MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

Febrero 2026

PROYECTO FRC-II.

Capítulo 1. Datos generales del Proyecto, del promovente y del responsable de la Manifestación de Impacto Ambiental

ÍNDICE GENERAL

1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO 1

1.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO 1
1.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO 1
1.1.3. DURACIÓN DEL PROYECTO 3

1.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 3

1.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 3
1.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES 3
1.2.3. DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL 3
1.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES 3

1.3. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR 3

1.3.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 3
1.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES / CURP 3
1.3.3. NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 4
1.3.4. DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 4

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. 1. Macrolocalización del proyecto 1
Figura 1. 2. Microlocalización del proyecto 2

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. 1. Coordenadas de ubicación 2

1.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

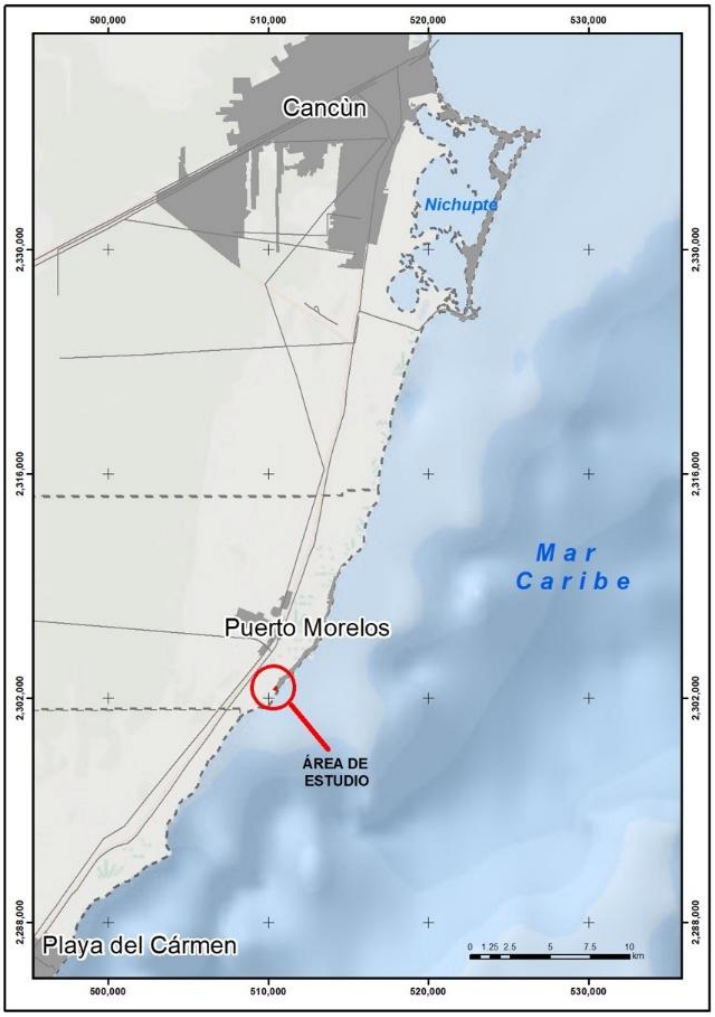
1.1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

En este sentido, a continuación, se presentan los datos generales del Proyecto **FRC-II** en adelante denominado como “El Proyecto”.

1.1.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO

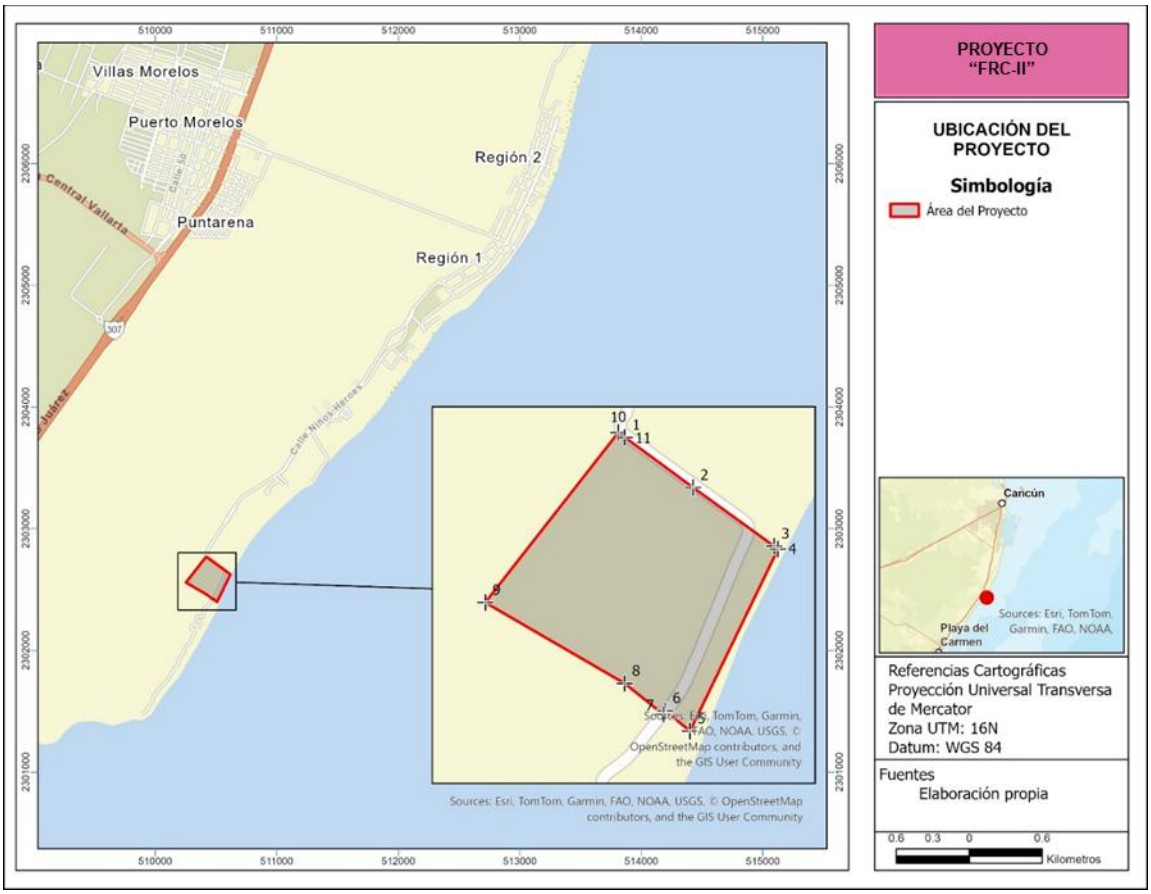
El Proyecto, se pretende realizar en un predio localizado en la zona costera del municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, aproximadamente a 3.5 km de la localidad de Joaquín Zetina Gasca y el Puerto de Puerto Morelos. En la Figura 1. 1 se presenta la microlocalización del predio, mientras que en la YGSDF se puede observar la localización del Proyecto dentro del estado de Quintana Roo.

Figura 1. 1. Macrolocalización del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Figura 1. 2. Microlocalización del proyecto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. 1. Coordenadas de ubicación

VÉRTICES	COORDENADAS UTM, ZONA 16 Q	
	X	Y
1	510427.75	2302764.40
2	510512.95	2302701.82
3	510614.16	2302628.64
4	510619.11	2302625.04
5	510509.17	2302397.96
6	510478.32	2302423.42
7	510476.06	2302418.73
8	510427.70	2302457.33
9	510253.45	2302558.31
10	510419.65	2302770.29
1	510427.75	2302764.40
SUPERFICIE	**69,986.84 m²**	

Fuente: Elaboración propia

1.1.3. DURACIÓN DEL PROYECTO

En función de las distintas obras y fases necesarias para el Proyecto, así como de la disponibilidad de recursos económicos y la ejecución de acciones complementarias para obtener permisos y licencias a nivel federal, estatal y municipal, se estima un plazo de 12 meses para su preparación y construcción. Se contempla una vida útil de 95 años durante las etapas operativa y de mantenimiento.

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

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.

1.2.3. DATOS DEL REPRESENTANTE LEGAL

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 OÍR Y RECIBIR NOTIFICACIONES

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. RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

1.3.1. 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.

1.3.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES / CURP

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.

1.3.3. NOMBRE 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.

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.

Lista de anexos adjuntos en Anexos-Capítulo I:

Anexo 1.1. Coordenadas del polígono del proyecto.

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.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

Febrero de 2026

PROYECTO FRC-II

Capítulo 2. Descripción del Proyecto.

ÍNDICE GENERAL

2.1. INTRODUCCIÓN 1

2.2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 1
2.2.1. OBJETIVO DEL PROYECTO 1
2.2.2. NATURALEZA DEL PROYECTO 2
2.2.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 3
2.2.4. UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO 5
2.2.5. INVERSIÓN REQUERIDA 14
2.2.6. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS 16

2.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 17
2.3.1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL 18
2.3.2. PROGRAMA DE TRABAJO 27
2.3.3. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO 28
2.3.4. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 29
2.3.5. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 35
2.3.6. ETAPA DE ABANDONO DE SITIO 43
2.3.7. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS 43
2.3.7.1. Preparación del sitio y construcción 43
2.3.7.2. Operación y mantenimiento 45
2.3.8. EMISIONES A LA ATMOSFERA Y GENERACIÓN DE GASES DE EFECTOP INVERNADERO 46

2.4. BIBLIOGRAFÍA 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2. 1. Ubicación del Proyecto..... 5
Figura 2. 2. Categorías generales del Plan Maestro 7
Figura 2. 3. Superficie de categorías generales. 8
Figura 2. 4. Componentes específicos del Plan Maestro. 9
Figura 2. 5. Acercamiento a la zona de aprovechamiento del Plan Maestro. 10
Figura 2. 6. Elementos del Plan Maestro en comparación con la vegetación del sitio. ... 12
Figura 2. 7. Ubicación de módulos habitacionales 19
Figura 2. 8. Ubicación del bar de playa 20
Figura 2. 9. Ubicación de escaleras 21
Figura 2. 10. Ubicación de pérgolas desmontables..... 22
Figura 2. 11. Ubicación de Solarium + Deck desmontable..... 24
Figura 2. 12. Ubicación de pisinas desmontables 25
Figura 2. 13. Ubicación de caminos 26
Figura 2. 14. Ubicación de áreas ajardinadas 27
Figura 2. 15. Ejemplo de cimentación por pilotes..... 34
Figura 2. 16. Conexión de líneas de agua potable 38
Figura 2. 17. Arreglo general de la PTAR 40
Figura 2. 18. Red de drenaje pluvial..... 41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. Coordenadas de los vértices del perímetro del Proyecto. 6
Tabla 2. 2. Superficies del Plan Maestro..... 10
Tabla 2. 3. Comparativo de superficies de los elementos del PM y la vegetación actual.13
Tabla 2. 3. Programa general de trabajo..... 28
Tabla 2. 4. Listado de personal para la etapa de construcción 30
Tabla 2. 5. Programa de mantenimiento 36
Tabla 2. 6. Listado de personal para la etapa de operación..... 37
Tabla 2. 7. Criterios para el dimensionamiento hídrico 37
Tabla 2. 8. Parámetros de diseño de la PTAR 39
Tabla 2. 9. Residuos generados en la preparación del sitio y construcción 44
Tabla 2. 10. Residuos generados por la operación y mantenimiento del Proyecto..... 45
Tabla 2. 11. Emisiones de GEI en preparación del sitio y construcción (por uso de maquinaria)..... 46

2.1. INTRODUCCIÓN

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 28, primer párrafo, establece que la evaluación de impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), determina las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que pueden causar desequilibrio ecológico, o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente y que en relación a ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras y actividades que dicho lineamiento enlista, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la SEMARNAT.

En adición, este capítulo se presenta en congruencia con el artículo 12 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (RLGEEPA), que establece que la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad particular debe contener la siguiente información:

> *"Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, debe contener la siguiente información:*
> *II. Descripción del proyecto;*

En este capítulo se presenta la descripción detallada del proyecto que se pretende realizar, entre lo que se destaca, su ubicación, vías de acceso, cronograma de trabajos y principales actividades a realizar en cada una de las fases que lo conforman, así como las acciones planificadas para su construcción, operación y mantenimiento.

También se incluyen los costos, insumos requeridos y los residuos que se generarán en el proceso.

2.2. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

A continuación, se detalla la información general del proyecto denominado "FRC-II" (en lo sucesivo, El Proyecto). Esta sección constituye la base técnica para la identificación posterior de impactos y la propuesta de medidas de mitigación, asegurando que el desarrollo sea compatible con la preservación de los ecosistemas locales.

2.2.1. OBJETIVO DEL PROYECTO

Objetivo General

El Proyecto consiste en la edificación de un complejo hotelero de 130 habitaciones, complementado con áreas de esparcimiento como restaurante, bar y piscinas. Su propósito central es armonizar el desarrollo de infraestructura de alto nivel con la preservación y promoción de los servicios ecosistémicos y el patrimonio cultural del entorno.

Objetivos Específicos

Para garantizar la viabilidad y responsabilidad del desarrollo, se establecen los siguientes lineamientos:

- Sustentabilidad e Integración: Impulsar el diseño arquitectónico logrando que el paisaje conserve las condiciones naturales del predio, mediante la minimización de la huella de carbono y el impacto ambiental.
- Preservación Ecológica: Participar activamente en el mantenimiento de la estructura y funciones ecológicas de los ecosistemas locales, asegurando la continuidad de sus procesos naturales.
- Cumplimiento Normativo: Operar bajo un esquema de estricto apego a la legislación y normatividad ambiental vigente aplicable a la zona.
- Educación y Gestión de Recursos: Fomentar el uso eficiente y sostenible de los recursos naturales a través de programas permanentes de educación ambiental para colaboradores y huéspedes.
- Responsabilidad Social: Dinamizar la economía local mediante la generación de empleos directos e indirectos durante las etapas de preparación, construcción y operación.
- Fortalecimiento del Destino: Posicionar el destino turístico mediante una oferta de hospitalidad de élite, dirigida a un segmento de mercado con alto poder adquisitivo y conciencia socioambiental.

2.2.2. NATURALEZA DEL PROYECTO

El Proyecto "FRC-II" se define como una obra nueva de tipo turístico que se desarrollará en un predio con una superficie total de **6.99 ha (69,986.84 m^2).** Consiste en un conjunto de obras y actividades integradas para la construcción y operación de un espacio de hospedaje de lujo con 130 habitaciones y servicios complementarios.

Para garantizar una gestión ambiental precisa y coherente con el Plan Maestro, el Proyecto se compone de los siguientes elementos principales, clasificados según su naturaleza constructiva y funcional:

- Infraestructura Cimentada (Obra Civil Permanente)
    - Módulos habitacionales 1, 2 y 3 (albergando habitaciones tipo Ocean Front e Imperial).
    - Núcleos de circulación vertical (Escalera 1 y Escalera 2).
    - Vialidades operativas (Camino de servicio).
- Infraestructura No Cimentada (Instalaciones Desmontables)
    - Área de Bar de Playa.

  - Piscinas desmontables y Pérgolas.
  - Solarium + Deck desmontable de madera.
- Zona de Conservación y Preservación
  - Ecosistema de Manglar y área de Duna costera.
  - Laguna.
- Áreas Verdes
  - Espacios destinados a jardineras y paisajismo integrado.

Su desarrollo se alinea con la visión del promovente de generar un proyecto de desarrollo sustentable que coadyuve en la generación de empleos temporales y permanentes en la región. Asimismo, el diseño se fundamenta en el cumplimiento de los parámetros de densidad y coeficientes permitidos por el Programa de Desarrollo Urbano (PDU) vigente para Puerto Morelos.

Cabe destacar que, aunque el PDU permite un Coeficiente de Ocupación de Suelo (COS) del 45% (equivalente a 3.15 ha ó 31,494.08 m^2), el Proyecto propone un aprovechamiento significativamente menor, ocupando únicamente una superficie de **1.04 ha.** Esta subutilización estratégica de la densidad permitida garantiza una mayor preservación de los ecosistemas locales.

En congruencia con los lineamientos de protección civil, el Proyecto prioriza la seguridad de los usuarios y la infraestructura ante eventos hidrometeorológicos mediante las siguientes estrategias:

- Aprovechamiento de Barreras Naturales: El diseño fundamenta la reducción de riesgos en la preservación de los ecosistemas de duna y manglar presentes en el predio, los cuales actúan como defensas naturales contra la dinámica marina y vientos huracanados.
- Resiliencia de Infraestructura: No se contempla la realización de obras de protección costera de ingeniería dura. En su lugar, se opta por el uso de elementos prefabricados y materiales regionales en estructuras desmontables, lo que minimiza la vulnerabilidad ante desastres naturales y garantiza la reversibilidad del impacto en la zona costera.
- Protección del Recurso Hídrico: El manejo del agua se basa en estudios hidrogeológicos para garantizar la calidad del recurso y evitar la contaminación de ecosistemas adyacentes, fortaleciendo la resiliencia ambiental del sitio.

2.2.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La pertinencia jurídica y técnica del Proyecto "FRC-II" se fundamenta en los resultados de los estudios de caracterización y zonificación ambiental, los cuales permiten establecer un

diseño basado en la inteligencia territorial y la protección de los servicios ecosistémicos del sitio.

1. Pertinencia Técnica y Valor Paisajístico

El predio posee una relevancia ambiental y económica significativa debido a su alto valor escénico y natural en la zona costera de Puerto Morelos. El Proyecto se justifica como una oferta de hospitalidad de élite diseñada para un segmento de mercado con alta conciencia socioambiental, integrando una arquitectura sostenible que enaltece el entorno.

2. Estado de Conservación y Compromiso Ambiental Proactivo

Una de las justificaciones primordiales del diseño es el reconocimiento del estado actual del predio, el cual no ha sido intervenido previamente y conserva su vegetación natural característica. Ante esta condición de sitio prístino, el Proyecto asume un compromiso de conservación superior a los estándares convencionales:

- Salvaguarda Territorial: Se garantiza la conservación del 85.14% de la superficie total del terreno.
- Medidas de precaución: Al mantener la gran mayoría del predio intacto, se asegura la continuidad de los procesos ecológicos y la integridad de las interacciones funcionales existentes.
- Protección Total de Ecosistemas: La infraestructura garantiza la conservación de los ecosistemas críticos, incluyendo duna costera y diversas variantes de manglar.

3. Integridad de la Estructura y Función Ecológica

El diseño asegura que el desarrollo no alterará los servicios ambientales fundamentales del sitio:

- Flujo Hidrológico: La mayor parte de la infraestructura será piloteada para no obstruir el flujo hidráulico superficial y subsuperficial que alimenta al manglar.
- Respeto a la Capacidad de Carga: El desarrollo evita cualquier afectación directa o indirecta sobre la productividad primaria y la zona de influencia del ecosistema de manglar.
- Restricción de Altura: El proyecto se limita a los 21.00 m permitidos, minimizando el impacto visual y manteniendo la armonía con el paisaje costero.

4. Cumplimiento Normativo y Alineación Territorial

El Proyecto se justifica plenamente bajo los instrumentos de planeación y legislación vigentes:

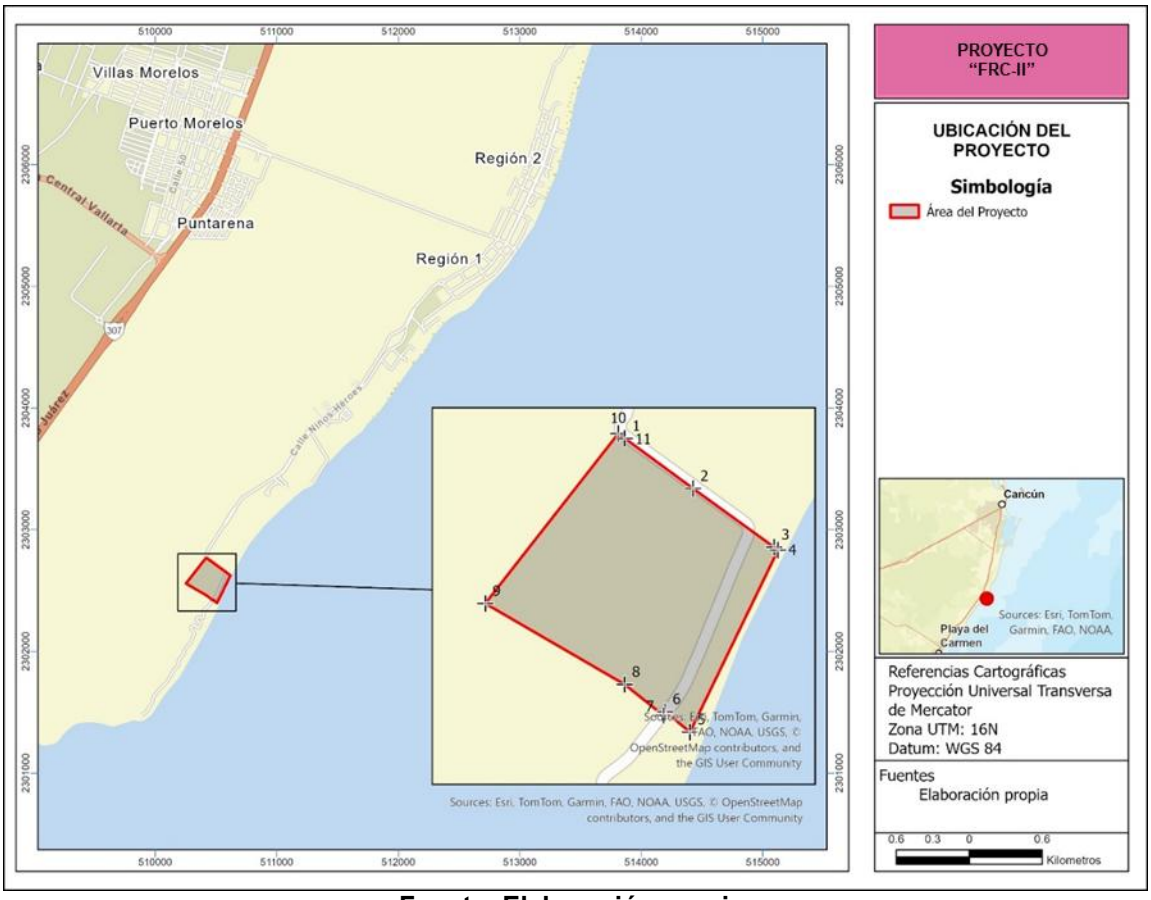
- Marco Legal Federal: Cumple con el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-059-SEMARNAT-2010 mediante la preservación total del manglar, así como con la Ley de Aguas Nacionales al proteger los cuerpos de agua.

- Ordenamiento Ecológico Local (POEL): Se ubica en la UGA 28, con una política de "Aprovechamiento sustentable", la cual es el eje rector de este desarrollo.
- Ordenamiento Ecológico General (POEGT): Se integra a los criterios de la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 62 "Karst de Yucatán y Quintana Roo".
- Planeación Urbana: Se ajusta a los parámetros del uso de suelo THM-Turístico Hotelero a los criterios técnicos de los instrumentos de planeación urbana vigentes, publicado el 19 de febrero de 2026 en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo.

2.2.4. UBICACIÓN Y DIMENSIONES DEL PROYECTO

El Proyecto "FRC-II" se localiza en la zona costera del municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, aproximadamente a 3.5 km al suroeste de la localidad de Joaquín Zetina Gasca y del Puerto de Puerto Morelos. El predio se sitúa en una zona estratégica de transición entre el ecosistema de manglar y la zona de playa. Geográficamente, el centro del sitio se localiza en la coordenada: Latitud 20° 49' 24" N; Longitud 86° 53' 58" W.

Figura 2. 1. Ubicación del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Para la delimitación legal y física del polígono que conforma el perímetro total del predio, se presentan las coordenadas bajo la proyección Universal Transversal de Mercator (UTM), Datum WGS 84, Zona 16 Q.

Tabla 2. 1. Coordenadas de los vértices del perímetro del Proyecto.

Vértice	Punto X	Punto Y
1	510427.746	2302764.402
2	510512.952	2302701.819
3	510614.159	2302628.642
4	510619.113	2302625.045
5	510509.174	2302397.960
6	510478.319	2302423.416
7	510476.064	2302418.730
8	510427.696	2302457.333
9	510253.454	2302558.308
10	510419.654	2302770.289
11	510427.746	2302764.402

Fuente: elaboración propia.

Cabe señalar que la ubicación precisa y las coordenadas de cada una de las obras de construcción que integran el proyecto (módulos, escaleras, albercas y áreas comunes) se detallan exhaustivamente en el **Anexo 2.1.** del presente manifiesto, a fin de facilitar la consulta técnica de la implantación de la infraestructura sobre el terreno.

Por otra parte, la distribución espacial y el esquema de aprovechamiento del predio que integran el Plan Maestro del Proyecto se han agrupado en cuatro categorías generales según su naturaleza constructiva y función ambiental. Es importante señalar que la descripción técnica detallada, materiales y métodos constructivos de cada uno de los componentes de estas categorías se presentarán de forma específica en secciones posteriores de este capítulo.

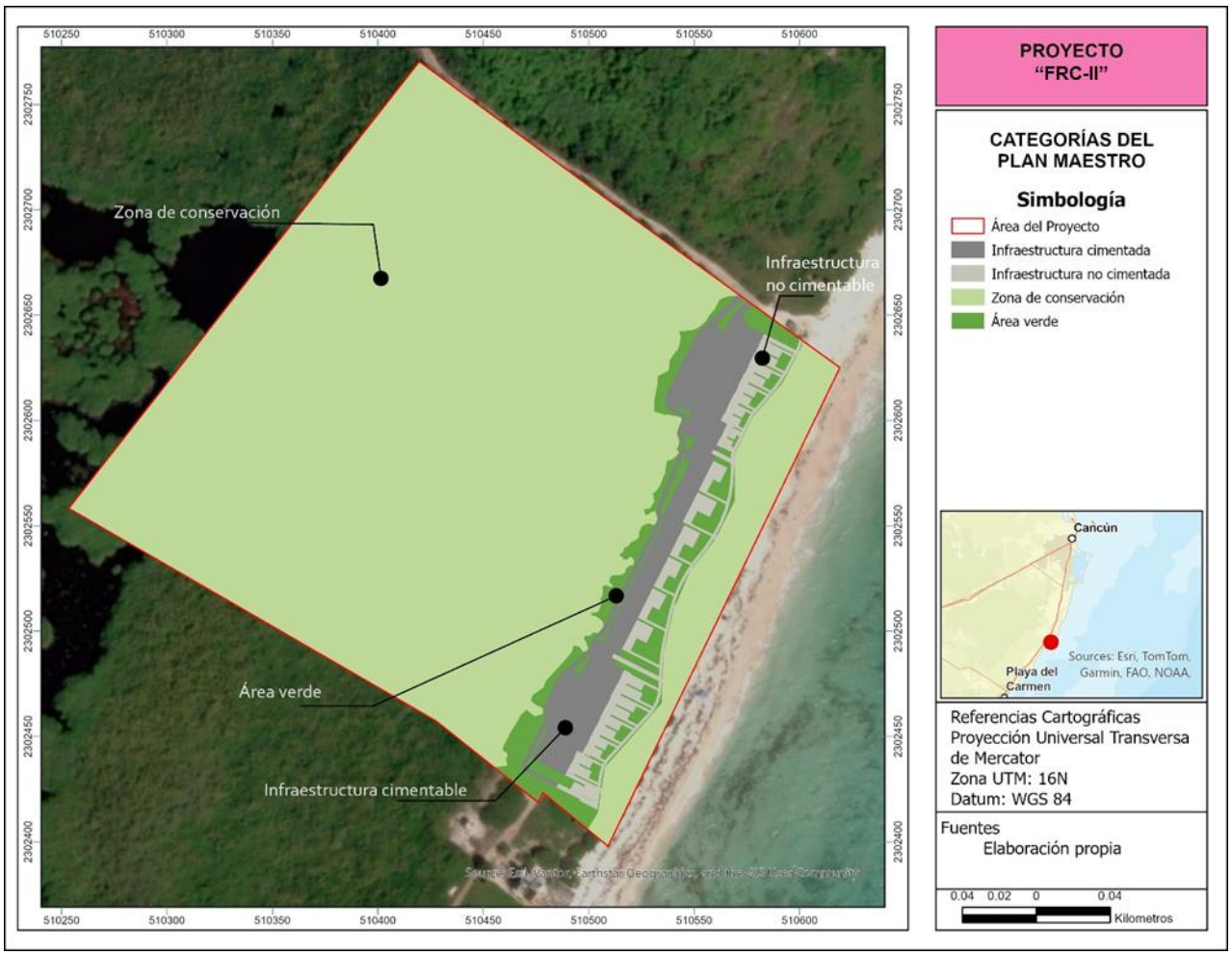
Las categorías se definen a continuación:

- **Infraestructura Cimentada**: Comprende las obras civiles de carácter permanente que requieren una cimentación fija para asegurar su estabilidad estructural y funcionalidad a largo plazo. Incluye el conjunto arquitectónico principal destinado al hospedaje, así como los núcleos de circulación operativa y accesos funcionales necesarios para la comunicación entre los distintos niveles y módulos del proyecto.
- **Infraestructura No Cimentada**: Agrupa las instalaciones y actividades de carácter temporal o desmontable que no requieren cimentación fija ni colados permanentes. Estas obras están diseñadas específicamente para su retiro sin generar afectaciones permanentes al sustrato ni modificar la morfología natural del sitio, lo que garantiza la reversibilidad total del área ocupada y minimiza los impactos sobre la dinámica costera y los ecosistemas circundantes.
- **Área de Conservación**: Superficies destinadas exclusivamente a fines de protección ambiental. En estas zonas se mantiene la integridad física de los

ecosistemas de manglar y duna costera, así como de las áreas inundables lagunares, sin que se contemple la realización de ningún tipo de obra o actividad permanente.

- **Áreas Verdes**: Espacios destinados al paisajismo y la integración escénica mediante la creación de zonas ajardinadas. Estas áreas funcionan como zonas de transición y ornamentación que utilizan especies vegetales para favorecer la armonía visual entre la infraestructura y el entorno natural.

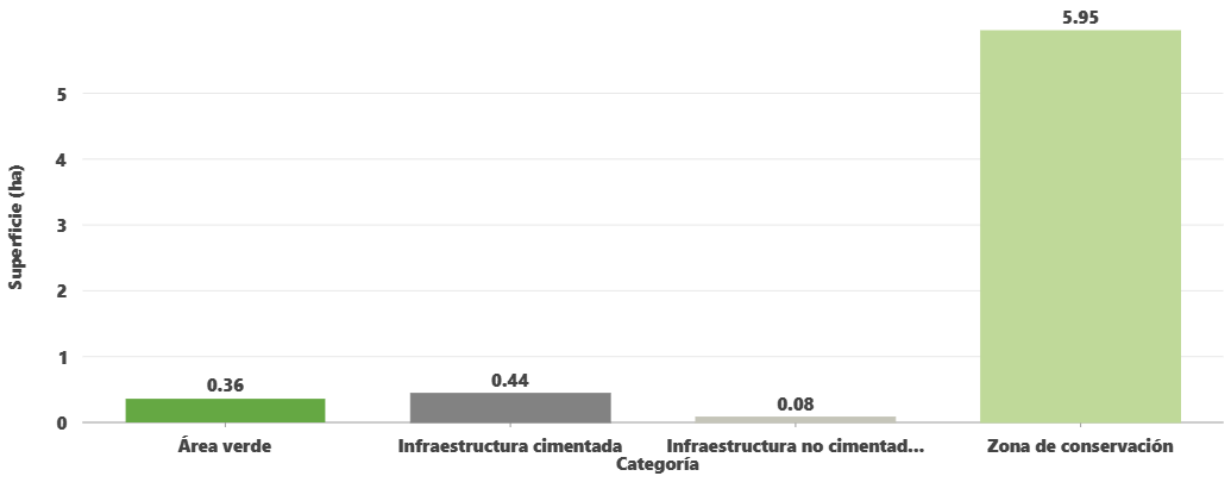
Figura 2. 2. Categorías generales del Plan Maestro



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2. 3 representa la distribución espacial del Proyecto "FRC-II" en términos de superficie, clasificada según las categorías generales de intervención y conservación dentro del predio.

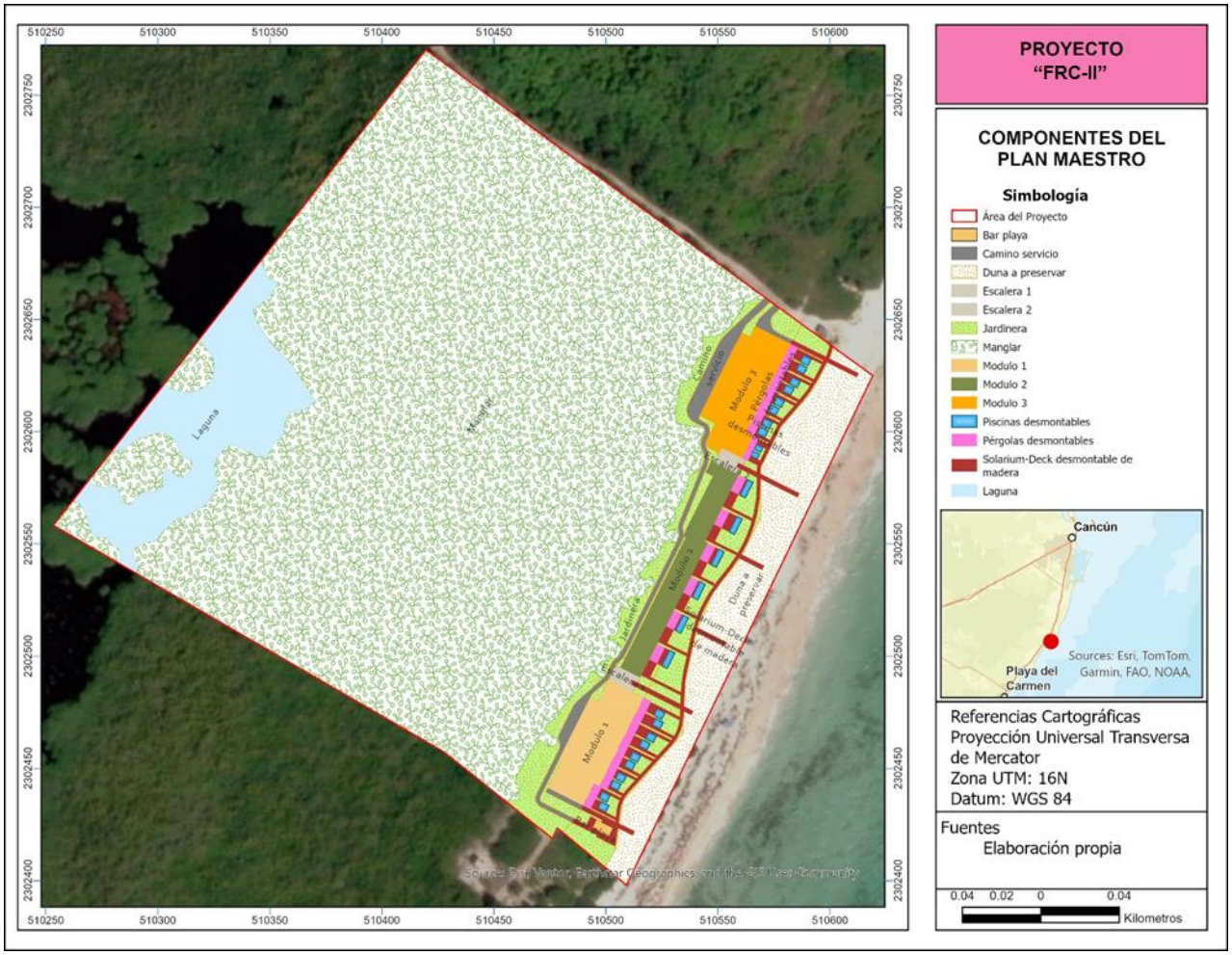
Figura 2. 3. Superficie de categorías generales.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2. 4 ilustra el emplazamiento general del Proyecto sobre la superficie total del predio. En esta representación geográfica se visualiza la dominancia de la Zona de conservación, que representa el 85.14% del predio, integrando de manera continua los ecosistemas de manglar, área lagunar y duna costera. La ubicación estratégica de la huella de desarrollo se sitúa en el frente costero, lo que garantiza la integridad funcional del resto del terreno y evita la fragmentación del hábitat crítico en la zona oeste. Este mapa permite observar la relación espacial del predio con el litoral del Mar Caribe.

Figura 2. 4. Componentes específicos del Plan Maestro.

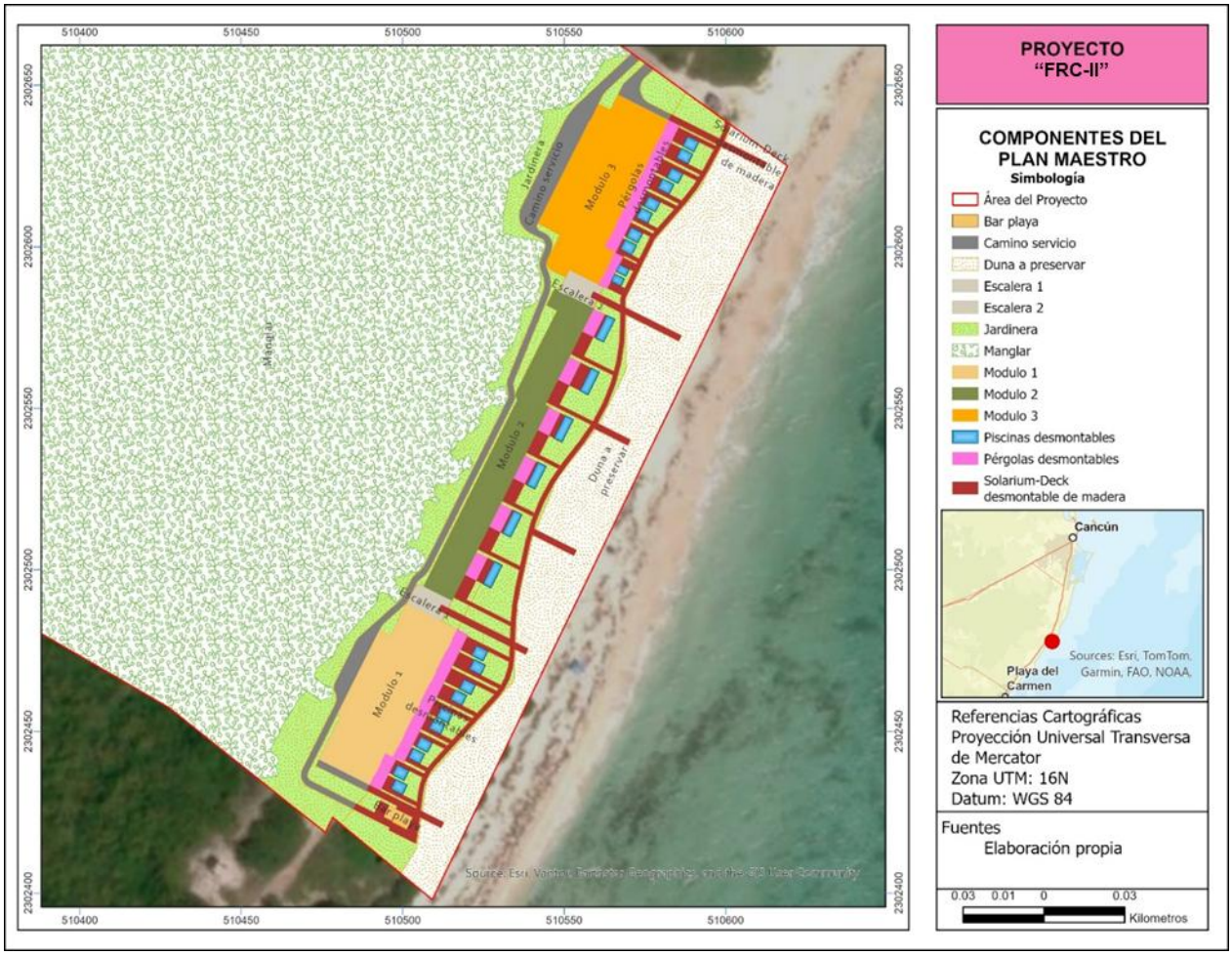


Fuente: Elaboración propia.

La Figura 2. 5 presenta un acercamiento técnico a la zona de aprovechamiento del Proyecto, donde se concentra la mayor densidad de obras y actividades del Plan Maestro.

Es fundamental precisar que, aunque el Solarium-Deck desmontable de madera se proyecta espacialmente sobre la zona de duna a preservar, no existe contradicción con los objetivos de conservación. Este elemento consiste en una tarima de madera elevada, instalada mediante apoyos puntuales sin cimentaciones fijas ni colados permanentes. Su diseño garantiza la reversibilidad total, permite el libre flujo pluvial y eólico, y evita la compactación del sustrato, manteniendo intacta la función ecológica y la morfología de la duna.

Figura 2. 5. Acercamiento a la zona de aprovechamiento del Plan Maestro.



Fuente: elaboración propia.

La distribución detallada de las superficies del Proyecto "FRC-II" se presenta en la Tabla 2. 2 donde se desglosa la ocupación del predio de bajo una estructura jerárquica que diferencia las macro-categorías de manejo de los componentes específicos del diseño arquitectónico.

Tabla 2. 2. Superficies del Plan Maestro

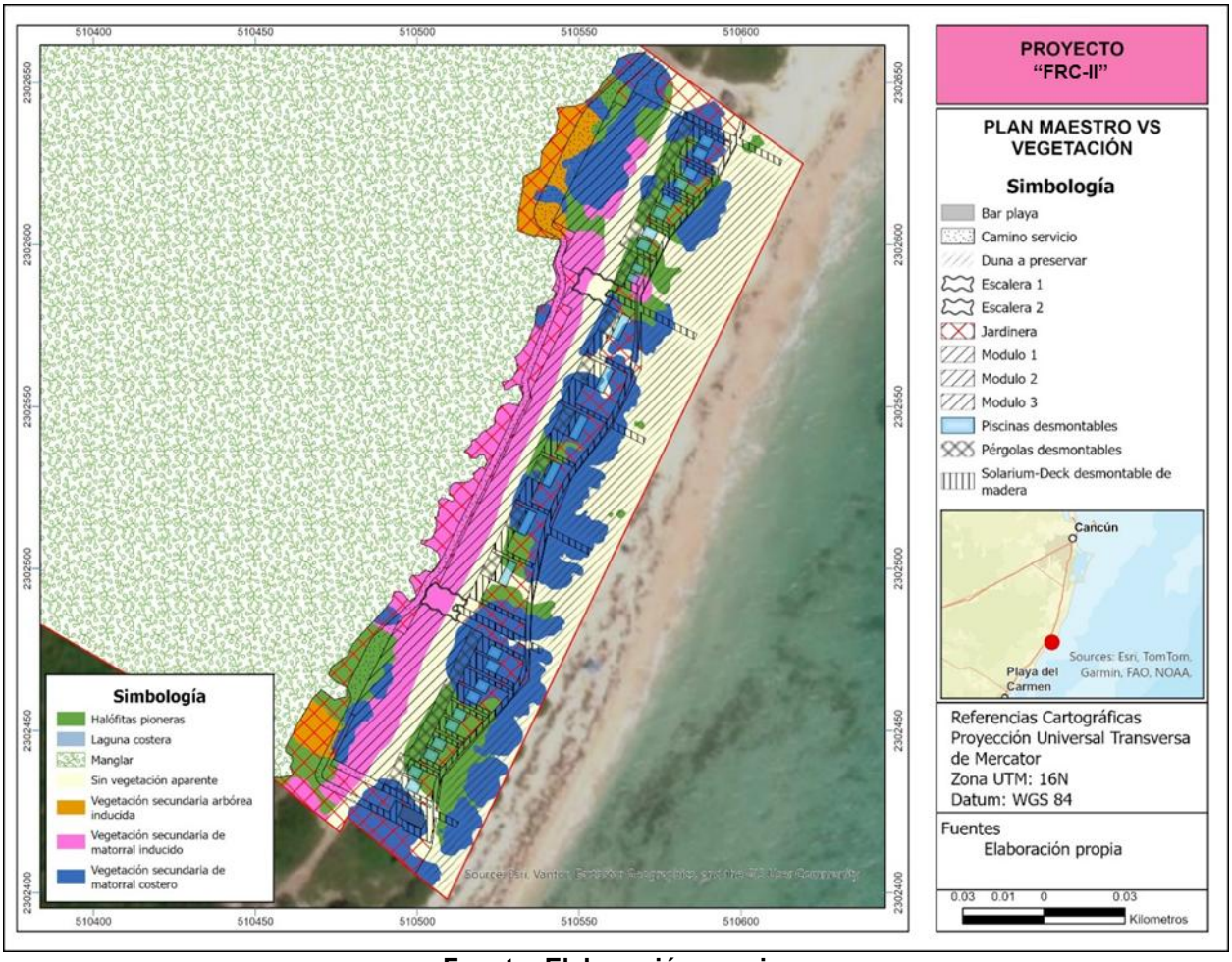
Concepto	Superficie (ha)	Superficie (m^2)
Área verde	**0.3623**	**3622.595961**
Jardinera	0.3623	3622.595961
Infraestructura cimentada	**0.4411**	**4410.636318**
Camino servicio	0.0960	959.7421789
Escalera 1	0.0081	81.08172928
Escalera 2	0.0080	80.44637364
Modulo 1	0.1093	1093.377252

Concepto	Superficie (ha)	Superficie (m^2)
Modulo 2	0.1020	1020.01053
Modulo 3	0.1176	1175.978254
Infraestructura no cimentada	**0.2371**	**2371.4558**
Bar playa	0.0035	34.85926582
Pérgolas desmontables	0.0588	588.3169445
Piscinas desmontables	0.0394	393.900844
Solarium-Deck desmontable de madera	0.1354	1354.378746
Zona de conservación	**5.9582**	**59582.15712**
Duna a preservar	0.4461	4460.658598
Laguna	0.4508	4507.763584
Manglar	5.0477	50477.02339
Solarium-Deck desmontable de madera	0.0137	136.7115402
Total general	**6.9987**	**69986.84519**

Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, para contextualizar sobre los elementos del Proyecto sobre la vegetación del sitio, en la Figura 2. 6, se presenta un acercamiento técnico centrado exclusivamente en la zona de inserción de la infraestructura y sus áreas de influencia directa. En esta escala de detalle, se omite la representación del resto de la superficie de manglar y la laguna costera, toda vez que dichas áreas se mantienen íntegras, sin cambios y bajo un régimen de preservación absoluta, quedando totalmente fuera de la huella de intervención del Proyecto.

Figura 2. 6. Elementos del Plan Maestro en comparación con la vegetación del sitio.



Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente Tabla, se presenta el desglose de la superficie ocupada por cada elemento del Plan Maestro (Módulos, escaleras, caminos, etc.) en función del tipo de cobertura vegetal sobre la que se asienta. Este análisis permite observar lo siguiente:

- Evitación de Impactos Críticos: Se ratifica que tanto para el Manglar como para el área Lagunar el desplante de obra es de 0 m^2.
- Distribución de la Huella Constructiva: Los componentes cimentados y no cimentados se superponen mayoritariamente sobre superficies de vegetación secundaria arbustiva, matorral disperso y áreas previamente impactadas (como el camino de acceso existente), minimizando la remoción de vegetación prístina.
- Compatibilidad en Zona de Duna: Para los elementos situados en la franja costera, como el Solarium-Deck, la superposición ocurre sobre duna. Sin embargo, se especifica que esta relación es de carácter elevado, permitiendo la permanencia de la vegetación halófita bajo la estructura desmontable.

Tabla 2. 3. Comparativo de superficies de los elementos del PM y la vegetación actual.

Concepto	Superficie (ha)	Superficie (m^2)
Bar playa	**0.0035**	**34.86**
Sin vegetación aparente	0.0001	0.93
Vegetación secundaria de matorral costero	0.0034	33.93
Camino servicio	**0.0960**	**959.75**
Halófitas pioneras	0.0188	187.54
Sin vegetación aparente	0.0031	31.44
Vegetación secundaria arbórea inducida	0.0202	201.96
Vegetación secundaria de matorral costero	0.0237	236.67
Vegetación secundaria de matorral inducido	0.0302	302.14
Duna para preservar	**0.4461**	**4460.66**
Halófitas pioneras	0.0327	327.23
Sin vegetación aparente	0.2725	2724.52
Vegetación secundaria de matorral costero	0.1394	1394.04
Vegetación secundaria de matorral inducido	0.0015	14.87
Escalera 1	**0.0081**	**81.08**
Sin vegetación aparente	0.0018	18.36
Vegetación secundaria de matorral inducido	0.0063	62.72
Escalera 2	**0.0080**	**80.45**
Halófitas pioneras	0.0005	4.78
Sin vegetación aparente	0.0045	45.44
Vegetación secundaria de matorral costero	0.0004	3.72
Vegetación secundaria de matorral inducido	0.0027	26.50
Jardinera	**0.3623**	**3622.60**
Halófitas pioneras	0.0834	834.44
Sin vegetación aparente	0.0379	379.24
Vegetación secundaria arbórea inducida	0.0402	402.06
Vegetación secundaria de matorral costero	0.1255	1255.15
Vegetación secundaria de matorral inducido	0.0752	751.70
Laguna	**0.4508**	**4507.76**
Laguna costera	0.4508	4507.76
Manglar	**5.0477**	**50477.02**
Manglar	5.0477	50477.02
Modulo 1	**0.1093**	**1093.38**
Halófitas pioneras	0.0088	87.82
Sin vegetación aparente	0.0347	346.65
Vegetación secundaria arbórea inducida	0.0000	0.15
Vegetación secundaria de matorral costero	0.0167	166.86

Concepto	Superficie (ha)	Superficie (m^2)
Vegetación secundaria de matorral inducido	0.0492	491.90
Modulo 2	**0.1020**	**1020.01**
Halófitas pioneras	0.0026	25.61
Sin vegetación aparente	0.0342	341.59
Vegetación secundaria de matorral costero	0.0090	89.82
Vegetación secundaria de matorral inducido	0.0563	562.99
Modulo 3	**0.1176**	**1175.98**
Halófitas pioneras	0.0214	214.09
Sin vegetación aparente	0.0270	270.42
Vegetación secundaria arbórea inducida	0.0018	17.63
Vegetación secundaria de matorral costero	0.0443	443.09
Vegetación secundaria de matorral inducido	0.0231	230.74
Pérgolas desmontables	**0.0588**	**588.32**
Halófitas pioneras	0.0257	257.22
Sin vegetación aparente	0.0116	115.99
Vegetación secundaria de matorral costero	0.0215	215.11
Piscinas desmontables	**0.0394**	**393.90**
Halófitas pioneras	0.0142	142.01
Sin vegetación aparente	0.0063	62.91
Vegetación secundaria de matorral costero	0.0185	185.26
Vegetación secundaria de matorral inducido	0.0004	3.72
Solarium-Deck desmontable de madera	**0.1491**	**1491.09**
Halófitas pioneras	0.0406	405.76
Sin vegetación aparente	0.0277	276.86
Vegetación secundaria de matorral costero	0.0791	790.93
Vegetación secundaria de matorral inducido	0.0018	17.53
Total general	**6.9987**	**69986.85**

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5. INVERSIÓN REQUERIDA

El monto de inversión se ha proyectado considerando el ciclo de vida completo del Proyecto, diferenciando los gastos de capital de los gastos operativos y la inversión destinada a la protección ambiental.

