección de los ecosistemas, lo que permite que se siga la tendencia de crecimiento pronosticada, pero dentro de los límites del desarrollo urbano.

VII.5 Evaluación de alternativas

a) Ubicación

No se tienen alternativas en cuanto a la ubicación de las obras, por lo que un sitio alternativo implicaría la búsqueda de un nuevo terreno disponible para el proyecto y grandes pérdidas económicas.

b) Vegetación

La superficie del predio cuenta con vegetación herbácea rastrera en la zona donde se desarrollará el proyecto, por lo que el proyecto no afectará ningún tipo de vegetación forestal y al contrario se va a promover áreas ajardinadas dentro de la zona del proyecto, por lo que es viable para la zona.

c) Superficie a ocupar

La superficie para ocupar es mínima, por lo que el impacto sobre el ambiente también es reducido, especialmente considerando que se trata de un uso permisible para la zona y que la planificación urbana indica que el sitio está destinado a convertirse en un área comercial.

VII.6 Conclusiones

La propuesta de proyecto que se somete a evaluación es aquella que cumple los requisitos para ser autorizada por la autoridad y que maximiza los beneficios para el proyecto en desarrollo dentro del predio, que tendrá impactos positivos por el mejoramiento de los servicios de telecomunicación y generación de empleos.

En resumen, se puede decir que el proyecto.

a) Ha sido diseñado de tal manera que se ocupan áreas con vegetación herbácea rastrera, con lo cual el impacto ambiental se ve reducido al no alterarse ecosistemas originales, además que el área se encuentra completamente fragmentada y destinada a desarrollo urbano.

b) Los materiales y procesos de construcción utilizados son los comunes en el sistema ambiental para proyectos de esta índole, por lo que se tienen antecedentes que las características propuestas son compatibles con los procesos biológicos que aún se mantienen en el sistema ambiental.

c) Se cumplen los diversos instrumentos de política ambiental, por lo tanto, se tiene la certeza que se han considerado acciones o medidas acordes con el desarrollo planteado para la región y la protección de sus ecosistemas.

d) Se proponen medidas y programas para prevenir o mitigar los impactos ambientales más relevantes, con lo cual se disminuye la afectación al sitio donde se desarrollará y en consecuencia al sistema ambiental en que se inserta.

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la Manifestación de Impacto Ambiental

VIII.1 Cartografía

Para la elaboración de los diversos planos presentados en los capítulos que integran este estudio, se utilizaron los programas **Quantum GIS (2.14.0 "Essen")** y **AutoCAD 2015**; cuyas coordenadas se encuentran proyectadas en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS 84, dentro de la Zona 16Q, Norte, de la República Mexicana.

De igual manera se utilizaron los datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) y de la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO), a escalas 1:1000000 y 1:250000.

VIII.2 Fotografías

Las fotos que enriquecen los textos descritos en el presente manifiesto fueron tomadas a través de una cámara digital marca Canon 7D Mark II, con una resolución máxima de 23.2 megapixeles efectivos.

VIII.3 Coordenadas

Todas las coordenadas presentadas en los diversos capítulos que integran el presente documento fueron recabadas a través de un geoposicionador satelital (GPS) de la marca Garmin, modelo 64s map. Las coordenadas se presentan con proyección en unidades UTM (Universal Transversal de Mercator), que a su vez se encuentran referidas al Datum WGS84, dentro de la Zona 16Q, Norte, que corresponde a la República Mexicana.

VIII.4 Bibliografía

- Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (coords.). 1998. Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4 000 000. 2ª. edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga Cabrera, L., E. Vázquez Domínguez, J. González Cano,R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, V. Aguilar Sierra (coordinadores). 1998. Regiones marinas prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.
- Arellano Rodríguez, J. Alberto, J. Salvador Flores Guido, J. Tun Garrido y Ma. Mercedes Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso,

manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida.

- Diario Oficial de la Federación. 1988. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
- Diario Oficial de la Federación. 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental.
- Diario Oficial de la Federación. 2003. Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003.
- Diario Oficial de la Federación. 2007. DECRETO por el que se adiciona un artículo 60 TER; y se adiciona un segundo párrafo al artículo 99; todos ellos de la Ley General de Vida Silvestre.
- Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Diario Oficial de la Federación. 2012. ACUERDO por el que se expide la parte marina del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe y se da a conocer la parte regional del propio Programa.
- Gómez Orea, D. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. 2ª Edición. Editoral Mundi-Prensa libros, S.A. 750 pp.
- INECC. 2014. “Factores de emisión para los diferentes tipos de combustibles fósiles y alternativos que se consumen en México”. México. 46 pp.
- Juan M. Torres, R. y Alejandro Guevara, S. 2002. El potencial de México para la producción de servicios ambientales: captura de carbono y desempeño

hidráulico. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Instituto Nacional de Ecología.

- Moreno, C. E. 2001. Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, Vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Navarro S., A. AICA: C-26, Omiltemi. En: Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999. Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN, y CCA. (http://www.conabio.gob.mx .México).
- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cancún, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 16 de septiembre del 2022
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. 2020
- Rodríguez, P. y E. Vázquez-Domínguez. 2003. Escala y diversidad de especies. In: Monrroe, J.J. y J. Llorente B. (eds.). Una perspectiva Latinoamericana de la biogeografía. Comisión Nacional Para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 109-114 pp.