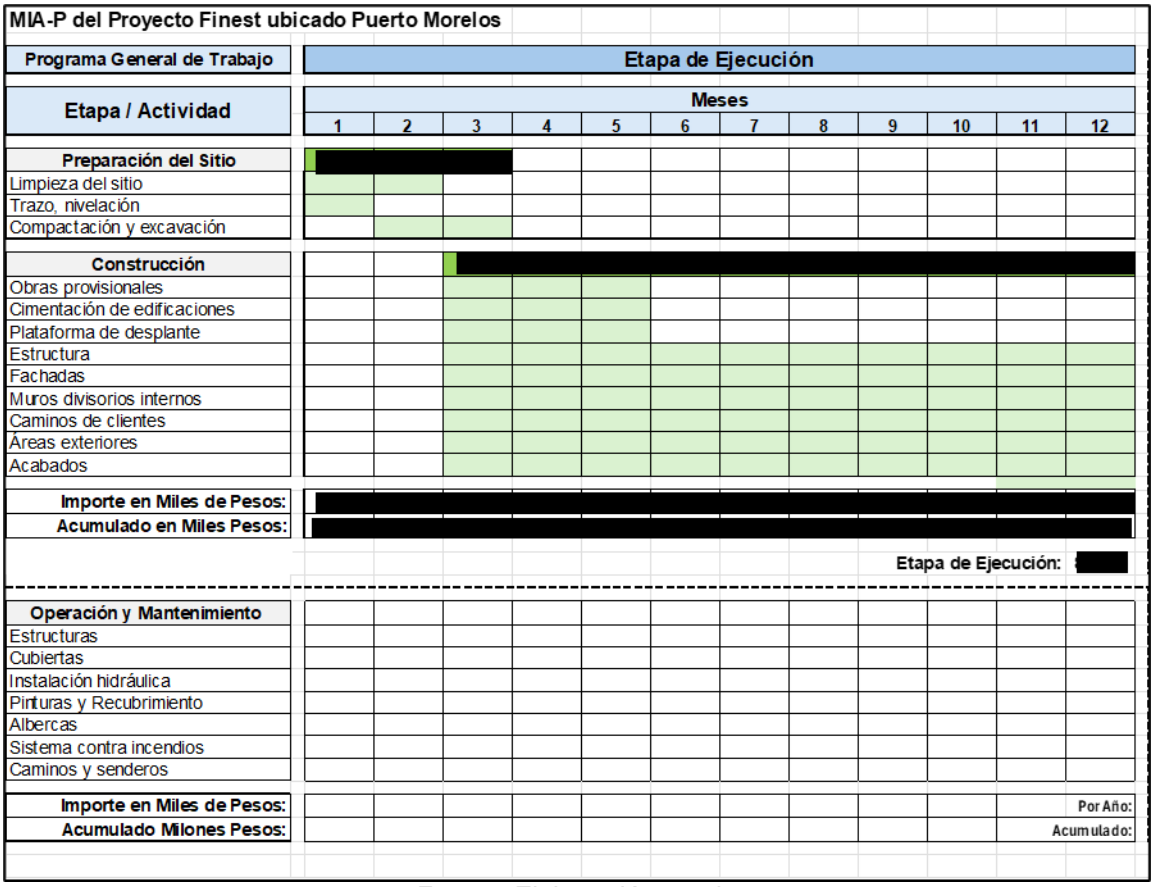
Inversión por Fases del Proyecto

El monto total estimado para la ejecución del Proyecto "FRC-II" se desglosa en las siguientes etapas principales:

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.

monto contempla la adquisición de insumos, contratación de personal técnico y especializado, y la ejecución de la infraestructura cimentada y no cimentada.

- **Tabla 2. 4. Inversión requerida por etapas del proyecto**



MIA-P del Proyecto Finest ubicado Puerto Morelos												
Programa General de Trabajo	**Etapa de Ejecución**											
Etapa / Actividad	**Meses**											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del Sitio												
Limpieza del sitio												
Trazo, nivelación												
Compactación y excavación												
Construcción												
Obras provisionales												
Cimentación de edificaciones												
Plataforma de desplante												
Estructura												
Fachadas												
Muros divisorios internos												
Caminos de clientes												
Áreas exteriores												
Acabados												
Importe en Miles de Pesos:												
Acumulado en Miles Pesos:												
												Etapa de Ejecución:
Operación y Mantenimiento												
Estructuras												
Cubiertas												
Instalación hidráulica												
Pinturas y Recubrimiento												
Albercas												
Sistema contra incendios												
Caminos y senderos												
Importe en Miles de Pesos:												**Por Año:**
Acumulado Milones Pesos:												**Acumulado:**

Fuente: Elaboración propia

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.

Costos para Medidas de Prevención y Mitigación

Como parte fundamental del compromiso de sustentabilidad, el Proyecto destina un presupuesto específico para la aplicación de las medidas ambientales descritas en los capítulos correspondientes de este manifiesto:

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.

2.2.6. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS

El Proyecto se localiza en una zona con disponibilidad limitada de servicios públicos municipales, por lo que el esquema de urbanización se basa en la autonomía técnica y la interconexión con infraestructura existente del complejo contiguo autorizado en materia de impacto ambiental, el proyecto no contará con cojones de estacionamiento, toda vez que dará este servicio al complejo contiguo. A continuación, se describen los servicios y la responsabilidad de su ejecución.

Servicios Básicos y Vías de Acceso

- **Vías de Acceso:** El sitio cuenta con acceso terrestre a través de la **Carretera Federal 307**. El trayecto inicia en la colonia Joaquín Zetina Gasca hacia el puerto, continuando por una ruta de **3.5 km** en dirección suroeste hasta el predio en Playa los Coquitos. El mantenimiento de los accesos internos será responsabilidad del promovente.
- **Agua Potable:** Actualmente no se dispone de servicio municipal en el sitio. La infraestructura necesaria consiste en ampliar la red de sistema de distribución mediante bombeo y tuberías de PVC con la que cuenta el desarrollo turístico contiguo propiedad del mismo promovente, quedando todo como parte de un mismo complejo hotelero.
- **Energía Eléctrica:** No se contempla conexión directa a la red pública para el suministro total. Se instalará un sistema mixto compuesto por generadores de combustión interna para redes de consumo y celdas solares para la iluminación LED. Toda la infraestructura eléctrica interna será construida y operada por el promovente.
- **Drenaje y Alcantarillado:** El sitio no cuenta con red de alcantarillado municipal. Se construirá una red interna de colectores por gravedad (tubería SDR-41) y cárcamos de bombeo que conducirán los efluentes hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del complejo contiguo.

Servicios de Apoyo

- **Tratamiento de Aguas Residuales:** El soporte para este servicio será brindado por la PTAR del complejo contiguo. Esta instalación se encargará del tratamiento completo de los efluentes para su reutilización en el riego de áreas ajardinadas, cumpliendo con la NOM-003-SEMARNAT-1997. La operación de la planta y la red de conducción será responsabilidad del promovente o del tercero operador del complejo asociado.
- **Telecomunicaciones (Voz y Datos):** El servicio se obtendrá mediante la conexión a la infraestructura de telecomunicaciones existente en la zona del complejo. Se dispondrán canalizaciones por galería técnica para servicios de telefonía, datos y Wi-Fi.

- **Drenaje Pluvial:** Se construirá una red de colectores y pozos pluviales con pre-tratamiento para la infiltración de escorrentías.
- **Protección Contra Incendios:** Se ampliará la red existente del complejo, añadiendo hidrantes y rociadores automáticos.
- **Suministro de Gas:** Se integrará al sistema de Gas LP existente en el área técnica del complejo contiguo mediante una red de tuberías enterradas.

Consideraciones para la Factibilidad Jurídica y Técnica de los Servicios

Para garantizar la viabilidad del suministro y cumplir con los estándares de gestión de riesgos, el promovente asegura el cumplimiento de las siguientes obligaciones:

- Garantía de Suministro por Terceros: La operación de la PTAR será realizada desde el complejo contiguo, mismo que cuenta con la capacidad excedente necesaria para absorber la demanda del Proyecto sin comprometer sus límites de diseño. El sistema de Gas LP y la Red de Protección contra incendios será diseñado por el promovente cumpliendo las normativas Municipales en materia de Protección Civil; el suministro será contratado a una Compañía local que proveerá de los tanques de almacenamiento necesarios.
- Regularización de Fuentes de Abastecimiento: El suministro de agua para el proyecto será proporcionado por el complejo contiguo, el cual obtiene el recurso mediante extracción de agua subterránea debidamente autorizada. El volumen entregado al proyecto, así como las condiciones de disponibilidad, operación y distribución, se sujetarán a lo establecido en los acuerdos y convenios específicos que se formalicen entre ambas partes, los cuales deberán alinearse a los volúmenes concesionados y condiciones de extracción autorizadas por la autoridad competente. Asimismo, se implementará un Programa de Mantenimiento Trimestral para garantizar la integridad y confiabilidad del sistema de abastecimiento, que incluirá: revisión mecánica y eléctrica del equipo de bombeo, verificación de hermeticidad y presión en líneas de conducción, calibración del sistema de medición volumétrica y acciones de limpieza y desinfección en infraestructura de almacenamiento. Con ello se asegura tanto la integridad mecánica del sistema, como la calidad y continuidad del recurso hídrico suministrado.
- Cumplimiento de Emisiones Atmosféricas: Dado que la generación eléctrica dependerá parcialmente de un sistema de combustión interna, el promovente tramitará ante la autoridad competente el registro de emisiones, asegurando que los equipos operen bajo los límites permitidos de emisión de gases a la atmósfera.

2.3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

Debido a que el área donde se pretende realizar el Proyecto se encuentra en un estado natural y sin urbanizar, es necesario realizar una serie de obras y actividades de manera que se logre el desarrollo del Proyecto apegado a los objetivos plateados.

A continuación, se describen las etapas del Proyecto con sus obras y actividades involucradas a lo largo de su vida útil.

2.3.1. REPRESENTACIÓN GRÁFICA LOCAL

Como se ha mencionado anteriormente, el Proyecto tiene como objetivo la construcción de un espacio turístico hotelero de 5 niveles, que contará con 130 habitaciones y sus obras asociadas, bajo un concepto de arquitectura sostenible. A continuación, se describen y se muestran los elementos que componen el Proyecto con base en su Plan Maestro, además, se presenta la información referente a todas las obras y actividades conformarán el Proyecto.

TIPOLOGÍAS DE LAS HABITACIONES

- **Módulos de habitaciones**

El total de las 130 habitaciones estarán dividas en 3 secciones diferentes ya que cada una de estas secciones contempla distintas tipologías de los productos que se ofertan entre las demás. A cada una de estas secciones se les denominará como “Módulos”.

De manera general en cada uno de los módulos, las habitaciones se encuentran distribuidas dentro de 5 niveles con los que cuenta el edificio, todas las habitaciones localizadas en el nivel 1 cuentan con un espacio de solárium y una piscina privada, mientras que, aquellas que se encuentren en el nivel 5 o último nivel, tendrán acceso directo a una terraza privativa en cubierta; Las habitaciones ubicadas dentro de los niveles 2 al 4 se dispondrán en diferentes bloques separados por zonas según usos; sección regular, FRC-II club, excellence club y zona flexible.

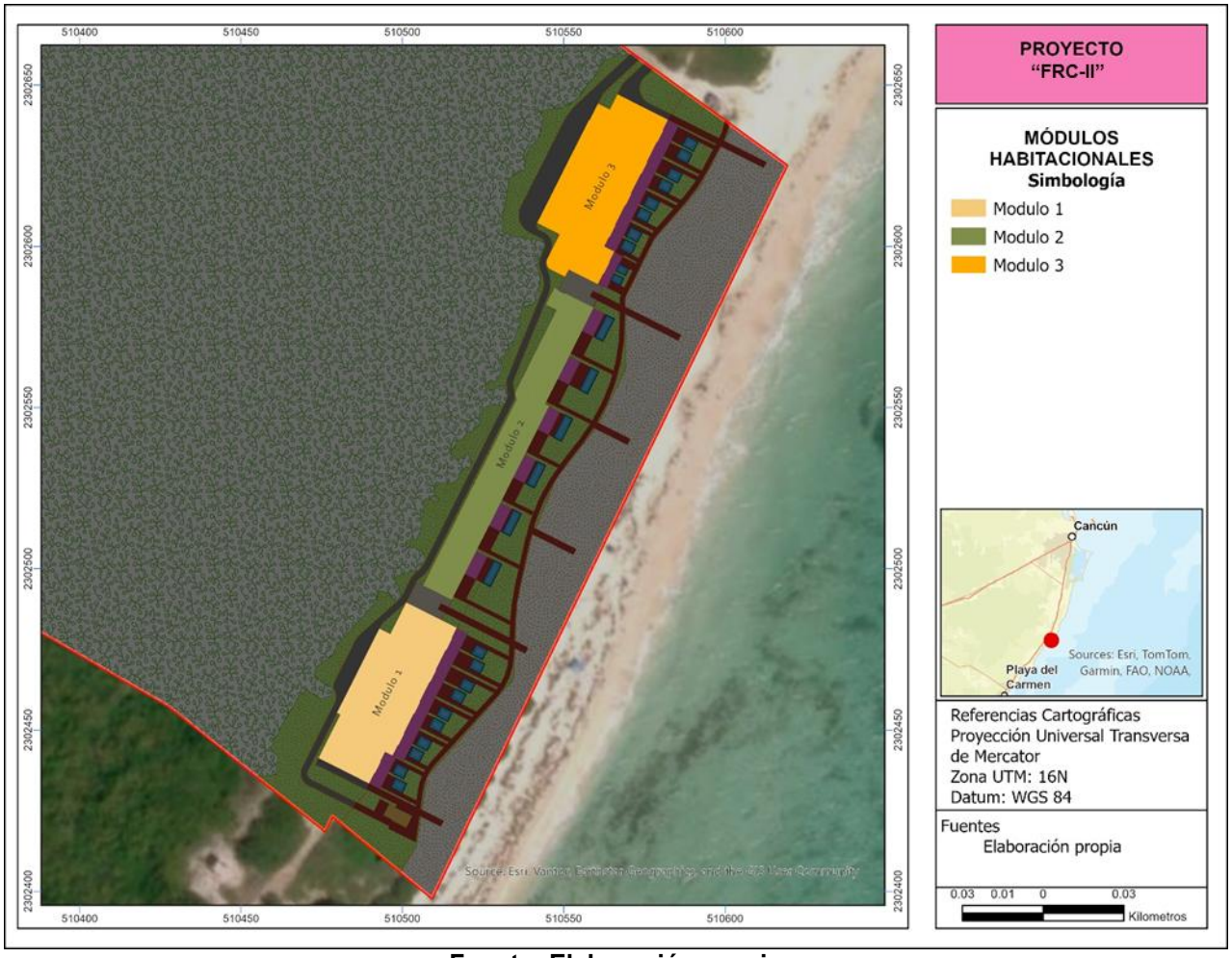
Se consideran 2 tipologías de habitaciones: tipo Ocean Front e Imperial, las cuales serán divididas en módulos de la siguiente manera:

- Módulo 1 y 3: Consta de 50 habitaciones de tipo Ocean Front en cada módulo, las cuales se encontrarán dentro de la primera línea del mar, estas habitaciones constan de vestidor independiente, baño con acceso desde la zona de tocador, la división entre la zona de dormir y la de estar es mediante dos grandes puertas correderas. La habitación dispone de una terraza con un jacuzzi en uno de sus laterales, al que también se accede desde el interior de la habitación. Este espacio queda abierto y a su vez protegido del exterior por una mampara acristalada de idénticas características a las descritas anteriormente. Las habitaciones ubicadas en el nivel 1 dispondrán de solárium y piscina, mientras que las habitaciones ubicadas en el nivel 5 cuentan con una escalera interior que comunica la habitación con una terraza de uso privado en planta cubierta, dotada de una minipiscina y una amplia zona de relax.
- Módulo 2: Consta de 30 habitaciones de tipo “Imperial” ubicadas en primera línea de playa. Distribuidas en cinco niveles, cada unidad dispone de vestíbulo, sala de estar y un dormitorio con vestidor, baño privado y jacuzzi. Además, todas cuentan con terraza y piscina privada. Las habitaciones en planta baja destacan por ofrecer una piscina de mayores dimensiones, mientras que las situadas en el *Roof Top*

incorporan una escalera interior hacia una terraza privada en cubierta, equipada con minipiscina y zona de relax.

A continuación, en la Figura 2. 7 se muestra la ubicación de cada uno de los módulos habitacionales.

Figura 2. 7. Ubicación de módulos habitacionales

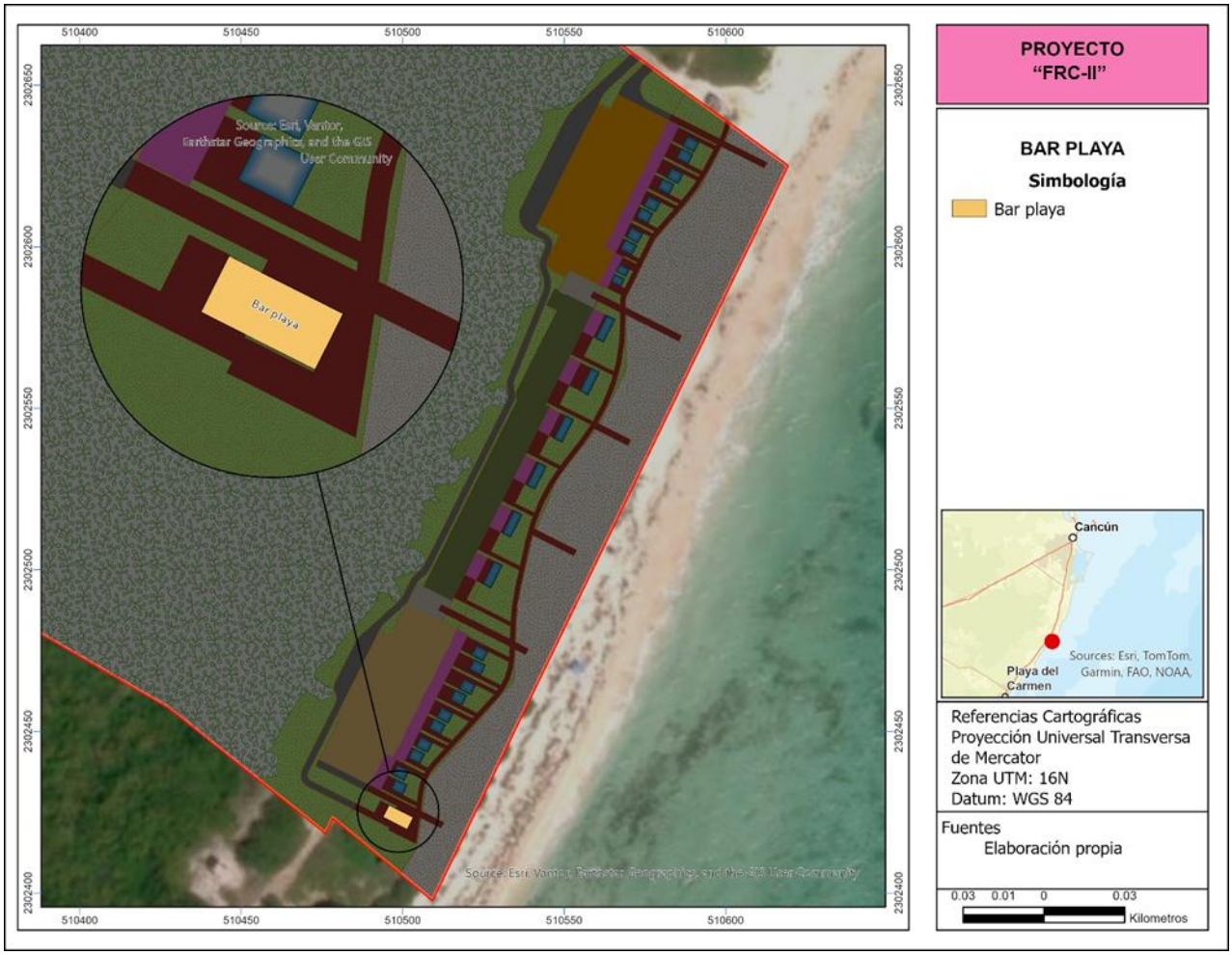


Fuente: Elaboración propia

- **Bar Playa**

Se proyecta un bar desmontable localizado en la franja de playa en zona no cimentable (Figura 2. 8). Su diseño considera una estructura ligera, elevada y totalmente removible, con materiales resistentes a la intemperie, evitando cimentaciones permanentes y garantizando la reversibilidad total de la instalación.

Figura 2. 8. Ubicación del bar de playa

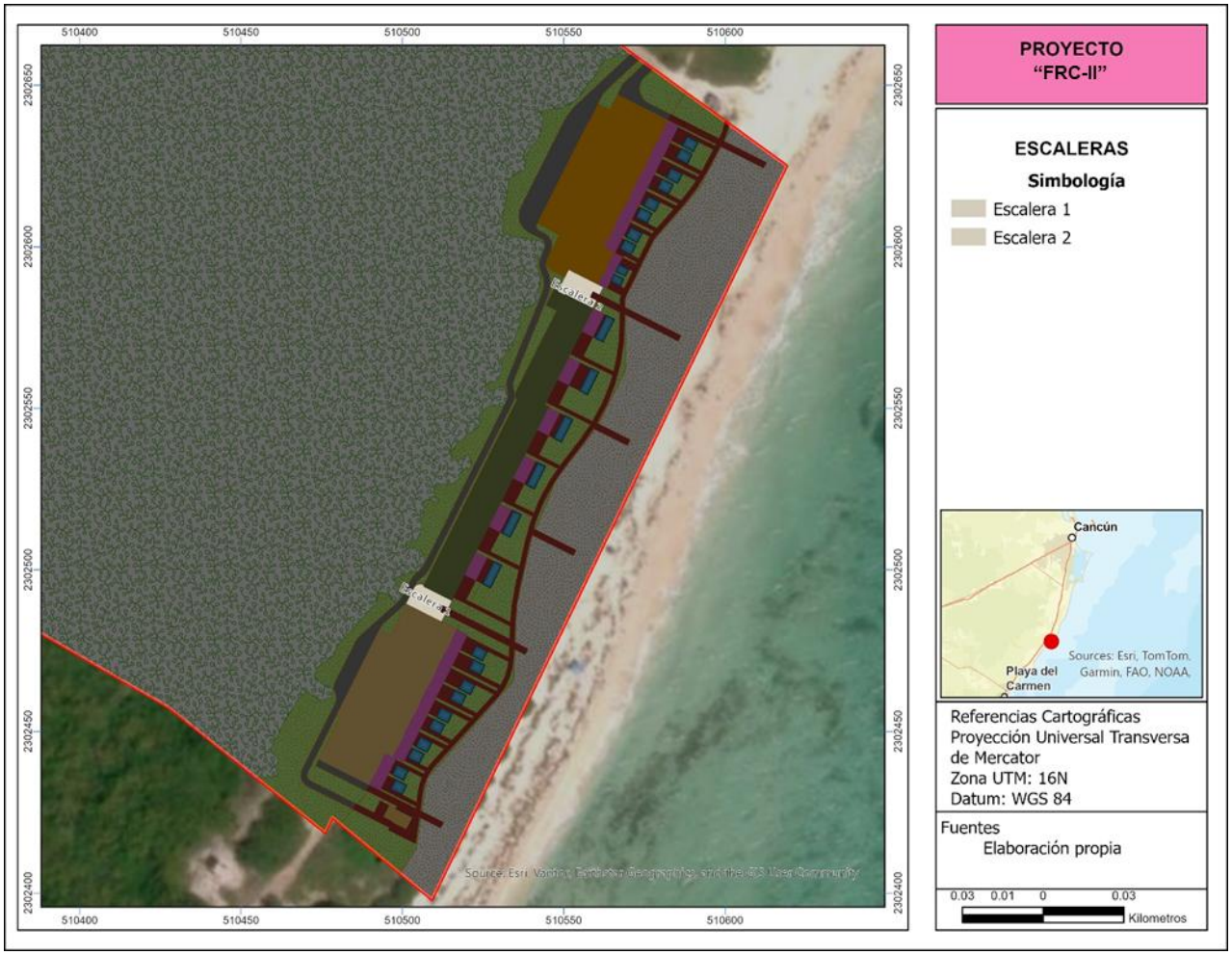


Fuente: Elaboración propia

- **Escaleras 1 y 2**

Se plantean elementos de circulación vertical exterior ubicados estratégicamente entre bloques de habitaciones. Estas escaleras que se muestran en la Figura 2. 9 permiten la evacuación segura y la conexión vertical en zonas de separación de edificios.

Figura 2. 9. Ubicación de escaleras

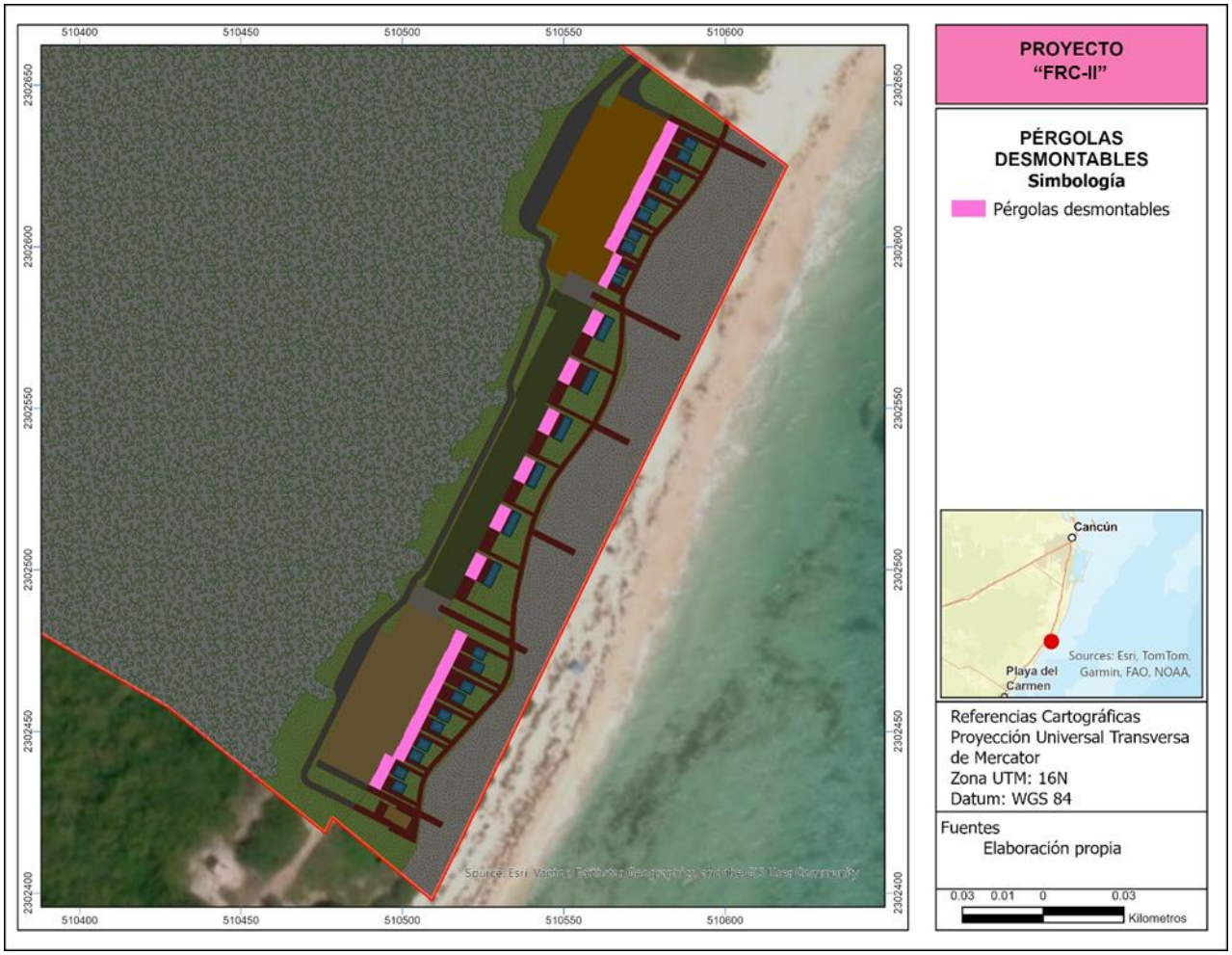


Fuente: Elaboración propia

- **Pérgolas desmontables**

Se proyectan pérgolas ligeras (Figura 2. 10). Cubiertas con lamas orientables o malla sombra que facilitan el control solar y la ventilación natural empleando anclajes mecánicos removibles sobre plataformas superficiales sin colados permanentes lo que asegura la mínima afectación al terreno natural.

Figura 2. 10. Ubicación de pérgolas desmontables



Fuente: Elaboración propia

- **Solarium + Deck desmontable**

Se trata de una tarima elevada desmontable de 0.020 a 0.025.00 m de espesor con una separación mínima de 0.15 m respecto al terreno natural lo que permite el libre escurrimiento pluvial y evita la compactación del sustrato mediante un sistema de anclaje superficial totalmente removible que asegura la ausencia de cimentaciones permanentes. En la Figura 2. 11 se muestra su ubicación.

En la ejecución de un sistema de cimentación profunda a base de pilotes colados en sitio, en aquellas áreas donde no se empleará cimentación superficial tradicional (zapatas aisladas, corridas o losas de cimentación), debido a las características geotécnicas del terreno.

Número y características de los pilotes

Se estima la construcción de 322 pilotes de concreto reforzado, con las siguientes características:

Diámetro: 0.60 m

Área transversal por pilote: 0.283 m²

Superficie total estimada de sección estructural: 91.13 m²

Profundidad promedio estimada: 5.00 m

La profundidad definitiva podrá ajustarse conforme a los resultados del estudio de mecánica de suelos, garantizando el anclaje en estratos con capacidad portante adecuada.

Materiales

Concreto estructural: resistencia f'c = 350 kg/cm², con aditivo impermeabilizante integral.

Relación agua/cemento: menor a 0.45.

Acero de refuerzo: acero estructural de alta resistencia, habilitado y armado conforme a proyecto estructural.

Procedimiento constructivo

Los pilotes serán ejecutados mediante perforación mecánica con equipo especializado. En caso necesario, se emplearán ademes metálicos temporales para estabilización del terreno.

El colado se realizará mediante tubería tipo tremie, garantizando la continuidad del elemento y evitando segregación del concreto.

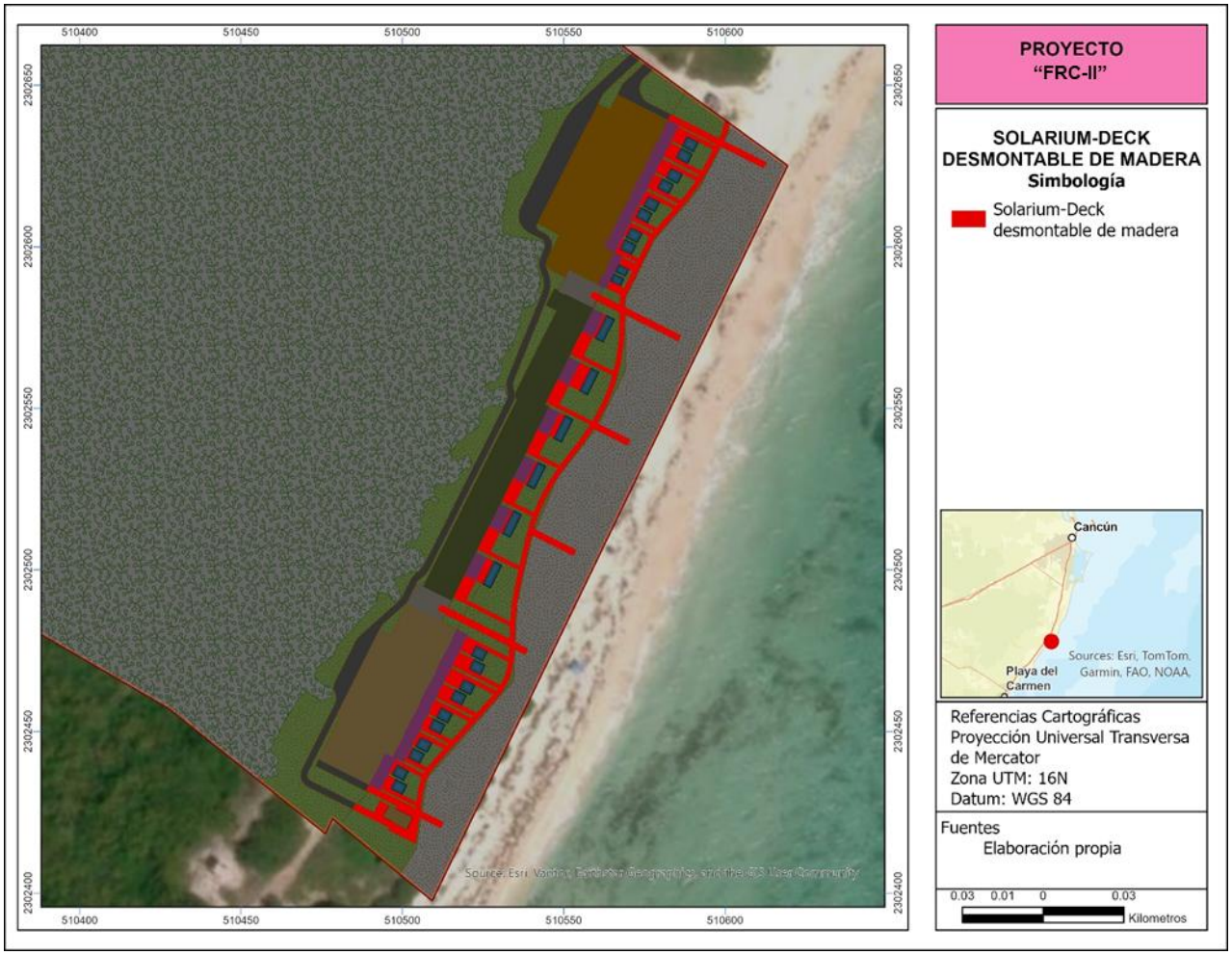
El sistema de pilotes tendrá como finalidad:

Transmitir las cargas de la superestructura a estratos profundos competentes.

Reducir riesgos de asentamientos diferenciales.

Mejorar la estabilidad general de la edificación.

Figura 2. 11. Ubicación de Solarium + Deck desmontable

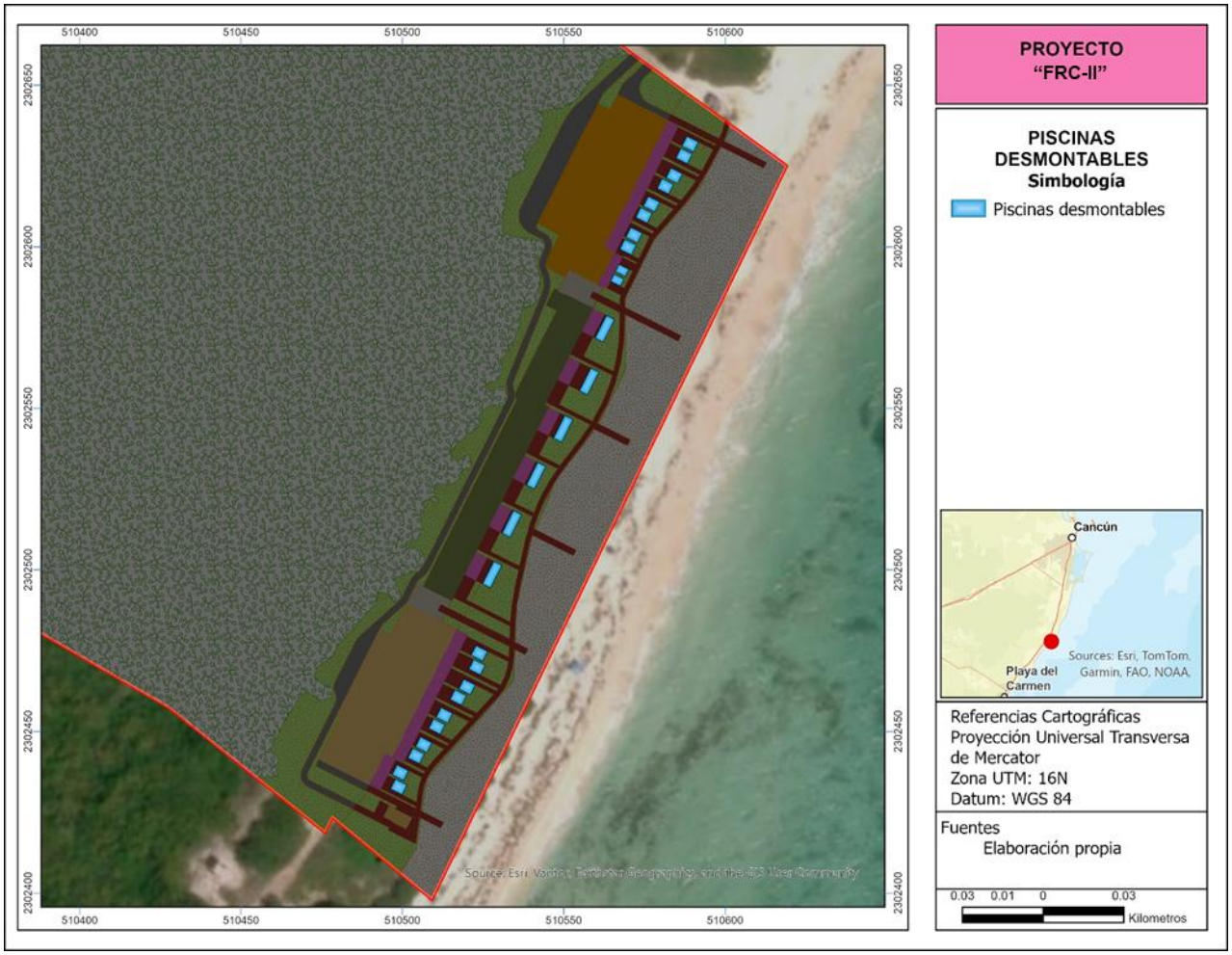


Fuente: Elaboración propia

- **Piscinas desmontables**

Se consideran piscinas prefabricadas en fibra de vidrio reforzada con carácter modular y completamente desmontable montadas sobre plataformas superficiales niveladas sin excavaciones ni cimentaciones permanentes y equipadas con sistemas de filtración. Su ubicación se muestra en la Figura 2. 12.

Figura 2. 12. Ubicación de pisinas desmontables

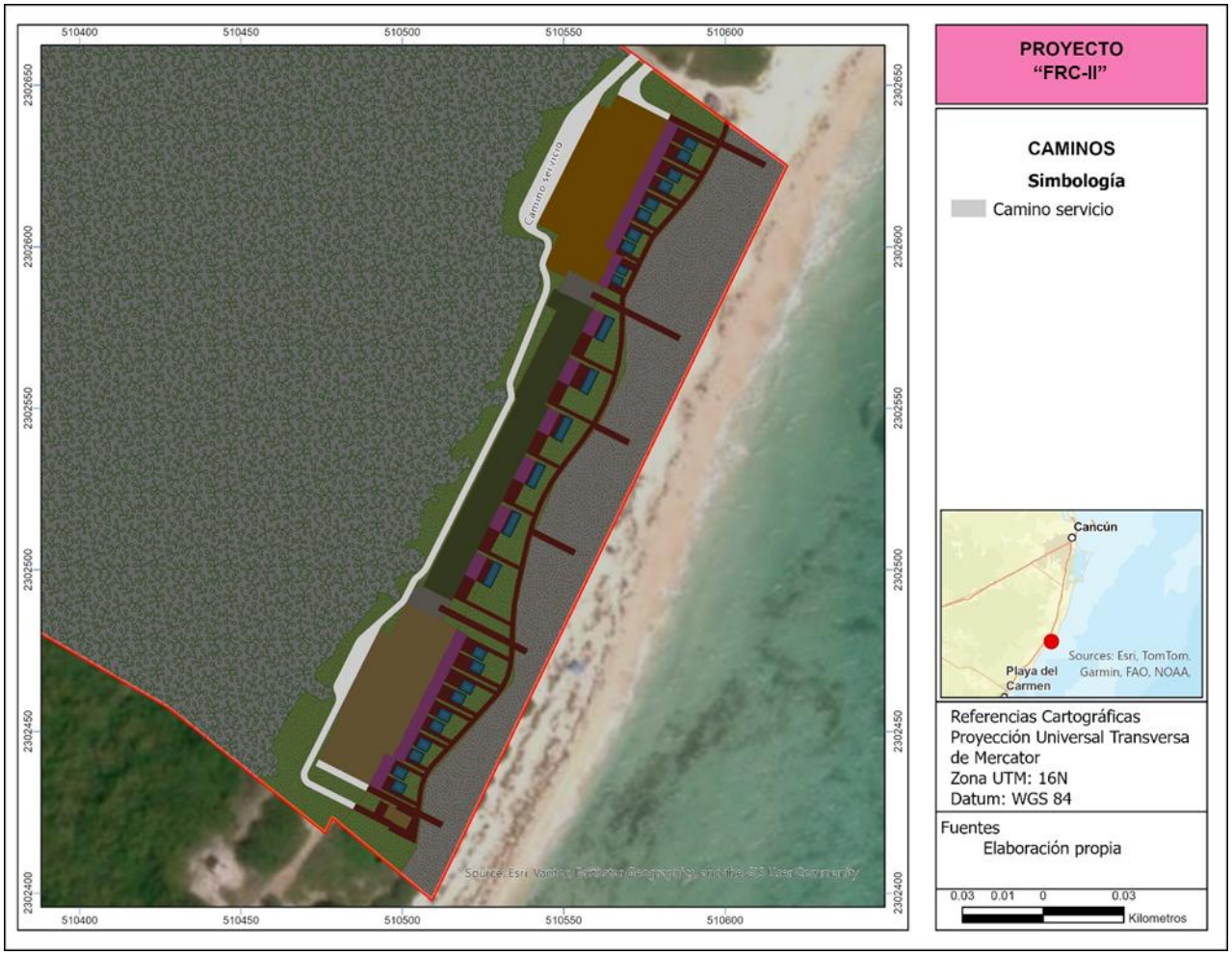


Fuente: Elaboración propia

- **Caminos de clientes**

Se proponen senderos peatonales de baja intervención colocados sobre apoyos puntuales con anchos de entre 1.80 y 2.40 metros que garantizan accesibilidad en los tramos principales mediante un diseño elevado y ventilado que permite la infiltración pluvial y asegura la mínima alteración del terreno natural como se muestra en la Figura 2. 13.

Figura 2. 13. Ubicación de caminos

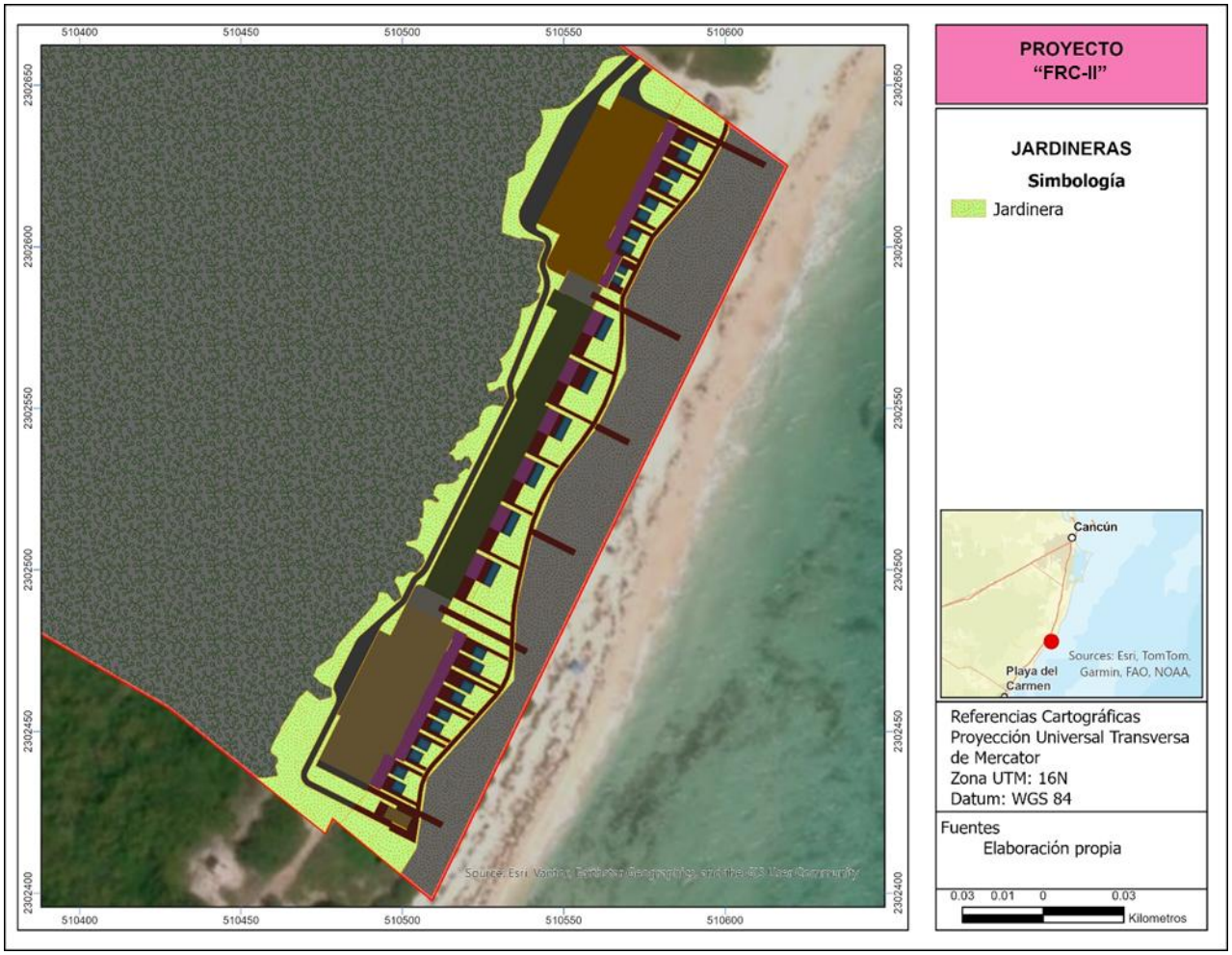


Fuente: Elaboración propia

- **Áreas exteriores**

Las áreas exteriores cuentan con amplias zonas ajardinadas, andadores de comunicación entre edificios. Las comunicaciones para los clientes entre los distintos edificios principales están resueltas por medio de caminadores. Las comunicaciones de servicio se desarrollan por viales de servicio que discurren por el hotel uniendo los edificios principales con el resto de los edificios. Por ellos podrán discurrir los vehículos eléctricos que podrán servir, tanto para llevar a los propios clientes a sus habitaciones, como para llevar sus maletas. Asimismo, servirán para el traslado de suministros durante la operación del Proyecto.

Figura 2. 14. Ubicación de áreas ajardinadas



Fuente: Elaboración propia

Una vez descritos los componentes del Proyecto, se presenta en el Anexo 2.2 de manera gráfica la planta arquitectónica de los niveles, cortes y fachadas del Proyecto.

2.3.2. PROGRAMA DE TRABAJO

El Proyecto contempla 12 meses para consolidar las etapas de preparación y construcción del sitio, mientras que para las etapas de operación y mantenimiento se contempla una vida útil de 95 años, mediante la implementación de programas de mantenimiento. De acuerdo con la naturaleza del Proyecto, al tratarse de un desarrollo turístico inmobiliario no se tiene contemplado una etapa de abandono, de requerirse en un determinado momento, se desarrollará un programa específico que asegure el desmantelamiento y restauración de la zona respetando la calidad de un estado natural.

A continuación, en la Tabla 2. 5 se muestran las diferentes etapas y fases que conforman el Proyecto, así como sus periodos de ejecución.

Tabla 2. 5. Programa general de trabajo

Etapa / Actividad	Cronograma de Obra																
	Meses												Años				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	…	95
Preparación del Sitio																	
Limpieza del sitio																	
Trazo, nivelación, compactación y excavación																	
Construcción																	
Obras provisionales																	
Cimentación de edificaciones																	
Estructura y plataforma de desplante																	
Fachadas																	
Muros divisorios internos																	
Caminos de clientes																	
Áreas exteriores																	
Acabados																	
Operación y Mantenimiento																	
Operación																	
Mantenimiento																	

Fuente: Elaboración propia

2.3.3. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

La etapa de preparación del sitio consta de dos actividades principales, la primera es la limpieza del sitio y posteriormente se realizará la nivelación, compactación y el trazo de obras. A continuación, se describen a detalle estas actividades.

Limpieza del sitio.

Se pretende la recolección y retiro de los residuos provenientes del deshierbe del sitio y de los residuos sólidos urbanos (RSU) depositados a lo largo del tiempo dentro del predio, para el caso de los RSU, la recolección se llevará a cabo mediante un método manual y con la utilización de herramientas menores, con fin de evitar el uso de maquinaria y a la vez eliminado el riesgo del empleo de sustancias como aceites, combustibles y grasas, que pongan en riesgo al entorno biótico, por lo que para la recolección de dichos residuos se utilizarán camiones de volteo que se encargarán de trasladar el material recolectado hasta un sitio de disposición autorizado. Se prevé la generación de 529 m³ de residuos generados por los trabajos de limpieza del sitio.

Nivelación, compactación y el trazo de obras.

Posterior a la limpieza del terreno, se procede a la nivelación, compactación y trazo de la obra; con ayuda del equipo topográfico se marcará los niveles de en piso en las diferentes secciones del área del proyecto estableciendo ejes de referencia para determinar las plataformas de desplante e iniciar con el proceso de compactación o relleno de aquellos elementos que lo requieran. Posteriormente con una maquina tipo motoconformadora se realizará la nivelación, esparciendo el material de puntos altos hacia vados que puedan existir, logrando con ello la nivelación deseada en el terreno.

Para esta etapa se prevé la extracción de 5,700.00 m³. De este volumen, 5,000.00 m³ serán reutilizados dentro del predio para rellenos y nivelación del terreno. El volumen restante, correspondiente a 700.00 m³, será retirado y transportado a un sitio de disposición final autorizado. Cabe mencionar que el proyecto contempla métodos constructivos amigables con el entorno por lo que se buscará que las actividades realizadas durante la preparación y construcción del sitio sean supervisadas estrictamente bajo las normas correspondientes.

2.3.4. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

La etapa de construcción está comprendida por 8 actividades principales como se mostró en el programa de trabajo. Estas actividades van desde la construcción de obras temporales necesarias para el correcto desarrollo de esta etapa hasta los acabados finales de las diferentes obras que se mencionaron en el apartado de representación gráfica local.

Tanto para esta etapa como la anterior se contempla lo siguiente:

Insumos:

Por la naturaleza sustentable del proyecto, todos los insumos que se emplearán durante la preparación y construcción del Proyecto del desarrollo hotelero estarán avalados por los certificados correspondientes, esto con la finalidad de minimizar el impacto en el medio ambiente. Asimismo, deberán contar con al menos las siguientes características:

- Que su uso, proceso y residual de uso no sea fuente de riesgo a la salud y desequilibrio del entorno natural.
- Que provenga de fuentes de insumos certificadas y calificadas como responsables del medio ambiente.
- Que su transportación, carga, estiba, descarga y uso sea compatible con los criterios ambientales del proyecto y no obstaculicen, obstruyan o condicionen el equilibrio ambiental del entorno natural.

En el siguiente listado describen los recursos a utilizar durante las etapas de preparación y construcción del Proyecto:

- Agua para Uso de Obra: Se estima un consumo de 300.00 m^3. El suministro será externo vía pipas certificadas.
- Combustibles y Energía: El consumo estimado es de 180.00 litros/semana de diésel. Esta cifra se basa en el rendimiento promedio de una retroexcavadora (6 a 10 litros/hora) operando jornadas de 4 horas efectivas (Fuente: Manual de Rendimientos de Maquinaria de Construcción de Caterpillar). El reabastecimiento se hará mediante bidones certificados o servicios de suministro externo, prohibiendo el almacenamiento de grandes volúmenes de hidrocarburos dentro del predio.
- Maquinaria y Equipo: Para la etapa de preparación se contempla el uso de excavadoras hidráulicas, retropala mixta para el movimiento de tierras, camiones de volteo, rodillo, y motoniveladora para la explanación de las plataformas de los edificios. Mientras que, para la etapa de cimentación se utilizará una perforadora hidráulica de rotación, bombas de concreto, plataformas elevadoras, extendedora de asfalto o pavimentadora, bombas, tractocamiones y grúas articuladas.
- Recurso humano: Durante la etapa de construcción del proyecto se contratará con el apoyo del personal técnico especializado, obrero y operativo. Dentro de la Tabla 2. 6 se presenta el número de empleados necesarios para las etapas tanto de preparación del Proyecto como construcción.

Tabla 2. 6. Listado de personal para la etapa de construcción

Etapa	Categoría	Cantidad de personal
Preparación y construcción	Técnico especializado	40
Preparación y construcción	Administrativo	20
Preparación y construcción	Obreros	259
Preparación y construcción	Supervisión externa	12

Fuente: Elaboración propia

CONSTRUCCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS O PROVISIONALES

Previo al inicio de la construcción general de los elementos que conforman el Proyecto y debido a la naturaleza y proporciones de este no se contemplan obras provisionales de gran escala, es decir, las obras y actividades que se llevarán a cabo serán pequeñas y de bajo impacto, además de ser de carácter provisional y se ubicarán en las zonas que están destinadas a ser utilizadas de manera permanente por las construcciones durante la operación del proyecto. Las obras provisionales contempladas se presentan a continuación:

- **Servicios sanitarios portátiles.**

Se instalarán baños provisionales a razón de 1 por cada 10 trabajadores; se ubicarán en las zonas destinadas a ser utilizadas por el Proyecto y cercanos a las zonas de trabajo y contarán con recipiente para lavado de manos. Serán portátiles, con ventilación adecuada y tanque colector en su base para que, posteriormente una empresa debidamente autorizada realice la recolección de los residuos y el mantenimiento periódico requerido.

- **Fosa séptica portátil.**

Se prevé que las aguas residuales procedentes de los servicios sanitarios serán canalizadas hacia fosas sépticas selladas para que una empresa debidamente autorizada realice la recolección de los residuos y el mantenimiento periódico requerido.

- **Comedor de empleados y oficina de obra:**

El espacio será de carácter temporal y estará ubicado sobre las superficies destinadas a ser ocupadas de forma permanente. El comedor de empleados se construirá de madera y lámina de carácter desmontable y de cartón sobre piso firme, con ventilación adecuada. En el interior contará con contenedores herméticos y diferenciados para la separación de los desechos orgánicos e inorgánicos reciclables y no reciclables. La oficina, por sus funciones, será construida con muro de block provisional. Se considera una superficie total, para ambos espacios, de aproximadamente de 60.00 m2 (6x10 m).

- **Almacén de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).**

Será un espacio de almacenamiento temporal de RSU, donde serán separados, clasificados y acopiados de manera temporal para posteriormente transferirlos a los puntos de acopio del Municipio y/o empresas autorizadas para su adecuado manejo. Los residuos sanitarios, restos de comida y otros no reciclables, serán trasladados por la empresa promovente al relleno sanitario autorizado en el Municipio de Puerto Morelos.

El almacenen de RSU será un área cercada con malla ciclónica de 10x10 cm y postes de madera, en el suelo se colocarán láminas de triplay como barrera contenedora y evitar contacto de los residuos con el suelo, además, se cubrirá el techo con lámina galvanizada para proteger los residuos de lluvias o aves de rapiña.

- **Almacén temporal de Residuos Peligros (RP).**

No se tiene contemplado el almacenamiento de RP en sitio, sin embargo, el Proyecto contempla la instalación de un sitio de almacenamiento temporal para aquellos materiales

que pudieran ser generados durante la construcción, como lo son solventes, pinturas, combustibles de origen fósil, baterías, y otros similares, lo cuales deberán ser manejados por empresas debidamente autorizadas para tal efecto, por lo que dicho espacio cumplirá con las características señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y demás normatividad aplicable como el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de residuos peligrosos.

El almacenen de RP's será un área cercada con malla ciclónica de 10x10 cm y postes de madera, en el suelo se colocarán láminas de triplay como barrera contenedora y evitar contacto de los residuos con el suelo, además, se cubrirá el techo con lámina galvanizada para proteger los residuos de lluvias o aves de rapiña. Los residuos se dispondrán en contenedores impermeables, tapados y clasificados de acuerdo a lo establecido por la normatividad aplicable.

- **Almacén para herramientas y EPP.**

Se contará con una bodega para el resguardo y suministro de herramientas manuales, accesorios, equipos de seguridad, equipos menores, productos de limpieza e higiene. Se construirá de madera con techo de lámina de cartón. Tendrá una superficie de 40 m2 (5 x 8 m), desmantelándose al final de la etapa de construcción.

- **Área de enfermería.**

Se pretende instalar dos áreas de enfermería en el proyecto para brindar los primeros auxilios en caso de que sea necesario. El espacio contará con armario botiquín portátil modelo básico, y artículos de atención básica como gasas, vendas, algodón, tijeras, pinzas, guantes desechables, etc. Dichas instalaciones serán desmanteladas al final de la construcción del Proyecto.

- **Tapiales, cercas y vallas de proyección.**

Estos elementos serán colocados para evitar el deterioro del entorno natural, es decir se instalarán antes, durante y posterior a la ejecución de la obra con la finalidad de proteger y resguardar las áreas verdes del daño que se pudiera ocasionar por el tránsito de personal, traslado de materiales y movimiento de tierras.

- **Cisternas temporales.**

Se considera la instalación de una cisterna de 5000 l que será construida en sitio. Para la distribución del recurso hídrico se contará con un sistema de bombeo con mangueras enrollables que suministrarán 5 cisternas prefabricadas de menor capacidad (cisternas menores), ubicadas en la zona de desarrollo hotelero. Dichas cisternas estarán colocadas sobre una plataforma de madera aislando su perímetro para evitar la interacción con el entorno natural.

- **Estaciones de apoyo.**

Las estaciones de apoyo son elementos provisionales destinados para el resguardo y descanso de los trabajadores y como punto de reunión. Serán espacios de 12.00 m^2 de superficie, de estructura rústica de madera, cubierta de lámina de cartón y su perímetro estará protegido con cerca para evitar el impacto en el entorno. Estos espacios estarán dotados de garrafones de agua purificada para su consumo, sanitario provisional y un área para el acopio temporal de residuos. Estas instalaciones se distribuirán a razón de 1 estación por cada 25 trabajadores a pie del camino de acceso interno para facilitar el suministro y mantenimiento de estas y estarán equipadas con planta generadora portátil de electricidad.

Es importante mencionar que todas las obras provisionales son de carácter temporal y se ubicarán sobre una plataforma de firme de concreto impermeabilizado para evitar la contaminación del suelo, y perfectamente sellado perimetralmente para evitar la interacción con la lluvia, polvo y fauna. Se utilizarán materiales como madera, láminas de cartón, acero galvanizado, láminas de zintro, malla ciclónica, malla sombra y membrana impermeable para evitar la contaminación a los sistemas ambientales circundantes. Su ubicación será temporal y se modificará de acuerdo con las necesidades de la obra. Los sitios donde se coloquen plataformas de concreto coincidirán con áreas de desplante permanente en todos los casos.

A continuación, se describen los componentes principales del sistema estructura

- **Cimentación**.

En los bloques de habitaciones, la cimentación se resolverá mediante pilotes o pilas de cimentación en concreto armado, cuya profundidad será de 6 m respecto el nivel de suelo determinado con base en el diseño estructural y en los estudios de mecánica de suelos realizados (Anexo 2.3).

La cimentación con pilotes se realizará empleando maquinaria tipo retroexcavadora, bomba de agua y compresor, además de tubería de PVC, concreto y acero. Primero la máquina retroexcavadora realiza una excavación en los puntos previamente trazados donde irán cada uno de los pilotes hasta llegar a los 2.5 m de profundidad, posterior a esto se colocarán los tubos de PVC de manera vertical en el centro de la excavación, estos tubos servirán de cimbra para contener el concreto. Una vez colocados estos tubos se rellenará la excavación con agua y con ayuda de la bomba de agua y el compresor se realizará un dragado que ayudará a que tubo de PVC baje hasta el nivel deseado donde se encuentra la laja firme.

Una vez el tubo llego al nivel de laja firme, la máquina retroexcavadora recubre el tubo con el mismo material que fue extraído en la excavación para dar soporte a la simbra, cuidando siempre por personal en piso el aplomo del tubo. Este proceso, se realiza para todos los pilotes que conforman la obra de cimentación.

Posterior al cimbrado se coloca la estructura de acero en el interior del tubo que dará soporte al pilote dejando una excedente del acero sobre el nivel del tuvo para

posteriormente realizar ahí los anclajes de la base de la edificación. El acero colocado en los pilotes se cubrirá con cromato de zinc para asegurar una mayor duración y resistencia a la corrosión.

Por último, se rellenará cada tubo con concreto prefabricado con la resistencia marcada por el cálculo estructural. En la Figura 2. 15 se muestra la referencia de cómo serán los pilotes por colocar.

Figura 2. 15. Ejemplo de cimentación por pilotes



Fuente: (ARQZONE, 2022)

En las áreas donde no se utilizará cimentación tradicional, se emplearán pilotes de madera dura reutilizable, instalados manualmente o con equipo ligero, con las cabezas niveladas para recibir la plataforma estructural. El proceso es el siguiente:

1. Colocación y anclaje de pilotes de madera.

2. Nivelación de la parte superior de los pilotes a 15 cm por encima del nivel natural del terreno.

3. Montaje de vigas transversales para conformar la retícula que soportará el entarimado de la plataforma.

4. Instalación del entarimado de la plataforma de desplante.

- **Estructura y plataforma de desplante**.

En los bloques de habitaciones se construirá una estructura de concreto armado y acero, con losas macizas o aligeradas según el diseño. En las áreas complementarias se mantendrá el sistema de plataforma elevada, conformada por retícula metálica o de madera sobre pilotes y entarimado de duela tropical tratada (por ejemplo, cumarú o tzalam), lo que garantiza reversibilidad y bajo impacto ambiental.

Como parte inicial se instalan las fronteras de madera o metal que darán forma y límite a la plataforma. Posteriormente el acero que quedó expuesto del descabezado de los pilotes se dobla e integra al armado de la losa, esto garantiza que la losa no "flote" ni se mueva independientemente de sus apoyos profundos. Se colocan todas las tuberías de drenaje y agua entre el acero armado antes del colado. Por último, se realiza el vaciado de concreto premezclado proveniente de concreteras de la región.

- **Envolvente (Perimetral y techumbre)**.

Las fachadas principales de los bloques se levantarán con muros de block de hormigón, con acabados exteriores integrados al contexto. Las cubiertas serán de losa de concreto armado, mientras que en las áreas auxiliares se emplearán techumbres ligeras de acero o madera tratada, recubiertas con materiales naturales como palma o guano.

- **Muros divisorios internos.**

Las divisiones interiores de las habitaciones se ejecutarán principalmente con muros de block de hormigón, asegurando mayor aislamiento acústico, resistencia y durabilidad. Complementariamente, en zonas de detalle, remates o espacios secundarios, se utilizarán tablaroca, duroc o tablacemento sobre bastidores metálicos, lo que aporta flexibilidad arquitectónica y calidad en los acabados.

- **Acabados.**

Los principales materiales que se emplearán en la construcción conservarán sus formas y colores originales, integrándose de manera natural al entorno. Su disponibilidad en la región, así como los procesos de transporte, preparación y acopio, resultan compatibles con el medio local, garantizando armonía ambiental y constructiva. Los acabados del proyecto se resolverán con materiales locales y aptos para ambientes costeros, empleando maderas duras de la región para carpintería y detalles constructivos, recubrimientos naturales tratados, elementos vegetales como carrizo, bejuco, palma y guano, así como baldosas en pisos interiores y exteriores por su durabilidad y bajo mantenimiento.

2.3.5. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Como se ha mencionado anteriormente el Proyecto tiene dentro de sus objetivos principales el alojamiento de turismo nacional e internacional, la oferta de actividades y atractivos turísticos, así como actividades de esparcimiento y servicios de alimentos para los visitantes; por lo que, a continuación, se realizará la descripción de los procedimientos, tecnología, servicios y recursos que serán utilizados en las etapas de operación y mantenimiento. Asimismo, se describirán los recursos naturales y humanos necesarios para el funcionamiento.

Con el objetivo de prevenir el deterioro de las instalaciones, así como para mantener en óptimas condiciones el funcionamiento del Proyecto, se contará con un programa de mantenimiento donde se especificarán los trabajos a realizar y la periodicidad de estos, dependiendo del tipo de área o instalación, se realizarán a cabo actividades de

mantenimiento preventivo. A continuación, en la Tabla 2. 7 se presenta el programa de mantenimiento propuesto.

Tabla 2. 7. Programa de mantenimiento

Área	Programa	Actividad	Periodicidad (meses)
Estructuras	Revisión de superficies metálicas	Pintura antióxido	6
		Revisión de cordón de soldaduras	6
		Reapriete de herrajes de ensamble	6
Cubiertas	Revisión y reacomodo de material	Revisión de red de cubierta	3
		Revisión de subestructura de madera	3
		Reemplazo de material de cubierta	12
		Recubrimiento retardante de fuego	2
Instalación hidráulica	Revisión y limpieza del sistema	Revisión de calidad de agua en pozos	6
		Mantenimiento al equipo de bombeo	3
		Revisión y cambio de válvulas y salidas	6
		Limpieza de cisternas	3
		Descontaminado de canalizaciones	6
		Limpieza de terminales y circuitos	3
		Revisión de voltaje y amperaje	3
		Limpieza y descontaminado de líneas	3
		Reemplazo y sustitución de accesorios	3
Pinturas y Recubrimiento	Retoque de superficies	Retoque de pintura	2
		Depurado de superficies	1
		Barnices y recubrimiento de madera	1
		Reemplazo de herrajes de cancelería	3
Albercas	Revisión del sistema	Mantenimiento al sistema de filtración	1
		Prueba de contención de vaso	3
		Prueba hidrostática de tuberías	3
Sistema contra incendios	Revisión del sistema	Revisión del sistema de bombeo	3
		Prueba hidrostática de tuberías	3
		Revisión y reemplazo de válvulas	3

Área	Programa	Actividad	Periodicidad (meses)
Caminos y senderos	Accesibilidad	Sustitución de luminarias	2
		Poda de vegetación	2

Fuente: Elaboración propia

Con relación a lo anterior, los recursos humanos necesarios para la ejecución de las actividades de operación y mantenimiento se presentan a en la Tabla 2. 8.

Tabla 2. 8. Listado de personal para la etapa de operación

ETAPA	CATEGORÍA	CANTIDAD DE PERSONAL
Operación	Administrativo	25
Operación	Operación	180
Operación	Técnico especializado	35

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se describe el consumo de recursos y servicios para la etapa de la operación del Proyecto.

Demanda hídrica

La cantidad de agua requerida, así como las especificaciones técnicas del sistema de abasto hidráulico, tratamiento distribución y consumo, se establecen con base en el dimensionamiento del Proyecto, a partir del cual se consideran lo criterios mostrados en la Tabla 2. 9 para el cálculo del consumo de agua durante la etapa de operación.

Tabla 2. 9. Criterios para el dimensionamiento hídrico

CRITERIOS	VALORES O CONSIDERACIONES
Demanda hídrica huéspedes	0.50 m^3/hab/día
Demanda hídrica empleados	0.10 m^3/hab/día
Dotación de agua potable por m^2 de área alberca	0.112 m^3/m^2/día
Dotación de agua para riego	0.5 m^3m^2/día
Coeficiente de variación diaria	1.4
Coeficiente de variación horaria	1.5
Fuente de abastecimiento	Agua subterránea proveniente del desarrollo turístico vecino
Conducción	Por bombeo y tubería de PVC

Fuente: Elaboración propia

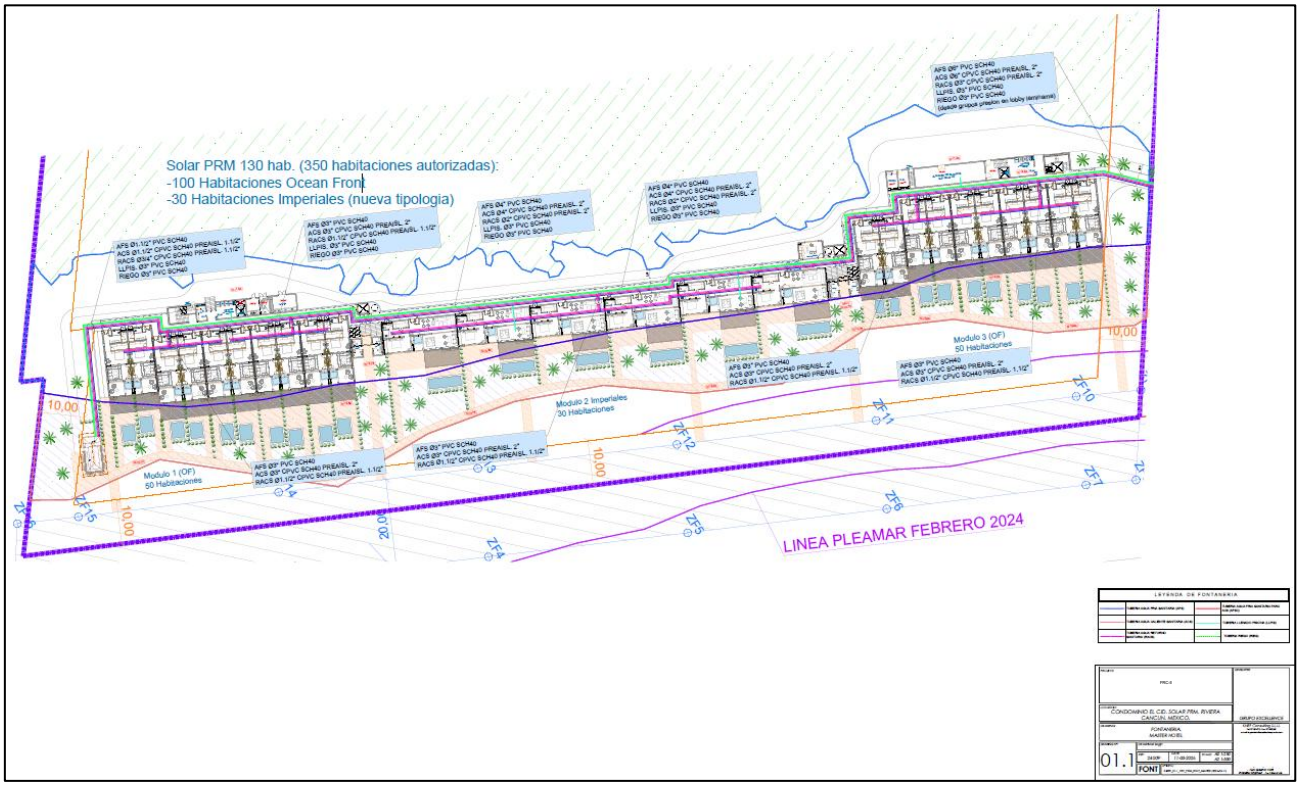
Con base en los datos mostrados anteriormente y con el dimensionamiento del personal Proyecto también ya mostrado en el apartado anterior, así como el potencial de huéspedes, se obtiene que la demanda hídrica diaria teniendo el Proyecto en su máxima capacidad será de 100 m^3/día.

Suministro de agua potable

El sistema de abastecimiento de agua potable se integra como una ampliación en la red existente del complejo hotelero como se muestra en la Figura 2. 16. Para dar servicio a los nuevos edificios se incorpora un circuito adicional en los colectores generales de Agua Fría Sanitaria, Agua Caliente Sanitaria y Retorno de Agua Caliente Sanitaria, asegurando caudal y presión adecuados en todos los puntos de consumo.

- Agua fría sanitaria (AFS): distribución mediante tubería de PVC SCH 40, conectada a los colectores principales.
- Agua caliente sanitaria (ACS): extensión de la red en tubería CPVC SCH 80 preaislada, conectada al sistema central de producción de ACS existente.
- Retorno de ACS (RACS): conexión en tubería CPVC SCH 80 preaislada, garantizando la recirculación continua y el mantenimiento de la temperatura de servicio en los puntos más alejados.

Figura 2. 16. Conexión de líneas de agua potable



Fuente: Elaboración propia

Drenaje sanitario

El sistema de drenaje sanitario se resuelve mediante colectores por gravedad ejecutados en tubería plástica tipo SDR-41. Las aguas residuales son conducidas hasta los cárcamos ubicados en diferentes puntos, desde los cuales se impulsa el caudal hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del complejo hotelero. Esta instalación, garantiza el tratamiento completo de los efluentes, destinándose el agua tratada a su reutilización en riego de áreas ajardinadas, cumpliendo con lo establecido en la NOM-003-ECOL-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas tratadas que se reúsen a los servicios públicos.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales fue diseñada para tratar un flujo de 1,200 m^3/día, con un caudal pico de hasta 1.50 m^3/día. A continuación, en la Tabla 2. 10 se especifican los criterios generales de diseño:

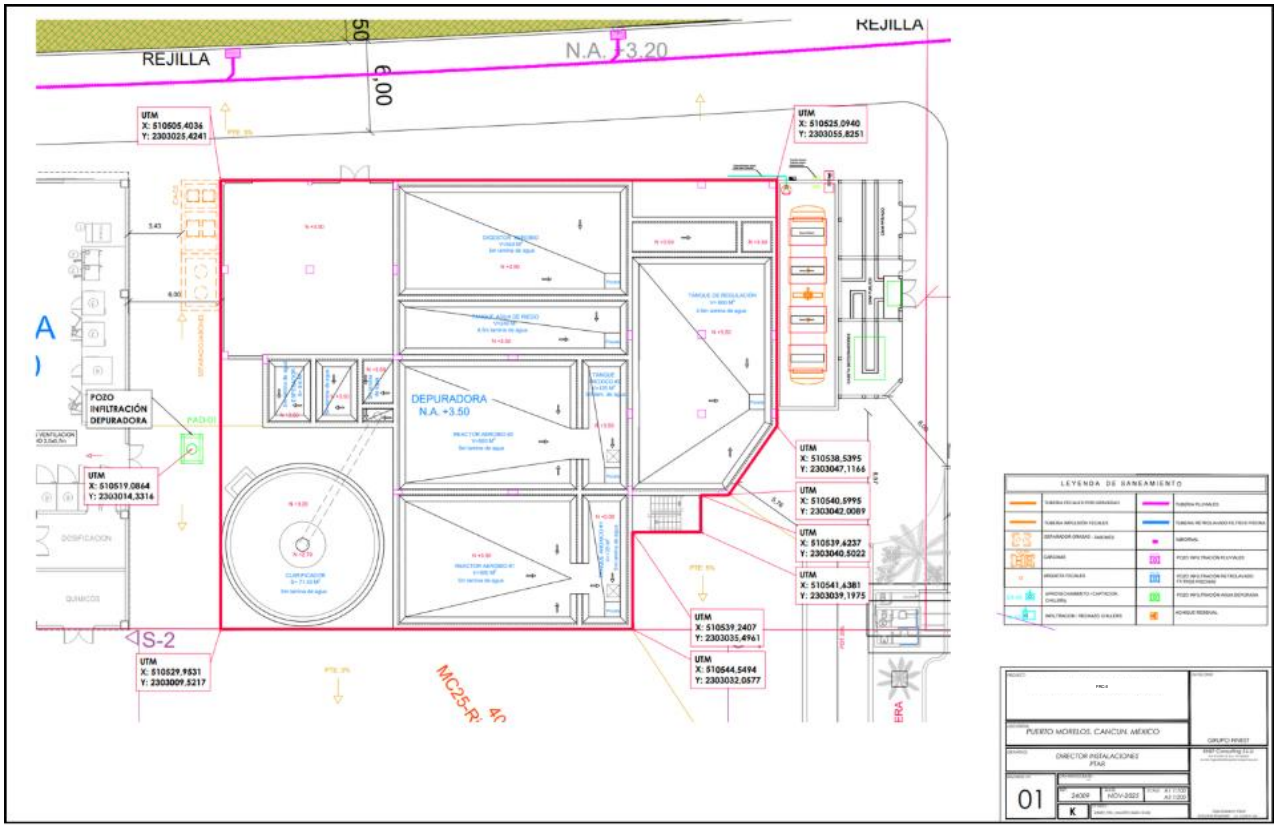
Tabla 2. 10. Parámetros de diseño de la PTAR

Parámetros de diseño		
Flujo promedio de tratamiento	1200	m^3/día.
Caudal promedio	50.00	m^3/h.
Caudal pico instantáneo considerado	150.00	m^3/h.
Horas de operación de la PTAR al día	24.00	H
Ubicación del proyecto	Puerto Morelos, Quintana Roo	
Cota sobre el nivel del mar	10.00	M.S.N.M
Temperatura máx. ambiental	30.00	°C
Temperatura min. ambiental	18.00	°C

Fuente: Elaboración propia

Se trata de una planta que cuenta con pretratamiento, tratamiento secundario biológico mediante un proceso aeróbico y un sistema de lodos activados, para el tratamiento terciario se realizará la desinfección por medio de cloración y desinfección UV, para la etapa de cloración se considera dosificar de 0,5 a 1,5 mg de Cl_2/l, al agua tratada, para un caudal máximo de 150 m^3/h. El arreglo de la PTAR se muestra en la Figura 2. 17.

Figura 2. 17. Arreglo general de la PTAR



Fuente: Memoria de instalación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR).

Para el caso del tratamiento de los lodos está compuesto por espesamiento por gravedad y deshidratación de los lodos, el destino principal de los lodos es su uso para las áreas verdes del Proyecto.

El agua resultante del proceso será utilizada el riego de áreas verdes, en caso de que exista un excedente habrá un depósito de agua tratada con capacidad de 240.00 m^3. Esta agua tratada será distribuida hasta el hotel por un grupo de presión.

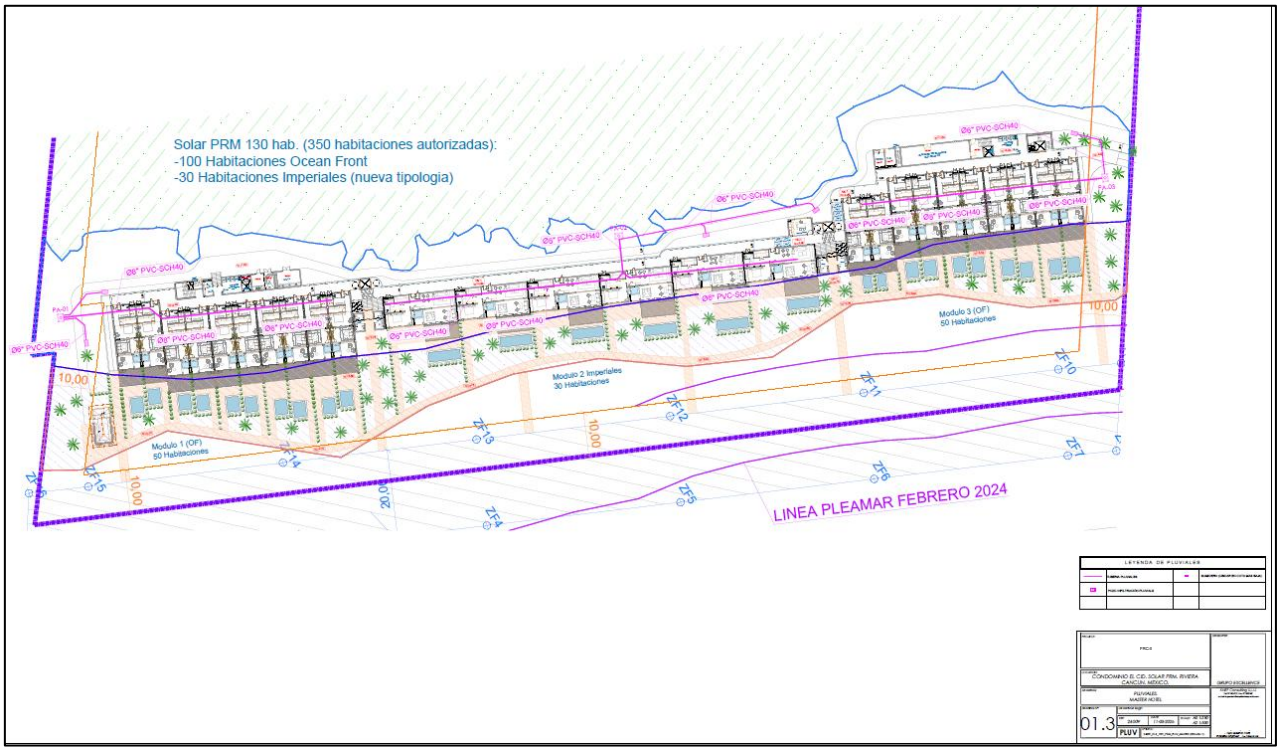
Drenaje Pluvial

El drenaje pluvial de la ampliación cumplirá con sus funciones mediante una red de colectores en tubería plástica SDR-41, encargada de recoger las aguas de lluvia a través de rejillas e imbornales dispuestos en las zonas exteriores.

Las aguas pluviales son conducidas hasta los pozos de pluviales previstos, donde reciben un pretratamiento antes de su infiltración o disposición final, garantizando así un adecuado manejo de las escorrentías y evitando afectaciones en el entorno inmediato del proyecto.

En la Figura 2. 18 se muestra la red de drenaje pluvial del Proyecto.

Figura 2. 18. Red de drenaje pluvial



Fuente: Elaboración propia

Gas

El suministro de gas se integrará al sistema de GLP existente en el complejo, a partir de los tanques principales ubicados en el área técnica.

La distribución se realiza mediante una red enterrada de tuberías que conduce el combustible hasta los puntos de consumo previstos, principalmente en cocinas y áreas de servicio, contando con sus correspondientes válvulas de corte y elementos de seguridad en cada sector.

Se estima una cantidad de 10 m^3/h Gas Lp para el funcionamiento del Proyecto.

Demanda eléctrica

La demanda eléctrica del proyecto durante la operación será abastecida mediante un sistema mixto de generación eléctrica compuesto por un generador principal a base de combustión interna y un sistema de generación con celdas solares a definirse en el proyecto ejecutivo. Así mismo, la instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación será subterránea, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.

El sistema de combustión interna se encargará de abastecer la dotación de energía demandada para el consumo de corriente eléctrica en salidas, para el funcionamiento de

los equipos provistos en los programas de Infraestructura de servicios y equipamiento hotelero.

Para evitar picos de consumo se contará con un programa de arranque de equipos en secuencia, así como un sistema de control de consumo eléctrico que monitoreará el comportamiento de consumo de los equipos conectados al sistema.

El abasto de energía eléctrica necesaria para la iluminación de interiores y exteriores del proyecto será suministrado por paneles solares. Las salidas/puntos de luz utilizarán tecnología LED de bajo consumo y alta durabilidad, además se contará con un sistema inteligente de sensores de presencia y fotoceldas que controlarán el encendido y apagado de lámparas. Con esta tecnología se realizará un eficiente consumo eléctrico, pues se evita que las luces se mantengan encendidas cuando no es necesario.

El cálculo de dimensiones, capacidades de los componentes del sistema, especificaciones técnicas de los elementos, diámetros de canalización y trayectorias se definirán de acuerdo a las conclusiones del proyecto ejecutivo de ingenierías eléctricas, de manera preliminar, se estima que por cada huésped, se requiere un consumo promedio por día de 3.5 kw/h/habitación, obteniendo un requerimiento de 3,000 KW/día, de los cuales el 25 % (750 KW / día), estaría destinado a la alimentación de las redes de iluminación y el restante 75 % (2,250 KW / día) a las redes de consumo.

Voz y datos

La instalación de voz y datos de la ampliación se conecta a la infraestructura de telecomunicaciones existente en la zona del complejo, garantizando continuidad y compatibilidad en los servicios.

Se disponen canalizaciones por galería técnica hasta los nodos de comunicaciones de cada edificio, donde se ubicarán los racks de distribución. Desde estos nodos, las redes se extienden mediante los patinillos técnicos hasta las distintas plantas y zonas de consumo, asegurando cobertura en habitaciones y áreas comunes.

El sistema permitirá la prestación de los servicios habituales del complejo, tales como telefonía, datos, televisión y Wi-Fi, centralizados y gestionados desde el centro de control principal.

Sistema Contra incendios

Se prolonga la red de protección contra incendios del complejo, y se añaden hidrantes conectados a la línea general alimentada por el Grupo de Presión Contraincendios existente, garantizando cobertura y caudal en la ampliación.

Se ejecutarán colectores principales en galería técnica, desde los cuales se derivará la distribución vertical de tuberías a través de los patinillos técnicos de cada edificio.

Estas redes abastecerán a los rociadores automáticos instalados en las habitaciones, así como a las bocas de incendio equipadas (BIE) dispuestas en los puntos estratégicos para garantizar la cobertura y su accesibilidad.

2.3.6. ETAPA DE ABANDONO DE SITIO

La vida útil del proyecto se prevé de al menos 95 años, considerando el tipo de materiales que serán utilizados para realizar las obras, sin embargo, se considera la aplicación del mantenimiento adecuado de las instalaciones. Es importante mencionar que debido a las circunstancias y al tipo de inversión que se realizará para el desarrollo del proyecto, no se pretende abandono alguno del sitio del Proyecto. En caso de que existiera el supuesto abandono del Proyecto, causado por eventos de fuerza mayor que evitarán el correcto funcionamiento previo al tiempo de vida útil considerado, o bien, al término de esta, se dará aviso oportuno a la autoridad para las actividades de restauración del sitio a sus condiciones originales y minimizar los impactos ambientales adversos que pudieran derivarse de este proceso.

2.3.7. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

Como resultado de la preparación, construcción y operación del Proyecto se espera la generación de residuos de diferente índole, dentro de los cuales se encuentran los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos Peligrosos (RP) y Residuos de Manejo Especial (RME), debido a las características del proceso constructivo se espera que la generación de estos últimos sea mínima, sin embargo, se tiene considerada la implementación de un Programa de Manejo de Residuos (PMR), dentro del cual se contemple la implementación de un espacio designado dentro del área del Proyecto donde se llevará a cabo la disposición in situ de los residuos mediante contenedores debidamente identificados y apropiados para cada tipo de residuos (RSU, RP, RME) .

Con respecto a los residuos que pudieran generarse por la limpieza y desmonte serán utilizados como composta para mejorar la calidad de la tierra en espacios destinados áreas verdes y de manera controlada para evitar la acumulación de este.

A continuación, se presenta la generación de residuos por etapas, detallando su estado físico, clasificación, forma de almacenamiento y cantidad.

2.3.7.1. Preparación del sitio y construcción

En la Tabla 2. 11 se presentan la clasificación de los residuos generados durante las etapas de operación y construcción del Proyecto, donde se consideran los residuos generados por las actividades de limpieza del sitio y la preparación del terreno: generados por los trabajos y actividades propias de la etapa, así como residuos existentes depositados dentro del predio a lo largo de los años.

Tabla 2. 11. Residuos generados en la preparación del sitio y construcción

Estado físico	Nombre del residuo	Clasificación	Forma de almacenamiento	Disposición temporal	Cantidad
Sólido	Madera	RME	Apilado en sitio	Área delimitada y señalada, con cobertura para evitar dispersión por viento	3.00 m^3
Sólido	Material vegetal	RME	Apilado en sitio	Área delimitada y señalada, con cobertura para evitar dispersión por viento	1,268.43 m^3
Liquido	Grasas gastadas	RP	Tambo	Almacén temporal de RP	2.00 m^3
Sólido	Trapos y estopas impregnados de aceite, grasas, diésel y derivados	RP	Tambo	Almacén temporal de RP	4.00 m^3
Liquido	Residuos de pinturas base solventes	RP	Tambos	Almacén temporal de RP	3.00 m^3
Sólido	EPP gastado o dañado	RSU	Tambo	Área delimitada y designada como acopio temporal y señalizada en sitio	2.00 m^3
Sólidos	Herramientas dañadas	RSU	Tambo	Área delimitada y designada como acopio temporal y señalizada en sitio	0.50 m^3
Sólido	Residuos plásticos (botellas, bolsas, etc.)	RSU	Tambo	Área delimitada y designada como acopio temporal y señalizada en sitio	400.00 m^3
Sólido	Residuos orgánicos	RSU	Tambo	Área delimitada y designada como acopio temporal y señalizada en sitio	300.00 m^3

Fuente: Elaboración propia

Los residuos almacenados en sitio serán puestos a disposición de empresas debidamente autorizadas por SEMARNAT, las cuales se encargarán de su recolección y transporte a sitios de disposición final autorizados. Con respecto a los RP que se pudieran generar

serán almacenados temporalmente en el área designada dentro del sitio del Proyecto, bajo condiciones que cumplan con la normativa establecida para evitar contaminación del medio; además de que serán responsabilidad de la empresa contratista y serán recolectadas por una empresa autorizada y destinadas a un sitio de disposición final debidamente autorizado.

Para el caso de los RSU, serán recolectados por el servicio de limpia y recolección concesionado en la zona, para su posterior traslado hacia el Relleno Sanitario del Municipio de Benito Juárez.

2.3.7.2. Operación y mantenimiento

Durante las etapas de operación y mantenimiento del Proyecto se contempla la generación de diferentes tipos residuos, generados principalmente por las actividades propias del hospedaje, recreación, servicios de alimentos, y trabajos de mantenimiento preventivo y correctivo que se pretenden realizar durante estas etapas, dentro de la Tabla 2. 12 se presenta el tipo de residuos, la cantidad generada, su almacenamiento y manejo.

Tabla 2. 12. Residuos generados por la operación y mantenimiento del Proyecto

Estado físico	Nombre del residuo	Clasificación	Forma de almacenamiento	Disposición temporal	Cantidad
Sólido	Residuos domésticos (botellas, bolsas, papel, etc.)	RSU	Tambo	Almacén temporal de RSU y RME en áreas de mantenimiento	9125 m^3/año
Sólido	Residuos orgánicos	RSU	Tambo	Almacén temporal de RSU y RME en áreas de mantenimiento	3,650 m^3/año
Liquido	Aceites lubricantes usados	RP	Tambo	Almacén temporal de RP en área de mantenimiento	12.25 m^3/año
Sólido	Trapos y estopas impregnados de aceite, grasas, diésel y derivados	RP	Tambo	Almacén temporal de RP en área de mantenimiento	5.25 m^3/año
Sólido	Residuos de jardinería	RME	Apilado	Almacén temporal de RSU y RME en áreas de mantenimiento	18 m^3/año
Sólido	Lodos provenientes de PTAR	RP/RME	Tanques	Almacén en área de PTAR	517.75 m^3/año

Fuente: Elaboración propia

Las aguas residuales serán conducidas hasta los cárcamos ubicados en la zona, desde los cuales se impulsa el caudal hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

(PTAR) del complejo. Esta instalación, garantiza el tratamiento completo de los efluentes, destinándose el agua tratada a su reutilización en riego de áreas ajardinadas, cumpliendo con lo establecido en la NOM-003- SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas tratadas que se reúsen a los servicios públicos.

2.3.8. EMISIONES A LA ATMOSFERA Y GENERACIÓN DE GASES DE EFECTOP INVERNADERO

Dentro de las emisiones generadas por el proyecto se consideran las emisiones de gases de efecto invernadero y ruido, como resultado del uso de maquinaria y camiones durante la preparación del sitio y la construcción.

En la Tabla 2. 13 se presentan las emisiones diarias de CO_2 proyectadas para el Proyecto en la etapa de preparación de sitio y construcción, considerando las características del proceso constructivo y las actividades de este. Las emisiones se calcularon por día proyectándolas para un año de ejecución como se tiene contempladas estas etapas dentro del programa de trabajo presentado (Se contemplan 262 días de trabajo, considerando días inhábiles).

Tabla 2. 13. Emisiones de GEI en preparación del sitio y construcción (por uso de maquinaria)

Tipo	Descripción	Consumo diario	Emisiones diarias (Kg CO2/día)	Emisiones totales (kg CO2)
Excavadoras	5 excavadoras, 25 litros/hora, 8 horas/día	1,000 L	2,680	4,984,800
Camiones Volquetes	10 camiones, 35 litros/hora, 8 horas/día	2,800 L	7,504	13,957,440
Compactadoras	3 compactadoras, 15 litros/hora, 8 horas/día	360 L	964.8	1,794,528
Retroexcavadoras	2 retroexcavadoras, 20 litros/hora, 8 horas/día	320 L	857.6	1,595,136
Total				**22,331,904**

Fuente: Elaboración propia

Se puntualiza que las emisiones buscarán disminuirse con la correcta ejecución del Plan de Mantenimiento en la maquinaría empleada propuesto. Y se emplearán sólo vehículos con la verificación vehicular vigente. Así mismo se realizarán actividades de riego para disminuir la emisión de material particulado. En lo referente al ruido emitido se tomará en consideración en el plan de trabajo el número de horas de exposición a ruido sobre los decibeles de la NOM-181-SEMARNAT-1994.

Durante la etapa de operación y mantenimiento del Proyecto, se espera que las emisiones generadas sean mínimas dada la naturaleza de este. Estas emisiones se asocian principalmente a la generación de residuos sólidos urbanos por la operación del Proyecto y por la PTAR, el uso vehículos particulares, el funcionamiento de equipos de mantenimiento y la operación de sistemas de generación de energía, que se realizarán siguiendo estrictos protocolos de eficiencia energética.

2.4. BIBLIOGRAFÍA

- *Alafita y Asociados, Estrategas Socioambientales. (2025, marzo).* Estrategias socioambientales para el desarrollo de inversiones sostenibles y climáticamente resilientes: Diagnóstico y factibilidad. Proyecto "*FRC-II*". *Autor.*
- *Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2014, 31 de octubre).* Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental *(art. 12). Diario Oficial de la Federación.* *https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf*
- *Estelrich Florit, F. (2025). Memoria de instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR): Hotel FRC-II Puerto Morelos (FRC). KNEF Consulting S.L.U.*
- *Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2016). Catálogo de Tipos de Vegetación Natural e Inducida de México con fines estadísticos y geográficos. https://www.snieg.mx/Documentos/Normatividad/Vigente/cat_tem_gen_tipos_veg_oct2016.pdf*
- *Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo. (2022). Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POEL MBJ). https://sedetus.gob.mx/paginaweb/pdu/PDUCP%20Cancun%202022.pdf*
- *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales; Comisión Nacional del Agua. (1997). Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público [PDF]. Gobierno de México.*

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

Febrero de 2026

PROYECTO FRC-II

Capítulo 3. Vinculación con los instrumentos de planeación y jurídicos aplicables.

ÍNDICE GENERAL

3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES. 3

3.1. INTRODUCCIÓN....3

3.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO 3

3.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL TERRITORIAL....4

3.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE (POEM). 16

3.2.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO (POEL MBJ). 46

3.2.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA REGIÓN DENOMINADA CORREDOR CANCÚN-TULUM. 78

3.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS....78

3.3.1. ÁREA DE PROTECCIPON DE FLORA Y FAUNA MANGLARES DE PUERTO MORELOS....80

3.4. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD....84

3.4.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)....84

3.4.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)....86

3.4.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP)....89

3.4.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA) 91

3.5. PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO....93

3.5.1. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO (2024-2027). 93

3.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS....96

3.6.1. NOM-162-SEMARNAT-2012 102

3.7. OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR. 104

3.7.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. 104

3.7.2. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)....105

3.7.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. 109

3.7.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS). 111

3.7.5. LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN). 112

3.7.6. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS (LGPGIR). 112
3.7.7. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC) 113
3.7.8. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (RLGEEPA). 114
3.7.9. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. 116
3.7.10. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)...116
3.7.11. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (RLGDFS)....118

3.8. PLANES Y PROGRAMAS FEDERALES 119
3.8.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO URBANO 2025-2030 119
3.8.2. PROGRAMA SECTORIAL NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2025-2030....120
3.8.3. PROGRAMA SECTORIAL DE TURISMO 2025-2030 122

3.9. TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES 124
3.9.1. CONVENCIÓN RELATIVA A LOS HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL ESPECIALMENTE COMO HÁBITAT DE AVES ACUÁTICAS, HECHA EN LA CIUDAD DE RAMSAR, IRÁN, EL 2 DE FEBRERO DE 1971 124
3.9.2. CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES, ADOPTADA EN LA CIUDAD DE WASHINGTON D.C., EL 3 DE MARZO DE 1973 (CITES). 125
3.9.3. CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO, ADOPTADA EN LA CIUDAD DE NUEVA YORK, N.Y., EL 9 DE MAYO DE 1992 (CMNUCC).....126
3.9.4. AGENDA 2030 127
3.9.5. LISTA ROJA DE LA UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN) 129

3.10. CONCLUSIONES. 129

INDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación del Proyecto con respecto a la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.....5
Figura 3.2. Ubicación del proyecto en relación con el POEM. 17
Figura 3.3.Ubicación del predio del proyecto respecto del POEL de Benito Juárez 2014.47
Figura 3.4. Áreas naturales protegidas Federales alrededor del Proyecto. 80
Figura 3.5. ANP "Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos”..81
Figura 3.6. Ubicación del Proyecto en relación a las RTP 85
Figura 3.7. Ubicación del predio respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP). 87
Figura 3.8. Ubicación del Proyecto en relación a las RMP.....90
Figura 3.9. Ubicación del predio con relación a las AICAs. 92
Figura 3.10.Ubicación del predio del proyecto respecto del PDU Puerto Morelos 2024-2027.....94
Figura 3.11. Ubicación del proyecto en relación a los Sitios Ramsar.....124

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Identificación de la Unidad Ambiental Biofísica. 5
Tabla 3.2. Unidad Ambiental Biofísica 62, aplicables al Proyecto. 6
Tabla 3.3. Vinculación del Proyecto con la UAB 62. 6
Tabla 3.4. Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas aplicables a la UGA 138. 12
Tabla 3.5. Generalidades de las UGA´s aplicables al Proyecto. 17
Tabla 3.6. Acciones Generales de las UGAS aplicables al Proyecto. 18
Tabla 3.7. Criterios Específicos aplicables a las UGA del Proyecto. 28
Tabla 3.8. Criterios específicos aplicables a la UGA 138 29
Tabla 3.9. Vinculación del proyecto con los “Criterios de Aplicación General” 47
Tabla 3.10. Criterios Ecológicos de Aplicación Específica a la UGA 28 del POEL MBJ....58
Tabla 3.11. Criterios Ecológicos de Aplicación Urbana. 58
Tabla 3.12. Vinculación del Proyecto con la Problemática del ANP 82
Tabla 3.13. Vinculación del proyecto con la Problemática de la RTP 146. 86
Tabla 3.14. Vinculación del proyecto con la Problemática de la RHP 105. 88
Tabla 3.15. Vinculación del proyecto con la Problemática de la RMP 63. 90
Tabla 3.16 Superficies por uso de suelo. 95
Tabla 3.17.Densidades del proyecto conforme al PDU 2024-2027 95
Tabla 3.18. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas 96
Tabla 3.19. Vinculación del Proyecto con la CPEUM. 104
Tabla 3.20. Vinculación del Proyecto con la LGEEPA. 105
Tabla 3.21.Vinculación del Proyecto con la LGVS. 109
Tabla 3.22.Vinculación del Proyecto con la LGDFS. 111
Tabla 3.23. Vinculación del Proyecto con la LAN. 112
Tabla 3.24.Vinculación del Proyecto con la LGPGIR. 113
Tabla 3.25. Vinculación del Proyecto con la LGCC. 114
Tabla 3.26. Vinculación del Proyecto con el RLGEEPA. 115
Tabla 3.27. Vinculación del Proyecto con el RLGEEPA-ANP. 116
Tabla 3.28. Vinculación del Proyecto con la LGVS. 117
Tabla 3.29. Vinculación del Proyecto con la RLGDFS. 119
Tabla 3.30. Ejes generales y transversales del Plan Nacional de Desarrollo vinculantes al proyecto 120
Tabla 3.31. Artículos relevantes para el proyecto 121
Tabla 3.32. Vinculación del Proyecto con los Objetivos del Programa Sectorial de Turismo 2025-2030 123
Tabla 3.33. Vinculación del proyecto con la CMNUCC. 126
Tabla 3.34. Vinculación del proyecto con la Agenda 2030. 128

3. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

3.1. INTRODUCCIÓN

A continuación, se presenta la vinculación de las disposiciones más relevantes de orden federal para el predio o desarrollo del proyecto, agrupadas por materia. Se incluyen los artículos y consideraciones más importantes establecidas en las leyes y reglamentos de orden federal aplicables, con el propósito de identificar los criterios normativos clave que rigen la viabilidad y cumplimiento del proyecto.

3.2. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

El presente Capítulo atiende entre otros, a la vinculación del Proyecto con los Programas de Ordenamiento Ecológico del territorio en sus diferentes categorías, que regulan el sistema ambiental regional en el que se inserta. Los programas de ordenamiento ecológico son instrumentos de política pública en los cuales se constituyen los lineamientos y estrategias ecológicas con el objetivo de establecer un proceso de planeación de ocupación del territorio potencializando cada zona con los diferentes sectores sociales. Este análisis tiene como objetivo exponer el cumplimiento del proyecto a cada una de las especificaciones, disposiciones y criterios establecidos:

- Programa de Ordenamiento Ecológico General Territorial (POEGT).
- Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe. (POEM)
- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo (POEL MBJ).
- Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum.

Estos instrumentos resultan aplicables al proyecto debido a que el predio se localiza en una zona con ecosistemas costeros sujetos a criterios ecológicos específicos, tales como manglares, humedales costeros y el primer cordón de duna. Los Programas de Ordenamiento establecen unidades ambientales, usos permitidos, condicionantes y restricciones que determinan la compatibilidad del desarrollo, por lo que son un referente obligatorio para definir el nivel de impacto, la factibilidad ambiental y las medidas de mitigación.

El POEL municipal tiene aplicación directa porque define las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) locales y establece lineamientos que rigen el uso del suelo en la zona específica donde se ubica el proyecto. Esto incluye restricciones por presencia de vegetación sensible, hidrología costera y criterios para mantener la integridad ecológica. La compatibilidad del proyecto debe analizarse conforme a estos criterios para determinar si el aprovechamiento propuesto es admisible y bajo qué condiciones ambientales.

3.2.1. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL TERRITORIAL

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) es un Instrumento de política pública publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012, cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos; A través del mismo se establecen los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la Administración Pública Federal.

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB).

El Proyecto se localiza dentro de la Región Hidrológica 17.33 dentro de la Unidad Ambiental Biofísica 62 denominada " KARST DE YUCATAN Y QUINTANA ROO”, misma que no presenta superficie de ANPs. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas

Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab./km²): Baja. El uso de suelo es Forestal y Pecuario. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 0.0. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera. Sirva de referencia la siguiente Información Técnica:

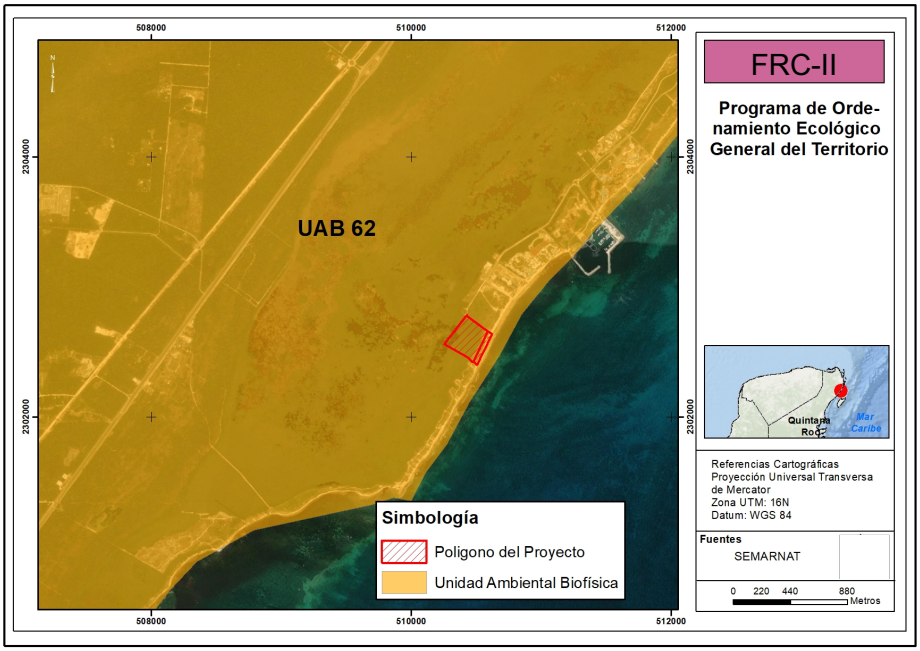
Tabla 3.1. Identificación de la Unidad Ambiental Biofísica.

Información Técnica de la UAB 62		
REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33 Unidad Ambiental Biofísica que la comprende: 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo		
Localización: Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo		
Superficie en km²: 59,542.35 Km2	**Población por UAB** 2,982,494 hab.	**Población indígena:** Maya

Fuente: Elaboración propia con base a información del POEGT.

En la siguiente figura se presenta la ubicación del Proyecto con respecto a la UAB 62 “Karst de Yucatán y Quintana Roo”, en tanto que en la Tabla 3.2. se presenta las características de esta UAB, de acuerdo con lo establecido en el POEGT.

Figura 3.1. Ubicación del Proyecto con respecto a la UAB 62. Karst de Yucatán y Quintana Roo.



Fuente: Elaboración propia con base a información del POEGT.

Tabla 3.2. Unidad Ambiental Biofísica 62, aplicables al Proyecto.

UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Otros Sectores de Interés	Estrategias Sectoriales
62	Preservación de Flora y Fauna - Turismo	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura Ganadería	Pueblos Indígenas	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 21, 22, 23, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Fuente: Elaboración propia con información del POEGT.

A continuación, se procede a la vinculación del Proyecto con las Estrategias aplicables:

Tabla 3.3. Vinculación del Proyecto con la UAB 62.

Estrategias. UAB 62		
Eje rector	**Estrategias sectoriales**	**Vinculación**
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad Territorio		
Preservación	De forma previa a realizar cualquier actividad del Proyecto se somete para Evaluación el presente Estudio de Impacto Ambiental.	Previo al inicio de cualquier actividad, el Proyecto somete el presente Estudio de Impacto Ambiental a evaluación de la autoridad competente. La ejecución del Proyecto contempla la aplicación de medidas de prevención y mitigación ambiental para el control de impactos identificados, asegurando la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Los componentes cimentados y no cimentados se localizan principalmente sobre vegetación secundaria arbustiva, matorral disperso y áreas previamente impactadas (camino de acceso existente), minimizando la afectación a vegetación en estado conservado.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Para su ejecución, el Proyecto contempla como medida de mitigación la implementación del Subprograma de protección y reubicación de fauna y fauna silvestre, el cual contempla el rescate del 100% de los individuos de flora enlistados en la NOM-0059-SEMARNAT-2010 y de lento crecimiento detectados en la huella del desplante, así como el ahuyentamiento y rescate de la fauna que presente en el sitio.
	3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El Proyecto integra un esquema de monitoreo ambiental orientado al seguimiento de la vegetación secundaria, duna costera y áreas adyacentes, con

		énfasis en la identificación de especies relevantes y condiciones del hábitat. Esta estrategia permite evaluar oportunamente posibles alteraciones y asegurar la conservación de la biodiversidad presente.
Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales	El diseño del Proyecto prioriza la ocupación de áreas previamente intervenidas y con presencia de vegetación secundaria, evitando la afectación de ecosistemas conservados particularmente las áreas de manglar, las cuales se mantendrán como zonas de conservación del Proyecto. Las obras proyectadas, particularmente las estructuras desmontables, mantienen criterios de reversibilidad y mínima alteración física, garantizando un uso compatible y sustentable de los recursos naturales.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	El Proyecto no contempla actividades agrícolas ni pecuarias, ni implica cambio de uso de suelo con fines productivos agropecuarios. Por tanto, no genera presión sobre suelos con vocación agrícola o ganadera, manteniéndose compatible con el criterio de conservación de la aptitud productiva regional.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	El Proyecto no incorpora infraestructura hidroagrícola ni superficies destinadas a producción agrícola. En consecuencia, no interfiere ni limita procesos de modernización o tecnificación del sector agroproductivo en el ámbito territorial de referencia.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	El Proyecto no contempla aprovechamiento forestal extractivo. Se prioriza la conservación de la cobertura vegetal existente y la implementación de medidas de protección y mejora en áreas verdes y de conservación, garantizando la permanencia de la estructura y función ecológica del ecosistema.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	El Proyecto reconoce y preserva los servicios ambientales asociados a la cobertura vegetal, tales como regulación microclimática, captura de carbono,

		control de erosión y soporte de biodiversidad. La conservación de áreas naturales dentro del predio contribuye al mantenimiento de dichos servicios a escala local y regional. En ese sentido, el Proyecto destina el 85.14 % de la superficie del predio como área de Conservación, correspondientes a la duna, manglar y áreas inundables (laguna).
Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El Proyecto incorpora medidas de manejo hídrico que favorecen la infiltración natural y evitan la alteración de patrones de escorrentía, contribuyendo al equilibrio hidrológico local. No contempla extracciones que comprometan la disponibilidad del acuífero regional.
	10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	El uso del recurso hídrico se sujetará a la normatividad aplicable y a las concesiones correspondientes. Se prevé la implementación de dispositivos de ahorro y control en la operación, asegurando un consumo eficiente y acorde con los lineamientos de protección de cuencas y acuíferos.
	11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	Dicho precepto no es vinculante al Proyecto, siendo que esta disposición obliga particularmente a la autoridad administradora de dicha infraestructura El proyecto no pretende actividades asociada a la gestión de presas.
	12. Protección de los ecosistemas.	El Proyecto destina el **85.14 % de la superficie total del predio (5.9582 ha)** a **zona de conservación**, correspondiente a manglar (5.0477 ha), duna (0.4461 ha) y laguna/áreas inundables (0.4508 ha), garantizando la permanencia de la estructura, función y conectividad ecológica de los ecosistemas presentes. Se implementan subprogramas específicos de protección, delimitación física, monitoreo y manejo adaptativo que aseguran la integridad del sistema costero.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El Proyecto no contempla actividades agrícolas. En áreas ajardinadas se priorizará el uso controlado de insumos orgánicos y prácticas de manejo

		sustentable, evitando la aplicación de agroquímicos que puedan generar lixiviación hacia el manglar o cuerpos lagunares. Para el caso de requerir uso de otros productos en el tratamiento a las áreas verdes se considerarán los señalados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICLOPAFEST)
Dirigidas a la restauración	14. Restauración de sistemas forestales y suelos agrícolas.	El Proyecto incorpora acciones de mejora ecológica en áreas de conservación, incluyendo saneamiento y fortalecimiento estructural del manglar conforme a la NOM-022-SEMARNAT-2003. Dado que no existen suelos agrícolas dentro del predio, no se prevé restauración productiva; sin embargo, la preservación del **85.14 % del sitio** contribuye a la recuperación y mantenimiento de la funcionalidad ecosistémica regional.
Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo	
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	El Proyecto se integra al corredor turístico consolidado sobre la Carretera Federal 307, articulándose funcionalmente con infraestructura existente y evitando expansión dispersa. Su diseño concentra la ocupación en una fracción reducida del predio, preservando el **85.14 % de la superficie como zona de conservación**, lo que permite compatibilizar el desarrollo turístico con la protección del sistema costero (manglar, duna y laguna), contribuyendo a un modelo de desarrollo regional ordenado y ambientalmente responsable. Así mismo el Proyecto fortalece la oferta turística mediante un producto integrado a un complejo existente, optimizando infraestructura (PTAR, accesos, red hidráulica y energética) y elevando estándares ambientales y de calidad del servicio.
	23. sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista)- beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional)	
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones	El Proyecto se integra al corredor turístico consolidado sobre la Carretera Federal

	necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas	307, articulándose funcionalmente con infraestructura existente y evitando expansión dispersa. Optimiza infraestructura compartida (PTAR, red hidráulica, accesos y sistema energético mixto), lo que reduce costos ambientales y territoriales, favoreciendo un desarrollo ordenado, eficiente y sustentable. Así mismo, para su desarrollo el Proyecto consideró los parámetros, lineamientos y restricciones previstos en el instrumento de Planeación el PDU del Centro de Población de Puerto Morelos 2024-2027 publicado en el Periódico Oficial del Estado el 19 de febrero del 2026
	32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	El Proyecto se inserta en colindancia a un complejo turístico el cual le brindará los servicios básicos de energía eléctrica, agua potable, gas estacionario y saneamiento de las aguas residuales; evitando apertura de nuevos frentes urbanos aislados. La concentración del desarrollo en una fracción reducida del predio y la preservación del **85.14 % como zona de conservación (manglar, duna y laguna)** contribuyen a contener la expansión desordenada y a fortalecer el desarrollo regional bajo criterios de ocupación compacta y ambientalmente responsable. Así mismo, para su desarrollo el Proyecto consideró los parámetros, lineamientos y restricciones previstos en el instrumento de Planeación el PDU del Centro de Población de Puerto Morelos 2024-2027 publicado en el Periódico Oficial del Estado el 19 de febrero del 2026
D**e**sarrollo Social	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria	El Proyecto no tiene injerencia directa en la política de salud pública; sin embargo, al generar empleo formal, promueve la incorporación de trabajadores al sistema de seguridad social conforme a la legislación aplicable.

	integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	
	37. Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	En materia social, si bien el Proyecto no constituye un programa de desarrollo social, la generación de empleo formal en sus etapas de preparación, construcción y operación contribuye indirectamente al fortalecimiento económico regional. La política de contratación no establece criterios discriminatorios, permitiendo la incorporación de mujeres y grupos vulnerables en igualdad de condiciones conforme a la normatividad laboral vigente. Asimismo, la formalización laboral promueve el acceso a seguridad social y servicios de salud, sin interferir con los programas públicos dirigidos a población en situación de pobreza o vulnerabilidad.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	
	40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.	
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
Marco Jurídico	42. Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El Proyecto se desarrolla sobre un predio con situación jurídica definida, respetando plenamente los derechos de propiedad y el régimen de tenencia de la tierra aplicable. No implica afectación a núcleos agrarios ni modificación de derechos colectivos.
Planeación del Ordenamiento Territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la	

	información agraria para impulsar proyectos productivos.	El proyecto no interfiere en procesos de regularización agraria ni intervenciones sobre sistemas de información rural, por lo que no contraviene las disposiciones orientadas a la modernización y fortalecimiento del catastro rural.
	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El Proyecto se alinea con los instrumentos de planeación territorial vigentes, particularmente con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos 2024–2027, publicado en el Periódico Oficial del Estado el 19 de febrero de 2026, considerando sus parámetros, lineamientos y restricciones de uso de suelo. Su diseño concentra el desarrollo en una fracción reducida del predio y preserva el 85.14 % de la superficie como zona de conservación (manglar, duna y laguna), garantizando congruencia con el modelo de ocupación territorial previsto en la planeación municipal y contribuyendo al desarrollo regional bajo criterios de sustentabilidad.

Fuente: Elaboración propia con referencias tomadas del POEGT.

En tanto que le aplican los siguientes Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas:

Tabla 3.4. Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas aplicables a la UGA 138.

Criterios de Regulación Ecológica para las Zonas Costeras Inmediatas UGA 138		
Clave	**Criterio de Regulación Ecológica**	**Vinculación**
ZMC-01	Con el fin de proteger y preservar las comunidades arrecifales, principalmente las de mayor extensión, y/o riqueza de especies en la zona, y aquellas que representan valores culturales particulares, se recomienda no construir ningún tipo de infraestructura en las áreas ocupadas por dichas formaciones.	El Proyecto se desarrolla en un predio terrestre, sin intervención directa sobre comunidades arrecifales ni construcción de infraestructura en zonas ocupadas por formaciones coralinas. Asimismo, no se contemplan obras marítimas, rellenos ni estructuras en el frente costero que pudieran generar afectaciones físicas, sedimentación o alteraciones en la calidad del agua que incidan sobre sistemas arrecifales. En consecuencia, el Proyecto es compatible con el criterio de protección y preservación de dichas comunidades.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina,	El Proyecto no contempla obras marítimas ni infraestructura en zona marina, por lo que no

	debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	existe afectación directa a praderas de pastos marinos. Asimismo, se implementan medidas de control de escorrentías y tratamiento de aguas residuales mediante conducción a PTAR autorizada, evitando impactos indirectos sobre ecosistemas marinos. El Proyecto se somete, considerando los principios de prevención y precaución a la Evaluación en Materia de Impacto Ambiental previo al inicio de obras o actividades.
ZMC-03	Sólo se permitirá la captura de mamíferos marinos, aves y reptiles para fines de investigación, rescate y traslado con fines de conservación y preservación, conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El Proyecto no prevé captura de fauna marina. En caso de requerirse rescate de fauna silvestre terrestre durante la preparación del sitio, las acciones se realizarán exclusivamente con fines de protección y reubicación, conforme a la Ley General de Vida Silvestre y normatividad aplicable. En este sentido el Proyecto contempla la implementación del Subprograma de protección y reubicación de fauna y flora silvestre, en el cual se implementarán protocolos de ahuyentamiento y rescate activo para evitar mortandad de fauna de manera incidental.
ZMC-04	Con el fin de preservar zonas coralinas, principalmente las más representativas por su extensión, riqueza y especies presentes, la ubicación y construcción de posibles puntos de anclaje deberán estar sujetas a estudios específicos que la autoridad correspondiente solicite.	El Proyecto no contempla instalación de puntos de anclaje, estructuras marinas ni infraestructura en zonas coralinas, por lo que no resulta aplicable afectación alguna a estos ecosistemas.
ZMC-05	La recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales u otros ecosistemas representativos, sólo podrá llevarse a cabo bajo las disposiciones aplicables de la Ley General de Vida Silvestre y demás normatividad aplicable.	No se prevé recolección, remoción ni trasplante de organismos en zonas arrecifales o ecosistemas marinos, al tratarse de un desarrollo exclusivamente terrestre.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playas deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	El Proyecto no contempla construcción de estructuras promotoras de playa ni obras de modificación costera.
ZMC-07	Como una medida preventiva para evitar contaminación marina no debe permitirse el vertimiento de hidrocarburos y productos químicos de ningún tipo en los cuerpos de agua en esta zona.	En las actividades del Proyecto queda estrictamente prohibido el vertimiento de hidrocarburos o sustancias químicas en el suelo o cuerpos de agua. Las aguas residuales serán conducidas a la PTAR del complejo contiguo para su tratamiento conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997, evitando riesgos

		de contaminación marina. Se contempla la implementación de Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios (S-MIRL) a través del cual se busca garantizar la correcta disposición de las aguas residuales, minimizar cualquier riesgo de contaminación hacia el suelo o los cuerpos de agua y fomentar el uso de productos biodegradables. Así mismo se implementará el Subprograma de Prevención y atención a Contingencias Ambientales (S-PAC) a través del cual se establecerán protocolos de respuesta inmediata para atención de vertidos accidentales y contingencia de estos, entre otros.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar en la preservación de las especies de tortugas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo entre el ocaso y el amanecer, esto en la temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	Se implementará control de iluminación exterior mediante luminarias ámbar y direccionadas, a fin de evitar desorientación de tortugas marinas durante la temporada de anidación, conforme a criterios aplicables del POEL y en congruencia con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012.
ZMC-09	Con el objetivo de preservar las comunidades arrecifales en la zona, es importante que cualquier actividad que se lleve a cabo en ellos y su zona de influencia estén sujetas a permisos avalados que garanticen que dichas actividades no tendrán impactos adversos sobre los valores naturales o culturales de los arrecifes, con base en estudios específicos que determinen la capacidad de carga de los mismos.	El Proyecto no contempla actividades en comunidades arrecifales ni en su zona de influencia directa, por lo que no requiere permisos asociados a capacidad de carga de arrecifes.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	El Proyecto no incluye actividades náuticas ni infraestructura marina, por lo que este criterio no resulta aplicable de manera directa.
ZMC-11	Se requerirá que, en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizadas, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados recursos naturales por estas obras.	No se contemplan obras de canalización ni dragado, por lo que no existe riesgo de suspensión o dispersión de sedimentos en ambientes marinos.
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la	El Proyecto no incluye construcción de muelles ni infraestructura portuaria, por lo que no genera alteraciones en procesos de transporte litoral ni en la calidad del agua marina.

	calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la Comisión Nacional de Pesca y Acuacultura, en los Lineamientos para los Mecanismos de Identificación y Control del Esfuerzo Pesquero, así como el permiso de pesca correspondiente.	El Proyecto no contempla actividades de pesca comercial ni deportiva, ni la operación de embarcaciones asociadas a dichas actividades. Tampoco incluye infraestructura náutica, muelles o servicios marítimos vinculados al esfuerzo pesquero. En consecuencia, el criterio relativo a la identificación, control y permisos de embarcaciones pesqueras no resulta aplicable al Proyecto, al tratarse de un desarrollo turístico terrestre sin componente extractivo marino.
ZMC-14	Por las características de gran volumen de los efluentes subterráneos de los sistemas asociados a la zona oriente de la Península de Yucatán y por la importancia que revisten los humedales como mecanismo de protección del ecosistema marino ante el arrastre de contaminantes de origen terrígeno en particular para esta región los fosfatos y algunos metales pesados producto de los desperdicios generados por el turismo, se recomienda en las UGA regionales correspondientes (UGA:139, UGA:152 UGA:156) estudiar la factibilidad y promover la creación de áreas de protección mediante políticas, estrategias y control de uso del suelo en esquemas como los Ordenamientos Ecológicos locales o mediante el establecimiento de ANP federales, estatales, municipales, o áreas destinadas voluntariamente a la conservación que actúen de manera sinérgica para conservar los atributos del sistema costero colindante y contribuyan a completar un corredor de áreas protegidas sobre toda la zona costera del Canal de Yucatán y Mar Caribe, en particular para mantener o restaurar la conectividad de los sistemas de humedales de la Península de Yucatán.	El predio del Proyecto FRC-II se localiza en una planicie de inundación sin interconexión directa con el agua marina, cuyos aportes hídricos provienen principalmente de la precipitación pluvial y la recarga subterránea característica de la Riviera Maya, por lo que el sistema de manglar presente funciona como humedal continental costero con dinámica hidrológica propia. Es así, que el reconocimiento de la importancia de los humedales costeros como barrera natural de filtración y protección del ecosistema marino frente al arrastre de contaminantes de origen terrígeno en el diseño del Proyecto se destina el 85.14 % de la superficie del predio (5.9582 ha) a **zona de conservación**, correspondiente a manglar, duna costera y áreas inundables (laguna), garantizando la permanencia de la estructura y funcionalidad del sistema de humedales presentes en el sitio. Asimismo, se implementan medidas específicas de manejo hídrico y saneamiento, conducción de aguas residuales a PTAR autorizada del complejo contiguo para su tratamiento conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997; red de drenaje pluvial con pretratamiento e infiltración y prohibición de vertimientos contaminantes, que minimizan riesgos de aporte de fosfatos, metales pesados u otros contaminantes hacia el sistema costero, medidas que se vigilarán a través del Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios. Asimismo, el Subprograma de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales contempla protocolos de respuesta inmediata

		ante derrames accidentales, reduciendo riesgos de contaminación hacia el sistema costero. Con ello, no sólo evita afectar la funcionalidad del humedal, sino que se fortalece su papel como elemento estratégico dentro del corredor de conservación de humedales del litoral del Caribe Mexicano. Adicionalmente el Proyecto es congruente con los instrumentos de ordenamiento ecológico aplicables y fortalece, a escala local, la conectividad y continuidad funcional de los humedales costeros, contribuyendo al corredor de conservación del litoral del Caribe Mexicano

Fuente: Elaboración propia con referencias tomadas del POEGT.

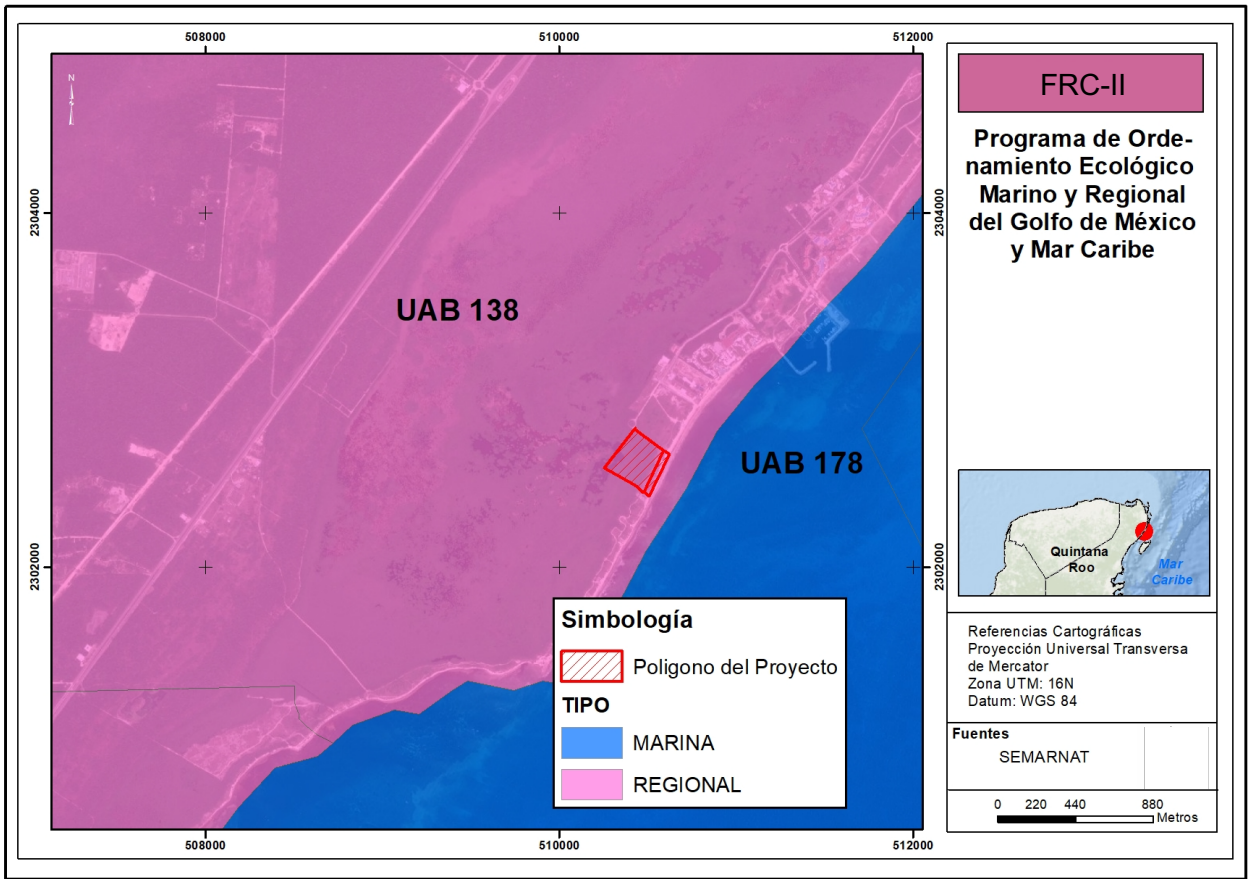
3.2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE (POEM).

El Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEM), publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012, es un instrumento de política ambiental crucial que regula e induce los usos del suelo y las actividades productivas. Su principal objetivo es lograr la protección del medio ambiente, así como la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, enfocándose en conservar, proteger y restaurar los recursos naturales y la biodiversidad de la región.

Los ecosistemas del Golfo de México y el Mar Caribe, áreas de vital importancia, albergan una biodiversidad rica y diversa, fundamentales tanto para la conservación ambiental como para el sustento económico de la región. Ante las amenazas crecientes de la sobreexplotación, la contaminación y los efectos del cambio climático, este programa se ha implementado como un esfuerzo colaborativo y estratégico para guiar el desarrollo sostenible y la conservación marina y costera. A través de una planificación espacial minuciosa, se equilibran las demandas ambientales, económicas y sociales, estableciendo directrices claras e integrando políticas intersectoriales que aseguren la salud a largo plazo de estos ecosistemas esenciales para la identidad y prosperidad de la región.

En lo que respecta al proyecto, se pretende desarrollar en la zona marina de competencia federal de la Unidad de Gestión Ambiental Regional (UGA) 138 “Benito Juárez”, sirva de ilustración la siguiente figura:

Figura 3.2. Ubicación del proyecto en relación con el POEM.



Fuente: Elaboración propia con base a información obtenida del POEM.

Tabla 3.5. Generalidades de las UGA´s aplicables al Proyecto.

Tipo de UGA	Regional
No. UGA	138
Nombre:	“Benito Juárez”
Municipio:	Benito Juárez (Ahora Puerto Morelos)
Estado:	Quintana roo
Población:	573,325 habitantes
Superficie:	225,770.386 Ha
Subregión:	Aplica criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe
Islas:	
Puerto Turístico	Presente
Puerto Comercial	Presente
Puerto Pesquero	Presente
Nota:	NA

Fuente: Elaboración propia

A estas UGA le aplican las siguientes Acciones Generales:

Tabla 3.6. Acciones Generales de las UGAS aplicables al Proyecto.

Clave	Acciones Generales	Vinculación
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticas de manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	El Proyecto incorpora medidas para el uso eficiente del recurso hídrico mediante la conducción de aguas residuales hacia la PTAR del complejo contiguo para su tratamiento y reutilización en riego de áreas ajardinadas, conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997. Asimismo, el diseño contempla red interna eficiente de distribución y dispositivos de ahorro en la etapa operativa, en congruencia con el Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios, favoreciendo la reducción del consumo y evitando descargas directas al medio.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Si bien el Proyecto no forma parte de un esquema formal de pago por servicios ambientales hídricos, la conservación del 85.14 % del predio como zona de conservación (manglar, duna y laguna) contribuye a la preservación de los servicios ecosistémicos de infiltración, regulación hidrológica y filtración natural del humedal. Esta medida, instrumentada a través del Programa de Conservación de la Biodiversidad, es congruente con los objetivos de protección de servicios ambientales asociados al recurso agua.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El Proyecto no contempla aprovechamiento extractivo de vida silvestre ni actividades comerciales de especies, por lo que no requiere la creación de una Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA). No obstante, mediante el Subprograma de Protección y Reubicación de Fauna y Flora Silvestre, se implementan medidas de rescate, protección y manejo preventivo de especies presentes en el predio, evitando su afectación y cualquier incentivo al comercio de extracción
G004	Instrumentar o en su caso reforzar las campañas de vigilancia y control de las actividades extractivas de flora y fauna silvestre, particularmente para las especies registradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	Para su ejecución, el Proyecto contempla como medida de mitigación la implementación del Subprograma de protección y reubicación de fauna y fauna silvestre, el cual contempla el rescate del 100% de los individuos de flora enlistados en la NOM-0059-SEMARNAT-2010 y de lento crecimiento detectados en la huella del desplante, así como el ahuyentamiento y rescate de la fauna que presente en el sitio
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El Proyecto no contempla la creación de bancos de germoplasma ni actividades de conservación ex situ. No obstante, mediante el **Programa de Conservación de**

		la Biodiversidad y el **Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC)** se prioriza la conservación in situ del manglar, duna y vegetación asociada, preservando la diversidad genética existente dentro del predio.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	El Proyecto incorpora un sistema energético mixto que incluye el uso de celdas solares para iluminación LED, reduciendo el consumo energético convencional. Asimismo, la conservación del **85.14 % del predio como zona natural** contribuye a la captura y almacenamiento de carbono mediante la permanencia del manglar y la cobertura vegetal, coadyuvando a la mitigación de emisiones.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	El Proyecto no participa formalmente en esquemas de comercio de bonos de carbono; sin embargo, la preservación mayoritaria del predio y la implementación del **Programa de Conservación de la Biodiversidad** fortalecen los servicios ambientales de captura de carbono, alineándose con los objetivos de reducción voluntaria de emisiones a escala local
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El Proyecto no contempla el uso, liberación ni manejo de Organismos Genéticamente Modificados, por lo que no genera implicaciones en materia de bioseguridad ni requiere autorización específica conforme a la legislación aplicable.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	El diseño del Proyecto concentra la infraestructura en una fracción reducida del predio y mantiene el **85.14 % de la superficie como zona de conservación**, evitando la fragmentación adicional del sistema de manglar y duna costera. A través del **Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC)** se identificaron las áreas naturales críticas y se restringirá el tránsito de maquinaria fuera de las zonas autorizadas, asegurando la continuidad estructural y funcional del hábitat.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El Proyecto no contempla cambio de uso de suelo agropecuario ni expansión hacia áreas naturales; por el contrario, se desarrolla en un área del predio con impacto antropogénico, concentrando la infraestructura en una fracción reducida y manteniendo la mayor superficie como zona de conservación.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El Proyecto incorpora medidas de prevención y mitigación mediante el **Programa de Conservación de la Biodiversidad** y el **Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC)**, orientadas a evitar afectaciones al manglar, duna

		costera y planicie de inundación, minimizando impactos derivados de las actividades humanas.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El Proyecto no corresponde a parque industrial ni actividad manufacturera, por lo que el criterio no resulta aplicable.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	El Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas. En su caso, cualquier acción de revegetación se realizará exclusivamente con especies nativas. Asimismo, se implementarán medidas preventivas para evitar la proliferación de especies invasoras o potencialmente plaga dentro del predio.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	Si bien el predio no se ubica en ribera de río, se localiza en colindancia con una planicie de inundación con presencia de manglar y lagunas asociadas. El Proyecto mantiene la cobertura vegetal natural en estas zonas y contempla acciones de restauración, conservación y protección, contribuyendo a la estabilidad ecológica y funcional de las áreas inundables conforme a la normativa aplicable.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El Proyecto no se desarrolla sobre márgenes de ríos ni cauces naturales, y su diseño respeta las zonas ambientalmente sensibles identificadas, las cuales serán parte de las áreas de conservación.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	No aplica, toda vez que el predio se ubica en una planicie costera sin presencia de laderas ni pendientes pronunciadas.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Si bien el predio no se ubica en ribera de río, se localiza en colindancia con una planicie de inundación con presencia de manglar y lagunas asociadas. El Proyecto mantiene la cobertura vegetal natural en estas zonas y contempla acciones de restauración, conservación y protección, contribuyendo a la estabilidad ecológica y funcional de las áreas inundables conforme a la normativa aplicable.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	El Proyecto fue diseñado en congruencia con el Programa de Ordenamiento Ecológico aplicable y con el instrumento de planeación urbana vigente, incorporando criterios de prevención de riesgo y adaptación frente al cambio climático, particularmente en lo relativo a zonas inundables y conservación de ecosistemas costeros.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	Si bien el predio no se ubica en ribera de río, se localiza en colindancia con una planicie de inundación con presencia de manglar y lagunas asociadas. El Proyecto

		mantiene la cobertura vegetal natural en estas zonas y contempla acciones de restauración, conservación y protección, contribuyendo a la estabilidad ecológica y funcional de las áreas inundables conforme a la normativa aplicable.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El Proyecto no desarrolla actividades extractivas ni productivas extensivas; su enfoque se limita al aprovechamiento compatible con la vocación del suelo, bajo criterios de conservación y manejo sustentable.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	En el marco del **Programa de Conservación de la Biodiversidad**, se prevé monitoreo periódico para detectar oportunamente especies que pudieran convertirse en plaga, aplicando medidas de control conforme a la normatividad ambiental vigente.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauración de suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	El Proyecto mantiene la mayor parte del predio bajo cobertura natural, favoreciendo la función de sumidero de carbono del manglar. En caso de acciones de restauración puntual, se emplearán especies nativas, contribuyendo a la mitigación y adaptación frente al cambio climático.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Las acciones de revegetación y paisajismo (áreas verdes) priorizarán especies nativas con alta tolerancia a variaciones de salinidad, inundación y condiciones costeras, garantizando resiliencia ecológica del sitio.
G026	Identificar las áreas importantes para el mantenimiento de la conectividad ambiental en gradientes altitudinales y promover su conservación (o rehabilitación).	El diseño del Proyecto evita la fragmentación adicional del sistema de manglar, conservando continuidad estructural y funcional dentro del predio y contribuyendo a la conectividad del corredor costero regional.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El Proyecto incorpora sistemas de iluminación LED alimentados parcialmente mediante celdas solares, promoviendo el uso de energías renovables y reduciendo la dependencia de combustibles fósiles; además se contará con un sistema inteligente de sensores de presencia y fotoceldas que controlarán el encendido y apagado de lámparas. Con esta tecnología se realizará un eficiente consumo eléctrico, pues se evita que las luces se mantengan encendidas cuando no es necesario. Asimismo, el diseño arquitectónico considera iluminación y ventilación natural y aislamiento térmico en techumbres para reducir la demanda de aire acondicionado, reduciendo la demanda energética y favoreciendo un uso racional de la energía.
G028	Promover el uso de energías renovables.	
G029	Promover un aprovechamiento sustentable de la energía.	
G030	Fomentar la producción y uso de equipos energéticamente más eficientes.	
G031	Promover la sustitución a combustibles limpios, en los casos en que sea posible, por otros que emitan menos contaminantes que contribuyan al calentamiento global.	

G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	
G034	Impulsar la reducción del consumo de energía de viviendas y edificaciones a través de la implementación de diseños bioclimático, el uso de nuevos materiales y de tecnologías limpias.	
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción de cultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	No aplica de manera directa, toda vez que el Proyecto no contempla actividades agrícolas ni producción de cultivos.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Si bien el Proyecto no desarrolla estudios específicos de captura de carbono en suelo, la conservación del 85.14 % del predio con cobertura de manglar y vegetación costera mantiene el potencial natural de almacenamiento de carbono tanto en biomasa aérea como en suelos orgánicos asociados al humedal, contribuyendo a la mitigación del cambio climático.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El Proyecto fue diseñado en congruencia con el Programa de Ordenamiento Ecológico aplicable y el instrumento de planeación urbana vigente. Su trazo, densidad y superficie de conservación consideran las disposiciones territoriales y ambientales del área sujeta a ordenamiento fortaleciendo la instrumentación efectiva de dichos instrumentos de política pública.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.	El Proyecto no corresponde a una actividad industrial ni genera emisiones sujetas al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC). No obstante, durante su operación se implementarán buenas prácticas ambientales en manejo de residuos, eficiencia energética y control de descargas, en congruencia con los principios que orientan el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.

G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El Proyecto fue diseñado en congruencia con el Programa de Ordenamiento Ecológico aplicable y el instrumento de planeación urbana vigente. Su trazo, densidad y superficie de conservación consideran las disposiciones territoriales y ambientales del área sujeta a ordenamiento, fortaleciendo la instrumentación efectiva de dichos instrumentos de política pública.
G042	Fomentar la inclusión de las industrias de todo tipo en el Registro de Emisión y Transferencia de Contaminantes (RETC) y promover el Sistema de Información de Sitios Contaminados en el marco del Programa Nacional de Restauración de Sitios Contaminados.	El Proyecto no corresponde a una actividad industrial ni genera emisiones sujetas al Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes. No obstante, durante su operación se implementarán buenas prácticas ambientales en manejo de residuos, eficiencia energética y control de descargas, en congruencia con los principios que orientan el Programa Nacional de Auditoría Ambiental.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	Si bien el Proyecto no contempla actividades pesqueras ni aprovechamiento directo de recursos marinos, por su ubicación en zona costera asume medidas específicas de protección a especies bajo estatus de protección especial. En ese sentido, a través del **Subprograma de Monitoreo de Áreas Verdes y Conservación (S-MAVC)** se implementarán acciones periódicas de seguimiento ambiental sobre el estado del manglar, la vegetación costera y la zona intermareal, a efecto de verificar la conservación de los hábitats asociados. Asimismo, se contempla el monitoreo y vigilancia de las áreas potenciales de anidación de tortuga marina en la franja de playa, incluyendo medidas preventivas durante la temporada reproductiva, tales como control de iluminación, restricción de actividades nocturnas en zonas sensibles y coordinación con las autoridades ambientales competentes en caso de detección de nidos. De esta manera, el Proyecto contribuye a la protección de quelonios y demás especies bajo régimen de protección especial, en congruencia con la legislación ambiental aplicable y con los objetivos del instrumento de ordenamiento ecológico.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	No aplica de manera directa, al no contemplarse actividades pesqueras ni comercialización de especies acuáticas dentro del Proyecto.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El Proyecto no contempla la construcción de infraestructura vial regional ni modificaciones al sistema

G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	de transporte público. Su desarrollo se limita al predio autorizado, sin generar obras que alteren la estructura de movilidad regional.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El Proyecto se integra al sector turístico como actividad económica distinta a las actividades primarias tradicionales, contribuyendo a la diversificación productiva regional
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	El Proyecto atenderá estos criterios mediante la instrumentación del **Programa de Seguridad y Atención a Contingencias (PSAC)**, el cual integra medidas preventivas, operativas y de respuesta ante riesgos naturales y antrópicos. En particular: • A través del **Subprograma de Salud y Seguridad Ocupacional**, se establecerán protocolos de capacitación, señalización, rutas de evacuación, equipos de protección personal y lineamientos de actuación para el personal durante la etapa de construcción y operación, fortaleciendo la cultura de prevención. • Mediante el **Subprograma de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales**, se implementarán procedimientos específicos para la atención de fenómenos hidrometeorológicos (huracanes, tormentas tropicales, lluvias intensas), derrames accidentales, incendios y otras eventualidades, incluyendo la coordinación con autoridades municipales y comités de protección civil. Asimismo, el diseño estructural del Proyecto considerará criterios técnicos acordes con la normatividad aplicable para zonas costeras expuestas a eventos extremos, promoviendo edificaciones resilientes frente a fenómenos hidrometeorológicos. De esta manera, el Proyecto no sólo atiende la prevención de riesgos, sino que integra un esquema formal y documentado de gestión de contingencias alineado con los instrumentos de protección civil y seguridad ambiental.
G049	Fortalecer la creación o consolidación de los comités de protección civil.	
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos hidrometeorológicos.	
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Mediante el Programa de Manejo Integral de Residuos, el Proyecto contempla separación, almacenamiento temporal y disposición adecuada de residuos sólidos urbanos, así como medidas de limpieza periódica del predio, evitando acumulación de desechos y potenciales focos de contaminación.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos	

	(descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	El Proyecto conducirá las aguas residuales hacia la PTAR del complejo contiguo para su tratamiento conforme a la normatividad aplicable, promoviendo su reutilización para riego de áreas verdes. No se contemplan descargas industriales ni actividades que requieran plantas de tratamiento propias de carácter industrial.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	
G055	La remoción parcial o total de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, o para el aprovechamiento de recursos maderables en terrenos forestales y preferentemente forestales, sólo podrá llevarse a cabo de conformidad con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y demás disposiciones jurídicas aplicables.	Cualquier remoción de vegetación se realizará exclusivamente dentro de la superficie autorizada y conforme a la legislación forestal aplicable, evitando afectaciones fuera del área de desplante y manteniendo el 85.14 % del predio como zona de conservación.
G056	Promover e impulsar la construcción y adecuada operación de sitios de disposición final de residuos sólidos urbanos, peligrosos o de manejo especial de acuerdo a la normatividad vigente.	El Proyecto no contempla la construcción ni operación de sitios de disposición final. Los residuos sólidos urbanos (RSU) generados durante la etapa de operación serán recolectados por el servicio de limpia y recolección concesionado en la zona, para su traslado al Relleno Sanitario del Municipio de Benito Juárez. Los materiales valorizables serán entregados a empresas autorizadas para su reciclaje, mientras que los no reutilizables serán enviados a sitios de disposición final debidamente autorizados, asegurando cumplimiento con la normativa ambiental vigente.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	El proyecto contempla acciones asociados al cambio climático es fundamental porque permite identificar riesgos emergentes, comprender cómo las variaciones en temperatura, humedad, eventos extremos y calidad del aire afectan directamente el bienestar de la población, y generar información técnica que respalde acciones preventivas y de adaptación en los sectores más vulnerables. Estos estudios fortalecen la toma de decisiones, permiten anticipar impactos y aseguran que las políticas ambientales y de salud pública respondan oportunamente a los escenarios derivados del cambio climático.

G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	En caso de generarse residuos peligrosos (RP) durante la etapa de construcción u operación, éstos serán almacenados temporalmente en el área designada dentro del Proyecto, bajo condiciones que cumplan con la normatividad aplicable para prevenir riesgos de contaminación. Su manejo será responsabilidad de la empresa contratista correspondiente, y su recolección, transporte y disposición final serán realizados exclusivamente por empresas debidamente autorizadas por la SEMARNAT, quienes los trasladarán a sitios de disposición final autorizados. La trazabilidad del proceso se garantizará mediante: • Registro documental de movimientos, especificando tipo y volumen de residuos generados y entregados. • Obtención de certificados de disposición final emitidos por las empresas autorizadas. • Esquema de responsabilidad compartida, en el cual la empresa autorizada asume la responsabilidad del residuo desde su recolección hasta su disposición final. De esta manera, el Proyecto asegura el cumplimiento estricto de la legislación ambiental vigente en materia de residuos peligrosos.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	Una porción del predio se localiza dentro de un Área Natural Protegida federal; sin embargo, el Proyecto no contempla la ejecución de obras ni infraestructura dentro de dicha superficie. La porción correspondiente al ANP forma parte de la **zona de conservación del Proyecto**, garantizando la preservación íntegra de la vegetación natural y evitando cualquier intervención física. En consecuencia, el Proyecto es consistente con la legislación aplicable y con el objeto de conservación del área protegida, al mantener intacta la superficie incluida dentro del ANP.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	El Proyecto no contempla infraestructura marina ni obras sobre vegetación acuática sumergida. La infraestructura terrestre se concentra en la porción del predio destinada a aprovechamiento, manteniendo el **85.14 % del terreno como zona de conservación**, incluyendo manglar, duna costera y áreas inundables, evitando afectaciones directas o indirectas a ecosistemas costeros sensibles.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	

		Durante la etapa constructiva se implementarán medidas de control para evitar dispersión de materiales, arrastre de sedimentos y derrames accidentales, conforme al **Programa de Seguridad y Atención a Contingencias (PSAC)** y al **Subprograma de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales**. Asimismo, el diseño estructural contempla que la mayor parte de la infraestructura será **piloteada**, con el objetivo de no obstruir el flujo hidráulico superficial y subsuperficial que alimenta al manglar, preservando la dinámica hidrológica natural del sistema y reduciendo riesgos de alteración en la calidad del agua.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	No aplica, al no contemplarse actividades agropecuarias.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	No aplica de manera directa; no obstante, el Proyecto respeta el instrumento de ordenamiento ecológico vigente, contribuyendo a la coherencia territorial con otros instrumentos sectoriales.
G064	La construcción de carreteras, caminos, puentes o vías férreas deberá evitar modificaciones en el comportamiento hidrológico de los flujos subterráneos o superficiales o atender dichas modificaciones en caso de que sean inevitables.	El Proyecto no contempla la construcción de carreteras, caminos regionales, puentes ni vías férreas. La infraestructura proyectada se limita al interior del predio y se concentra en la superficie propuesta para aprovechamiento, conforme al diseño presentado en la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Con el objeto de no alterar el comportamiento hidrológico natural: • La mayor parte de la infraestructura será **piloteada**, evitando la obstrucción de flujos superficiales y subsuperficiales. • Se mantiene el **85.14 % del predio como zona de conservación**, permitiendo la continuidad del sistema de infiltración y escurrimiento natural. • No se contemplan rellenos generalizados ni compactaciones extensivas que interrumpan la conectividad hídrica del manglar. En consecuencia, el Proyecto no modifica de manera sustancial la dinámica hidrológica del sitio y preserva la funcionalidad ecológica del humedal asociado.
G065	La realización de obras y actividades en Áreas Naturales Protegidas deberá contar con la opinión de la Dirección del ANP o en su caso de la Dirección Regional que corresponda, conforme lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo del área respectiva.	Una fracción del predio se localiza dentro de un Área Natural Protegida federal; sin embargo, el Proyecto no contempla la ejecución de obras, actividades constructivas ni infraestructura dentro de dicha superficie. La porción incluida dentro del ANP forma parte de la zona de conservación del Proyecto, manteniéndose

		íntegramente con su cobertura vegetal natural y sin intervención física. El diseño del Proyecto es congruente con los objetivos de conservación establecidos en los Programas de Manejo del **Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos**, del **Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos** y de la **Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano**, particularmente en lo relativo a: • Protección de manglares y ecosistemas costeros. • Conservación de la conectividad ecológica. • Prevención de alteraciones en la dinámica hidrológica. • Control de descargas y contaminación marina. Se vincula al Proyecto a los programas de manejo y decretos correspondientes a las ANP cercanas.

Fuente: Elaboración propia

Correspondiéndoles las siguientes Criterios Específicos:

Tabla 3.7. Criterios Específicos aplicables a las UGA del Proyecto.

Criterios Específicos aplicables por UGA			
Acción		**Acción**	
A-001	NA	A-051	APLICA
A-002	NA	A-052	APLICA
A-003	NA	A-053	APLICA
A-004	NA	A-054	APLICA
A-005	APLICA	A-055	APLICA
A-006	APLICA	A-056	NA
A-007	APLICA	A-057	APLICA
A-008	APLICA	A-058	APLICA
A-009	APLICA	A-059	APLICA
A-010	APLICA	A-060	APLICA
A-011	APLICA	A-061	APLICA
A-012	APLICA	A-062	APLICA
A-013	APLICA	A-063	APLICA
A-014	APLICA	A-064	APLICA
A-015	APLICA	A-065	APLICA
A-016	APLICA	A-066	APLICA
A-017	APLICA	A-067	APLICA
A-018	APLICA	A-068	APLICA

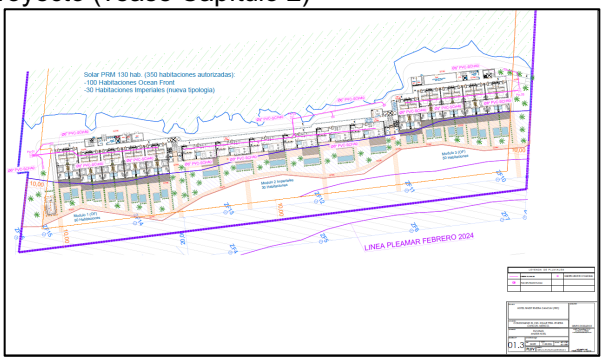
A-019	APLICA	A-069	APLICA
A-020	NA	A-070	APLICA
A-021	APLICA	A-071	APLICA
A-022	APLICA	A-072	APLICA
A-023	APLICA	A-073	APLICA
A-024	APLICA	A-074	APLICA
A-025	APLICA	A-075	NA
A-026	APLICA	A-076	NA
A-027	APLICA	A-077	NA
A-028	APLICA	A-078	NA
A-029	APLICA	A-079	NA
A-030	APLICA	A-080	NA
A-031	APLICA	A-081	NA
A-032	APLICA	A-082	NA
A-033	APLICA	A-083	NA
A-034	NA	A-084	NA
A-035	NA	A-085	NA
A-036	NA	A-086	NA
A-037	APLICA	A-087	NA
A-038	APLICA	A-088	NA
A-039	NA	A-089	NA
A-040	APLICA	A-090	NA
A-041	NA	A-091	NA
A-042	NA	A-092	NA
A-043	NA	A-093	NA
A-044	APLICA	A-094	NA
A-045	NA	A-095	NA
A-046	APLICA	A-096	NA
A-047	NA	A-097	NA
A-048	APLICA	A-098	NA
A-049	APLICA	A-099	NA
A-050	APLICA	A-100	NA
NA= No aplica.			

Fuente: Elaboración propia

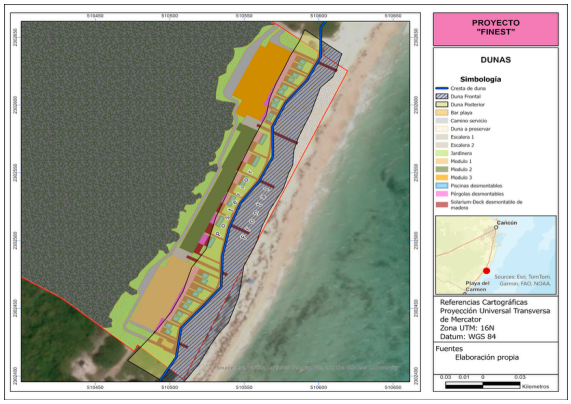
Por lo que se aborda la Vinculación con dichos criterios Específicos:

Tabla 3.8. Criterios específicos aplicables a la UGA 138

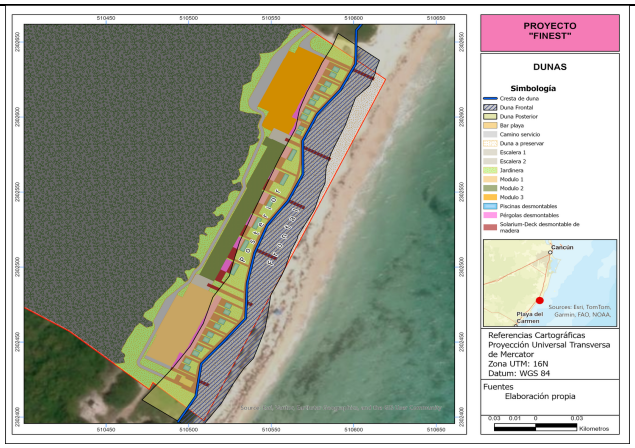
Acciones Específicas aplicables a la UGA 138		
Clave	**Acciones Específicas**	**Vinculación**

A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de distribución de la misma.	El Proyecto incorpora medidas de eficiencia hídrica mediante dispositivos ahorradores y una red interna diseñada para minimizar pérdidas durante la distribución del agua potable. En materia de manejo pluvial, la ampliación contará con un sistema de drenaje pluvial que cumplirá sus funciones mediante una red de colectores en tubería plástica tipo SDR-41, encargada de captar las aguas de lluvia a través de rejillas e imbornales dispuestos en las áreas exteriores. Las aguas pluviales serán conducidas hacia pozos pluviales previstos en el diseño, donde recibirán un pretratamiento previo a su infiltración o disposición final, favoreciendo: • El control adecuado de escorrentías. • La reducción de erosión superficial. • La recarga del acuífero. • La prevención de encharcamientos o afectaciones en el entorno inmediato. Se muestra a continuación la red de drenaje pluvial del Proyecto (véase Capítulo 2)
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	 Asimismo, el Proyecto contempla la reutilización de aguas residuales tratadas para riego de áreas verdes conforme a la normatividad aplicable, y podrá integrar esquemas complementarios de captación pluvial para usos no potables, fortaleciendo el manejo sustentable del recurso hídrico. De esta manera, el diseño hidráulico del Proyecto no sólo reduce pérdidas en la distribución, sino que gestiona integralmente el agua pluvial bajo criterios de eficiencia y protección ambiental.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas	El Proyecto mantiene el **85.14 % del predio como zona de conservación**, incluyendo manglar, duna costera y planicie de inundación, lo que constituye un

	para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	esquema de conservación voluntaria que preserva ecosistemas naturales en estado funcional.
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación.	A través del **Subprograma de Monitoreo de Áreas Verdes y Conservación (S-MAVC)** se implementarán acciones de vigilancia y seguimiento en la franja de playa con potencial de anidación de tortuga marina. Se aplicarán medidas preventivas durante la temporada reproductiva, tales como control de iluminación, restricción de actividades nocturnas en zonas sensibles y notificación a autoridades competentes en caso de localización de nidos, contribuyendo a la protección de especies bajo régimen de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en cumplimiento con la NOM-162-SEMARNAT-2012.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El Proyecto no implica expansión agropecuaria ni transformación extensiva del terreno. En caso de requerirse revegetación puntual, ésta se realizará con especies nativas de la región, favoreciendo la recuperación de cobertura vegetal y la estabilidad ecológica del sitio.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de dunas frontales.	La infraestructura proyectada se ubica detrás del cordón de dunas frontales, preservando la integridad geomorfológica y ecológica de la duna costera y su vegetación natural, en estricta observancia del principio de conservación de ecosistemas costeros. El Proyecto destina las superficies correspondientes a duna costera exclusivamente a fines de protección ambiental, manteniendo la integridad física y funcional de los ecosistemas de duna, manglar y áreas inundables, sin contemplar obras permanentes ni actividades que impliquen remoción, extracción o depósito de materiales. En este sentido, el **Solarium-Deck** proyectado sobre la franja de duna posterior consiste en una estructura desmontable y elevada, soportada mediante apoyos puntuales sin cimentaciones ni colados permanentes. Esta solución constructiva garantiza: • La reversibilidad total de la intervención. • La no compactación del sustrato arenoso. • La continuidad del flujo pluvial y eólico natural. • La permanencia y regeneración de vegetación halófita bajo la estructura. • La no alteración de la morfología ni de la función ecológica de la duna.

		Por tanto, el Proyecto no sólo evita ocupar la duna frontal, sino que adopta un diseño compatible con la dinámica costera, alineándose con la política de preservar. Sirva de referencia la siguiente imagen: 
A013	Establecer las medidas necesarias para evitar la introducción de especies potencialmente invasoras por actividades marítimas en los términos establecidos por los artículos 76 y 77 de la Ley de Navegación y Comercio Marítimo.	El Proyecto no contempla actividades marítimas ni operación de embarcaciones, por lo que no genera riesgo de introducción de especies invasoras por esta vía.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	El Proyecto no contempla actividades de remoción, relleno, trasplante, poda ni obras que afecten la integralidad del flujo hidrológico, la productividad natural, la capacidad de carga, ni las interacciones ecológicas del ecosistema de manglar y su zona de influencia. El diseño evita cualquier intervención directa sobre el manglar, garantizando la conservación de su estructura, funcionalidad y servicios ambientales. Conforme al Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso hídrico que se propone, y el cual tiene como objetivo entre otros el garantizar que no se interrumpan los flujos hídricos superficiales y subterráneos al manglar, el Proyecto contempla cimentación elevada con desplantes sobre pilotes o estructuras que permitan el libre paso del agua superficial evitando el efecto de barrera así cómo área permeables que permiten infiltración del agua de lluvia al acuífero. En congruencia con lo anterior, se implementa de manera adicional el Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC), mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al

		Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se consideran acciones proactivas de restauración de las zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	La infraestructura proyectada se ubica detrás del cordón de dunas frontales, preservando la integridad geomorfológica y ecológica de la duna costera y su vegetación natural, en estricta observancia del principio de conservación de ecosistemas costeros. El Proyecto destina las superficies correspondientes a duna costera exclusivamente a fines de protección ambiental, manteniendo la integridad física y funcional de los ecosistemas de duna, manglar y áreas inundables, sin contemplar obras permanentes ni actividades que impliquen remoción, extracción o depósito de materiales. En este sentido, el **Solarium-Deck** proyectado sobre la franja de duna posterior consiste en una estructura desmontable y elevada, soportada mediante apoyos puntuales sin cimentaciones ni colados permanentes. Esta solución constructiva garantiza: • La reversibilidad total de la intervención. • La no compactación del sustrato arenoso. • La continuidad del flujo pluvial y eólico natural. • La permanencia y regeneración de vegetación halófita bajo la estructura. • La no alteración de la morfología ni de la función ecológica de la duna. Por tanto, el Proyecto no sólo evita ocupar la duna frontal, sino que adopta un diseño compatible con la dinámica costera, alineándose con la política de preservar. Sirva de referencia la siguiente imagen:

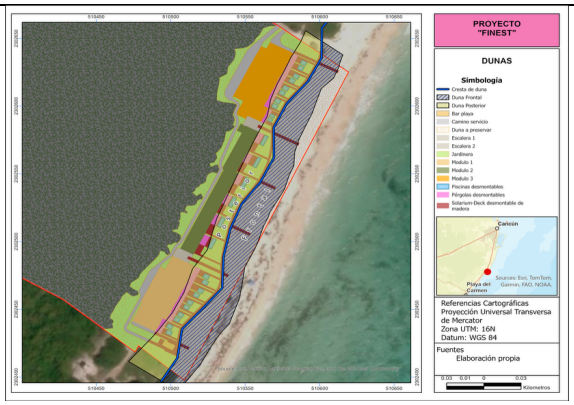
		
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	La conservación mayoritaria del predio (85.14% superficie total del predio) y la continuidad de cobertura vegetal permiten mantener la conectividad ecológica con ecosistemas costeros adyacentes y con las Áreas Naturales Protegidas cercanas, contribuyendo al funcionamiento del corredor biológico regional.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	El Proyecto no implica expansión agropecuaria ni transformación extensiva del terreno. En caso de requerirse revegetación puntual, ésta se realizará con especies nativas de la región, favoreciendo la recuperación de cobertura vegetal y la estabilidad ecológica del sitio
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	Para su ejecución, el Proyecto contempla como medida de mitigación la implementación del Subprograma de protección y reubicación de fauna y fauna silvestre, el cual contempla el rescate del 100% de los individuos de flora enlistados en la NOM-0059-SEMARNAT-2010 y de lento crecimiento detectados en la huella del desplante, así como el ahuyentamiento y rescate de la fauna que presente en el sitio. Así mismo se imparten pláticas de concientización sobre la importancia de la fauna local, a todo el personal colaborador durante las etapas de construcción y operación.
A019	Los programas de remediación que se implementen deberán ser formulados y aprobados de conformidad con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y demás normatividad aplicable.	En cumplimiento de la LGPGIR, la remediación de impactos se atiende mediante el Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR), que incluye acciones de minimización, segregación, confinamiento impermeabilizado, manejo de residuos peligrosos conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005 y gestión sanitaria de acuerdo con la NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-003-SEMARNAT-1997. De manera complementaria, la remediación ecológica se garantiza a través del Programa de Conservación de la

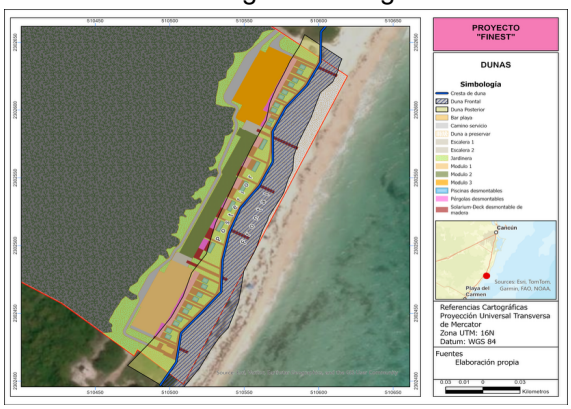
		Biodiversidad (PBVD), que incorpora el rescate y reubicación de flora y fauna (NOM-059-SEMARNAT-2010) y la restauración del manglar conforme a la NOM-022-SEMARNAT-2003. Asimismo, el Programa de Monitoreo y Calidad Ambiental (PMA) permite detectar y corregir oportunamente cualquier desviación, mientras que el Programa de Responsabilidad ante el Cambio Climático (PRCC) mitiga emisiones atmosféricas y reduce la demanda hídrica. Finalmente, el Programa de Seguridad y Contingencias (PSAC) establece acciones de respuesta inmediata ante derrames o fallas en la PTAR, garantizando la protección del acuífero y del manglar. En conjunto, estos programas integran las acciones de remediación aplicables y aseguran la reducción efectiva de los impactos identificados en la evaluación ambiental.
A021	Fortalecer los mecanismos de control de emisiones y descargas para mejorar la calidad del aire, agua y suelos, particularmente en las zonas industriales y urbanas del ASO.	El Proyecto implementará mecanismos de control y prevención de emisiones atmosféricas, descargas y generación de contaminantes durante las etapas de preparación, construcción y operación, con el objeto de salvaguardar la calidad del aire, agua y suelo en el área de influencia. En materia de emisiones a la atmósfera derivadas de maquinaria y vehículos automotores que utilicen diésel, se dará cumplimiento a lo establecido en la **NOM-044-SEMARNAT-2006**, relativa a los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes provenientes de motores nuevos que utilizan diésel, asegurando que la maquinaria empleada cumpla con los estándares vigentes en materia de control de óxidos de nitrógeno (NOx), partículas y otros contaminantes criterio. Asimismo, los vehículos en operación deberán observar lo dispuesto en la **NOM-045-SEMARNAT-2017**, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel, garantizando revisiones periódicas y mantenimiento preventivo para evitar emisiones ostensiblemente contaminantes. • Adicionalmente: • Se implementará mantenimiento preventivo a maquinaria y equipos. • Se controlará el polvo mediante riego periódico en áreas de tránsito.

		• Se evitarán quemas a cielo abierto. • Se dará manejo adecuado a residuos y sustancias potencialmente contaminantes, conforme a la normatividad aplicable. Con lo anterior, el Proyecto fortalece los mecanismos de control de emisiones y descargas, asegurando el cumplimiento del marco regulatorio ambiental vigente y contribuyendo a la mejora de la calidad ambiental en el entorno inmediato. El Proyecto incorpora medidas para el uso eficiente del recurso hídrico mediante la conducción de aguas residuales hacia la PTAR del complejo contiguo para su tratamiento y reutilización en riego de áreas ajardinadas, conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997.Asimismo, el diseño contempla red interna eficiente de distribución y dispositivos de ahorro en la etapa operativa, en congruencia con el Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios, favoreciendo la reducción del consumo y evitando descargas directas al medio. Mediante el Programa de Manejo Integral de Residuos, el Proyecto contempla separación, almacenamiento temporal y disposición adecuada de residuos sólidos urbanos, así como medidas de limpieza periódica del predio, evitando acumulación de desechos y potenciales focos de contaminación. Es así que el Proyecto contempla la implementación de los siguientes Subprogramas: • Manejo de Residuos Sólidos (RSU y RME) • Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios • Manejo de Residuos Peligrosos
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	Durante la etapa constructiva se implementarán medidas de control para evitar dispersión de materiales, arrastre de sedimentos y derrames accidentales, conforme al **Programa de Seguridad y Atención a Contingencias (PSAC)** y al **Subprograma de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales**.
A023	Fomentar la aplicación de medidas preventivas y correctivas de contaminación del suelo con base a riesgo ambiental, así como la aplicación de acciones inmediatas o de emergencia y tecnologías para la remediación in situ, en términos de la legislación aplicable.	El proyecto incorpora medidas preventivas en etapa de construcción consistentes en la prohibición de mantenimiento de maquinaria en sitio, el uso de equipos en óptimas condiciones operativas y la implementación de protocolos de atención inmediata ante contingencias por derrames accidentales. En caso de generarse residuos contaminados (trapos impregnados, envases de aceites), su almacenamiento será temporal en contenedores identificados y bajo

		resguardo de la empresa constructora, quien será responsable de su traslado y disposición conforme a la legislación aplicable, evitando afectaciones al suelo costero.
A024	Fomentar el uso de tecnologías para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y partículas al aire por parte de la industria y los automotores cuando ello sea técnicamente viable.	Se contempla la implementación del Programa de Responsabilidad ante el Cambio Climático, particularmente el Subprograma de Eficiencia Energética y Calidad del Aire, el cual establece medidas orientadas a controlar emisiones atmosféricas y ruido durante las distintas etapas del proyecto. En etapa constructiva, la operación de maquinaria se encuentra sujeta a controles operativos y mantenimiento preventivo, evitando emisiones excesivas por equipos en mal estado. En etapa de operación, el proyecto incorpora luminarias solares, reduciendo el consumo energético convencional y, por tanto, las emisiones indirectas de GEI asociadas al suministro eléctrico. La existencia de indicadores de desempeño en materia ambiental fortalece la trazabilidad y control del cumplimiento.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	l proyecto reconoce la posible generación de residuos peligrosos de carácter eventual durante la construcción (grasas gastadas, estopas impregnadas, residuos de pintura), estableciendo su almacenamiento temporal en recipientes adecuados dentro de un área delimitada, bajo responsabilidad de la empresa constructora, y su posterior entrega a prestadores autorizados. No se permite mantenimiento mayor de maquinaria en sitio, lo que reduce significativamente el riesgo de contaminación del suelo costero. Por lo anterior, el proyecto cumple el criterio al prever medidas preventivas y correctivas orientadas a evitar afectaciones al componente suelo.
A026	Promover e impulsar el uso de tecnologías 'Limpias' y 'Ambientalmente amigables' en las industrias registradas en el ASO y su área de influencia. Fomentar que las industrias que se establezcan cuenten con las tecnologías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.	El proyecto no corresponde a actividad industrial; sin embargo, incorpora prácticas de reducción y valorización de residuos (trituración de material vegetal para composta y cobertura), infraestructura ligera en zona de duna posterior y aprovechamiento parcial de energía solar. Estas características constructivas y operativas minimizan la huella física y la generación de contaminantes, alineándose con el principio de tecnologías ambientalmente compatibles con el entorno costero

A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto no contempla ocupación de playa ni infraestructura permanente sobre el primer cordón dunar. Las estructuras propuestas se localizan en duna posterior y consisten en elementos ligeros y desmontables, lo que limita la superficie intervenida y evita alteraciones permanentes al sistema costero. Existe congruencia plena con el criterio
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas eviten generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	La infraestructura proyectada se ubica detrás del cordón de dunas frontales, preservando la integridad geomorfológica y ecológica de la duna costera y su vegetación natural, en estricta observancia del principio de conservación de ecosistemas costeros. El Proyecto destina las superficies correspondientes a duna costera exclusivamente a fines de protección ambiental, manteniendo la integridad física y funcional de los ecosistemas de duna, manglar y áreas inundables, sin contemplar obras permanentes ni actividades que impliquen remoción, extracción o depósito de materiales. En este sentido, el **Solarium-Deck** proyectado sobre la franja de duna posterior consiste en una estructura desmontable y elevada, soportada mediante apoyos puntuales sin cimentaciones ni colados permanentes. Esta solución constructiva garantiza: • La reversibilidad total de la intervención. • La no compactación del sustrato arenoso. • La continuidad del flujo pluvial y eólico natural. • La permanencia y regeneración de vegetación halófita bajo la estructura. • La no alteración de la morfología ni de la función ecológica de la duna. Por tanto, el Proyecto no sólo evita ocupar la duna frontal, sino que adopta un diseño compatible con la dinámica costera, alineándose con la política de preservar Sirva de referencia la siguiente imagen:

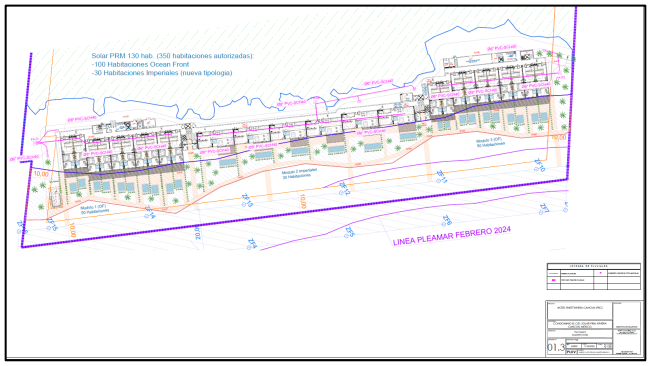
		
A029	Promover la preservación del perfil de la costa y los patrones naturales de circulación de las corrientes alineadas a la costa, salvo cuando dichas modificaciones correspondan a proyectos de infraestructura que tengan por objeto mitigar o remediar los efectos causados por alguna contingencia meteorológica o desastre natural.	No se contemplan dragados, rellenos, escolleras ni obras de protección costera. El proyecto no modifica el frente litoral ni interviene la dinámica marina. Por tanto, no se genera alteración al perfil costero ni a la circulación natural de corrientes
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	La utilización en el Proyecto de estructuras elevadas (piloteadas) y desmontables, así como el manejo controlado de materiales de construcción, reduce la alteración física del terreno y evita modificaciones permanentes al relieve costero.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros.	La infraestructura proyectada se ubica detrás del cordón de dunas frontales, preservando la integridad geomorfológica y ecológica de la duna costera y su vegetación natural, en estricta observancia del principio de conservación de ecosistemas costeros. El Proyecto destina las superficies correspondientes a duna costera exclusivamente a fines de protección ambiental, manteniendo la integridad física y funcional de los ecosistemas de duna, manglar y áreas inundables, sin contemplar obras permanentes ni actividades que impliquen remoción, extracción o depósito de materiales. En este sentido, el **Solarium-Deck** proyectado sobre la franja de duna posterior consiste en una estructura desmontable y elevada, soportada mediante apoyos puntuales sin cimentaciones ni colados permanentes. Esta solución constructiva garantiza: • La reversibilidad total de la intervención. • La no compactación del sustrato arenoso. • La continuidad del flujo pluvial y eólico natural.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	

		• La permanencia y regeneración de vegetación halófita bajo la estructura. • La no alteración de la morfología ni de la función ecológica de la duna. Por tanto, el Proyecto no sólo evita ocupar la duna frontal, sino que adopta un diseño compatible con la dinámica costera, alineándose con la política de preservar Sirva de referencia la siguiente imagen: 
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	El proyecto no contempla infraestructura eólica. No aplica.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El proyecto incorpora luminarias con alimentación solar en etapa operativa, contribuyendo a la transición energética dentro del alcance del desarrollo turístico.
A038	Impulsar el uso de los residuos agrícolas para la generación de energía y reducir los riesgos de incendios forestales en las regiones más secas.	No aplica, al no existir componente agroindustrial.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	No aplica, al no existir componente pesquero o acuícola.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	No aplica, al no existir componente pesquero o acuícola. No se pretende el aprovechamiento extractivo de ejemplares de flora o fauna.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de	No aplica, al no contemplarse actividades náuticas ni infraestructura portuaria.

	embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	
A048	Contribuir a redimensionar y ajustar las flotas pesqueras y los esfuerzos de captura a las capacidades y estados actuales y previsibles de las poblaciones en explotación.	No aplica, al no contemplarse actividades pesqueras.
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	No aplica, al no contemplarse actividades náuticas ni infraestructura portuaria.
A050	Promover el desarrollo de Programas de Desarrollo Urbano y Programas de Conurbación con el fin de dotar de infraestructura de servicios a las comunidades rurales.	El proyecto se inserta en zona con vocación compatible con el instrumento de planeación urbana vigentes, contribuyendo a la consolidación ordenada del desarrollo urbano y a la dotación de infraestructura compatible con dicha vocación territorial.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El proyecto no desarrolla actividades extensivas de aprovechamiento de recursos naturales, sino infraestructura turística de baja ocupación física y sin explotación intensiva del territorio.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	El Proyecto busca el desarrollo de una superficie menor de la totalidad del Predio, destinando un 85.14% total de la superficie del mismo, como área de conservación.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción agropecuaria para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	No aplica al no existir componente agropecuario.
A057	Evitar el establecimiento de zonas urbanas en zonas de riesgo industrial, zonas de riesgo ante eventos naturales, zonas susceptibles de inundación y derrumbe, zonas de restauración ecológica, en humedales, dunas costeras y manglares.	El Proyecto no contempla actividades de remoción, relleno, trasplante, poda ni obras que afecten la integralidad del flujo hidrológico, la productividad natural, la capacidad de carga, ni las interacciones ecológicas del ecosistema de manglar y su zona de influencia. El diseño evita cualquier intervención directa sobre el manglar, garantizando la conservación de su estructura, funcionalidad y servicios ambientales. Conforme al Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso hídirco que se propone, y el cual tiene como objetivo entre otros el garantizar que no se interrumpan los flujos hídricos superficiales y subterráneos al manglar, el Proyecto contempla cimentación elevada con desplantes sobre pilotes o estructuras que permitan el libre paso del agua superficial evitando el efecto de barrera así cómo área

		permeables que permiten infiltración del agua de lluvia al acuífero. En congruencia con lo anterior, se implementa de manera adicional el Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC), mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se consideran acciones proactivas de restauración de las zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	El proyecto no implica asentamientos humanos permanentes en zonas de riesgo ni genera procesos de ocupación irregular del territorio. Tampoco promueve la instalación de vivienda en áreas expuestas a amenazas hidrometeorológicas.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El proyecto corresponde a un desarrollo turístico en predio específico y no constituye instrumento de planeación territorial ni programa de equipamiento municipal. No obstante, su operación formal y regulada contribuye indirectamente al desarrollo ordenado y a la consolidación de infraestructura compatible con la vocación turística del área.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	El proyecto no tiene atribuciones para establecer sistemas regionales de alerta; sin embargo, incorpora protocolos internos de seguridad y contingencias ante fenómenos hidrometeorológicos, en congruencia con la normativa de protección civil aplicable. Por tanto, aunque no es ejecutor de sistemas públicos de alerta, no contraviene el criterio y se alinea con su finalidad preventiva en el ámbito operativo del proyecto
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	El proyecto no contempla desarrollo habitacional social ni intervención en infraestructura comunitaria externa. Su objeto es turístico y se desarrolla en predio privado. En consecuencia, el criterio no es de aplicación directa.
A062	Fortalecer y consolidar las capacidades organizativas y de infraestructura para el manejo adecuado y disposición final de residuos peligrosos y de manejo especial. Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	El proyecto establece almacenamiento temporal segregado de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial, así como su entrega a empresas autorizadas para su disposición final, asegurando trazabilidad y cumplimiento normativo.

		Asimismo, implementa separación en fuente y control operativo de residuos sólidos urbanos, contribuyendo al manejo integral dentro del ámbito de su competencia. Es así que el Proyecto contempla la implementación de los siguientes Subprogramas: • Manejo de Residuos Sólidos (RSU y RME) • Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios • Manejo de Residuos Peligrosos
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El proyecto no tiene competencia para instalar infraestructura municipal; sin embargo, prevé la conducción y tratamiento adecuado de sus aguas residuales en la PTAR del complejo contiguo, evitando descargas directas al suelo o cuerpos de agua y soluciones individuales que pudieran generar impactos al subsuelo. Esta instalación se encargará del tratamiento completo de los efluentes para su reutilización en el riego de áreas ajardinadas, cumpliendo con la NOM-003-SEMARNAT-1997 (Véase descripción en Capítulo 2).
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento.	El proyecto no corresponde a vivienda; no obstante, prevé que las aguas residuales generadas sean conducidas a la PTAR del complejo contiguo, evitando descargas directas al suelo o cuerpos de agua y soluciones individuales que pudieran generar impactos al subsuelo. Esta instalación se encargará del tratamiento completo de los efluentes para su reutilización en el riego de áreas ajardinadas, cumpliendo con la NOM-003-SEMARNAT-1997 (Véase descripción en Capítulo 2). Existe alineación con la finalidad del criterio en materia de saneamiento.
A065	Instrumentar programas de recuperación y mejoramiento de suelos mediante el uso de lodos inactivados de las plantas de tratamiento de aguas servidas municipales.	El proyecto no contempla el uso de lodos municipales para recuperación de suelos ni desarrolla programas agrícolas o de restauración que involucren ese tipo de insumos. El criterio no resulta aplicable al objeto del proyecto.
A066	Incrementar la capacidad de tratamiento de las plantas para dar tratamiento terciario a los efluentes e inyectar aguas de mayor calidad al manto freático en apoyo, en su caso, a la restauración de humedales.	El proyecto no contempla la construcción ni ampliación de plantas municipales de tratamiento ni la inyección directa al manto freático. No obstante, prevé que las aguas residuales generadas sean conducidas a la PTAR del complejo contiguo, evitando descargas directas al suelo o cuerpos de agua. Esta instalación se encargará del tratamiento completo de los efluentes para su reutilización en el riego de áreas ajardinadas, cumpliendo con la NOM-003-SEMARNAT-1997 (Véase descripción en Capítulo 2).

		En consecuencia, el criterio no es de aplicación directa, sin que el proyecto contravenga su finalidad de protección del recurso hídrico.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El Proyecto contará con un sistema de drenaje pluvial que cumplirá sus funciones mediante una red de colectores en tubería plástica tipo SDR-41, encargada de captar las aguas de lluvia a través de rejillas e imbornales dispuestos en las áreas exteriores. Las aguas pluviales serán conducidas hacia pozos pluviales previstos en el diseño, donde recibirán un pretratamiento previo a su infiltración o disposición final, favoreciendo: • El control adecuado de escorrentías. • La reducción de erosión superficial. • La recarga del acuífero. • La prevención de encharcamientos o afectaciones en el entorno inmediato. Se muestra a continuación la red de drenaje pluvial del Proyecto (véase Capítulo 2). 
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y zona costera.	El proyecto implementa segregación en fuente, almacenamiento temporal delimitado y disposición final mediante empresas autorizadas para RSU, RME y RP, evitando su dispersión hacia el frente costero. Asimismo, se prevé control en frentes de obra y zonas operativas para impedir arrastre de residuos por viento o escurrimientos pluviales. Durante su desarrollo implementará para el control de los residuos los siguientes subprogramas: • Manejo de Residuos Sólidos (RSU y RME) • Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios • Manejo de Residuos Peligrosos Con los que se busca:
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	

		- Prevenir y minimizar la generación de residuos - Valorizar los residuos a través de la separación selectiva, reutilización y reciclaje. - Asegurar su disposición final en sitios autorizado, mitigando riesgos de contaminación.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos urbanos en la zona costera para su disposición final.	El Proyecto implementará acciones de control y recolección sistemática de residuos, evitando acumulación o dispersión hacia el litoral. Así mismo través del Programa Social y Difusión el Proyecto buscará generar consciencia en el personal colaborador, así como los visitantes. A través de su Subprograma de Vinculación Ambiental y Paisajismo el Proyecto buscará contribuir a mitigar los impactos obre el paisajismo y promover la conservación del Manglar "Puerto Morelos-Punta Maroma", impulsado potencializando los beneficios socioeconómicos del Proyecto para la comunidad local y el entorno en que se desarrolla. Adicionalmente, la operación del proyecto se sujeta a programas de manejo ambiental, control de residuos, eficiencia energética y cumplimiento normativo en materia de agua, suelo y emisiones. Si bien no se condiciona a certificación específica, el diseño operativo integra criterios de sustentabilidad ambiental acordes a la normativa aplicable.
A071	Diseñar e instrumentar acciones coordinadas entre sector turismo y sector conservación para reducir al mínimo la afectación de los ecosistemas en zonas turísticas y aprovechar al máximo el potencial turístico de los recursos. Impulsar y fortalecer las redes de turismo de la naturaleza (ecoturismo) en todas sus modalidades como una alternativa al desarrollo local respetando los criterios de sustentabilidad según la norma correspondiente.	
A072	Promover que la operación de desarrollos turísticos se haga con criterios de sustentabilidad ambiental y social, a través de certificaciones ambientales nacionales o internacionales, u otros mecanismos.	
A073	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al turismo (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora), con obras sustentadas en estudios específicos, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El proyecto no contempla infraestructura portuaria ni instalaciones para embarcaciones mayores de 500 TRB o 49 pies de eslora.
A074	Construir, modernizar y ampliar la infraestructura portuaria de gran tamaño de apoyo al tráfico comercial de mercancías (embarcaciones mayores de 500 TRB (toneladas de registro bruto) y/o 49 pies de eslora); con obras sustentadas en estudios específicos,	El proyecto no incluye infraestructura portuaria comercial ni actividades marítimas de gran escala. No aplica.

	modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	

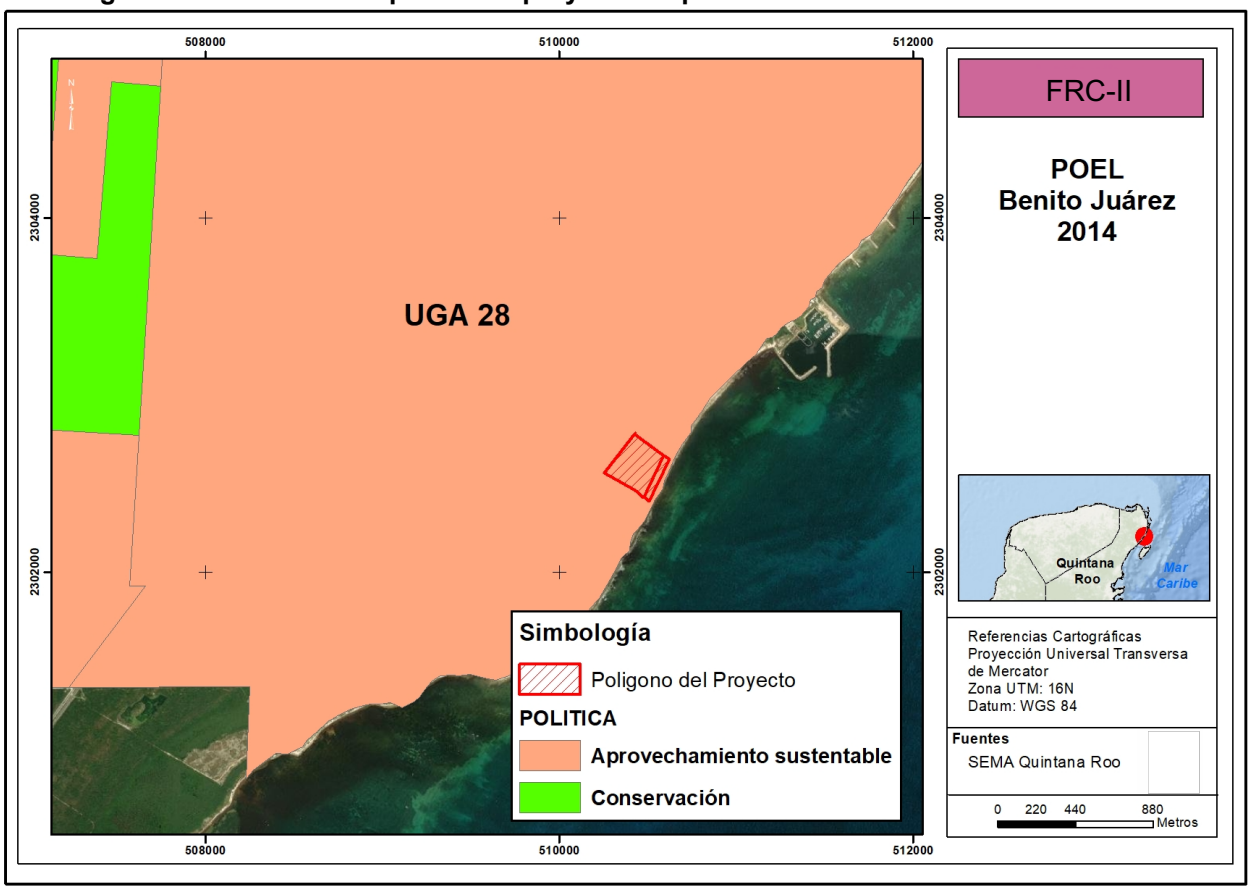
Fuente: Elaboración propia

3.2.3. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO (POEL MBJ).

Publicado en el Periódico Oficial el 27 de febrero de 2014, es una herramienta de planificación territorial diseñada para promover un desarrollo urbano equilibrado y sostenible, en armonía con la conservación y protección de los recursos naturales y del medio ambiente.

El Proyecto se localiza en la UGA 28 “Centro de Población de Puerto Morelos”, con una superficie de 5,740.85 ha y su política ambiental es de “Aprovechamiento sustentable”; en su momento, dicha UGA se definió conforme al Programa Municipal de Desarrollo Urbano Sustentable del Municipio de Benito Juárez, siendo considerada como un área reservada para el crecimiento urbano con una alta presencia de vegetación en optimo estado de conservación.

Figura 3.3.Ubicación del predio del proyecto respecto del POEL de Benito Juárez 2014.



Fuente: elaboración propia.

Los criterios de regulación ecológica establecidos POEL han sido organizados en dos grupos:

1. Los Criterios Ecológicos de aplicación general, que son de observancia en todo el territorio municipal de Benito Juárez, independientemente de la unidad de gestión ambiental en la que se ubique el proyecto o actividad.

2. Los Criterios Ecológicos de aplicación específica, que son los criterios asignados a una unidad de gestión ambiental determinada.

En tal virtud corresponden al proyecto los siguientes Criterios Ecológicos de aplicación general, de los cuales se enuncian solo aquellos que se consideran de mayor relevancia:

Tabla 3.9. Vinculación del proyecto con los "Criterios de Aplicación General"

Criterio	Acciones Específicas	Vinculación

CG-01	En el tratamiento de plagas y enfermedades de plantas en cultivos, jardines, áreas de reforestación y de manejo de la vegetación nativa deben emplearse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, así como los fertilizantes que sean preferentemente orgánicos y que estén publicados en el catálogo vigente por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	En áreas ajardinadas se priorizará el uso controlado de insumos orgánicos y prácticas de manejo sustentable, evitando la aplicación de agroquímicos que puedan generar lixiviación hacia el manglar o cuerpos lagunares. Para el caso de requerir uso de otros productos en el tratamiento a las áreas verdes se considerarán los señalados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICLOPAFEST).
CG-02	Los proyectos que en cualquier etapa empleen agroquímicos de manera rutinaria e intensiva, deberán elaborar un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo a fin de detectar, prevenir y, en su caso, corregir la contaminación del recurso. Los resultados del Monitoreo se incorporarán a la bitácora ambiental.	
CG-03	Con la finalidad de restaurar la cobertura vegetal que favorece la captación de agua y la conservación de los suelos, la superficie del predio sin vegetación que no haya sido autorizada para su aprovechamiento, debe ser reforestada con especies nativas propias del hábitat que haya sido afectado.	El Proyecto incorpora acciones proactivas orientadas a la mejora en la diversidad y estructura del ecosistema de manglar dentro del Sistema Ambiental. Si bien el diagnóstico ambiental no identificó impactos negativos significativos sobre el manglar al interior del predio, y considerando que la reducción del área de amortiguamiento (buffer), se determinó implementar una medida de mejora estructural y compensación ambiental. Esta acción tiene por objeto potenciar la salud ecológica del manglar, incrementar su complejidad estructural y fortalecer su función en la captación, infiltración y regulación del recurso hídrico. Con el propósito de evitar procesos de evaluación incierta, la restauración será conducida por un equipo especializado en ecología de humedales, utilizando exclusivamente especies nativas con afinidad ecológica al sitio, incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, garantizando la representatividad del estrato arbóreo y arbustivo.

CG-04	En los nuevos proyectos de desarrollo urbano, agropecuario, suburbano, turístico e industrial se deberá separar el drenaje pluvial del drenaje sanitario. El drenaje pluvial de techos, previo al paso a través de un decantador para separar sólidos no disueltos, podrá ser empleado para la captación en cisternas, dispuesto en áreas con jardines o en las áreas con vegetación nativa remanente de cada proyecto. El drenaje pluvial de estacionamientos públicos y privados, así como de talleres mecánicos deberá contar con sistemas de retención de grasas y aceites.	Desde su etapa de diseño (Capítulo II), el Proyecto contempla un sistema de drenaje sanitario independiente del sistema pluvial, conforme al Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios. Se reutilizarán las aguas resultantes previo tratamiento para el riego de áreas verdes permitiendo la infiltración natural de la misma.
CG-05	Para permitir la adecuada recarga del acuífero, todos los proyectos deben acatar lo dispuesto en el artículo 132 de la LEEPAQROO o la disposición jurídica que la sustituya.	El Proyecto destina el **85.14 % de la superficie total del predio (5.9582 ha)** a **zona de conservación**, correspondiente a manglar (5.0477 ha), duna (0.4461 ha) y laguna/áreas inundables (0.4508 ha), garantizando la permanencia de la estructura, función y conectividad ecológica de los ecosistemas presentes. Se implementan subprogramas específicos de protección, delimitación física, monitoreo y manejo adaptativo que aseguran la integridad del sistema costero.
CG-06	Con la finalidad de evitar la fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento preferentemente en áreas "sin vegetación aparente" y mantener la continuidad de las áreas con vegetación natural. Para lo cual, el promovente deberá presentar un estudio de zonificación ambiental que demuestre la mejor ubicación de la infraestructura planteada por el proyecto, utilizando preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o	La infraestructura del proyecto se concentra en una porción mínima del predio destinada a aprovechamiento (área perturbada), manteniendo el **85.14 % del terreno como zona de conservación**, incluyendo manglar, duna costera y áreas inundables, evitando afectaciones directas o indirectas a ecosistemas costeros sensibles. Es así que el Proyecto garantiza: • La infraestructura (tres módulos y camino de acceso) se localiza preferentemente en áreas previamente perturbadas o con vegetación secundaria. • Se agrupan las áreas de aprovechamiento para evitar dispersión de infraestructura. • Se mantiene continuidad en las zonas de vegetación natural y áreas de conservación.

	con vegetación secundaria o acahual.	• No se fragmentan corredores ecológicos asociados al manglar y entorno lagunar. El diseño compacto reduce la huella ecológica y preserva conectividad interna del predio. Así mismo, en el camino interno del Proyecto se contemplan pasos de fauna entre las secciones donde existe potencial interrupción de conectividad, consistentes en alcantarillas o estructuras adaptadas que permitan el tránsito de herpeto fauna y pequeños mamíferos. Así mismo se mantendrán dentro del Proyecto áreas verdes.
CG-07	En los proyectos en donde se pretenda llevar a cabo la construcción de caminos, bardas o cualquier otro tipo de construcción que pudiera interrumpir la conectividad ecosistémica deberán implementar pasos de fauna menor (pasos inferiores) a cada 50 metros, con excepción de áreas urbanas.	
CG-08	Los humedales, rejolladas inundables, petenes, cenotes, cuerpos de agua superficiales, presentes en los predios deberán ser incorporados a las áreas de conservación.	El proyecto contempla el **85.14 % del terreno como zona de conservación**, incluyendo manglar, duna costera y áreas inundables, evitando afectaciones directas o indirectas a ecosistemas costeros sensibles.
CG-09	Salvo en las UGA urbanas, los desarrollos deberán ocupar el porcentaje de aprovechamiento o desmonte correspondiente para la UGA en la que se encuentre, y ubicarse en la parte central del predio, en forma perpendicular a la carretera principal. Las áreas que no sean intervenidas no podrán ser cercadas o bardeadas y deberán ubicarse preferentemente a lo largo del perímetro del predio en condiciones naturales y no podrán ser desarrolladas en futuras ampliaciones.	
CG-10	Sólo se permite la apertura de nuevos caminos de acceso para actividades relacionadas a los usos compatibles, así como aquellos relacionados con el establecimiento de redes de distribución de servicios básicos necesarios para la población.	El Proyecto contempla únicamente un camino de acceso interno necesario para el uso compatible propuesto. No se prevé la apertura de vialidades adicionales ni caminos externos distintos a los estrictamente requeridos para la operación del desarrollo. El trazo: • Se localiza dentro del predio. • Se ajusta a la zonificación ambiental presentada en el Capítulo 2.

		• Se limita a la superficie indispensable para garantizar accesibilidad y seguridad
CG-11	El porcentaje de desmonte que se autorice en cada predio deberá estar acorde a cada uso compatible y no deberá exceder el porcentaje establecido en el lineamiento ecológico de la UGA, aplicando el principio de equidad y proporcionalidad.	El Proyecto se ajusta a los usos de suelo y parámetros previstos en el PDU del Centro de Población de Puerto Morelos 2024-2027 publicado en el Periódico Oficial del Estado el 19 de febrero del 2026, así mismo contempla el **85.14 % del terreno como zona de conservación**, incluyendo manglar, duna costera y áreas inundables, evitando afectaciones directas o indirectas a ecosistemas costeros sensibles. Por tanto, el Proyecto:
CG-12	En el caso de desarrollarse varios usos de suelo compatibles en el mismo predio, los porcentajes de desmonte asignados a cada uno de ellos solo serán acumulables hasta alcanzar el porcentaje definido en el lineamiento ecológico.	• No solicita un porcentaje de desmonte mayor al permitido para el uso compatible. • Agrupa la infraestructura en áreas específicas para reducir la huella total. • Mantiene áreas de conservación y vegetación natural remanente. Siendo congruente con lo previsto en el presente criterio.
CG-13	En la superficie de aprovechamiento autorizada previo al desarrollo de cualquier obra o actividad, se deberá de ejecutar un programa de rescate de flora y fauna.	Para su ejecución, el Proyecto contempla como medida de mitigación la implementación del Subprograma de protección y reubicación de fauna y fauna silvestre, el cual contempla el rescate del 100% de los individuos de flora enlistados en la NOM-0059-SEMARNAT-2010 y de lento crecimiento detectados en la huella del desplante, así como el ahuyentamiento y rescate de la fauna que presente en el sitio. El programa será ejecutado por personal especializado y bajo supervisión ambiental.
CG-14	En los predios donde no exista cobertura arbórea, o en el caso que exista una superficie mayor desmontada a la señalada para la unidad de gestión ambiental ya sea por causas naturales y/o usos previos, el proyecto sólo podrá ocupar la superficie máxima de aprovechamiento que se indica para la unidad de gestión ambiental y la actividad compatible que pretenda desarrollarse.	El Proyecto se ajusta a los usos de suelo y parámetros previstos en el PDU del Centro de Población de Puerto Morelos 2024-2027 publicado en el Periódico Oficial del Estado el 19 de febrero del 2026, así mismo contempla el **85.14 % del terreno como zona de conservación**, incluyendo manglar, duna costera y áreas inundables, evitando afectaciones directas o indirectas a ecosistemas costeros sensibles
CG-15	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el	Durante las actividades de preparación del sitio y rescate de vegetación se realizará una inspección para identificar especies exóticas invasoras listadas por CONABIO. En caso de detectarse:

	Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	• Se procederá a su eliminación mediante métodos que impidan su regeneración. • El material vegetal será dispuesto conforme a buenas prácticas ambientales. • Se evitará su propagación dentro del predio.
CG-16	La introducción y manejo de palma de coco (*Cocus nucifera*) debe restringirse a las variedades que sean resistentes a la enfermedad conocida como "amarillamiento letal del cocotero".	El Proyecto no contempla plantaciones comerciales de palma de coco. Para la reforestación de áreas verdes se utilizará vegetación nativa, conforme a la Paleta Vegetal para Áreas Verdes previamente diseñada para el Proyecto: • Selección Especializada: La paleta vegetal será determinada exclusivamente por especialistas (Biólogos o Agrónomos), basándose en especies nativas de la región con afinidad ecológica al sistema de duna y manglar. • Prohibición de Exóticas: Se restringe estrictamente la introducción de especies exóticas o invasoras que puedan representar un riesgo de desplazamiento para la flora del manglar situado en la parte posterior del predio. • Criterio de Diversidad: Se priorizará el uso de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 obtenidas de viveros autorizados, que sean aptas para la revegetación, potenciando la función del predio como refugio de fauna.
CG-17	Se permite el manejo de especies exóticas, cuando: 1. La especie no esté catalogada como especie invasora por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y/o La SAGARPA. 2. La actividad no se proyecte en cuerpos naturales de agua, 3. El manejo de fauna, en caso de utilizar encierros, se debe realizar el tratamiento secundario por medio de biodigestores autorizados por la autoridad competente en la materia de aquellas aguas provenientes de la limpieza de los sitios de confinamiento. 4. Se garantice el confinamiento de los ejemplares y se impida su	El Proyecto no contempla el manejo de fauna exótica, encierros, UMAs ni PIMVS.

	dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.	
CG-18	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	El Proyecto no contempla actividades de acuicultura ni intervención de cuerpos naturales de agua.
CG-19	Todos los caminos abiertos que estén en propiedad privada deberán contar con acceso controlado, a fin de evitar posibles afectaciones a los recursos naturales existentes.	El camino interno proyectado contará con control de acceso, restringiendo el tránsito no autorizado y evitando presiones adicionales sobre los recursos naturales del predio.
CG-20	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua deberán mantener inalterada su estructura geológica y mantener el estrato arbóreo, asegurando que la superficie establecida para su uso garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	El proyecto contempla el **85.14 % del terreno como zona de conservación**, incluyendo manglar, duna costera y áreas inundables, evitando afectaciones directas o indirectas a ecosistemas costeros sensibles
CG-21	Donde se encuentren vestigios arqueológicos, deberá reportarse dicha presencia al Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH) y contar con su correspondiente autorización para la construcción de la obra o realización de actividades.	El área del Proyecto no se encuentra catalogada como sitio de hallazgos arqueológicos, no obstante, en caso de detectarse vestigios arqueológicos durante la preparación del sitio: • Se suspenderán inmediatamente las actividades en el área. • Se notificará al INAH. • Se actuará conforme a sus determinaciones.
CG-22	El derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica de alta tensión sólo podrá ser utilizado conforme a la normatividad aplicable, y en apego a ella no podrá ser utilizado para asentamientos humanos.	El Proyecto no contempla asentamientos humanos ni usos irregulares en derechos de vía de líneas de alta tensión.
CG-23	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación deberá ser	La demanda eléctrica del proyecto durante la operación será abastecida mediante un sistema mixto de generación eléctrica compuesto por un generador principal a base de combustión interna y un sistema de generación con celdas solares a definirse en el proyecto ejecutivo.

	subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	El sistema de combustión interna se encargará de abastecer la dotación de energía demandada para el consumo de corriente eléctrica en salidas, para el funcionamiento de los equipos provistos en los programas de Infraestructura de servicios y equipamiento hotelero. Para evitar picos de consumo se contará con un programa de arranque de equipos en secuencia, así como un sistema de control de consumo eléctrico que monitoreará el comportamiento de consumo de los equipos conectados al sistema. El abasto de energía eléctrica necesaria para la iluminación de interiores y exteriores del proyecto será suministrado por paneles solares. Las salidas/puntos de luz utilizarán tecnología LED de bajo consumo y alta durabilidad, además se contará con un sistema inteligente de sensores de presencia y fotoceldas que controlarán el encendido y apagado de lámparas. Con esta tecnología se realizará un eficiente consumo eléctrico, pues se evita que las luces se mantengan encendidas cuando no es necesario.
CG-24	Los taludes de los caminos y carreteras deberán ser reforestados con plantas nativas de cobertura y herbáceas que limiten los procesos de erosión.	En caso de generarse taludes derivados de la construcción del camino de acceso interno se tomará en consideración el presente criterio.
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	El Proyecto no contempla actividades de remoción, relleno, trasplante, poda ni obras que afecten la integralidad del flujo hidrológico, la productividad natural, la capacidad de carga, ni las interacciones ecológicas del ecosistema de manglar y su zona de influencia. El diseño evita cualquier intervención directa sobre el manglar, garantizando la conservación de su estructura, funcionalidad y servicios ambientales. Conforme al Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso hídrico que se propone, y el cual tiene como objetivo entre otros el garantizar que no se interrumpan los flujos hídricos superficiales y subterráneos al manglar, el Proyecto contempla cimentación elevada con desplantes o estructuras que permitan el libre paso del agua superficial evitando el efecto de barrera así cómo área permeables que permiten infiltración del agua de lluvia al acuífero. En congruencia con lo anterior, se implementa de manera adicional el Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC)**,** mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se consideran acciones proactivas de restauración de las zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales.

CG-26	De acuerdo a lo que establece el Reglamento Municipal de Construcción, los campamentos de construcción o de apoyo y todas las obras en general deben: A. Contar con al menos una letrina por cada 20 trabajadores. B. Áreas específicas y delimitadas para la pernocta y/o para la elaboración y consumo de alimentos, con condiciones higiénicas adecuadas (ventilación, miriñaques, piso de cemento, correcta iluminación, lavamanos, entre otros). C. Establecer las medidas necesarias para almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados. D. Establecer medidas para el correcto manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos peligrosos.	El Proyecto no contempla el uso de campamentos, no obstante, durante las jornadas laborales, en la etapa de preparación del sitio y construcción Se instalarán baños provisionales a razón de 1 por cada 10 trabajadores; se ubicarán en las zonas destinadas a ser utilizadas por el Proyecto y cercanos a las zonas de trabajo y contarán con recipiente para lavado de manos. Serán portátiles, con ventilación adecuada y tanque colector en su base para que, posteriormente una empresa debidamente autorizada realice la recolección de los residuos y el mantenimiento periódico requerido; las aguas residuales resultantes serán dispuestas por empresa debidamente autorizada.
CG-27	En el diseño y construcción de los sitios de disposición final de Residuos Sólidos Urbanos se deberán colocar en las celdas para residuos y en el estanque de lixiviados, una geomembrana de polietileno de alta densidad o similar, con espesor mínimo de 1.5 mm Previo a la colocación de la capa protectora de la geomembrana se deberá acreditar la aprobación de las pruebas de hermeticidad de las uniones de la geomembrana por parte de la autoridad que supervise su construcción.	El Proyecto no contempla la construcción ni operación de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos, ni la habilitación de celdas de confinamiento o estanques de lixiviados dentro del predio. La gestión de los residuos sólidos generados durante las etapas de preparación, construcción y operación se realizará mediante su almacenamiento temporal en un Centro de Acopio Temporal y su posterior traslado a sitios de disposición final previamente autorizados por la autoridad competente
CG-28	La disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o dragados sólo podrá realizarse en sitios autorizados por la autoridad competente, siempre y cuando no	Los materiales derivados de nivelaciones y obras civiles que, en su caso, se generen durante la etapa constructiva serán manejados conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos. Aquellos excedentes que no puedan ser reutilizados en el propio Proyecto serán trasladados exclusivamente a sitios autorizados por la autoridad

	contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente.	competente. En ningún caso se dispondrán materiales que contengan residuos sólidos urbanos mezclados ni residuos catalogados como peligrosos conforme a la normatividad vigente. Con ello se garantiza que la disposición de materiales se realizará bajo control técnico y normativo.
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	La disposición final de los residuos sólidos urbanos generados por el Proyecto se efectuará únicamente en sitios previamente aprobados para tal fin. Durante la vida del Proyecto los residuos serán entregados a empresas autorizadas para su disposición en sitios autorizados para tal efecto.
CG-30	Los desechos biológico-infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	El Proyecto no contempla actividades médicas, hospitalarias ni procesos que generen residuos biológico-infecciosos. En caso excepcional de generarse algún residuo de esta naturaleza (por ejemplo, derivado de atención de primeros auxilios), este sería manejado conforme a la normatividad aplicable y entregado a empresas autorizadas para su tratamiento especializado, sin que en ningún caso sea dispuesto en rellenos sanitarios municipales.
CG-31	Los sitios de disposición final de RSU deberán contar con un banco de material pétreo autorizado dentro del área proyectada, mismo que se deberá ubicar aguas arriba de las celdas de almacenamiento y que deberá proveer diariamente del material de cobertura.	El Proyecto no incluye la construcción de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos, por lo que el criterio relacionado con la existencia de banco de material pétreo para cobertura diaria de celdas no resulta aplicable. La disposición final de los residuos generados se realizará en infraestructura ya autorizada y operada por terceros conforme a la normativa vigente.
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	Se establece expresamente que no se permitirá la quema de basura, su entierro en sitio ni su disposición a cielo abierto en ninguna etapa del Proyecto. Todos los residuos serán segregados, almacenados temporalmente en áreas designadas y posteriormente retirados por el servicio correspondiente o por empresas autorizadas. Esta medida forma parte integral del Programa de Manejo Integral de Residuos.
CG-33	Todos los proyectos deberán contar con áreas específicas para el acopio temporal de los residuos sólidos. En el caso de utilizar el servicio municipal de colecta, dichas áreas deben ser accesibles a la operación del servicio.	El Proyecto contempla la habilitación de un área específica para el acopio temporal de residuos sólidos dentro del predio, diseñada con criterios de impermeabilización, delimitación y control de acceso. Esta área será accesible para las unidades de recolección, facilitando la correcta logística de retiro.
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales	Los materiales que, en su caso, se utilicen para la construcción del Proyecto, deberán provenir exclusivamente de bancos y fuentes de material

	vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	debidamente autorizados por la autoridad competente. Se solicitará a los proveedores la documentación que acredite su legal procedencia, garantizando que el Proyecto no incentive la extracción irregular de recursos naturales.
CG-35	En la superficie en la que por excepción la autoridad competente autorice la remoción de la vegetación, también se podrá retirar el suelo, subsuelo y las rocas para nivelar el terreno e instalar los cimientos de las edificaciones e infraestructura, siempre y cuando no se afecten los ríos subterráneos que pudieran estar presentes en los predios que serán intervenidos.	El diseño estructural del proyecto considera estudios técnicos-ambientales que permitan preservar la integridad del sistema subterráneo característico de la región, evitando alteraciones a su hidrodinámica natural.
CG-36	Los desechos orgánicos derivados de las actividades agrícolas, pecuarias y forestales deberán aprovecharse en primera instancia para la recuperación de suelos, y/o fertilización orgánica de cultivos y áreas verdes, previo composteo y estabilización y ser dispuestos donde lo indique la autoridad competente en la materia.	El Proyecto no contempla actividades agrícolas o pecuarias; sin embargo, los residuos orgánicos derivados del desmonte y del mantenimiento de áreas verdes serán aprovechados preferentemente para la recuperación de suelos, mediante trituración, composteo y su utilización como cobertura vegetal o mejorador orgánico dentro del mismo predio. Esta práctica favorece la conservación del suelo y reduce la generación de residuos destinados a disposición final.
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar acciones para la recuperación de la tierra vegetal, realizando su separación de los residuos vegetales y pétreos, con la finalidad de que sea utilizada para acciones de reforestación dentro del mismo proyecto o donde lo disponga la autoridad competente en la materia, dentro del territorio municipal.	
CG-38	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas	El Proyecto no contempla la transferencia de densidades provenientes de otra Unidad de Gestión Ambiental (UGA), ni pretende incorporar derechos de desarrollo asociados a predios distintos. La propuesta se limita exclusivamente a la

	de una unidad de gestión ambiental a otra.	superficie del predio en evaluación y a los parámetros de aprovechamiento aplicables a la UGA en la que se localiza.
CG-39	El porcentaje de desmonte permitido en cada UGA que impliquen el cambio de uso de suelo de la vegetación forestal solo podrá realizarse cuando la autoridad competente expida por excepción las autorizaciones de cambio de uso de suelo de los terrenos forestales.	El Proyecto, previo a la ejecución de cualquier actividad gestionará las autorizaciones correspondientes necesarias. Es el caso, en que se somete de manera preventiva a la presente Evaluación en materia de Impacto Ambiental.

Fuente: POEL MBJ.

En tanto que le son vinculantes al área del proyecto los siguientes “Criterios Ecológicos de Aplicación Específica”, siendo los más relevantes al caso aquellos que se resaltan en verde:

Tabla 3.10. Criterios Ecológicos de Aplicación Específica a la UGA 28 del POEL MBJ.

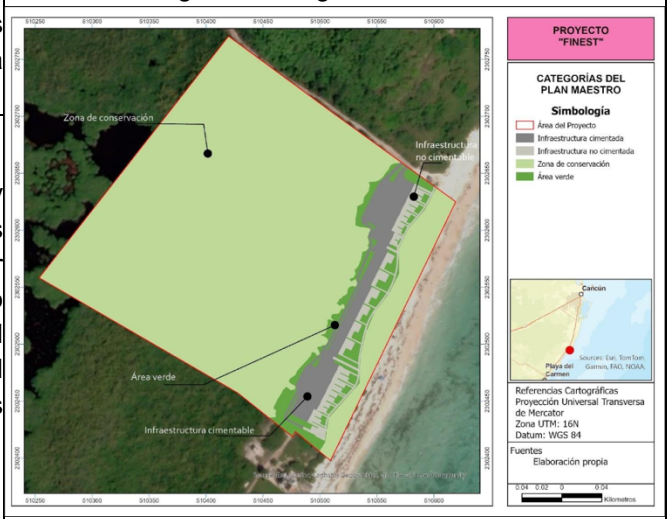
Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica											
Agua	URB	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13	14
		15	16	17	18								
Suelo y Subsuelo		19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	
Flora y Fauna		30	31	32	33	34	35	36	38	40	41	42	
Paisaje		43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
		55	56	57	58	59							

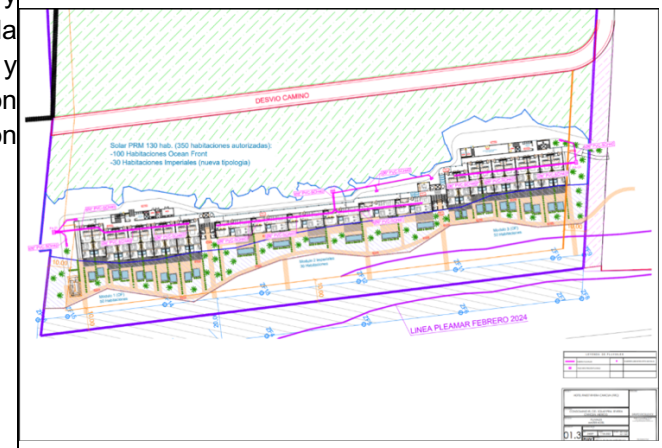
Fuente: POEL MBJ.

Tabla 3.11. Criterios Ecológicos de Aplicación Urbana.

Criterio	Acción especifica	
	Recurso Agua.	**Vinculación**
URB-01	En tanto no existan sistemas municipales para la conducción y tratamiento de las aguas residuales municipales, los promoventes de nuevos proyectos, de hoteles, fraccionamientos, condominios, industrias y similares, deberán instalar y operar por su propia cuenta, sistemas de tratamiento y reciclaje de las aguas residuales, ya sean individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades	El Proyecto incorpora medidas para el uso eficiente del recurso hídrico mediante la conducción de aguas residuales hacia la PTAR del complejo contiguo para su tratamiento y reutilización en riego de áreas ajardinadas, conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997. Asimismo, el diseño contempla red interna eficiente de distribución y dispositivos de ahorro en la etapa operativa, en congruencia con el Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios, favoreciendo la reducción del consumo y evitando descargas directas al medio

	competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.	
URB-02	A fin de evitar la contaminación ambiental y/o riesgos a la salud pública y sólo en aquellos casos excepcionales en que el tendido de redes hidrosanitarias no exista, así como las condiciones financieras, socioeconómicas y/o topográficas necesarias para la introducción del servicio lo ameriten y justifiquen, la autoridad competente en la materia podrá autorizar a persona físicas el empleo de biodigestores para que en sus domicilios particulares se realice de manera permanente un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente.	El Proyecto no contempla el uso de biodigestores domiciliarios individuales. La estrategia definida es la conducción hacia un sistema formal de tratamiento existente (PTAR del complejo contiguo), lo que elimina la necesidad de soluciones aisladas. En consecuencia, el criterio no resulta aplicable al esquema técnico planteado.
URB-03	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio. En caso de que a partir de un dictamen técnico del organismo operador resulte no ser factible tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para las descargas por la CONAGUA.	El Proyecto incorpora medidas para el uso eficiente del recurso hídrico mediante la conducción de aguas residuales hacia la PTAR del complejo contiguo para su tratamiento y reutilización en riego de áreas ajardinadas, conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997. Asimismo, el diseño contempla red interna eficiente de distribución y dispositivos de ahorro en la etapa operativa, en congruencia con el Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios, favoreciendo la reducción del consumo y evitando descargas directas al medio
URB-04	Los sistemas de producción agrícola intensiva (invernaderos, hidroponía y viveros) que se establezcan dentro de los centros de población deben reducir la pérdida del agua de riego, limitar la aplicación de agroquímicos y evitar la contaminación de los mantos freáticos.	El Proyecto no incluye sistemas agrícolas intensivos, invernaderos ni hidroponía dentro del centro de población, por lo que este criterio no resulta aplicable.
URB-07	No se permite la disposición de aguas residuales sin previo tratamiento hacia los cuerpos de agua, zonas inundables y/o al suelo y subsuelo, por lo que se promoverá que se establezca un sistema integral de drenaje y tratamiento de aguas residuales.	El Proyecto prevé la separación del drenaje sanitario y pluvial. Las aguas residuales serán conducidas exclusivamente hacia tratamiento en la PTAR, evitando cualquier disposición directa al suelo, subsuelo o cuerpos de agua previo a tratar. Las aguas que se obtengan tras el tratamiento serán utilizadas para el riego de áreas verdes.

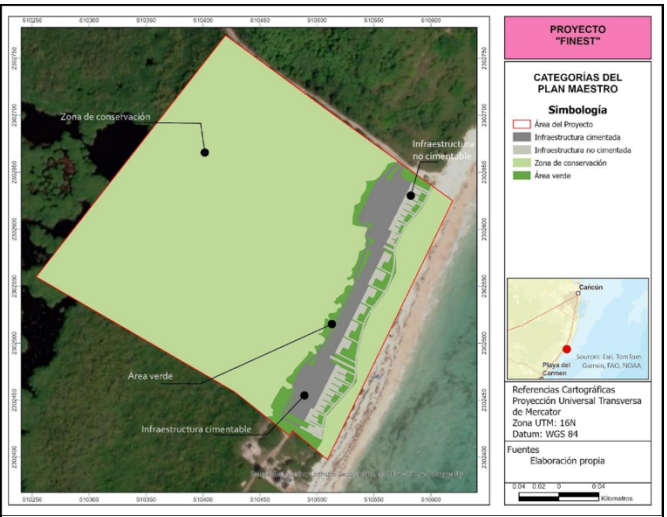
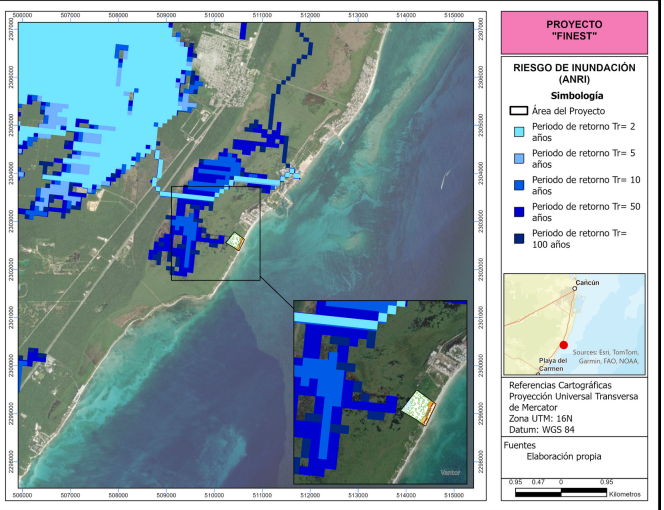
URB-08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios ajardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	El Proyecto destina una superficie de 0.3623 para áreas verdes las cuales serán reforestadas conforme a la Paleta Vegetal de especies nativas que se integre para el Proyecto, en congruencia con el programa de manejo de vegetación y restauración. La selección vegetal privilegia flora regional adaptada a las condiciones edáficas y climáticas del sitio, favoreciendo infiltración, integración paisajística y reducción de isla de calor. Adicionalmente se destina el 85.14 % de la superficie total del predio como área de conservación, superficie de la cual al menos 5.0477 ha corresponden a zonas de manglar, 0.4461 ha zona de preservación de duna y 0.4508 áreas lagunares o inundables. Sirva de referencia la siguiente imagen.
URB-09	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos que cuenten con elementos arbóreos y arbustivos y cuya separación no será mayor a un km entre dichos parques.	
URB-10	Los cenotes, rejolladas inundables y cuerpos de agua presentes en los centros de población deben formar parte de las áreas verdes, asegurando que la superficie establecida para tal destino del suelo garantice el mantenimiento de las condiciones ecológicas de dichos ecosistemas.	
URB-11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	El Proyecto incorpora medidas de eficiencia hídrica descritas en el Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios. Se contempla el uso de dispositivos ahorradores en muebles sanitarios, red interna eficiente y reutilización de agua tratada proveniente de la PTAR del complejo contiguo para riego de áreas verdes, en cumplimiento de la NOM-003-SEMARNAT-1997. Estas medidas reducen la demanda de agua potable y favorecen el uso racional del recurso.
URB-12	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán implementarse procesos para la disminución de olores y establecer franjas de vegetación arbórea de al menos 15 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de	El Proyecto no contempla la construcción de una planta de tratamiento propia ni instalaciones de desactivación de lodos dentro del predio. El tratamiento se realizará en infraestructura existente del complejo contiguo. En consecuencia, la obligación relativa a franjas de amortiguamiento vegetal alrededor de PTAR internas no resulta aplicable al Proyecto. No obstante, como parte de las medidas de mitigación propuestas en la materia,

	malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	se contempla el monitoreo permanente de la calidad del afluente resultante, conforme a los parámetros previstos en la NOM-003-SEMARNAT-1997 así como el Muestreo y análisis de calidad de suelo en el área de la PTAR y pozos para detectar intrusión de contaminantes.
URB-13	La canalización del drenaje pluvial hacia espacios verdes, cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, debe realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos, u otros que garanticen la retención de sedimentos y contaminantes. Dicha canalización deberá ser autorizada por la Comisión Nacional del Agua.	En materia de manejo pluvial, el Proyecto contará con un sistema de drenaje pluvial que cumplirá sus funciones mediante una red de colectores en tubería plástica tipo SDR-41, encargada de captar las aguas de lluvia a través de rejillas e imbornales dispuestos en las áreas exteriores. Las aguas pluviales serán conducidas hacia pozos pluviales previstos en el diseño, donde recibirán un pretratamiento previo a su infiltración o disposición final, favoreciendo: • El control adecuado de escorrentías. • La reducción de erosión superficial. • La recarga del acuífero. • La prevención de encharcamientos o afectaciones en el entorno inmediato. Se muestra a continuación la red de drenaje pluvial del Proyecto (véase Capítulo 2)  Asimismo, el Proyecto contempla la reutilización de aguas residuales tratadas para riego de áreas verdes conforme a la normatividad aplicable, y podrá integrar esquemas complementarios de captación pluvial para usos no potables, fortaleciendo el manejo sustentable del recurso hídrico.
URB-14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El Proyecto no contempla crematorios. Criterio no aplicable.

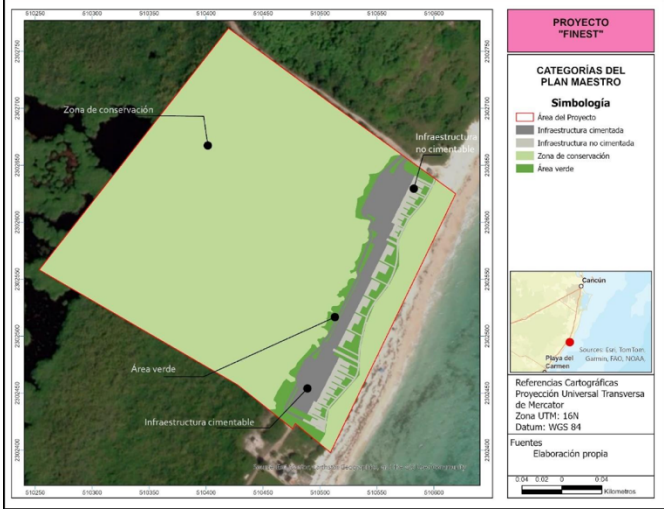
URB-15	Los cementerios deberán impermeabilizar paredes y piso de las fosas, con el fin de evitar contaminación al suelo, subsuelo y manto freático.	El Proyecto no contempla cementerios ni fosas. Criterio no aplicable.
URB-16	Los proyectos en la franja costera dentro de las UGA urbanas deberán tomar en cuenta la existencia de las bocas de tormenta que de manera temporal desaguan las zonas sujetas a inundación durante la ocurrencia de lluvias extraordinarias o eventos ciclónicos. Por ser tales sitios zonas de riesgo, en los espacios públicos y privados se deben de realizar obras de ingeniería permanentes que en una franja que no será menor de 20 m conduzcan y permitan el libre flujo que de manera natural se establezca para el desagüe.	El predio no interfiere con bocas de tormenta identificadas como zonas de desagüe natural durante eventos extraordinarios. No obstante, el diseño considera mantener libres los patrones naturales de escurrimiento superficial, conforme a lo establecido en el criterio CG-25, evitando obstrucciones que pudieran generar riesgos hidrológicos.
URB-17	Serán susceptible de aprovechamiento los recursos biológicos forestales, tales como semilla, que generen los árboles urbanos, con fines de propagación por parte de particulares, mediante la autorización de colecta de recursos biológicos forestales.	El Proyecto no contempla aprovechamiento comercial de recursos biológicos forestales urbanos ni colecta de semillas con fines productivos. En caso de realizarse colecta para reproducción interna de especies nativas con fines de restauración, se gestionarán las autorizaciones correspondientes.
URB-18	No se permite la acuicultura en cuerpos de agua en condiciones naturales, ni en cuerpos de agua artificiales con riesgo de afectación a especies nativas.	El Proyecto no contempla actividades de acuicultura. Criterio no aplicable.
URB-19	La autorización emitida por la autoridad competente para la explotación de bancos de materiales pétreos deberá sustentarse en los resultados provenientes de estudios de mecánica de suelos y geohidrológicos que aseguren que no existan afectaciones irreversibles al recurso agua, aun en los casos de afloramiento del acuífero para extracción debajo del manto freático. Estos estudios deberán establecer claramente cuáles serán las medidas de mitigación aplicables al proyecto y	El Proyecto no contempla la explotación de bancos de materiales pétreos. Los materiales de construcción serán adquiridos a proveedores autorizado

	los parámetros y periodicidad para realizar el monitoreo que tendrá que realizarse durante todas las etapas del proyecto, incluyendo las actividades de la etapa de abandono.	
URB-20	Con el objeto de integrar cenotes, rejolladas, cuevas y cavernas a las áreas públicas urbanas, se permite realizar un aclareo, poda y modificación de vegetación rastrera y arbustiva presente, respetando en todo momento los elementos arbóreos y vegetación de relevancia ecológica, así como la estructura geológica de estas formaciones.	No existen formaciones kársticas dentro del predio, por lo que no se vulnera el presente criterio.
URB-21	Los bancos de materiales autorizados deben respetar una zona de amortiguamiento que consiste en una barrera vegetal alrededor del mismo, conforme lo señala el Decreto 36, del Gobierno del Estado; y/o la disposición jurídica que la sustituya.	El Proyecto no contempla bancos de extracción de materiales pétreos, por lo que los criterios relativos a zonas de amortiguamiento, manejo de residuos de extracción y rehabilitación de superficies minadas no resultan aplicables.
URB-22	Para evitar la contaminación del suelo y subsuelo, en las actividades de extracción y exploración de materiales pétreos deberán realizarse acciones de acopio, separación, utilización y disposición final de cualquier tipo de residuos generados, en el marco de lo que establezcan las disposiciones jurídicas aplicables.	
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficies en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	
URB-24	Los generadores de Residuos de Manejo Especial y los Grandes Generadores de Residuos Sólidos Urbanos deberán contar con un plan de manejo de los mismos, en apego a la normatividad vigente en la materia.	El Proyecto contempla la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR), que incluye subprogramas para RSU, RME y RP. Se solicitará al desarrollador o constructora de ser el caso plan correspondiente registrado ante la autoridad competente, asegurando trazabilidad y disposición final autorizada.

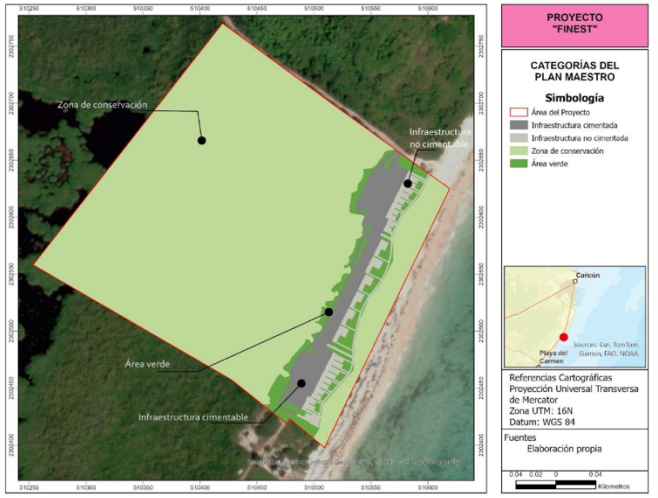
URB-25	Para el caso de fraccionamientos habitacionales, el fraccionador deberá construir a su cargo y entregar al Ayuntamiento por cada 1000 viviendas previstas en el proyecto de fraccionamiento, parque o parques públicos recreativos con sus correspondientes áreas ajardinadas y arboladas con una superficie mínima de 5,000 metros cuadrados, mismos que podrán ser relacionados a las áreas de donación establecidas en la legislación vigente en la materia. Tratándose de fracciones en el número de viviendas previstas en el fraccionamiento, las obras de equipamiento urbano serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	El Proyecto no corresponde a un fraccionamiento habitacional masivo con mil o más viviendas, por lo que la obligación proporcional de construcción de parques públicos municipales no resulta aplicable en los términos señalados.
URB-26	En las etapas de crecimiento de la mancha urbana considerada por el PDU, para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, los fraccionamientos deben incorporar áreas verdes que contribuyan al Sistema Municipal de Parques, de conformidad con la normatividad vigente en la materia .	El Proyecto destina una superficie de 0.3623 para áreas verdes las cuales serán reforestadas conforme a la Paleta Vegetal de especies nativas que se integre para el Proyecto, en congruencia con el programa de manejo de vegetación y restauración. La selección vegetal privilegia flora regional adaptada a las condiciones edáficas y climáticas del sitio, favoreciendo infiltración, integración paisajística y reducción de isla de calor. Adicionalmente se destinará el 85.14 % de la superficie total del predio como área de conservación, superficie de la cual al menos 5.0477 ha corresponden a zonas de manglar, 0.4461 ha zona de preservación de duna y 0.4508 áreas lagunares o inundables. Sirva de referencia la siguiente imagen.
URB-27	La superficie ocupada por equipamiento en las áreas verdes no deberá exceder de un 30% del total de la superficie cada una de ellas.	

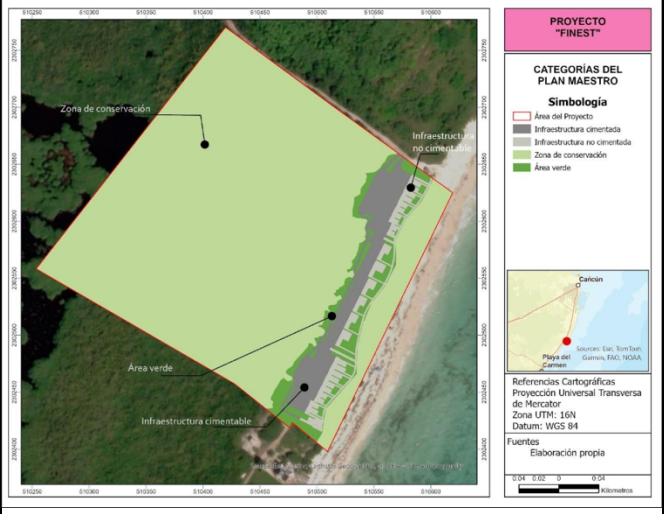
		
URB-28	Para evitar las afectaciones por inundaciones, se prohíbe el establecimiento de fraccionamientos habitacionales, así como de infraestructura urbana dentro del espacio excavado de las sascaberas en desuso y en zonas en donde los estudios indiquen que existe el riesgo de inundación (de acuerdo al Atlas de Riesgos del municipio y/o del estado).	El predio no corresponde a sascabera en desuso ni se ubica en zona identificada con riesgo de inundación conforme a instrumentos de planeación vigentes, particularmente el Atlas de Nacional de Riesgos. El diseño respeta la topografía natural y no ocupa depresiones susceptibles de acumulación pluvial. Sirva de referencia la siguiente Figura: 
URB-29	En la construcción de fraccionamientos dentro de las áreas urbanas, se permite la utilización del material pétreo que se obtenga de los cortes de nivelación dentro del predio. El excedente de los materiales extraídos que no sean utilizados deberá disponerse en la forma indicada por la autoridad competente en la materia.	Se tiene de conocimiento el presente Criterio. Todos los residuos serán segregados, almacenados temporalmente en áreas designadas y posteriormente retirados por el servicio correspondiente o por empresas autorizadas. Esta medida forma parte integral del Programa de Manejo Integral de Residuos.

URB-30	En zonas inundables, se deben mantener las condiciones naturales de los ecosistemas y garantizar la conservación de las poblaciones silvestres que la habitan. Por lo que las actividades recreativas de contemplación deben ser promovidas y las actividades de aprovechamiento extractivo y de construcción deben ser condicionadas.	De acuerdo con la distribución de superficies presentada en el Capítulo II, el Proyecto conserva el 85.14 % del predio como áreas de conservación, dentro de las cuales se incluyen las zonas con susceptibilidad a inundación y depresiones naturales identificadas en el sitio. La infraestructura proyectada se concentra exclusivamente en la superficie de aprovechamiento propuesta, evitando la ocupación de áreas inundables y manteniendo sus condiciones naturales. No se contemplan rellenos, desecaciones, canalizaciones ni modificaciones que alteren la dinámica hídrica estacional de dichas zonas. Estas áreas permanecerán con cobertura vegetal nativa, favoreciendo la infiltración, regulación hidrológica y conservación de las poblaciones silvestres asociadas. Con ello, el Proyecto no interfiere con la funcionalidad ecológica de los espacios inundables y mantiene su papel como zonas de amortiguamiento natural.
Recurso Flora y Fauna.		
URB-31	Las áreas destinadas a la conservación de la biodiversidad y/o del agua que colinden con las áreas definidas para los asentamientos humanos, deberán ser los sitios prioritarios para ubicar los ejemplares de plantas y animales que sean rescatados en el proceso de eliminación de la vegetación.	Conforme a la distribución de superficies descrita en el Capítulo 2, el Proyecto mantiene el 85.14 % del predio como áreas de conservación, dentro de las cuales se incluyen zonas con valor ecológico y funcionalidad hídrica. Estas áreas colindan con la superficie destinada al aprovechamiento. Así mismo el Proyecto establece el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, el cual contempla que los ejemplares susceptibles de rescate sean reubicados preferentemente dentro del mismo predio, en las áreas destinadas a conservación que mantendrán cobertura vegetal natural y continuidad ecológica. De esta manera, las zonas de conservación colindantes con el área urbanizable se constituyen como sitios prioritarios para la reubicación de ejemplares, garantizando su permanencia en condiciones ambientales similares a las originales. En consecuencia, el Proyecto es congruente con el criterio URB-31, al prever áreas internas de conservación funcionales y aptas para la reubicación de ejemplares rescatados.
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos ajardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que	El Proyecto destina una superficie de 0.3623 para áreas verdes las cuales serán reforestadas conforme a la Paleta Vegetal de especies nativas que se integre para el Proyecto, en congruencia con el programa de manejo de vegetación y restauración. La selección vegetal privilegia flora regional adaptada a las condiciones

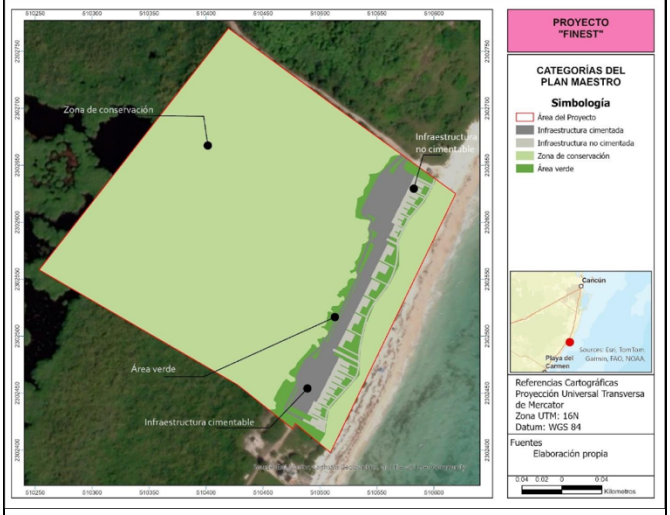
	no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	edáficas y climáticas del sitio, favoreciendo infiltración, integración paisajística y reducción de isla de calor. Adicionalmente se destinará el 85.14 % de la superficie total del predio como área de conservación, superficie de la cual al menos 5.0477 ha corresponden a zonas de manglar, 0.4461 ha zona de preservación de duna y 0.4508 áreas lagunares o inundables. Sirva de referencia la siguiente imagen. 
URB-33	Deberán establecerse zonas de amortiguamiento de al menos 50 m alrededor de las zonas industriales y centrales de abastos que se desarrollen en las reservas urbanas. Estas zonas de amortiguamiento deberán ser dotados de infraestructura de parque público.	El Proyecto no contempla el desarrollo de zonas industriales ni centrales de abasto dentro de reservas urbanas.
URB-34	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares, aprobado por la autoridad ambiental competente.	El Proyecto incorpora el **Subprograma de Protección y Reubicación de Fauna y Flora Silvestre**, instrumento que unifica las acciones de rescate, ahuyentamiento, reubicación y protección de los elementos bióticos presentes en el predio, particularmente durante las fases de preparación del sitio y construcción. Dicho subprograma establece de manera expresa la determinación de sitios de liberación y reubicación, definiendo que éstos serán seleccionados con base en la correspondencia biológica entre el sitio de origen y el de destino, priorizando las zonas de conservación del propio predio, incluyendo manglar y duna protegida. Asimismo, se contempla la evaluación de las condiciones de hábitat necesarias para cada especie y el registro detallado de los individuos reubicados, incluyendo coordenadas y estado de salud.

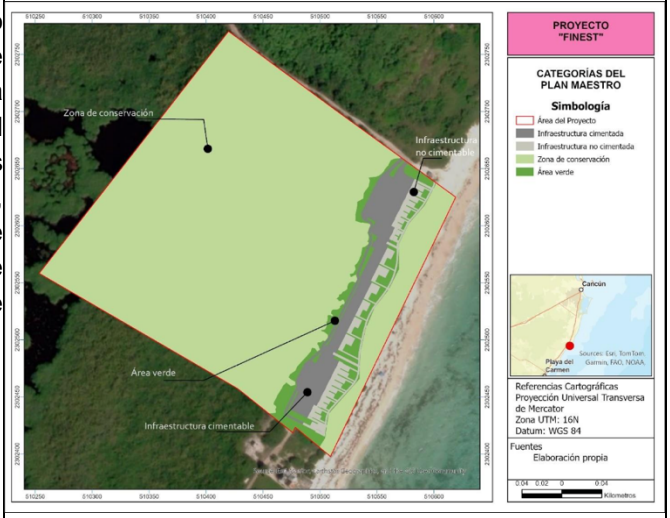
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	El Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas. En su caso, cualquier acción de revegetación se realizará exclusivamente con especies nativas. Asimismo, se implementarán medidas preventivas para evitar la proliferación de especies invasoras o potencialmente plaga dentro del predio.
URB-36	Las áreas con presencia de ecosistemas de manglar dentro de los centros de población deberán ser consideradas como Áreas de Preservación Ecológica para garantizar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales que proveen por lo que no podrán ser modificadas, con el fin de proporcionar una mejor calidad de vida para los habitantes del municipio; con excepción de aquellas que cuenten previamente con un plan de manejo autorizado por la autoridad ambiental competente.	El Proyecto no contempla actividades de remoción, relleno, trasplante, poda ni obras que afecten la integralidad del flujo hidrológico, la productividad natural, la capacidad de carga, ni las interacciones ecológicas del ecosistema de manglar y su zona de influencia. El diseño evita cualquier intervención directa sobre el manglar, garantizando la conservación de su estructura, funcionalidad y servicios ambientales. Conforme al Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso hídrico que se propone, y el cual tiene como objetivo entre otros el garantizar que no se interrumpan los flujos hídricos superficiales y subterráneos al manglar, el Proyecto contempla cimentación elevada con desplantes sobre pilotes o estructuras que permitan el libre paso del agua superficial evitando el efecto de barrera así cómo área permeables que permiten infiltración del agua de lluvia al acuífero. En congruencia con lo anterior, se implementa de manera adicional el Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC), mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se consideran acciones proactivas de restauración de las zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales.
URB-38	Las áreas verdes de los estacionamientos descubiertos públicos y privados deben ser diseñadas en forma de camellones continuos y deberá colocarse por lo menos un árbol por cada dos cajones de estacionamiento.	El Proyecto destina una superficie de 0.3623 para áreas verdes las cuales serán reforestadas conforme a la Paleta Vegetal de especies nativas que se integre para el Proyecto, en congruencia con el programa de manejo de vegetación y restauración. La selección vegetal privilegia flora regional adaptada a las condiciones edáficas y climáticas del sitio, favoreciendo infiltración, integración paisajística y reducción de isla de calor. Adicionalmente se destinará el 85.14 % de la superficie total del predio como área de conservación, superficie de la cual al menos 5.0477 ha corresponden a zonas de

		manglar, 0.4461 ha zona de preservación de duna y 0.4508 áreas lagunares o inundables. Sirva de referencia la siguiente imagen. 
URB-39	Los predios colindantes con los humedales deberán tener áreas de vegetación, preferentemente nativa, que permitan el tránsito de la vida silvestre hacia otros manchones de vegetación. Los predios colindantes en el Sur del área natural protegida Manglares de Nichupté (ANPLN) deberán mantener su cubierta vegetal para favorecer el tránsito de fauna. Se deberán realizar obras que permitan la comunicación de la fauna entre el ANPLN el área de vegetación nativa con la que colinda en su límite Sur, para tal efecto se deberán realizar las obras necesarias en la carretera que las divide para que la fauna pueda transitar entre ambos terrenos, sin que pueda ser atropellada.	El Proyecto no contempla actividades de remoción, relleno, trasplante, poda ni obras que afecten la integralidad del flujo hidrológico, la productividad natural, la capacidad de carga, ni las interacciones ecológicas del ecosistema de manglar y su zona de influencia. El diseño evita cualquier intervención directa sobre el manglar, garantizando la conservación de su estructura, funcionalidad y servicios ambientales; el Proyecto destino el 85.14 % del predio como área de conservación, estas superficies son destinadas exclusivamente para fines de protección ambiental, manteniendo la integridad física de los ecosistemas de manglar y de duna costera, así como de las áreas inundables lagunares, sin que se contemplen obras o actividades permanentes. Conforme al Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso hídrico que se propone, y el cual tiene como objetivo entre otros el garantizar que no se interrumpan los flujos hídricos superficiales y subterráneos al manglar, en las áreas a desarrollar el Proyecto contempla cimentación elevada con desplantes sobre pilotes o estructuras que permitan el libre paso del agua superficial evitando el efecto de barrera así cómo área permeables que permiten infiltración del agua de lluvia al acuífero. En congruencia con lo anterior, se implementa de manera adicional el Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC), mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio

		Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se consideran acciones proactivas de restauración de las zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales.
URB-40	En las previsiones de crecimiento de las áreas urbanas colindantes con las ANPs, se deberán mantener corredores biológicos que salvaguarden la conectividad entre los ecosistemas existentes.	El Proyecto destina una superficie de 0.3623 para áreas verdes las cuales serán reforestadas conforme a la Paleta Vegetal de especies nativas que se integre para el Proyecto, en congruencia con el programa de manejo de vegetación y restauración. La selección vegetal privilegia flora regional adaptada a las condiciones edáficas y climáticas del sitio, favoreciendo infiltración, integración paisajística y reducción de isla de calor. Adicionalmente se destinará el 85.14 % de la superficie total del predio como área de conservación, superficie de la cual al menos 5.0477 ha corresponden a zonas de manglar, 0.4461 ha zona de preservación de duna y 0.4508 áreas lagunares o inundables. Sirva de referencia la siguiente imagen.
URB-41	Los proyectos urbanos deberán reforestar camellones y áreas verdes colindantes a las ANPs y parques municipales deberán reforestar con especies nativas que sirvan de refugio y alimentación para la fauna silvestre, destacando el chicozapote (*Manilkara zapota*), la guaya (*Talisia olivaeriformis*), capulín (*Muntingia calabura*), *Ficus spp*, entre otros.	 El Proyecto contempla la implementación del Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC), mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se

		consideran acciones proactivas de restauración de las zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales.
Recurso Paisaje.		
URB-43	Las áreas verdes y en las áreas urbanas de conservación, deberán contar con el equipamiento adecuado para evitar la contaminación por residuos sólidos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire libre.	El Proyecto contempla que las áreas verdes integradas dentro de la superficie de aprovechamiento, así como las áreas destinadas a conservación, cuenten con medidas específicas para prevenir fuentes de contaminación asociadas a la operación. Es así que a través de sus diversos subprogramas, promueve los cumplimientos de dichas medidas a fin de evitar y/o prevenir la contaminación por residuos, ruido, aguas residuales y fecalismo al aire, tales como son los subprogramas de: - Manejo de Residuos Sólidos (RSU y RME). - Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios. - Manejo de Residuos Peligrosos. - Protección y Mejora de las Áreas Verdes y de Conservación. - Protección y Reubicación de Fauna y Flora Silvestre. - Monitoreo de Suelos y Geoformas. - Monitoreo de Áreas Verdes y Conservación. - Eficiencia Energética y Calidad del Aire (Emisiones/Ruido). - Gestión y Conservación del Recurso Hídrico. - Salud y Seguridad Ocupacional. - Prevención y Atención a Contingencias Ambientales. - Vinculación Socioambiental y Paisajismo. - Capacitación y Concientización Ambiental.
URB-44	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con los usos de suelo de la zona que expida el Estado o Municipio.	El Proyecto no contempla actividades, obras ni instalaciones dentro de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), limitándose su desarrollo a la superficie del predio descritos en el Capítulo2. En consecuencia, no se requiere en esta etapa la gestión de concesión federal ni autorización municipal vinculada al aprovechamiento de dicha zona. No obstante, en caso de que en una etapa futura se pretendiera la utilización de la ZOFEMAT, se tendrá la consideración lo previsto en el presente criterio.
URB-45	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las zonas urbanas, en las actividades de reforestación designadas por la autoridad competente, se usarán de	El Proyecto destina una superficie de 0.3623 para áreas verdes las cuales serán reforestadas conforme a la Paleta Vegetal de especies nativas que se integre para el Proyecto, en congruencia con el programa de manejo de vegetación y restauración. La selección vegetal privilegia flora regional adaptada a las condiciones

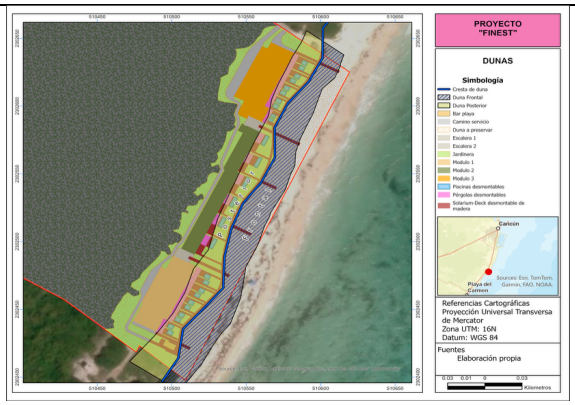
	manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	edáficas y climáticas del sitio, favoreciendo infiltración, integración paisajística y reducción de isla de calor. Adicionalmente se destinará el 85.14 % de la superficie total del predio como área de conservación, superficie de la cual al menos 5.0477 ha corresponden a zonas de manglar, 0.4461 ha zona de preservación de duna y 0.4508 áreas lagunares o inundables. Sirva de referencia la siguiente imagen.  El Proyecto contempla la implementación del Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC), mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se consideran acciones proactivas de restauración de las zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales.
URB-46	El establecimiento de actividades de la industria concretera y similares debe ubicarse a una distancia mínima de 500 metros del asentamiento humano más próximo y debe contar con barreras naturales perimetrales para evitar la dispersión de polvos.	El Proyecto no contempla el establecimiento de industria concretera, plantas de asfalto, trituración, ni actividades industriales similares.
URB-47	Se establecerán servidumbres de paso y accesos a la zona federal marítimo terrestre y el libre paso por la zona federal a una distancia máxima	El proyecto no limitará, restringirá ni obstaculizará el acceso público que ya están previstas hacia la playa ni hacia la zona federal marítimo terrestre. Por el contrario, se garantiza el mantenimiento y respeto de las áreas

	de 1000 metros entre estos accesos, de conformidad con la Ley de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	destinadas al libre tránsito, acorde con lo establecido en la Ley General de Bienes Nacionales, la cual dispone que el acceso a playas y ZOFEMAT debe permanecer abierto a toda persona y no puede condicionarse o inhibirse de manera alguna.
URB-48	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se debe mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, áreas verdes, jardines, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.	El Proyecto destina una superficie de 0.3623 para áreas verdes las cuales serán reforestadas conforme a la Paleta Vegetal de especies nativas que se integre para el Proyecto, en congruencia con el programa de manejo de vegetación y restauración. La selección vegetal privilegia flora regional adaptada a las condiciones edáficas y climáticas del sitio, favoreciendo infiltración, integración paisajística y reducción de isla de calor. Adicionalmente se destinará el 85.14 % de la superficie total del predio como área de conservación, superficie de la cual al menos 5.0477 ha corresponden a zonas de manglar, 0.4461 ha zona de preservación de duna y 0.4508 áreas lagunares o inundables. Sirva de referencia la siguiente imagen.  El Proyecto contempla la implementación del Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC), mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se consideran acciones proactivas de restauración de las

		zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales.
URB-49	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías.	Los colindantes del proyecto con playas aptas para anidación de tortugas marinas, el promovente implementará medidas preventivas y de manejo, operadas mediante los subprogramas S-MAC, que incluyen: control de contaminación lumínica con luminarias de espectro ámbar, baja intensidad (< 40 W), flujo dirigido al suelo y fuera de la playa, con verificación de lux en el borde costero; retiro diario de objetos movibles durante la temporada de anidación; y prohibición del tránsito vehicular y de animales domésticos en la franja de playa para mantener libre el paso de hembras y crías. Estas acciones cumplen con el criterio URB-52 del ordenamiento local y se alinean a la NOM-059-SEMARNAT-2010 (protección de especies en riesgo) y a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (integridad y conectividad de humedales costeros y su relación con la playa/duna).
URB-50	Las especies recomendadas para la reforestación de dunas son: plantas rastreras: *Ipomea pes-caprae, Sesuvium portulacastrum*, herbáceas: *Ageratum littorale, Erythalis fruticosa* y arbustos: *Tournefortia gnaphalodes, Suriana maritima y Coccoloba uvifera y Palmas Thrinax radiata, Coccothrinax readii.*	Se tomará en consideración el siguiente criterio en el establecimiento de la Paleta vegetal de especies nativas para el Proyecto.
URB-51	La selección de sitios para la rehabilitación de dunas y la creación infraestructura de retención de arena deberá tomar en cuenta los siguientes criterios: • Que haya evidencia de la existencia de dunas en los últimos 20 años. • Que los vientos prevalecientes soplen en dirección a las dunas. • Que existan zonas de dunas pioneras (embrionarias) en la playa en la que la arena esté constantemente seca, para que constituya la fuente de aportación para la duna. • Las cercas de retención deberán ser biodegradables, con una altura aproximada de 1.2 m y con 50% de porosidad y ubicadas en paralelo a la costa.	No obstante, es preciso señalar que el Proyecto destina el 85.14 % del predio (5.9582 ha) a conservación, incluyendo manglar, duna y laguna/áreas inundables, asegurando la estructura, función y conectividad ecológica. La duna identificada es estable, con cobertura vegetal madura, crestas definidas y valles interdunarios, funcionando como barrera natural frente a huracanes, marejadas y vientos. Con base en el estudio de caracterización del sitio y el "Manual para la restauración de dunas de la Península de Yucatán", no se realizarán actividades de restauración, ya que la duna se mantiene consolidada y su protección se garantizará mediante medidas de conservación, delimitación y monitoreo adaptativo.

	• Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.	
URB-52	En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias: • Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación. • Favorecer y propiciar la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa y el mantenimiento de la dinámica de acumulación de arena del hábitat de anidación. • Retirar de la playa, durante la temporada de anidación, cualquier objeto movible que tenga la capacidad de atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. • Eliminar, reorientar o modificar cualquier instalación o equipo que durante la noche genere una emisión o reflexión de luz hacia la playa de anidación o cause resplandor detrás de la vegetación costera, durante la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina. • Orientar los tipos de iluminación que se instalen cerca de las playas de anidación, de tal forma que su flujo luminoso sea dirigido hacia abajo y fuera de la playa, usando alguna de las siguientes medidas para la mitigación del impacto: a) Luminarias direccionales o provistas de mamparas o capuchas. b) Focos de bajo voltaje (40 watts) o lámparas fluorescentes compactas de luminosidad equivalente. c) Fuentes de luz de coloración amarilla o roja, tales como las lámparas de vapor de sodio de baja presión. • Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal doméstico que pueda perturbar o	El Proyecto cumple con las presentes medidas las cuales se contemplan a través de sus Subprogramas Ambientales propuestos. Es así que el proyecto busca ser congruente con los criterios establecidos por la NOM162SEMARNAT2012, asegurando que las actividades propuestas no comprometan la reproducción ni la conservación de las especies, con la implementación de una serie de acciones positivas encaminadas a favorecer la conservación de las tortugas marinas y su hábitat de anidación, entre las que destacan: • El Proyecto no contempla la remoción de vegetación de zona de duna. Se buscará conservar el área en su estado natural; el proyecto implementará un Programa de Conservación de la Biodiversidad mediante el cual se busca entre otros el garantizar la conservación de los ecosistemas identificados, manteniendo su función como hábitat y corredor biológico. • Implementación del Programa de Monitoreo y Calidad ambiental, mismo que tiene como objetivo mantener las condiciones ecológicas necesarias para la fauna, con especial atención a los sitios de anidación de tortugas marinas conforme al POEL BJ. • Fomentara la regeneración natural de la comunidad vegetal propia de la zona de duna manteniendo el sitio en su estado natural, así como el mantenimiento de la dinámica natural de acumulación de arena, asegurando la estabilidad del hábitat de anidación. • No se prevé la realización de actividades u obra y construcción en la zona de playa por lo que no se dejaran objetos móviles o fijos en el área. Durante la temporada de anidación, se realizarán actividades de vigilancia previniendo con ello evitar se coloque en el área cualquier obstáculo que pudiera atrapar, enredar o impedir el libre tránsito de las tortugas hembra y sus crías. • Control de iluminación nocturna, mediante la eliminación, reorientación o adecuación de instalaciones del Proyecto que pudieran generar emisiones directas de luz hacia la playa o provocar resplandores que alteren la conducta de las

	lastimar a las hembras, nidadas y crías. Sólo pueden circular los vehículos destinados para tareas de monitoreo y los correspondientes para el manejo y protección de las tortugas marinas, sus nidadas y crías.	tortugas durante la anidación o emergencia de crías. • Instalación de sistemas de iluminación amigables, privilegiando el uso de luminarias direccionales con mamparas, focos de bajo voltaje o lámparas de tonalidad cálida (amarilla, ámbar o roja), que reduzcan al mínimo el impacto lumínico en el hábitat. • Restricción del tránsito vehicular y de animales en las áreas de playa, sobre todo durante la temporada de anidación. • Auditorías nocturnas mensuales para verificar que las luminarias ámbar no generen resplandor hacia la zona de playa y duna, protegiendo los sitios de anidación de tortugas. Estas acciones reafirman el compromiso del proyecto con la protección de la biodiversidad, asegurando que el desarrollo turístico se lleve a cabo bajo un esquema de responsabilidad ambiental y respeto a las especies en riesgo.
URB-53	Las obras y actividades que son susceptibles de ser desarrolladas en las dunas costeras deberán evitar la afectación de zonas de anidación y de agregación de especies, en particular aquellas que formen parte del hábitat de especies enlistadas en la NOM-SEMARNAT-2010.	El Proyecto destina las superficies de duna costera exclusivamente a fines de protección ambiental, manteniendo la integridad física y funcional de los ecosistemas de duna, manglar y áreas inundables, sin contemplar obras permanentes ni actividades que impliquen remoción, extracción o depósito de materiales. Es así que el El Solarium-Deck proyectado sobre la franja de duna posterior consiste en una estructura desmontable elevada, soportada mediante apoyos puntuales sin cimentaciones ni colados permanentes, lo que garantiza su reversibilidad, evita la compactación del sustrato y permite la continuidad del flujo pluvial, eólico y la permanencia de vegetación halófita bajo la estructura, sin alterar la morfología ni la función ecológica de la duna. Sirva de referencia la siguiente imagen:
URB-54	En las dunas no se permite la instalación de tuberías de drenaje pluvial, la extracción de arena, ni ser utilizadas como depósitos de la arena o sedimentos que se extraen de los dragados que se realizan para mantener la profundidad en los canales de puertos, bocas de lagunas o lagunas costeras.	
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	
URB-56	En las dunas primarias podrá haber construcciones de madera o material degradable y piloteadas (p.e. casas tipo palafito o andadores), detrás de la cara posterior del primer cordón y	

	evitando la invasión sobre la corona o cresta de estas dunas. El pilotaje deberá ser superficial (hincado a golpes), no cimentado y deberá permitir el crecimiento de la vegetación, el transporte de sedimentos y el paso de fauna, por lo que se recomienda que tenga al menos un metro de elevación respecto al nivel de la duna. Esta recomendación deberá revisarse en regiones donde hay fuerte incidencia de huracanes, ya que en estas áreas constituyen un sistema importante de protección, por lo que se recomienda, después de su valoración específica, dejar inalterada esta sección del sistema de dunas.	
URB-57	La restauración de playas deberá realizarse con arena que tenga una composición química y granulometría similar a la de la playa que se va a rellenar. El material arenoso que se empleará en la restauración de playas deberá tener la menor concentración de materia orgánica, arcilla y limo posible para evitar que el material se consolide formando escarpes pronunciados en las playas por efecto del oleaje.	El Proyecto no contempla actividades de restauración de playa, ya que la estructura y composición natural de la playa se encuentra conservada, manteniendo su dinámica costera, conectividad ecológica y función como barrera natural frente a marejadas y ciclones.
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	El Proyecto no contempla actividades de extracción de arena, por lo que no contraviene el presente criterio.
URB-59	En las áreas verdes los residuos vegetales producto de las podas y deshierbes deberán incorporarse al suelo después de su composteo. Para mejorar la calidad del suelo y de la vegetación.	Los residuos orgánicos derivados del desmonte autorizado y del mantenimiento de áreas verdes serán aprovechados preferentemente para la recuperación de suelos, mediante trituración, composteo y su utilización como cobertura vegetal o mejorador orgánico dentro del mismo predio. Esta práctica favorece la conservación del suelo y reduce la generación de residuos destinados a disposición final.

Fuente: POEL MBJ.

3.2.4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DE LA REGIÓN DENOMINADA CORREDOR CANCÚN-TULUM.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la Región denominada Corredor Cancún-Tulum (POET Cancún-Tulum) fue publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 16 de noviembre de 2001, y busca encauzar el desarrollo sustentable de manera que se propicien alternativas de turismo compatibles con el medio ambiente, acordes con la diversidad, fragilidad y unicidad de los ecosistemas de la región, integrada por los Municipios de Benito Juárez, Solidaridad y Cozumel, Estado de Quintana Roo.

Se deja sin efectos la aplicación del presente instrumento mediante Decreto en que se publica el POEL-BJ en lo correspondiente a la parte terrestre que corresponde al municipio de Benito Juárez, por tanto, no le resulta vinculante al Proyecto.

3.3. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Las Áreas Naturales Protegidas son zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Son consideradas conforme a dicho instrumento jurídico las siguientes ANP´s:

- Reservas de la biosfera.
- Parques nacionales.
- Monumentos naturales.
- Áreas de protección de recursos naturales.
- Áreas de protección de flora y fauna.
- Santuarios de vida silvestre y reservas naturales.
- Parques y Reservas Estatales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales.
- Zonas de conservación ecológica municipales, así como las demás categorías que establezcan las legislaciones locales.

- Áreas destinadas voluntariamente a la conservación.

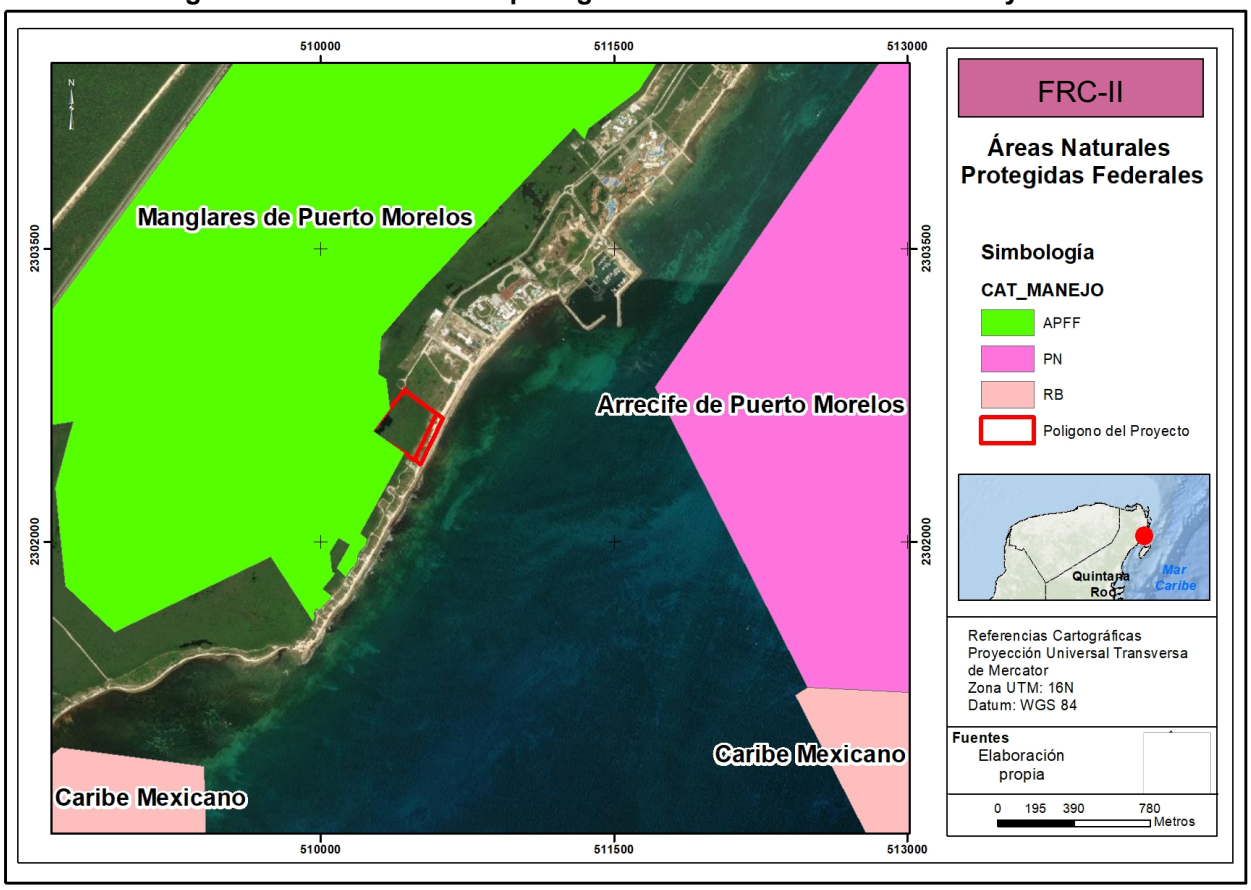
Del análisis cartográfico realizado con base en la información geoespacial oficial de la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la cartografía temática vigente, se advierte que el polígono del Proyecto se encuentra inserto en un espacio con alta ingerencia de Áreas Naturales Protegidas de competencia federal.

En específico, conforme se observa en el mapa de referencia, el sitio del Proyecto se ubica en la zona colindante y de interacción ecológica entre:

- El Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos;
- El Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos;y
- Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano

La delimitación espacial permite advertir que el Proyecto se localiza en una franja costera que constituye zona de conectividad ecológica entre ecosistemas y a un régimen especial de protección en términos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de Áreas Naturales Protegidas. Sirva de referencia la Figura 3.4.

Figura 3.4. Áreas naturales protegidas Federales alrededor del Proyecto.



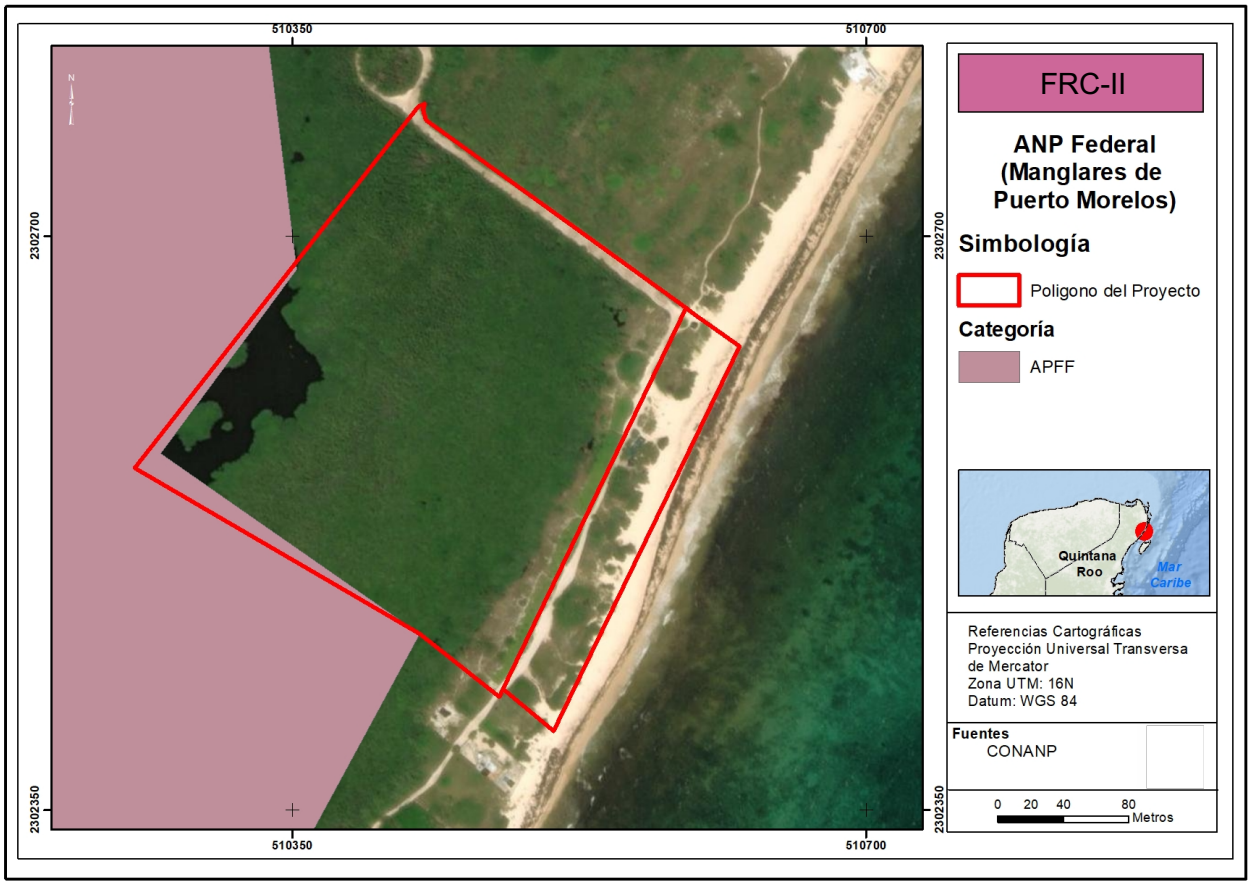
Fuente: Elaboración propia.

Por lo que se procede a la vinculación del Proyecto con los instrumentos de creación y Programas de Manejo correspondientes al ANP Área de Protección de Flora y Fauna “Manglares de Puerto Morelos”.

3.3.1. ÁREA DE PROTECCIPON DE FLORA Y FAUNA MANGLARES DE PUERTO MORELOS

En lo que respecta al Proyecto, se localiza parcialmente dentro de ANP Federal el Área de Protección de Flora y Fauna “Manglares de Puerto Morelos”, decretada conforme a la publicación en el Diario Oficial de la Federación en fecha 08 de enero de 2024 como se muestra en la siguiente figura.

Figura 3.5. ANP "Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos”



Fuente: Elaboración Propia

El ANP "Manglares de Puerto Morelos" es de gran importancia debido a su contribución significativa a la biodiversidad de la región, ya que alberga el 27% de las especies registradas en el estado de Quintana Roo. Este sitio comprende ecosistemas esenciales como manglares, selvas y humedales, los cuales ofrecen servicios ecosistémicos vitales. Entre estos destacan el control de inundaciones, la protección contra huracanes, el almacenamiento de carbono, y el soporte a ecosistemas vecinos como pastos marinos y arrecifes de coral. Además, el área funciona como un corredor natural que favorece la conectividad ecológica, permitiendo la movilidad, el refugio y el intercambio genético de las especies. También desempeña un papel crucial en la mitigación del cambio climático, mediante la captura de gases de efecto invernadero y la promoción de la adaptación de los ecosistemas a nuevas condiciones climáticas (CONANP, 2023).

Entre las especies más representativas de flora se encuentran los mangles, como el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), mangle negro (*Avicennia germinans*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). En cuanto a la fauna, destacan especies emblemáticas como el jaguar (*Panthera onca*), el ocelote (*Leopardus*

pardalis), el tigrillo (*Leopardus wiedii*), el loro yucateco (*Amazona xantholora*), el loro frente blanco (*Amazona albifrons*) y el mono araña centroamericano (*Ateles geoffroyi*).

Se vincula a continuación el Proyecto con la Problemática del área, en virtud de que a la fecha de la presente no ha sido publicado su Programa de Manejo.

Tabla 3.12. Vinculación del Proyecto con la Problemática del ANP

No.	Problemática	Vinculación
1	Pérdida de cobertura vegetal de selva mediana o alta y manglar por el establecimiento de infraestructura de mantenimiento para los hoteles de la zona aledaña a la propuesta de APFF Manglares de Puerto	El Proyecto no implica deforestación ni alteración de selva o manglar, destinando 85.14 % del predio a conservación y estableciendo zonas de protección estricta para manglares, dunas y lagunas, garantizando la preservación de la estructura y conectividad ecológica.
2	Asentamientos irregulares en los límites de la propuesta de APFF Manglares de Puerto Morelos	El Proyecto se integra al corredor turístico consolidado sobre la Carretera Federal 307, articulándose funcionalmente con infraestructura existente y evitando expansión dispersa. Optimiza infraestructura compartida (PTAR, red hidráulica, accesos y sistema energético mixto), lo que reduce costos ambientales y territoriales, favoreciendo un desarrollo ordenado, eficiente y sustentable. Así mismo, para su desarrollo el Proyecto consideró los parámetros, lineamientos y restricciones previstos en el instrumento de Planeación el PDU del Centro de Población de Puerto Morelos 2024-2027 publicado en el Periódico Oficial del Estado el 19 de febrero del 2026
3	Los desarrollos habitacionales y de vivienda cercanas han desecado el humedal por relleno sanitario, lo que impide la conexión entre el mangle y el mar.	El Proyecto no contempla actividades de remoción, relleno, trasplante, poda ni obras que afecten la integralidad del flujo hidrológico, la productividad natural, la capacidad de carga, ni las interacciones ecológicas del ecosistema de manglar y su zona de influencia. El diseño evita cualquier intervención directa sobre el manglar, garantizando la conservación de su estructura, funcionalidad y servicios ambientales. Conforme al Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso hídrico que se propone, y el cual tiene como objetivo entre otros el garantizar que no se interrumpan los flujos hídricos superficiales y subterráneos al manglar, el Proyecto contempla cimentación elevada con desplantes sobre pilotes o estructuras que permitan el libre paso del agua superficial evitando el efecto de barrera así cómo área permeables que permiten infiltración del agua de lluvia al acuífero.

		En congruencia con lo anterior, se implementa de manera adicional el Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC), mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se consideran acciones proactivas de restauración de las zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales.
4	Cambio de uso de suelo para la construcción de complejos hoteleros aledaños a la propuesta de APFF Manglares de Puerto Morelos, por lo que es una amenaza potencial.	El Proyecto destina el 85.14 % de la superficie total del predio (5.9582 ha) a zona de conservación, correspondiente a manglar (5.0477 ha), duna (0.4461 ha) y laguna/áreas inundables (0.4508 ha), garantizando la permanencia de la estructura, función y conectividad ecológica de los ecosistemas presentes. Se implementan subprogramas específicos de protección, delimitación física, monitoreo y manejo adaptativo que aseguran la integridad del sistema costero
5	Presencia de gatos ferales.	Se implementará vigilancia mensual de fauna nociva, controlando la presencia de especies exóticas o dañinas gatos ferales y roedores, con el objetivo de disminuir la depredación sobre la fauna nativa.
6	El incremento de complejos turísticos y habitacionales está desplazando a los cocodrilos que habitan en la zona hacia el mar.	No se observa la presencia de especies de cocodrilos en la zona. El proyecto implementará Programa de Vigilancia Ambiental, con el cual se pretende identificar de manera temprana cualquier diferencia entre los resultados esperados y los obtenidos y la implementación oportuna de medidas correctivas.
7	Posible contaminación por metales pesados por actividades económicas realizadas fuera de la propuesta de APFF Manglares de Puerto Morelos.	El Proyecto no genera descargas contaminantes y se implementarán medidas de manejo de residuos y control de efluentes, contribuyendo a minimizar riesgos adicionales para el sistema acuático y manglares. En conjunto, estas medidas garantizan que el Proyecto no contribuye al incremento de las problemáticas identificadas y, en varios casos, colabora en su disminución mediante la conservación, monitoreo y manejo adaptativo del sistema costero y de humedales.

Fuente: Elaboración Propia

Con base en las medidas de conservación, monitoreo de fauna y hábitats, y manejo adaptativo implementadas en el Proyecto, se concluye que el desarrollo no contribuye al

incremento de las problemáticas identificadas en los Manglares de Puerto Morelos. Por el contrario, mediante la preservación de la cobertura vegetal, la protección de dunas, manglares y lagunas, y el control de especies exóticas, el Proyecto contribuye a la mejora y fortalecimiento de la integridad ecológica del sistema costero y de los ecosistemas asociados.

3.4. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

El área del proyecto se inserta dentro de regiones que CONABIO ha identificado como prioritarias para la conservación por su relevancia biológica e hidrológica. Esta clasificación resalta la importancia de preservar procesos ecológicos clave y obliga a que el proyecto incorpore medidas de manejo, monitoreo y restauración para reducir riesgos ambientales y asegurar la conservación de la biodiversidad local.

Las regionalizaciones biológicas y las de vegetación comprenden distintos rasgos del relieve, clima, suelos, hidrografía, flora y comunidades vegetales, así como otros recursos naturales, cuya cuantificación y categorización se ha utilizado con el objetivo de planear e invertir fondos para la conservación de la biodiversidad.

Las regionalizaciones biológicas se dividen principalmente en:

- Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).
- Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).
- Regiones Marítimas Prioritarias (RMP).
- Áreas de Importancia para la Conservación de Aves (AICA).
- Sitios Prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina
- Sitios de Atención Prioritarios para la conservación de la biodiversidad.

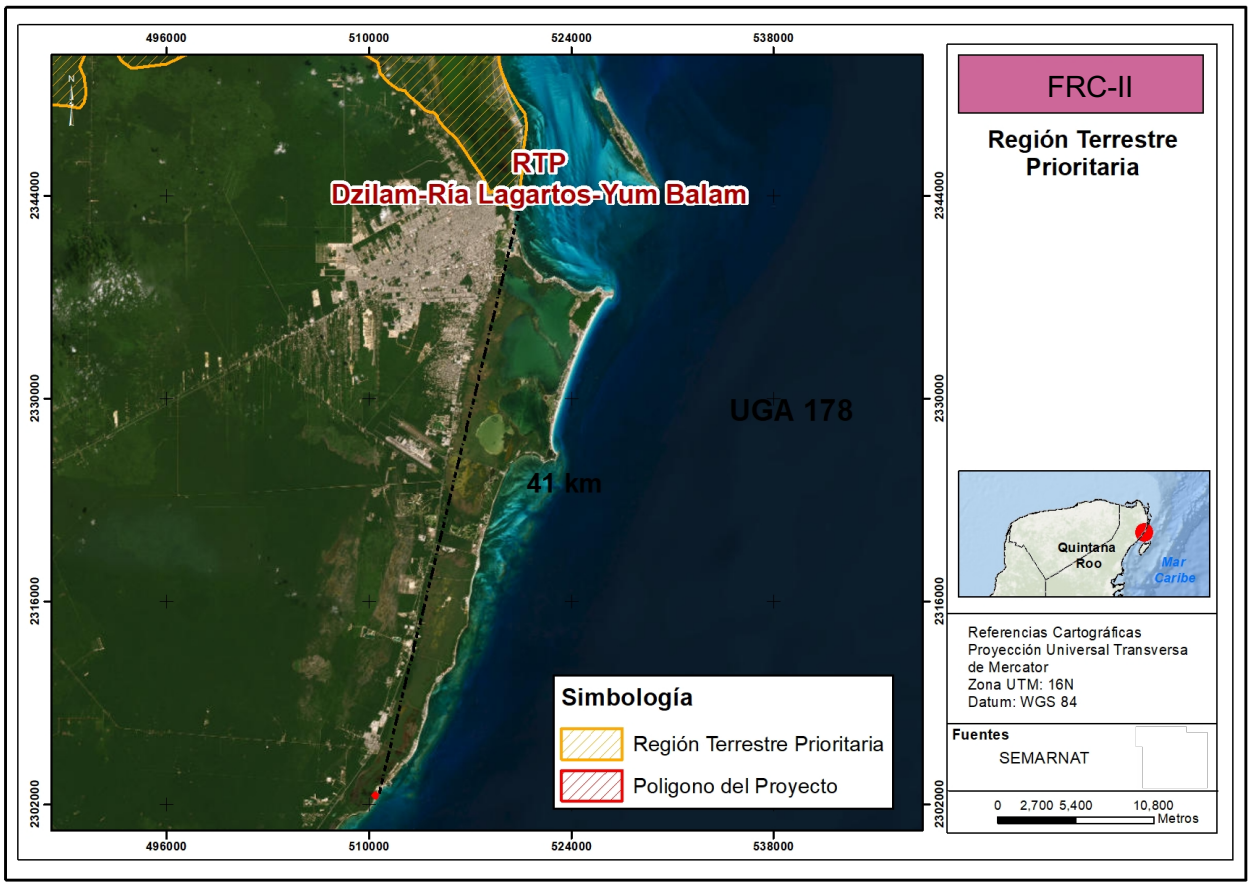
3.4.1. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)

Estas regiones son delimitadas por la Comisión Nacional de la Biodiversidad (CONABIO), con el objetivo de determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional.

Las RTP son áreas que destacan por su riqueza ecosistémica y específica en comparación con el resto del país, destacando por su integridad funcional significativa y con potencial de conservación.

El sitio donde se pretende desarrollar el proyecto se encuentra en la **RTP 146** denominada Dzilam-Ría lagartos-Yum Balam (Figura 3.6). La cual comprende los humedales del norte de Yucatán considerados de alto valor biogeográfico como ecosistémico y constituye un área homogénea desde el punto de vista topográfico. Fue establecida con el objetivo de conservar uno de los sistemas lagunares-costeros más representativos del Caribe mexicano, incluyendo ecosistemas como manglares, humedales costeros, praderas marinas y zonas de selva baja caducifolia e inundable.

Figura 3.6. Ubicación del Proyecto en relación a las RTP



Fuente: Elaboración Propia con información de la CONABIO

La RTP abarca una superficie total de aproximadamente 3,204 km², de las cuales una parte significativa corresponde a ambiente marino-costero. Incluye territorios federales, estatales y comunales, lo cual implica una complejidad en su manejo y gobernanza ambiental. En dicho tenor se procede a la vinculación del proyecto con la problemática presentada en la región:

Tabla 3.13. Vinculación del proyecto con la Problemática de la RTP 146.

No.	Problemática	Vinculación con el proyecto
1	Crecimiento urbano desordenado en la zona costera	El Proyecto se integra al corredor turístico consolidado sobre la Carretera Federal 307, articulándose funcionalmente con infraestructura existente y evitando expansión dispersa. Optimiza infraestructura compartida (PTAR, red hidráulica, accesos y sistema energético mixto), lo que reduce costos ambientales y territoriales, favoreciendo un desarrollo ordenado, eficiente y sustentable. Así mismo, para su desarrollo el Proyecto consideró los parámetros, lineamientos y restricciones previstos en el instrumento de Planeación el PDU del Centro de Población de Puerto Morelos 2024-2027 publicado en el Periódico Oficial del Estado el 19 de febrero del 2026
2	Actividades industriales con poca regulación, incluyendo la pesca.	El Proyecto no genera emisiones industriales ni actividades de pastoreo, ni modifica los cuerpos de agua ni los corredores ecológicos existentes. Por el contrario, mediante la conservación de manglares, dunas y humedales, la delimitación de zonas protegidas y el monitoreo adaptativo, se contribuye a mitigar los impactos indirectos de estas actividades sobre la biodiversidad y la conectividad ecológica, fortaleciendo la resiliencia del sistema costero frente a presiones externas.
3	Sobrepastoreo de ganado.	

Fuente: Elaboración propia.

Con base en las medidas de conservación, monitoreo de fauna y hábitats, y manejo adaptativo implementadas en el Proyecto, se concluye que el desarrollo no contribuye al incremento de las problemáticas identificadas en la RTP 146. Por el contrario, mediante la preservación de la cobertura vegetal, la protección de dunas, manglares y lagunas, y el control de especies exóticas, el Proyecto contribuye a la mejora y fortalecimiento de la integridad ecológica del sistema costero y de los ecosistemas asociados.

3.4.2. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)

En mayo de 1998, la CONABIO inició el Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. Este programa junto con los Programas de Regiones Marinas Prioritarias y Regiones Terrestres Prioritarias forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

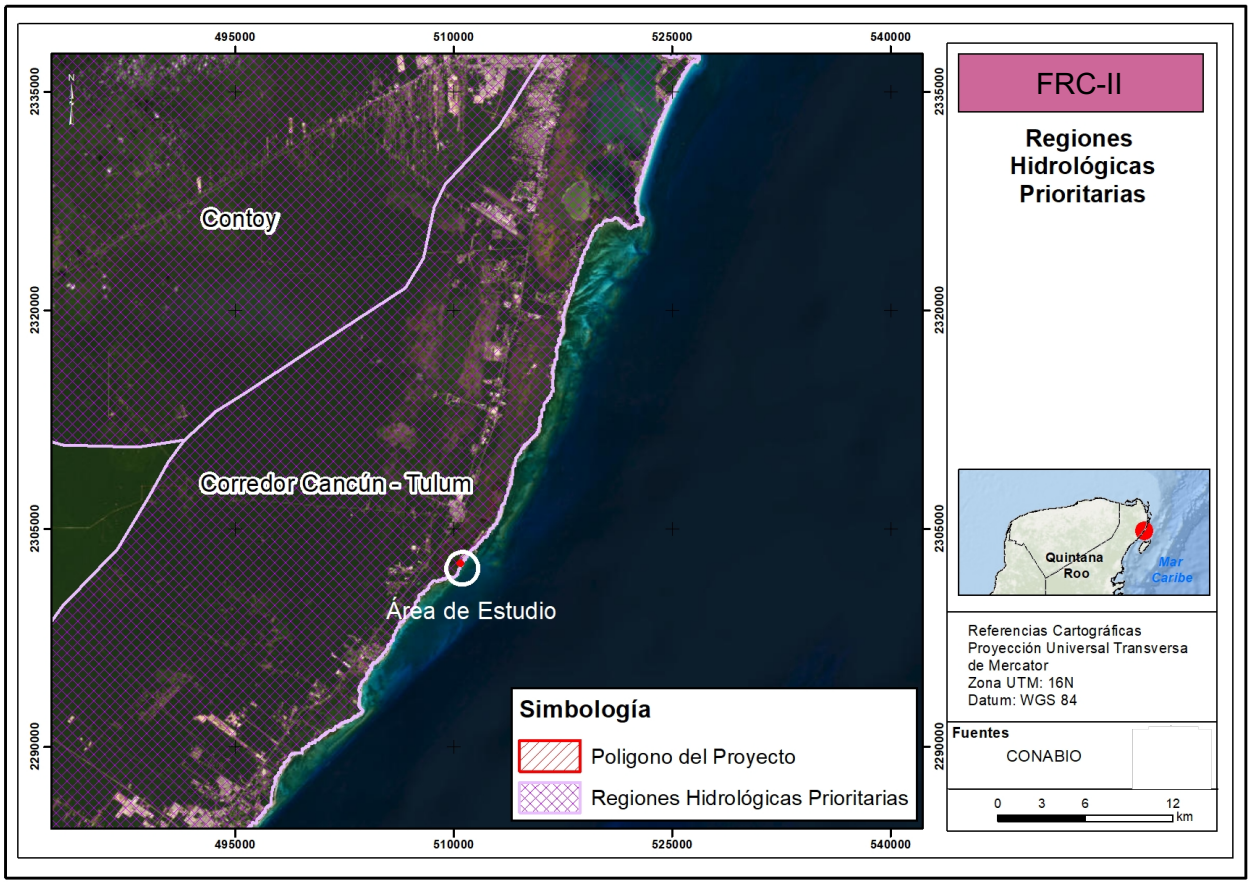
Con la información anterior, se elaboraron mapas del territorio nacional (escala 1:1 000 000) de las áreas prioritarias consensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación, así como una ficha técnica de cada área

con información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo.

Se identificaron 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza. Se identificaron también 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

El proyecto se encuentra dentro de los límites de la Región Hidrológica Prioritaria No. 105 Corredor Cancún-Tulum.

Figura 3.7. Ubicación del predio respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP).



Fuente: Elaboración propia.

En dicho tenor se procede a la vinculación del proyecto con la problemática presentada en la región:

Tabla 3.14. Vinculación del proyecto con la Problemática de la RHP 105.

No.	Problemática	Vinculación con el proyecto
1	**Modificación del entorno:** perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, desforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.	El Proyecto no contempla actividades de remoción, relleno, trasplante, poda ni obras que afecten la integralidad del flujo hidrológico, la productividad natural, la capacidad de carga, ni las interacciones ecológicas del ecosistema de manglar y su zona de influencia. El diseño evita cualquier intervención directa sobre el manglar, garantizando la conservación de su estructura, funcionalidad y servicios ambientales. Conforme al Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso hídrico que se propone, y el cual tiene como objetivo entre otros el garantizar que no se interrumpan los flujos hídricos superficiales y subterráneos al manglar, el Proyecto contempla cimentación elevada con desplantes sobre pilotes o estructuras que permitan el libre paso del agua superficial evitando el efecto de barrera así cómo área permeables que permiten infiltración del agua de lluvia al acuífero. En congruencia con lo anterior, se implementa de manera adicional el Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC), mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se consideran acciones proactivas de restauración de las zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales. El Proyecto destina el 85.14 % de la superficie total del predio (5.9582 ha) a zona de conservación, correspondiente a manglar (5.0477 ha), duna (0.4461 ha) y laguna/áreas inundables (0.4508 ha), garantizando la permanencia de la estructura, función y conectividad ecológica de los ecosistemas presentes. Se implementan subprogramas específicos de protección, delimitación física, monitoreo y manejo adaptativo que aseguran la integridad del sistema costero.
2	**Contaminación:** aguas residuales y desechos sólidos.	El Proyecto prevé la separación del drenaje sanitario y pluvial. Las aguas residuales serán conducidas exclusivamente hacia tratamiento en la PTAR, evitando cualquier disposición directa al suelo, subsuelo o cuerpos de agua previo a tratar. Las aguas que se obtengan tras el tratamiento serán reutilizadas en el riego de área verdes. En tanto las aguas pluviales serán dispuestas a las áreas permeables del proyecto Así mismo se implementará el Programa de Manejo integral de Residuos (PMIR), con el objetivo de prevenir la contaminación por residuos, cumplir normativamente y mitigar los impactos por generación y manejo de los residuos.
3	**Uso de recursos:** pesca ilegal en la laguna de Chakmochuk y plantaciones de coco *Cocos nucifera tasiste*.	El Proyecto no contempla actividades de Pesca, ni plantación de coco Cocos nucifera

Fuente: Elaboración propia.

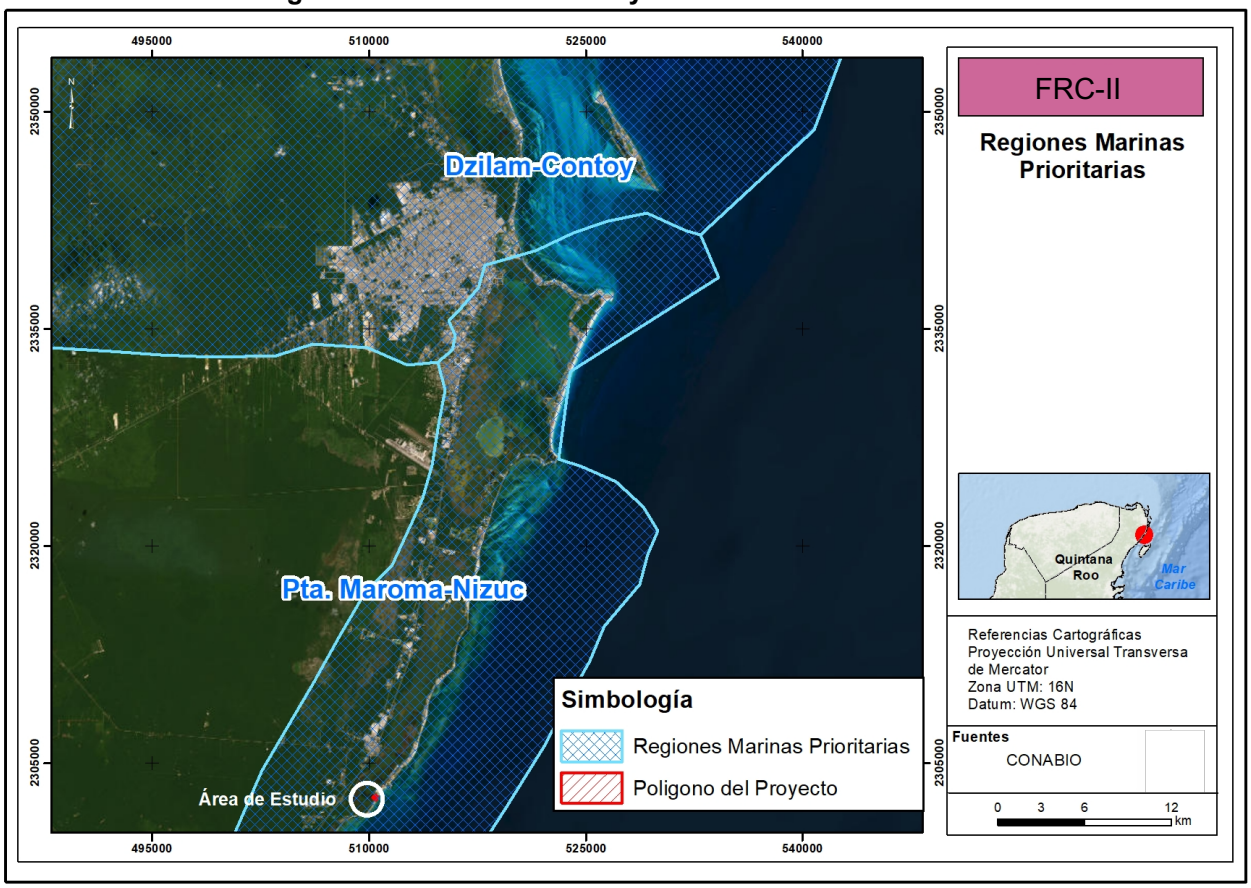
Con base en las medidas de conservación, monitoreo de fauna y hábitats, y manejo adaptativo implementadas en el Proyecto, se concluye que el desarrollo no contribuye al incremento de las problemáticas identificadas en la RHP 105. Por el contrario, mediante la preservación de la cobertura vegetal, la protección de dunas, manglares y lagunas, y el control de especies exóticas, el Proyecto contribuye a la mejora y fortalecimiento de la integridad ecológica del sistema costero y de los ecosistemas asociados.

3.4.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS REGIONES MARINAS PRIORITARIAS (RMP)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés). Se llevó al cabo una clasificación de las 70 áreas prioritarias, considerando criterios ambientales (e.g., integridad ecológica, endemismo, riqueza, procesos oceánicos, etc.), económicos (e.g., especies de importancia comercial, zonas pesqueras y turísticas importantes, recursos estratégicos, etc.) y de amenazas (contaminación, modificación del entorno, efectos a distancia, especies introducidas, etc.). La clasificación resultó en diferentes grupos definidos por el patrón de uso de los recursos, el conocimiento sobre biodiversidad y las amenazas que enfrentan, considerando la información generada durante el taller, lo que dio como resultado 58 áreas de alta biodiversidad, de las cuales 41 presentaron algún tipo de amenaza para la biodiversidad y 38 correspondieron a áreas de uso por sectores. Finalmente, también se identificaron 8 áreas que son importantes biológicamente pero no se cuenta con información sobre biodiversidad.

El proyecto se encuentra dentro de la Región Marina Prioritaria No. 63 “Pta. Maroma Nizuc”, como se ilustra a continuación:

Figura 3.8. Ubicación del Proyecto en relación a las RMP



Fuente: Elaboración propia.

En dicho tenor se procede a la vinculación del proyecto con la problemática presentada en la región:

Tabla 3.15. Vinculación del proyecto con la Problemática de la RMP 63.

No	Problemática	Vinculación con el proyecto
1	Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe desforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.	El Proyecto no contempla actividades de remoción, relleno, trasplante, poda ni obras que afecten la integralidad del flujo hidrológico, la productividad natural, la capacidad de carga, ni las interacciones ecológicas del ecosistema de manglar y su zona de influencia. El diseño evita cualquier intervención directa sobre el manglar, garantizando la conservación de su estructura, funcionalidad y servicios ambientales. Conforme al Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso hídrico que se propone, y el cual tiene como objetivo entre otros el garantizar que no se interrumpan los flujos hídricos superficiales y subterráneos al manglar, el Proyecto contempla cimentación elevada con desplantes sobre pilotes o estructuras que permitan el libre paso del agua superficial evitando el efecto de barrera así cómo

		área permeables que permiten infiltración del agua de lluvia al acuífero. El Proyecto no contempla actividades pesqueras o mercantes a bordo de embarcaciones.
2	Contaminación: por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.	El Proyecto prevé la separación del drenaje sanitario y pluvial. Las aguas residuales serán conducidas exclusivamente hacia tratamiento en la PTAR, evitando cualquier disposición directa al suelo, subsuelo o cuerpos de agua previo a tratar. Las aguas que se obtengan tras el tratamiento serán reutilizadas en el riego de área verdes. En tanto las aguas pluviales serán dispuestas a las áreas permeables del proyecto Así mismo se implementará el Programa de Manejo integral de Residuos (PMIR), con el objetivo de prevenir la contaminación por residuos, cumplir normativamente y mitigar los impactos por generación y manejo de los residuos.
3	Uso de recursos: presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmochuk; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.	El Proyecto no contempla actividades de aprovechamiento extractivo o no extractivo de flora o fauna.
4	Especies introducidas de *Cassuarina* spp y *Columbrina* spp.	El Proyecto no realiza plantaciones ni fomenta la propagación de especies exóticas, y se implementarán medidas de vigilancia y control de vegetación dentro de los corredores ecológicos y áreas de conservación, asegurando la integridad de los ecosistemas nativos y la preservación de manglares, dunas y humedales.

Fuente: Elaboración propia.

Con base en las medidas de conservación, monitoreo de fauna y hábitats, y manejo adaptativo implementadas en el Proyecto, se concluye que el desarrollo no contribuye al incremento de las problemáticas identificadas en la RMP 63. Por el contrario, mediante la preservación de la cobertura vegetal, la protección de dunas, manglares y lagunas, y el control de especies exóticas, el Proyecto contribuye a la mejora y fortalecimiento de la integridad ecológica del sistema costero y de los ecosistemas asociados.

3.4.4. UBICACIÓN DEL PROYECTO CON RESPECTO A LAS ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICA)

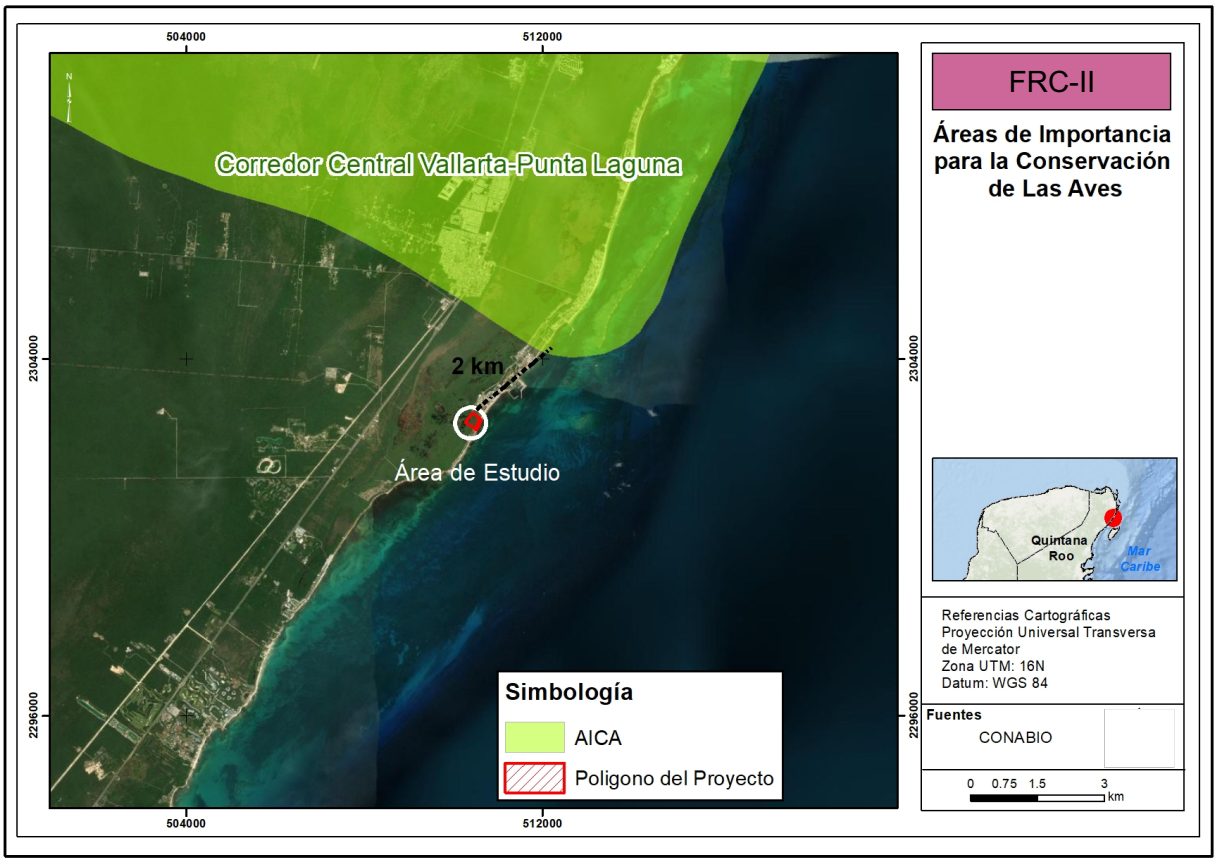
Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves surgieron como un Programa en conjunto de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Consideró para la definición de las regiones información como la vegetación, topografía, hidrografía, así como criterios de conservación trilaterales (México, Estados Unidos y Canadá), logrando en el cúmulo del tiempo delimitar 243 AICAS en México.

Las AICAS conforman una red de sitios clave donde se puede observar el 94.53% de las aves de México, y el 97.29% de las especies incluidas en alguna categoría de riesgo según la NOM-pdu-SEMARNAT-2010. Cada ficha técnica de las AICAS incluye una descripción detallada de las características bióticas y abióticas de la zona, así como un listado avifaunístico que registra las especies observadas y probables, junto con su estacionalidad, niveles de riesgo y endemismo.

El Proyecto no se ubica dentro de AICA, sin embargo, se encuentra a menos de 2km de la AICA "Corredor Central Vallarta-Punta Laguna", donde han sido identificadas al menos 254 especies diferentes de aves, dicha región funciona como un corredor de enlace entre la Reserva de Sian Ka'an en Quintana Roo y el estado de Yucatán.

No obstante, se consideran buenas prácticas ambientales que minimicen cualquier posible impacto en la biodiversidad regional.

Figura 3.9. Ubicación del predio con relación a las AICAs.



Fuente: elaboración propia.

3.5. PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO

El PDU determina los usos de suelo urbano permitidos, coeficientes de ocupación y construcción, densidades, alturas y lineamientos de infraestructura aplicables al polígono del proyecto. Debido a que el desarrollo propuesto es turístico–hotelero y se inserta dentro del tejido urbano, el PDU es indispensable para establecer la viabilidad del número de cuartos, la distribución del proyecto, la infraestructura requerida y la compatibilidad urbanística global.

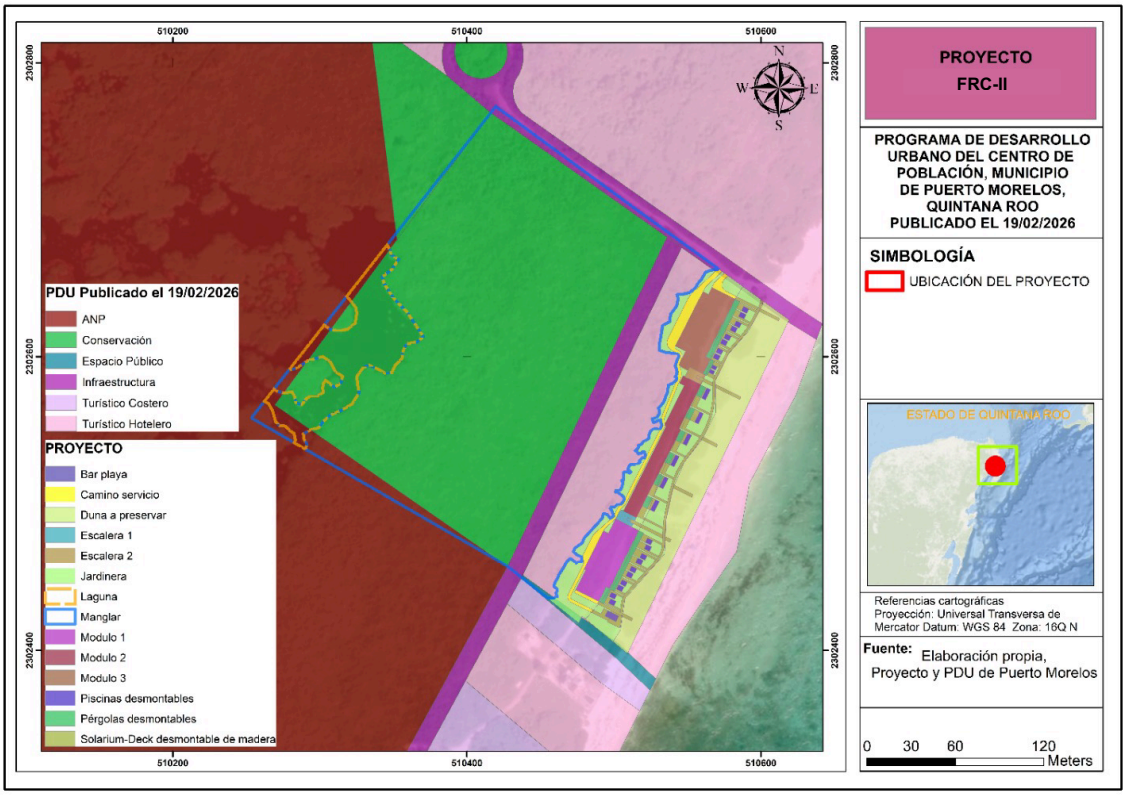
Los Programas de Desarrollo Urbano, de acuerdo con la Ley General de Asentamientos Humanos, Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano, se definen como instrumentos de ordenamiento y planeación que determinan las acciones específicas destinadas a la conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población. Estos programas incluyen, en su caso, la zonificación necesaria para garantizar un desarrollo ordenado y sostenible, constituyendo un elemento clave en la planeación urbana, ya que define el uso y aprovechamiento específico de lotes y predios dentro de las áreas urbanas. Por lo que se procede a la vinculación con el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, Quintana roo.

3.5.1. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO (2024-2027).

El Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, Quintana Roo 2024-2027 (PDU 2024-2027), fue publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 19 de febrero del 2026, Sesión Extraordinaria Núm. 24, Décima Época, Tomo I.

Conforme al PDU 2024-2027, particularmente a su zonificación secundaria, el Predio cuenta con usos de suelo Infraestructura, ANP, Conservación (CON), Espacio Público (EP)y Turístico Hotelero (TH), sirva de referencia la siguiente Figura:

Figura 3.10.Ubicación del predio del proyecto respecto del PDU Puerto Morelos 2024-2027



Fuente: elaboración propia.

Estás áreas se definen conforme al instrumento como:

Turístico hotelero: zonas destinadas al uso comercial y de servicios, con presencia posible de usos turísticos, recreativos y de administración pública.

Espacio público. El espacio público es un elemento estratégico para el desarrollo sostenible de una ciudad. Su adecuada gestión permite la generación de externalidades positivas que inciden en el bienestar de las personas: cohesionando zonas, proporcionando acceso a servicios, reduciendo el impacto ambiental, apoyando vínculos económicos, generando un sentido de comunidad, identidad cívica y cultura que tiene impacto en la seguridad urbana y contribuyendo al acceso universal a las oportunidades de la urbanización para las y los habitantes.

Infraestructura vial. Estructura vial existente y propuesta, compuesta por los diferentes tipos de vías de comunicación cuyas características se deben apegar a la NORMA Oficial Mexicana NOM004-SEDATU-2023, Estructura y diseño para vías urbanas.

Conservación. Son espacios destinados a la conservación de los ecosistemas y la biodiversidad, con el objeto de mantener los bienes y servicios ecosistémicos en el ámbito local. En esta zona están restringidos los usos de suelo urbanizables

Estos usos de suelo representan a la siguiente superficie de la totalidad del predio:

Tabla 3.16 Superficies por uso de suelo.

Etiquetas de fila	Suma de Superficie (Ha)	Suma de Superficie (m2)
ANP	0.23	2338.83
Conservación	4.20	41982.27
Espacio Público	0.02	167.84
Infraestructura	0.39	3856.30
Turístico Hotelero	2.16	21640.45
Total general	**7.00**	**69985.69**

Fuente: elaboración propia.

Por lo que, como se observa, el desarrollo del Proyecto pretende destinar el 85.14 % del total de la superficie del predio a uso de conservación y única y exclusivamente realizar la ocupación de una porción de este localizada dentro del uso de suelo Turístico Hotelero (TH/6/50/M3). Considerando lo anterior, se analiza el potencial de aprovechamiento dentro del uso de suelo de referencia:

Tabla 3.17.Densidades del proyecto conforme al PDU 2024-2027

	Páramtros PDU	Permitido	Propuesto
Porcentaje de Ocupación (COS)	50%	10,820.22 m2	3,485.78 m2
Coeficiente de Uso del Suelo (CUS)	2.5%	27,050.55 m2	16,800.52 m2
Densidad	50 viv/100 ctos por ha	216 ctos	130 ctos
Restricciones de frente	5 m	5m	30 m en promedio
Restricciones de fondo	5 m	5m	36 m en promedio
Restricciones laterales	2 m	2m	15.5 m en promedio por lado
Niveles	6	6	5
Altura en entrepisos	3.5 m por nivel/21 m de altura total	17.5 m de altura total	16.20 m -18 m de altura*
Altura máxima en metros	21 m	21 m	18 m

Fuente: elaboración propia.

Por lo que el Proyecto resulta congruente en términos generales con lo establecido en dicho instrumento de planeación, colocandose muy por debajo de los parámetros máximos de aprovechamiento señalados en el instrumento en análisis.

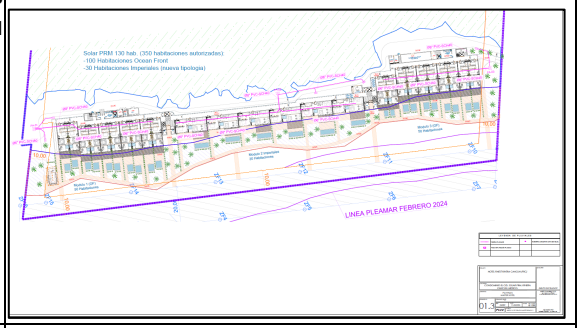
3.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las normas oficiales mexicanas en materia ambiental son de cumplimiento obligatorio en el territorio nacional y señalan su ámbito de validez, vigencia y gradualidad en su aplicación, conforme lo establece el artículo 37 Bis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Para el presente Proyecto se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del Proyecto, identificando las Normas Oficiales cuyos criterios aplican al mismo.

Tabla 3.18. Vinculación del Proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas

Norma Oficial Mexicana	Objetivo	Vinculación
NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales vertidas a aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes pluviales independientes.	El Proyecto incorpora medidas para el uso eficiente del recurso hídrico mediante la conducción de aguas residuales hacia la PTAR del complejo contiguo misma que cuenta con los permisos y autorizaciones correspondientes; para dar tratamiento y reutilización en riego de áreas ajardinadas, conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997 de las aguas residuales. Asimismo, el diseño contempla red interna eficiente de distribución y dispositivos de ahorro en la etapa operativa, en congruencia con el Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios, favoreciendo la reducción del consumo y evitando descargas directas al medio. Conforme a los Programas y Subprogramas ambientales se realizarán monitoreos periódicos de calidad del suelo y las aguas tratadas a fin de garantizar su calidad conforme a las normas oficiales mexicanas aquí dispuestas. En materia de manejo pluvial, el Proyecto contará con un sistema de drenaje pluvial que cumplirá sus funciones mediante una red de colectores en tubería plástica tipo SDR-41, encargada de captar las aguas de lluvia a través
NOM-002-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal con el fin de prevenir y controlar la contaminación de las aguas y bienes nacionales, así como proteger la infraestructura de dichos sistemas, y es de observancia obligatoria para los responsables de dichas descargas.	

NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicios al público.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público, con el objeto de proteger el medio ambiente y la salud de la población, y es de observancia obligatoria para las entidades públicas responsables de su tratamiento y reusó.	de rejillas e imbornales dispuestos en las áreas exteriores. Las aguas pluviales serán conducidas hacia pozos pluviales previstos en el diseño, donde recibirán un pretratamiento previo a su infiltración o disposición final, favoreciendo: • El control adecuado de escorrentías. • La reducción de erosión superficial. • La recarga del acuífero. • La prevención de encharcamientos o afectaciones en el entorno inmediato. Se muestra a continuación la red de drenaje pluvial del Proyecto (véase Capítulo 2) 
NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	El campo de aplicación de la presente Norma es obligatorio para todo usuario en la cuenca hidrológica, dentro del marco del plan global de manejo de la cuenca hidrológica. Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer las especificaciones que regulen el aprovechamiento sustentable en humedales costeros para prevenir su deterioro, fomentando su conservación y, en su caso, su restauración. Las disposiciones del presente son de observancia obligatoria para los responsables de la realización de obras o actividades que se pretendan ubicar en humedales costeros o que, por sus características, puedan influir negativamente en éstos.	Que, con base a los estudios realizados, las obras o actividades propuestas no implican impactos ambientales negativos al manglar dentro del predio o cercano. Por tanto, es viable exceptuar al proyecto de la aplicación de los límites y prohibiciones previstas en la NOM-022-SEMARNAT-2003, como lo es el buffer de los 100 m. Ante la reducción del buffer del manglar establecida en la presente Norma Oficial Mexicana se propone la implementación de acciones de restauración de zonas de manglar adyacentes como mecanismo de compensación. Para ello se llevará a cabo la identificación de las áreas pertinentes, así como la selección de las especies y del método más adecuados para este fin. Lo anterior será orientado y liderado por un equipo de expertos. Véase Anexo 3.1.

NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.	Para las etapas de preparación del sitio y construcción será requerido la utilización de maquinaria pesada, así como, de equipo los cuales funcionan a bases de motores de combustión interna, por lo que se les dará el mantenimiento correspondiente y serán utilizados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante; de tal forma que las emisiones a la atmósfera que se generará como resultado del uso de estas, se encuentre por debajo de los límites máximos permisibles contemplados dentro de la presente norma. Adicionalmente no se utilizarán unidades que se encuentren en malas condiciones mecánicas y que emitan humo en exceso, asimismo, la maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no se ocupen.
NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	Esta norma oficial mexicana establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuente fijas.	Para las etapas de preparación del sitio y construcción y operación será requerido la utilización de equipos que funcionan a bases de motores de combustión interna los cuales contarán con los mantenimientos correspondientes y serán utilizados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante; de tal forma que las emisiones a la atmósfera que se generará como resultado del uso de estas, se encuentre por debajo de los límites máximos permisibles contemplados dentro de la presente norma.

NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	El objetivo de la presente Norma Oficial Mexicana es el de establecer los límites máximos permisibles de emisiones contaminantes de hidrocarburos (HC), hidrocarburos no metano (HCNM), monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOx), hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno (HCNM+NOx), partículas (Part) y opacidad del humo proveniente del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos; así como provenientes del escape de unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	Para las etapas de preparación del sitio y construcción y operación será requerido la utilización de equipos y maquinaria que funcionan a bases de motores de combustión interna los cuales contarán con los mantenimientos correspondientes y serán utilizados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante; de tal forma que las emisiones a la atmósfera que se generará como resultado del uso de estas, se encuentre por debajo de los límites máximos permisibles contemplados dentro de la presente norma.
NOM-045-SEMARNAT-2017. Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	La presente Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión expresados en coeficiente de absorción de luz o por ciento de opacidad, proveniente de las emisiones del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible, método de prueba y características técnicas del instrumento de medición. Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, Centros de Verificación Vehicular, Unidades de Verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la presente Norma Oficial Mexicana, la maquinaria equipada con motores a diésel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.	Para las etapas de preparación del sitio y construcción y operación será requerido la utilización de equipos y maquinaria que funcionan a bases de motores de combustión interna los cuales contarán con los mantenimientos correspondientes y serán utilizados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante; de tal forma que las emisiones a la atmósfera que se generará como resultado del uso de estas, se encuentre por debajo de los límites máximos permisibles contemplados dentro de la presente norma. Así mismo se prevén la implementación de medidas de mitigación a fin de disminuir las emisiones de polvo en el ambiente como lo son uso de lonas en los vehículos de transporte de materiales y los riegos en sitio y/o humedecimiento del suelo. En lo que respecta al secado de lodos, el mismo se llevara a cabo en áreas destinadas para tal efecto y serán retirados inmediatamente de su secado y dispuestos en lugar autorizado, evitando su exposición prolongada y dispersión de polvos.

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Se establecerán mecanismos para el monitoreo del ruido generado por las obras o actividades pretendidas a fin mantenernos dentro del rango de emisión permisible. Aunado a lo anterior, se respetarán los horarios que fija esta NOM. Las supervisiones incluidas en el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental englobarán estas verificaciones para llevar el control del nivel de decibeles emitidos. En caso de encontrar anomalías o excedentes, se tomarán las medidas de mitigación pertinentes para amortiguar este efecto. Asimismo, se colocará señalización adecuada y necesaria a lo largo de las vialidades para informar de los niveles de ruido que deberán respetarse y se limitará el horario de trabajo establecido.
NOM-081- SEMARNAT-1994. Establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Esta norma oficial mexicana establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente y es de aplicación a pequeñas, medianas y grande industrias, comercios, establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública. DOF: 03/12/2013 ACUERDO por el que se modifica el numeral 5.4 de la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición	Se establecerán mecanismos para el monitoreo del ruido generado por las obras o actividades pretendidas a fin mantenernos dentro del rango de emisión permisible. Aunado a lo anterior, se respetarán los horarios que fija esta NOM. Se realizarán verificaciones para llevar el control del nivel de decibeles emitidos. En caso de encontrar anomalías o excedentes, se tomarán las medidas de mitigación pertinentes para amortiguar este efecto. Asimismo, se colocará señalización adecuada y necesaria a lo largo de las vialidades para informar de los niveles de ruido que deberán respetarse y se limitará el horario de trabajo establecido
NOM-138-SEMARNAT//SSAI-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	Establecer los límites máximos permisibles de los hidrocarburos en suelos, incluidos en la TABLA 1 y los lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	A lo largo de las fases de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, es fundamental reconocer la posibilidad de riesgos accidentales o involuntarios que puedan comprometer la seguridad del personal, los usuarios y los ecosistemas circundante asociado a derrames de combustibles por fallas o accidentes en maquinarias o recipientes; debido a esto, se implementará un Programa de Seguridad y Contingencias Ambientales en el que se atenderán lo previsto dentro de la presente Norma Oficial, estableciendo un sistema integral de prevención y respuesta a contingencias.

NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, Clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Esta Norma Oficial Mexicana establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, el cual incluye los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales.	Se establecerá un área específica para el manejo y almacenamiento seguro de residuos peligrosos, con las siguientes características: • Segregación Total: Separado de oficinas, servicios y almacenamiento de materias primas para evitar interacciones químicas peligrosas. • Ubicación Estratégica: Emplazado para reducir riesgos por emisiones, derrames, incendios o inundaciones. • Ingeniería de Contención: Pisos de concreto impermeabilizados con una inclinación del 2% hacia sistemas de drenaje internos y muros de contención para derrames accidentales. • Control Ambiental: Techos para protección de la intemperie y ventilación adecuada para prevenir acumulación de gases o reacciones térmicas. • Seguridad contra Incendios: Equipamiento con sistemas de extinción vigentes y pasillos amplios para maniobras de emergencia. • Acceso Restringido: Señalización clara de advertencia y control de entrada solo para personal autorizado. Ajustándose a las características previstas dentro de la presente Norma Oficial y la LGPGIR, por lo que se mantendrán bitácoras de registro exhaustivo que documente tanto la cantidad como el tipo de residuos almacenados, así como la entrega para su disposición final realizada por empresas acreditadas y autorizadas para la recolección, transporte y tratamiento de residuos peligrosos, entre otras.

<table>
<tr>
<td>NOM-059-SEMARNAT-2010
Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.</td>
<td>Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.
DOF: 14/11/2019: MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010</td>
<td>
<table>
<tr><th colspan="3">Flora</th></tr>
<tr><th>Nombre común</th><th>NOM-059-SEMARNAT-2010</th><th>Lista roja (UICN)</th></tr>
<tr><td>Mangle rojo</td><td>Endémica-Amenazada</td><td>Amenazada</td></tr>
<tr><td>Mangle blanco</td><td>No endémica-Amenazada</td><td>Amenazada</td></tr>
<tr><td>Mangle botoncillo</td><td>No endémica-Amenazada</td><td>Amenazada</td></tr>
<tr><td>Palma chit</td><td>Amenazada</td><td>Preocupación Menor</td></tr>
</table>

No se observa fauna enlistada en la NOM.
</td>
</tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia

3.6.1. NOM-162-SEMARNAT-2012

La NOM162SEMARNAT2012 establece los lineamientos para la protección, manejo y conservación de las poblaciones de tortugas marinas en su hábitat de anidación, regulando las actividades humanas que puedan afectar sus áreas de reproducción. Esta norma es de carácter obligatorio y busca garantizar la preservación de estos ecosistemas críticos, promoviendo prácticas sostenibles en las zonas costeras.

Por su relevancia ecológica, resulta fundamental que cualquier proyecto desarrollado en playas o zonas de litoral sea congruente con los criterios establecidos por la

NOM162SEMARNAT2012, asegurando que las actividades propuestas no comprometan la reproducción ni la conservación de las especies, y contribuyendo así al equilibrio ambiental y a la sostenibilidad de los recursos naturales. Es así como, en congruencia con lo dispuesto en la NOM-162-SEMARNAT-2012, el Proyecto contempla la implementación de una serie de acciones positivas encaminadas a favorecer la conservación de las tortugas marinas y su hábitat de anidación, entre las que destacan:

- El Proyecto no contempla la remoción de vegetación de zona de duna. Se buscará conservar el área en su estado natural; el proyecto implementará un Programa de Conservación de la Biodiversidad mediante el cual se busca entre otros el garantizar la conservación de los ecosistemas identificados, manteniendo su función como hábitat y corredor biológico.

- Implementación del Programa de Monitoreo y Calidad ambiental, mismo que tiene como objetivo mantener las condiciones ecológicas necesarias para la fauna, con especial atención a los sitios de anidación de tortugas marinas conforme al POEL BJ.

- Fomentara la regeneración natural de la comunidad vegetal propia de la zona de duna manteniendo el sitio en su estado natural, así como el mantenimiento de la dinámica natural de acumulación de arena, asegurando la estabilidad del hábitat de anidación.

- No se prevé la realización de actividades u obra y construcción en la zona de playa por lo que no se dejaran objetos móviles o fijos en el área. Durante la temporada de anidación, se realizarán actividades de vigilancia previniendo con ello evitar se coloque en el área cualquier obstáculo que pudiera atrapar, enredar o impedir el libre tránsito de las tortugas hembra y sus crías.

- Control de iluminación nocturna, mediante la eliminación, reorientación o adecuación de instalaciones del Proyecto que pudieran generar emisiones directas de luz hacia la playa o provocar resplandores que alteren la conducta de las tortugas durante la anidación o emergencia de crías.

- Instalación de sistemas de iluminación amigables, privilegiando el uso de luminarias direccionales con mamparas, focos de bajo voltaje o lámparas de tonalidad cálida (amarilla, ámbar o roja), que reduzcan al mínimo el impacto lumínico en el hábitat.

- Restricción del tránsito vehicular y de animales en las áreas de playa, sobre todo durante la temporada de anidación.

- Auditorías nocturnas mensuales para verificar que las luminarias ámbar no generen resplandor hacia la zona de playa y duna, protegiendo los sitios de anidación de tortugas.

Estas acciones reafirman el compromiso del proyecto con la protección de la biodiversidad, asegurando que el desarrollo turístico se lleve a cabo bajo un esquema de responsabilidad ambiental y respeto a las especies en riesgo.

3.7. OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR.

3.7.1. CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.

La Constitución con base en el punto de vista material se entiende como el conjunto de normas jurídicas fundamentales que regulan la estructura y organización del Estado, la determinación de los órganos, la relación de estos órganos entre sí y con los particulares, la forma en que se incorporan los particulares al ejercicio del poder público, su control, así como a los criterios programáticos que servirán de guía para la actuación de los órganos del Estado.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos funge como base del sistema jurídico mexicano, de la cual y con relación al Proyecto, emanan los artículos constitucionales en materia ambiental 4, 25 y 27. A continuación, se presentan los artículos relacionados y el cumplimiento del Proyecto con estos.

Tabla 3.19. Vinculación del Proyecto con la CPEUM.

Artículo	Contenido	Vinculación
4°, párrafo 4	Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.	De forma previa a realizar cualquier actividad del Proyecto se somete para Evaluación el presente Estudio de Impacto Ambiental. Durante su desarrollo se implementarán acciones destinadas a mitigar los impactos ambientales a fin de garantizar la Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. El proyecto contempla en su diseño áreas de conservación, las cuales comprenden el 85.14 % de la superficie total del predio de la superficie total así mismo se cuentan con áreas verdes que serán reforestadas considerando especies de flora nativa que permitan enriquecer el. Se plantean medidas específicas que buscan disminuir la vulnerabilidad y fomentar la adaptación a los efectos del cambio climático en las zonas costeras, para ello considera en su diseño factores prioritarios como lo son el valor ecológico, los flujos hidrológicos, las áreas de interés ecológico y paisajístico, la vocación del

		área conforme a los instrumentos de planeación urbana y ecológica; y los instrumentos legales y normativos aplicables.
25, párrafo 7	Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.	El proyecto permitirá estimular la economía local al atraer inversiones y generando empleos y oportunidades de negocio. Además, su planificación cuidadosa optimiza el uso del suelo y reduce los costos asociados con la expansión desorganizada; lo que contribuye a crear entornos urbanos más seguros, competitivos, sostenibles y eficientes.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.2. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA).

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), es un ordenamiento reglamentario de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

Tabla 3.20. Vinculación del Proyecto con la LGEEPA.

Articulo	Contenido	Vinculación
Artículo 28, Fracciones VII, IX y X	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; …	En virtud de que se actualizan los supuestos previstos en el artículo 28 de conformidad a las fracciones aquí enunciadas, el proyecto da cumplimiento a lo establecido al someterse en materia de evaluación de impacto ambiental ante la autoridad correspondiente, por medio de la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, a través de la cual se busca prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de las obras y actividades pretendidas. Lo anterior en concatenación con principios de prevención y precaución aplicables en la materia.

	IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;	
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.	Se da cumplimiento a lo indicado por este artículo, lo anterior con la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, en la cual se describen los impactos ambientales a generarse y se establecen las medidas de prevención, mitigación y compensación que serán aplicadas. Así mismo con la alineación del proyecto con los instrumentos de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Urbano aplicables al mismo. Con lo anterior se busca garantizar el desarrollo sostenible y sustentable del proyecto, así como estimular la economía local.
Artículo 64	En el otorgamiento o expedición de permisos, licencias, concesiones, o en general de autorizaciones a que se sujetaren la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos en áreas naturales protegidas, se observarán las disposiciones de la presente Ley, de las leyes en que se fundamenten las declaratorias de creación correspondiente, así como las prevenciones de las propias declaratorias y los programas de manejo. El solicitante deberá en tales casos demostrar ante la autoridad competente, su capacidad técnica y económica para llevar a cabo la exploración, explotación o aprovechamiento de que se trate, sin causar deterioro al equilibrio ecológico. La Secretaría, así como las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y de la Reforma Agraria, prestará oportunamente a ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios la asesoría técnica necesaria para el	El proyecto se localiza en los límites de ANP´s, no obstante, por su cercanía se vinculó el Proyecto con la declaratoria y el programa de manejo o las reglas administrativas de las ANP: • El Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos; • El Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos; y • Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano.

	cumplimiento de lo dispuesto en el párrafo anterior, cuando éstos no cuenten con suficientes recursos económicos para procurársela. La Secretaría, tomando como base los estudios técnicos y socioeconómicos practicados, podrá solicitar a la autoridad competente, la cancelación o revocación del permiso, licencia, concesión o autorización correspondiente, cuando la exploración, explotación o aprovechamiento de recursos ocasione o pueda ocasionar deterioro al equilibrio ecológico.	
Artículo 113.-	No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las Disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.	Para las etapas de preparación del sitio y construcción y operación será requerido la utilización de equipos que funcionan a bases de motores de combustión interna los cuales contarán con los mantenimientos correspondientes y serán utilizados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante; de tal forma que las emisiones a la atmósfera que se generará como resultado del uso de estas, se encuentre por debajo de los límites máximos permisibles contemplados dentro de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables en la materia. Adicionalmente no se utilizarán unidades que se encuentren en malas condiciones mecánicas y que emitan humo en exceso, asimismo, la maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no se ocupen
Artículo 121.	No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	El proyecto adopta como medida preventiva el conectarse directamente a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del complejo contiguo, para que lleve los procesos de tratamiento que permiten garantizar que el agua residual generada sea colectada, conducida y tratada adecuadamente, evitando su infiltración directa al subsuelo o su descarga sin tratamiento previo.
Artículo 134.	Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;	Para el Proyecto, se llevará a cabo el confinamiento y acopio temporal de los Residuos Sólidos Urbanos, Residuos de Manejo Especial y Residuos Peligrosos en almacenes independientes con las características requeridas por las autoridades competentes en la materia,

Artículo 136	Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: I. La contaminación del suelo; II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; III.- Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y Riesgos y problemas de salud	dando cumplimiento a las Normas Oficiales mexicanas y disposiciones aplicables a la materia, así mismo se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos
Artículo 150.	Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final	Se establecerá un área específica para el manejo y almacenamiento seguro de residuos peligrosos, esta área se encontrará separada del almacén de residuos RSU y RME para evitar cualquier contacto y agrandar la cantidad de RP, en este almacén se instalará una base de concreto de 10 cm con bordos perimetrales para limitar la escorrentía en caso de derrames, malla ciclónica para su delimitación perimetral y un techo de lámina galvanizada, ajustándose a las características previstas dentro de la presente Norma Oficial y la LGPGIR, adicionalmente estas áreas se ubicarán a una distancia segura de cuerpos de agua y áreas sensibles, tendrán una correcta impermeabilización del suelo para evitar filtraciones contaminantes, y un acceso adecuado para la recolección y transporte de los residuos. Se prevé la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos donde se Prevé un Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos; dichos programas y/o subprogramas contempla acciones específicas como un registro exhaustivo que documente tanto la cantidad como el tipo de residuos almacenados, así como la entrega para su disposición final realizada por empresas acreditadas y autorizadas para la recolección, transporte y tratamiento de residuos peligrosos, entre otras.
Artículo 151.	La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con	. La disposición final de residuos sólidos y peligrosos se realizará a través de empresas autorizadas para tal fin, mismas que deberán presentar sus respectivas autorizaciones vigentes.

	empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó.	Por lo tanto, se puede decir con un alto grado de confianza que los residuos generados serán gestionados de acuerdo con el plan de manejo, tomando las precauciones necesarias para evitar que se conviertan en elementos destructivos de la calidad ambiental del medio ambiente, o que puedan poner en peligro.

Fuente: Elaboración propia

3.7.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE.

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Tabla 3.21.Vinculación del Proyecto con la LGVS.

Artículo	Contenido	Vinculación
Artículo 4	Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	Se proponen medidas y acciones específicas orientadas a la protección de la vida silvestre, así como actividades de restauración ecológica y la aplicación de los programas ambientales establecidos en el Capítulo 6. Estas acciones incluyen la prevención de disturbios a la fauna local, la conservación de hábitats sensibles, la restauración de áreas alteradas y la implementación de protocolos de manejo, monitoreo y seguimiento ambiental. En conjunto, estos instrumentos aseguran que el proyecto opere bajo criterios de conservación, minimizando impactos y promoviendo condiciones adecuadas para la recuperación y mantenimiento de los ecosistemas presentes en el área de influencia.
Artículo 27 Bis	No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras. La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.	No se llevará a cabo la introducción de especies exóticas invasoras. Para la reforestación de las áreas verdes se utilizarán únicamente especies de flora nativa que permitan enriquecer el entorno.

	Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.	
Artículo 31.	Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Previo a las actividades de desplante y desmonte del Proyecto se realizarán acciones de ahuyentamiento de fauna de acuerdo con el tipo de especies de zonas que se identificaron en el Capítulo 4. No obstante es posible que individuos de movilidad limitada o sésiles requieran ser rescatados y reubicados por lo que toda actividad de obra iniciará con un recorrido que garantice la identificación, rescate y reubicación de fauna. Esta acción tiene como objetivo reducir al mínimo la pérdida de fauna de movilidad limitada durante la fase de preparación y construcción del Proyecto, constituyendo así una medida preventiva. Durante las acciones de rescate, manejo temporal y traslado de especies se privilegiarán aquellas identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Artículo 60,TER	Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos. 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 contempla actividades de remoción, relleno, trasplante, poda ni obras que afecten la integralidad del flujo hidrológico, la productividad natural, la capacidad de carga, ni las interacciones ecológicas del ecosistema de manglar y su zona de influencia. El diseño evita cualquier intervención directa sobre el manglar, garantizando la conservación de su estructura, funcionalidad y servicios ambientales. Conforme al Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso hídrico que se propone, y el cual tiene como objetivo entre otros el garantizar que no se interrumpan los flujos hídricos superficiales y subterráneos al manglar, el Proyecto contempla cimentación elevada con desplantes sobre pilotes o estructuras que permitan el libre paso del agua superficial evitando el efecto de barrera así cómo área permeables que permiten infiltración del agua de lluvia al acuífero. En congruencia con lo anterior, se implementa de manera adicional el Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC)**,** mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación

		reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se consideran acciones proactivas de restauración de las zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales.

Fuente: Elaboración propia

3.7.4. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS).

La presente Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política.

Tabla 3.22.Vinculación del Proyecto con la LGDFS.

Artículo	Contenido	Vinculación
Artículo 93	La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitigue en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal. En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate. Las autorizaciones que se emitan deberán. Integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.	Para el Proyecto se contempla la remoción de la cobertura vegetal prístina presente en una superficie de 1.04 ha de un total de 6.9 ha que ocupa el predio destinando para conservación y áreas verdes reforestadas del predio una superficie de 5.9 ha. Por lo que en el momento procesal oportuno se estará presentando para evaluación el Estudio Técnico Justificado correspondiente. Así mismo se implementará para el Proyecto el subprograma de Protección y Reubicación de Fauna y Flora Silvestre el cual contempla el rescate del100% de los individuos de flora enlistados en la NOM-0059-SEMARNAT-2010 y de lento crecimiento detectados en la huella del desplante, así como el ahuyentamiento y rescate de la fauna presente en el sitio.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.5. LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN).

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

Al respecto, se señalan los artículos correlativos vinculantes al Proyecto.

Tabla 3.23. Vinculación del Proyecto con la LAN.

Articulo	Contenido	Vinculación
Artículo 86 BIS 2.	Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	El proyecto no llevará a cabo la infiltración de aguas residuales. Con el objeto de preservar la calidad del agua el proyecto contempla la conducción de las aguas residuales a la PTAR del complejo contiguo para su tratamiento conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997, evitando riesgos de contaminación marina. Se contempla la implementación de Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios (S-MIRL) a través del cual se busca garantizar la correcta disposición de las aguas residuales, minimizar cualquier riesgo de contaminación hacia el suelo o los cuerpos de agua y fomentar el uso de productos biodegradables. Así mismo se implementará el Subprograma de Prevención y atención a Contingencias Ambientales (S-PAC) a través del cual se establecerán protocolos de respuesta inmediata para atención de vertidos accidentales y contingencia de estos, entre otros

Fuente: Elaboración propia

3.7.6. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS (LGPGIR).

Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Para efecto de esta Ley, de conformidad con el artículo 5, se entiende por Residuo, el material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse

a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven.

En la tabla siguiente se presentan los artículos de la LGPGIR vinculantes con el Proyecto.

Tabla 3.24.Vinculación del Proyecto con la LGPGIR.

Artículo	Contenido	Vinculación
Artículo 31.	Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: I. Aceites lubricantes usados; II. Disolventes orgánicos usados; III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores; IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;	Se establecerá un área específica para el manejo y almacenamiento seguro de residuos peligrosos, esta área se encontrará separada del almacén de residuos RSU y RME para evitar cualquier contacto y agrandar la cantidad de RP, en este almacén se instalará una base de concreto de 10 cm con bordos perimetrales para limitar la escorrentía en caso de derrames, malla ciclónica para su delimitación perimetral y un techo de lámina galvanizada, ajustándose a las características previstas dentro de la presente Norma Oficial y la LGPGIR, adicionalmente estas áreas se ubicarán a una distancia segura de cuerpos de agua y áreas sensibles, tendrán una correcta impermeabilización del suelo para evitar filtraciones contaminantes, y un acceso adecuado para la recolección y transporte de los residuos. Se prevé la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos donde se Prevé un Subprograma de Manejo Integral de Residuos Peligrosos; dichos programas y/o subprogramas contempla acciones específicas como un registro exhaustivo que documente tanto la cantidad como el tipo de residuos almacenados, así como la entrega para su disposición final realizada por empresas acreditadas y autorizadas para la recolección, transporte y tratamiento de residuos peligrosos, entre otras.
Artículo 40.	Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.	

Fuente: Elaboración propia.

3.7.7. LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO (LGCC)

La presente Ley tiene como objeto el garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero así como regular las emisiones de gases efecto invernadero, la acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, reducir la vulnerabilidad de la sociedad ante efectos adversos del cambio climático, entre otros. Esta Ley es de orden público, interés general

y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

Tabla 3.25. Vinculación del Proyecto con la LGCC.

Articulo	Contenido	Vinculación
Artículo 33	Los objetivos de las **políticas** Se prevé la implementación de un Programa de Desempeño Ambiental en Materia de Cambio Climático, mismo que tendrá como objetivo la ejecución y supervisión de medidas que permitan al Proyecto convertirse en un Desarrollo adaptado al Cambio Climático. Esto implica establecer acciones y estrategias para mejorar la eficiencia en el uso de energía, con el fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por el proyecto. El objetivo del presente programa es el siguiente: Reducir la emisión de gases de efecto invernadero y fomentar la adaptación al cambio climático a través de la implementación de medidas y políticas específicas. Este programa busca mejorar el desempeño ambiental del Proyecto en relación con el cambio climático y fomentar una cultura de responsabilidad ambiental. Públicas para la mitigación son: Fracción I. Promover la protección del medio ambiente, el desarrollo sustentable y el derecho a un medio ambiente sano a través de la mitigación de emisiones;	El predio del Proyecto FRC-II se localiza en una planicie de inundación sin interconexión directa con el agua marina, cuyos aportes hídricos provienen principalmente de la precipitación pluvial y la recarga subterránea característica de la Riviera Maya, por lo que el sistema de manglar presente funciona como humedal continental costero con dinámica hidrológica propia que coadyuba por si a frenar la velocidad en que se da el cambio climático, al actuar como como banco de gases de efecto invernadero. Es así, que el reconocimiento de la importancia de los humedales costeros como barrera natural de filtración y protección del ecosistema marino frente al arrastre de contaminantes de origen terrígeno en el diseño el Proyecto destina el **85.14 % de la superficie total del predio (5.9582 ha)** a **zona de conservación**, correspondiente a manglar (5.0477 ha), duna (0.4461 ha) y laguna/áreas inundables (0.4508 ha), garantizando la permanencia de la estructura, función y conectividad ecológica de los ecosistemas presentes, áreas que se prevé mantengan esta vocación a lo largo de toda la vida del proyecto. Se implementan subprogramas específicos de protección, delimitación física, monitoreo y manejo adaptativo que aseguran la integridad del sistema costero.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.8. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (RLGEEPA).

Este Reglamento tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal. Al respecto, se señalan los artículos correlativos vinculantes al Proyecto.

Tabla 3.26. Vinculación del Proyecto con el RLGEEPA.

Articulo	Contenido	Vinculación
Artículo 5	Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS: 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 R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES: I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, y II. Cualquier actividad que tenga fines u objetivos comerciales, con excepción de las actividades pesqueras que no se encuentran previstas en la fracción XII del artículo 28 de la Ley, y que de acuerdo con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentables y su reglamento no requieren de la presentación de una manifestación de impacto ambiental, así como de las de navegación, autoconsumo o subsistencia de las comunidades asentadas en estos ecosistemas.	De conformidad al numeral y las fracciones aquí enunciadas, el proyecto da cumplimiento a lo establecido al someterse en materia de evaluación de impacto ambiental ante la autoridad correspondiente, por medio de la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, a través de la cual se busca prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente, así como la regulación de las obras y actividades pretendidas. Lo anterior en concatenación con principios de prevención y precaución aplicables en la materia.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.9. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Áreas Naturales Protegidas fue publicado en el 30 de noviembre de 2000 y actualizado conforme a la última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 21 de mayo del año 2014, es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción, y tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en lo relativo al establecimiento, administración y manejo de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación. Por lo que se procede a la vinculación del proyecto con el presente Reglamento en los siguientes términos:

Tabla 3.27. Vinculación del Proyecto con el RLGEEPA-ANP.

Articulo	Contenido	Vinculación
Artículo 80	Para los usos y aprovechamientos que se lleven a cabo dentro de las áreas naturales protegidas, la Secretaría otorgará las tasas respectivas y establecerá las proporciones, límites de cambio aceptables o capacidades de carga correspondientes, de conformidad con los métodos y estudios respectivos. Para la elaboración de los métodos y estudios que permitan establecer las proporciones, límites de cambio aceptables o capacidades de carga, la Secretaría podrá solicitar la colaboración de otras dependencias del Ejecutivo Federal, así como de organizaciones públicas o privadas, universidades, instituciones de investigación o cualquier persona con experiencia y capacidad técnica en la materia	El Proyecto analiza la problemática presentada dentro del ANP "Manglares de Puerto Morelos" y su no vinculación con esos, propone medidas de mitigación y compensación a los impactos y se ajusta a los instrumentos de planeación urbana y ordenamiento territorial. Así mismo, destina la superficie del predio que se encuentra dentro del ANP como parte de las áreas de conservación, las cuales se buscará mantener su vocación a lo largo de la vida útil del proyecto. Así mismo durante como parte del Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, se tomará en cuenta las recomendaciones u observaciones que la CONANP pueda realizar en la materia.

Fuente: Elaboración propia.

3.7.10. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE (LGVS)

La presente Ley es de orden público y de interés social, reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

En la siguiente tabla se presentan los preceptos de la LGVS vinculantes con el Proyecto.

Tabla 3.28. Vinculación del Proyecto con la LGVS.

Articulo	Contenido	Vinculación
Artículo 4.	Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	El proyecto da cumplimento a esta estrategia, considerado las características de los componentes bióticos y abióticos que se encuentran dentro del área en que se desarrolla y en el sistema ambiental (SA) en el que se inserta, así como la calidad ambiental de los ecosistemas, adicionalmente se considera la compatibilidad del sitio conforme a los usos de suelo y destinos establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, Quintana Roo 2024-2027 (PDU 2024-2027, destinándose el **85.14 % de la superficie total del predio (5.9582 ha)** a **zona de conservación**, correspondiente a manglar (5.0477 ha), duna (0.4461 ha) y laguna/áreas inundables (0.4508 ha), garantizando la permanencia de la estructura, función y conectividad ecológica de los ecosistemas presentes, áreas que se prevé mantengan esta vocación a lo largo de toda la vida del proyecto. Así mismo y a fin de garantizar la seguridad de los ejemplares de fauna presentes en el sitio se implementarán diversos subprogramas ambientales de los cuales destacan: • Protección y Mejora de las Áreas Verdes y de Conservación. • Protección y Reubicación de Fauna y Flora Silvestre. • Monitoreo de Suelos y Geoformas. • Monitoreo de Áreas Verdes y Conservación.
Artículo 27 Bis.	No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras. La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica. Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales	No se llevará a cabo la introducción de especies exóticas invasoras. Para la reforestación de las áreas verdes se utilizarán únicamente especies de flora nativa que permitan enriquecer el entorno conforme a la Paleta Vegetal diseñada para el proyect, la cual se implementará como un mecanismo de prevención de la Atracción de especies nocivas y/o exóticas y la protección de la biodiversidad local

	relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.	
Artículo 31	Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Previo a las actividades de desplante y desmonte del Proyecto se realizarán acciones de ahuyentamiento de fauna de acuerdo con el tipo de especies presentes. No obstante, es posible que individuos de movilidad limitada o sésiles requieran ser rescatados y reubicados por lo que toda actividad de obra iniciará con un recorrido que garantice la identificación, rescate y reubicación de fauna. Esta acción tiene como objetivo reducir al mínimo la pérdida de fauna de movilidad limitada durante la fase de preparación y construcción del Proyecto, constituyendo así una medida preventiva. Durante las acciones de rescate, manejo temporal y traslado de especies se privilegiarán aquellas identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.Los trabajos de referencia serán realizados por personal previamente capacitado y se registraran todas las incidencias a través del Subprograma de Protección y Reubicación de Fauna y Flora Silvestre mismo que tiene por objetivo, entre otros, el garantizar el bienestar animal y su supervivencia

Fuente: Elaboración propia.

3.7.11. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (RLGDFS)

Este Instrumento Normativo es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento sustentables de los ecosistemas forestales del país y sus recursos.

Por lo que se procede a la vinculación de este con el Proyecto:

Tabla 3.29. Vinculación del Proyecto con la RLGDFS.

Articulo	Contenido	Vinculación
Artículo 139	Para solicitar la autorización de Cambio de uso del suelo en Terrenos forestales, el interesado presentará la solicitud mediante el formato que para tal efecto expida la Secretaría, el cual deberá contener, por lo menos, lo siguiente: **…**	Para el Proyecto se contempla la remoción de la cobertura vegetal prístina presente en una superficie de 1.04 ha de un total de 6.9 ha que ocupa el predio destinando para conservación y áreas verdes reforestadas del predio una superficie de 5.9 ha. Por lo que en el momento procesal oportuno se estará presentando para evaluación el Estudio Técnico Justificado correspondiente. Así mismo se implementará para el Proyecto el subprograma de Protección y Reubicación de Fauna y Flora Silvestre el cual contempla el rescate del100% de los individuos de flora enlistados en la NOM-0059-SEMARNAT-2010 y de lento crecimiento detectados en la huella del desplante, así como el ahuyentamiento y rescate de la fauna presente en el sitio.

Fuente: Elaboración propia

3.8. PLANES Y PROGRAMAS FEDERALES

3.8.1. PLAN NACIONAL DE DESARROLLO URBANO 2025-2030

El Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, representa la ruta estratégica del Gobierno de México para el presente sexenio, estructurada en ejes generales y transversales que impulsan la gobernanza democrática, el bienestar social, la economía moral y la sustentabilidad, con enfoque en derechos de mujeres, pueblos indígenas y afromexicanos. Este documento rector fue aprobado por la Cámara de Diputados y publicado en el Diario Oficial de la Federación el 15 de abril de 2025, dando plena vigencia a sus metas, estrategias e indicadores, su contenido es fundamental para alinear programas sectoriales, como el de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con dicha visión de desarrollo integral y sustentable.

Por lo que se procede a la vinculación con los ejes generales y transversales establecidos por el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030:

Tabla 3.30. Ejes generales y transversales del Plan Nacional de Desarrollo vinculantes al proyecto

Eje	Vinculación
Eje general 1: Gobernanza con justicia y participación ciudadana	El Proyecto se alinea con el **Eje General 1: Gobernanza con justicia y participación ciudadana**, en la medida en que incorpora medidas preventivas y de supervisión ambiental que garantizan el aprovechamiento sostenible del medio en el que se inserta, fomentando la corresponsabilidad de los visitantes y el desarrollador en la protección del entorno natural.
Eje general 2: Desarrollo con bienestar y humanismo	El Proyecto se vincula con el **Eje General 2: Desarrollo con bienestar y humanismo**, al tratarse de un proyecto que privilegia las áreas de conservación destinando un 85.14 % de la superficie del predio como área de Conservación, correspondiente a la duna, manglar y áreas inundables (laguna). Este fin se mantendrá a lo largo de toda la vida útil del Proyecto
Eje general 3: Economía moral y trabajo	En lo relativo al **Eje General 3: Economía moral y trabajo**, el proyecto genera empleo vinculado al sector turístico, promoviendo actividades productivas que respetan los principios de sustentabilidad y fortalecen la economía local, sin comprometer los recursos naturales de la zona.
Eje general 4: Desarrollo sustentable	De manera central, se integra al **Eje General 4: Desarrollo sustentable**, dado que su diseño aprovecha la infraestructura ya existente en los proyectos autorizados en la zona colindante, minimizando impactos adicionales y reforzando medidas ambientales previamente implementadas, en congruencia con una visión de conservación y uso racional de los ecosistemas costeros.
Eje transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres	En lo que corresponde a los ejes transversales, el proyecto contribuye al **Eje Transversal 1: Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres**, al promover espacios seguros e incluyentes, generación de empleos, entre otros. Se articula también con el **Eje Transversal 2: Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional**, al incorporar prácticas de supervisión y control sustentadas en criterios técnicos y de vigilancia ambiental modernos. Finalmente, reconoce y respeta el **Eje Transversal 3: Derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas**, al desarrollarse dentro de un marco de respeto a la normatividad ambiental y social vigente, asegurando que las actividades pretendidas se lleven a cabo sin menoscabo de los derechos colectivos reconocidos por la Constitución y los tratados internacionales.
Eje transversal 2: Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional Eje transversal	
3: Derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas	

Fuente: Elaboración propia

En suma, el proyecto se inserta de manera armónica en la visión integral del Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030, al equilibrar el disfrute turístico, la generación de beneficios sociales y económicos, y la salvaguarda del patrimonio natural de México.

3.8.2. PROGRAMA SECTORIAL NACIONAL DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES 2025-2030

El Programa Sectorial Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2025-2030 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 08 de septiembre del 2025, y constituye un instrumento de planificación estratégica de observancia obligatoria para las

dependencias y entidades de la Administración Pública Federal en materia ambiental. Su propósito es establecer los lineamientos, objetivos y estrategias que permitan garantizar un desarrollo sustentable, proteger y restaurar los ecosistemas naturales, reducir emisiones contaminantes, fortalecer la resiliencia climática y asegurar la gestión eficiente del agua. Este programa se encuentra alineado con los ejes y objetivos del **Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030**, integrando criterios de gobernanza, inclusión, participación ciudadana y respeto a los derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicanas. Asimismo, establece responsabilidades claras a las secretarías involucradas, asegurando el seguimiento, la implementación y el cumplimiento de sus metas mediante indicadores específicos.

En tal tesitura, se procede a la vinculación del proyecto con los Objetivos que persigue dicho instrumento:

Tabla 3.31. Artículos relevantes para el proyecto

Objetivo	Vinculación
Conservar, proteger y aprovechar sustentablemente los ecosistemas para salvaguardar la biodiversidad y sus servicios ambientales, consolidándolos como un medio para erradicar la pobreza, reducir desigualdades y fortalecer el tejido social, con respeto a los derechos humanos e igualdad, priorizando comunidades indígenas y afromexicanas.	85.14 % de la superficie del predio como área de Conservación, correspondiente a la duna, manglar y áreas inundables (laguna).
Restaurar ecosistemas naturales prioritarios para la biodiversidad y sus servicios ambientales, con enfoque interdisciplinario, intersectorial y con la participación de comunidades locales, indígenas y afromexicanas, basado en principios de igualdad, inclusión y justicia ambiental.	El Proyecto contempla medidas de prevención para la protección de áreas con vegetación; es así que se implementará el Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC), mediante el cual se busca asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma" así como garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat. Como medida compensatoria, en términos de lo señalado en la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013 se consideran acciones proactivas de restauración de las zonas de manglar con la colaboración de expertos en ecología de humedales.
Garantizar el derecho humano al agua, asegurando la gestión sustentable de los residuos	Se prevé un uso responsable del agua y la prevención de descargas contaminantes. El Proyecto incorpora medidas para el uso eficiente del recurso hídrico mediante la conducción de aguas residuales hacia la PTAR del complejo contiguo para su tratamiento y reutilización en riego de áreas ajardinadas, conforme a la NOM-003-SEMARNAT-1997.Asimismo, el diseño contempla red interna eficiente de distribución y dispositivos de ahorro en la etapa operativa, en congruencia con el Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios, favoreciendo la

	reducción del consumo y evitando descargas directas al medio. Conforme al Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso hídrico que se propone, y el cual tiene como objetivo entre otros el garantizar que no se interrumpan los flujos hídricos superficiales y subterráneos al manglar, el Proyecto contempla cimentación elevada con desplantes sobre pilotes o estructuras que permitan el libre paso del agua superficial evitando el efecto de barrera así cómo área permeables que permiten infiltración del agua de lluvia al acuífero.
Fortalecer la acción climática para transitar hacia una economía adaptativa y baja en carbono, integrando la prevención y control de la contaminación para proteger la salud de la población, ecosistemas, sistemas productivos y la infraestructura estratégica ante los impactos climáticos.	El Proyecto implementa medidas orientadas a la eficiencia energética, el uso responsable de los recursos y la gestión adecuada de emisiones y residuos, contribuyendo a la reducción de fuentes de contaminación y a la disminución de la huella de carbono. Asimismo, mediante la implementación de programas de manejo ambiental, monitoreo y prevención de impactos, se promueve una operación compatible con una economía baja en carbono y resiliente al cambio climático, protegiendo la salud de la población, la integridad de los ecosistemas y la funcionalidad de los sistemas productivos e infraestructura ante posibles efectos climáticos adversos.
Impulsar una política ecológica humanista, con participación ciudadana, inclusiva y de acceso a la justicia ambiental, respaldada por una cultura ambiental e información relevante para la toma de decisiones, con enfoque territorial.	El proyecto se vincula con el criterio de impulsar una política ecológica humanista al promover el cumplimiento de la normatividad ambiental, la transparencia en la gestión ambiental y la disponibilidad de información relevante para la toma de decisiones. Asimismo, mediante la implementación de programas de vigilancia ambiental, capacitación y difusión socioambiental, se fomenta la cultura ambiental, la corresponsabilidad en el cuidado del entorno y el respeto al derecho de la sociedad a un ambiente sano, contribuyendo a una gestión ambiental con enfoque territorial y orientada a la protección de los ecosistemas y el bienestar de la población.

Fuente: Elaboración propia.

3.8.3. PROGRAMA SECTORIAL DE TURISMO 2025-2030

El Programa Sectorial de Turismo 2025 para México, llamado PROSECTUR 2025-2030, es el instrumento de planeación estratégica para el desarrollo turístico y se encuentra en proceso de integración. Se busca alinear las políticas de turismo con el Plan Nacional de Desarrollo 2025-2030 y se ha estado construyendo a través de foros regionales de consulta pública en los que han participado más de 600 actores clave del sector turístico,

del sector turístico, logrando su publicación en fecha 15 de septiembre del 2025 en el Diario Oficial de la Federación.

En tal tesitura, se procede a la vinculación del proyecto con los Objetivos que persigue dicho instrumento:

Tabla 3.32. Vinculación del Proyecto con los Objetivos del Programa Sectorial de Turismo 2025-2030

Objetivo	Vinculación
Fomentar el desarrollo regional y comunitario en áreas menos desarrolladas.	El Proyecto impulsará la economía local a través de la contratación de mano de obra, la demanda de bienes y servicios y la participación de proveedores de la región, favoreciendo así el fortalecimiento del tejido económico y social del entorno donde se inserta el proyecto.
Promover la atracción de inversiones en infraestructura turística en estados y municipios.	El proyecto impulsa la inversión en infraestructura turística mediante el desarrollo de instalaciones orientadas al aprovechamiento ordenado del potencial turístico de la región, lo que favorece la consolidación de servicios turísticos, la generación de empleos y la dinamización de la economía local, contribuyendo al fortalecimiento del sector en el ámbito estatal y municipal.
Desarrollar la política y gobernanza turística en beneficio del sector turístico nacional.	El proyecto se alinea con los instrumentos de planeación y regulación aplicables en materia turística, territorial y ambiental, promoviendo una operación ordenada y compatible con las políticas públicas vigentes, lo que contribuye a fortalecer los mecanismos de gestión y gobernanza del sector turístico en la región.
Incrementar la competitividad e innovación en el sector turístico.	La implementación de infraestructura turística planificada, así como la incorporación de criterios de eficiencia operativa, gestión ambiental y mejora en la calidad de los servicios, contribuye a fortalecer la competitividad del destino y a impulsar procesos de innovación orientados a mejorar la experiencia turística y la eficiencia en la operación.
Promover la sostenibilidad en destinos y productos turísticos en el territorio nacional.	El proyecto integra criterios de manejo ambiental, conservación de recursos naturales y uso responsable del territorio, lo que favorece el desarrollo de actividades turísticas compatibles con la protección del entorno, contribuyendo a la consolidación de destinos turísticos más sostenibles.
Fomentar la diversificación de mercados y destinos turísticos en el territorio nacional.	La incorporación de nueva oferta turística contribuye a ampliar las alternativas de servicios y experiencias disponibles en la región, fortaleciendo la diversidad de destinos y productos turísticos, lo que favorece la atracción de distintos segmentos de visitantes y la diversificación del mercado turístico.

Fuente: Elaboración propia.

3.9. TRATADOS Y CONVENIOS INTERNACIONALES

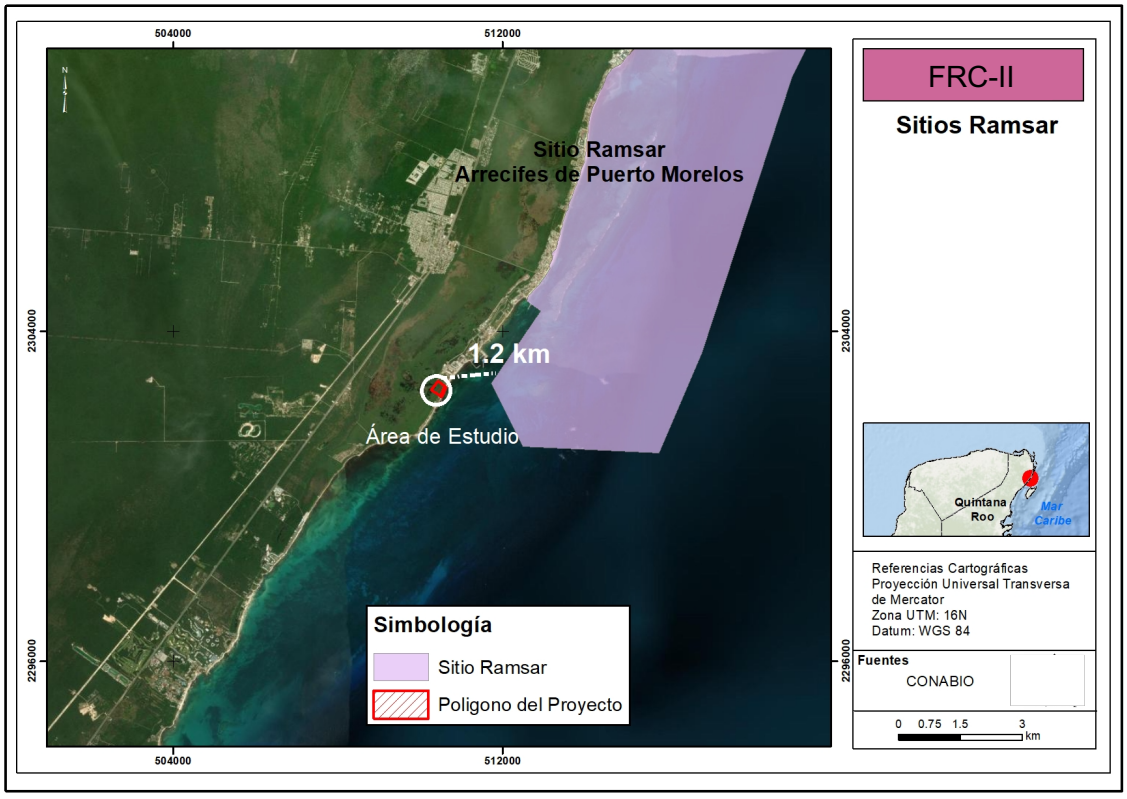
3.9.1. CONVENCIÓN RELATIVA A LOS HUMEDALES DE IMPORTANCIA INTERNACIONAL ESPECIALMENTE COMO HÁBITAT DE AVES ACUÁTICAS, HECHA EN LA CIUDAD DE RAMSAR, IRÁN, EL 2 DE FEBRERO DE 1971

La Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Convenio de Ramsar) entró en vigor en México el 4 de noviembre de 1986 y tiene como misión *"la conservación y el uso racional de los humedales mediante acciones locales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo".*

Actualmente México tiene 144 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional (sitios Ramsar), con una superficie de 8,721,911 hectáreas.

En dicho tenor se tiene de un análisis realizado que el proyecto se localiza fuera de Sitio Ramsar, ubicándose el más cercano “Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos” a 1.2 km tal y como se ilustra en la siguiente Figura.

Figura 3.11. Ubicación del proyecto en relación a los Sitios Ramsar.



Fuente: Elaboración propia

Si bien el proyecto se localiza fuera de un Humedal de Importancia Internacional designado bajo el Convenio de Ramsar, su desarrollo considera la implementación de medidas de prevención, control y manejo ambiental orientadas a evitar la generación de impactos que pudieran afectar los ecosistemas asociados al sitio Ramsar más cercano. En este sentido, mediante la adecuada gestión de residuos, el control de descargas, la protección de la cobertura vegetal y la aplicación de programas de manejo ambiental durante todas las etapas del proyecto, se contribuye indirectamente a la conservación de los procesos ecológicos y a la integridad ambiental de los ecosistemas costeros vinculados al Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos.

3.9.2. CONVENCIÓN SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE FAUNA Y FLORA SILVESTRES, ADOPTADA EN LA CIUDAD DE WASHINGTON D.C., EL 3 DE MARZO DE 1973 (CITES).

La Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, es un acuerdo internacional concertado entre los gobiernos miembros de la Convención. La CITES regula la exportación, reexportación e importación de especies, así como la introducción procedente del mar de especímenes de animales y plantas enlistadas en alguno de sus tres Apéndices.

Los criterios de conservación y protección bajo los cuales la CITES reglamentan el comercio, se refleja en los tres apéndices siguientes de su documentación interna:

- Apéndice I. Especies en peligro de extinción cuyo comercio está prohibido y sólo se permite bajo circunstancias excepcionales.
- Apéndice II. Especies que no están necesariamente en peligro de extinción, pero que pueden llegar a estarlo si su comercio no se regula de manera estricta.
- Apéndice III. Especies que están protegidas por la legislación de un país en particular, y es necesaria la cooperación de otros países participantes a fin de prevenir o restringir su explotación.

De conformidad a los trabajos de monitoreo de vegetación realizados no se observa la presencia de especies reguladas por la convención CITES. En lo correspondiente a fauna, se observa *Phoenicopterus ruber* (Flamenco americano) especie enlistada en el apéndice II.

3.9.3. CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO, ADOPTADA EN LA CIUDAD DE NUEVA YORK, N.Y., EL 9 DE MAYO DE 1992 (CMNUCC).

La Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático fue creada en 1992 por la Organización de las Naciones Unidas, y fue la encargada de establecer las bases para la acción internacional conjunta en cuanto a mitigación y adaptación al cambio climático. Nuestro país firmó la Convención el 13 de junio de 1992, y la ratificó ante la ONU en marzo de 1993, entrando en vigor el 21 de marzo de 1994. Su objetivo es "lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenos peligrosas en el sistema climático" dentro de un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible (Artículo 2, CMNUCC,1992).

Tabla 3.33. Vinculación del proyecto con la CMNUCC.

Artículo	Contenido	Vinculación
Artículo 3	Principios Las Partes, en las medidas que adopten para lograr el objetivo de la Convención y aplicar sus disposiciones, se guiaran, entre otras cosas, por lo siguiente: 1. Las Partes deberán proteger el sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, sobre la base de la equidad y de conformidad con sus responsabilidades comunes pero diferenciadas y sus respectivas capacidades. En consecuencia, las Partes que son países desarrollados deberán tomar la iniciativa en lo que respecta a combatir el cambio climático y sus efectos adversos. 2. Deberán tenerse plenamente en cuenta las necesidades específicas y las circunstancias especiales de las Partes que son países en desarrollo, especialmente aquellas que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, y las de aquellas Partes, especialmente las Partes que son países en desarrollo, que tendrán que soportar una carga anormal o desproporcionada en virtud de la Convención. 3. Las Partes deberán tomar medidas de precaución para prever, prevenir o reducir al mínimo las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos. Cuando haya	El Proyecto considera medidas orientadas a prevenir, reducir y controlar los factores que contribuyen al cambio climático y sus efectos adversos, bajo un enfoque de precaución y responsabilidad ambiental. Asimismo, las acciones previstas se desarrollan en concordancia con el principio de desarrollo sostenible, al integrar criterios de eficiencia en el uso de recursos, prevención de la contaminación y manejo ambiental, contribuyendo a la protección del sistema climático en beneficio de las generaciones presentes y futuras, en congruencia con las capacidades y condiciones de desarrollo del país. Los subprogramas más directamente vinculados son los siguientes: 1. Subprograma de Eficiencia Energética y Calidad del Aire (S-CA) Contribuye directamente a la reducción de emisiones y al control de contaminantes atmosféricos, lo cual se alinea con el principio de prevenir y reducir las causas del cambio climático y mitigar sus efectos adversos. 2. Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso Hídrico (S-CCA) Promueve el uso eficiente del agua y el reúso de aguas tratadas, fortaleciendo la adaptación a

	amenaza de daño grave o irreversible, no deberá utilizarse la falta de total certidumbre científica como razón para posponer tales medidas, tomando en cuenta que las políticas y medidas para hacer frente al cambio climático deberán ser eficaces en función de los costos a fin de asegurar beneficios mundiales al menor costo posible. A tal fin, esas políticas y medidas deberán tener en cuenta los distintos contextos socioeconómicos, ser integrales, incluir todas las fuentes, sumideros y depósitos pertinentes de gases de efecto invernadero y abarcar todos los sectores económicos. Los esfuerzos para hacer frente al cambio climático pueden llevarse a cabo en cooperación entre las Partes interesadas. 4. Las Partes tienen derecho al desarrollo sostenible y deberán promoverlo. Las políticas y medidas para proteger el sistema climático contra el cambio inducido por el ser humano deberán ser apropiadas para las condiciones específicas de cada una de las Partes y estar integradas en los programas nacionales de desarrollo, tomando en cuenta que el crecimiento económico es esencial para la adopción de medidas encaminadas a hacer frente al cambio climático. 5. Las Partes deberán cooperar en la promoción de un sistema económico internacional abierto y propicio que condujera al crecimiento económico y desarrollo sostenibles de todas las Partes, particularmente de las Partes que son países en desarrollo, permitiéndoles de ese modo hacer frente en mejor forma a los problemas del cambio climático. Las medidas adoptadas para combatir el cambio climático, incluidas las unilaterales, no deberán constituir un medio de discriminación arbitraria o injustificable ni una restricción encubierta al comercio internacional	condiciones ambientales cambiantes y la gestión sostenible de recursos naturales. 3. Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos (S-MIRS) Reduce la contaminación del suelo y del aire mediante la correcta separación, valorización y disposición final de residuos, contribuyendo a la prevención de impactos ambientales y emisiones indirectas. 4. Subprograma de Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios (S-MIRL) Previene la contaminación del suelo y del agua mediante sistemas de drenaje sanitario, tratamiento y reúso de aguas residuales. 5. Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos (S-MIRP) Disminuye riesgos de contaminación y protege la salud humana y ambiental mediante almacenamiento, manejo y disposición controlada de sustancias peligrosas. 6. Subprograma de Protección y Mejora de Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC) Mantiene ecosistemas funcionales y áreas de manglar que actúan como sumideros naturales de carbono y reguladores climáticos, fortaleciendo la resiliencia ecológica. 7. Subprograma de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales (S-PAC) Permite la respuesta temprana ante eventos o riesgos ambientales, alineándose con el principio precautorio previsto en la Convención. En conjunto, estos subprogramas integran acciones de prevención de contaminación, eficiencia energética, manejo sustentable de recursos y conservación de ecosistemas, contribuyendo al objetivo de fortalecer la acción climática y avanzar hacia un desarrollo compatible con la protección del sistema climático.

Fuente: Elaboración propia.

3.9.4. AGENDA 2030

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, aprobada en septiembre de 2015 por la Asamblea General de las Naciones Unidas, establece una visión transformadora hacia la sostenibilidad económica, social y ambiental de los 193 Estados Miembros que la

suscribieron y será la guía de referencia para el trabajo de la institución en pos de esta visión duradera los próximos 15 años. La Agenda 2030 es una agenda transformadora, que pone a la igualdad y dignidad de las personas en el centro y llama a cambiar nuestro estilo de desarrollo, respetando el medio ambiente. Es un compromiso universal adquirido tanto por países desarrollados como en vías de desarrollo, en el marco de una alianza mundial reforzada, que toma en cuenta los medios de implementación para realizar el cambio y la prevención de desastres por eventos externos, así como la mitigación y adaptación al cambio climático.

La Agenda está conformada por 17 objetivos (objetivos de desarrollo sostenible), por lo que a continuación se vincula con aquellos que son aplicables al proyecto en materia de medio ambiente:

Tabla 3.34. Vinculación del proyecto con la Agenda 2030.

Objetivo de Desarrollo Sustentable	Contenido	Acciones Alineación del Proyecto
ODS 6.	Agua limpia y saneamiento: lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible.	El proyecto contribuye al cumplimiento del ODS 6 Agua limpia y saneamiento mediante la implementación del Programa de Manejo del Agua, particularmente a través del Subprograma de Gestión y Conservación del Recurso Hídrico, el cual establece acciones orientadas al uso eficiente del agua, la captación, tratamiento y reúso de aguas residuales, así como la prevención de descargas
ODS 8.	Trabajo decente y crecimiento económico: promover un crecimiento económico inclusivo y sostenible, así como trabajo decente para todos.	EL Proyecto generará fuentes de Trabajo decente y crecimiento económico por la generación de empleos directos e indirectos durante las distintas etapas del proyecto, así como el cumplimiento de condiciones laborales y de seguridad para el personal, contribuyendo al crecimiento económico local bajo criterios de responsabilidad ambiental.
ODS 11.	Ciudades y comunidades sostenibles: asegurar el acceso de todos a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles, y mejorar los barrios marginales.	El Proyecto incorpora medidas para la adecuada prestación de servicios básicos, el manejo responsable de residuos y la prevención de contaminación, favoreciendo entornos urbanos y comunitarios más seguros y sostenibles.
ODS 13.	Acción por el clima: adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.	Se atienden los presentes criterios mediante el **Programa de Prevención y Control de la Contaminación**, especialmente a través del **Subprograma de Eficiencia Energética y Calidad del Aire**, que incorpora acciones orientadas a la reducción de emisiones, el uso eficiente de la energía y la implementación de medidas de prevención y monitoreo ambiental que contribuyen a la mitigación de impactos asociados al cambio climático. Asi mismo el
ODS 15.	Vida de ecosistemas terrestres: gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación y detener e invertir la degradación de las tierras y la pérdida de biodiversidad.	

		Programa de Conservación de la Biodiversidad (PBVD) mediante los subprogramas **Protección y Mejora de las Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC)** y **Protección y Reubicación de Fauna y Flora Silvestre (S-FFS)**, los cuales contemplan acciones de conservación de la vegetación, restauración de áreas de manglar y rescate y reubicación de ejemplares de flora y fauna antes de las actividades.

Fuente: Elaboración propia

3.9.5. LISTA ROJA DE LA UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA NATURALEZA (UICN)

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) es una Unión de miembros única formada por organizaciones gubernamentales y de la sociedad civil, misma que estableció en 1964, La Lista Roja de Especies Amenazadas como una fuente de información exhaustiva del mundo sobre el estado global de conservación de especies de animales, hongos y plantas.

En septiembre de 2008, la UICN anunció la incorporación del Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos como Estado Miembro convirtiéndose en el Estado número 85 en formar parte.

De conformidad a los trabajos de monitoreo de flora y fauna realizados no se observa la presencia de especies registradas bajo alguna categoría de riesgo en la Lista Roja de Especies Amenazadas.

3.10. CONCLUSIONES.

- Para la elaboración de este capítulo, se han identificado de manera integral los instrumentos de planeación y los ordenamientos jurídicos aplicables al proyecto, considerando tanto su ubicación como sus características particulares.

- El análisis técnico realizado demuestra que el proyecto cumple con las políticas, usos y criterios establecidos en los Ordenamientos Ecológicos aplicables.

- Se han identificado plenamente las restricciones legales y técnicas asociadas al aprovechamiento del área, lo que garantiza que su desarrollo se ajuste al marco normativo vigente.

- El proyecto respeta las políticas y lineamientos establecidos en la normatividad y el PPDU, promoviendo la conservación de áreas relevantes. Su diseño y planeación se fundamentan en una serie de análisis técnicos y jurídicos, priorizando el mantenimiento de la estructura y función de los ecosistemas naturales, así como el uso sostenible de los recursos.

- Además, el proyecto busca consolidarse como un modelo ambientalmente viable, con criterios sólidos de sostenibilidad urbanística y social.

- Como resultado de estas acciones, el proyecto contribuye positivamente a la mejora de la calidad ambiental del sitio, promoviendo su integración armónica con el entorno.

- El proyecto contribuye a la atención de necesidades de infraestructura en el Puerto

- El proyecto generará una importante derrama económica en la región, impulsando la inversión local y fomentando la creación de empleos directos e indirectos durante las etapas de desarrollo y operación, lo que contribuirá al bienestar económico de la comunidad.

- Como resultado de estas acciones, el proyecto contribuye positivamente a la mejora de la calidad ambiental del sitio, promoviendo su integración armónica con el entorno.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

Febrero de 2026

PROYECTO FRC-II

Capítulo 4. Descripción del Sistema Ambiental y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.

ÍNDICE GENERAL

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN. 1

4.1. ANTECEDENTES. 1

4.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO 2

4.2.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA 2

4.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL 7

4.3.1. ASPECTOS DEL MEDIO ABIÓTICO 9

4.3.2. SUCEPTIBILIDAD DEL SITIO A PELIGROS NATURALES 28

4.3.3. ASPECTOS DEL MEDIO BIÓTICO 32

4.3.4. ASPECTOS DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO 50

4.3.5. PAISAJE 54

4.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 60

4.4.1. Análisis de los compontes bióticos 61

4.4.2. Análisis de los componentes abióticos 63

4.4.1. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL IDENTIFICADA 63

4.5. CONCLUSIONES 65

4.6. BIBLIOGRAFÍA 66

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4.1. Delimitación del Área de Influencia Indirecta del Proyecto. 4
Figura 4.2. Delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto. 7
Figura 4.3. Caracterización del SA del Proyecto 8
Figura 4.4. Clima del Sistema Ambiental del Proyecto 10
Figura 4.5. Temperatura promedio anual de la estación de las estaciones climatológicas de Puerto y Cancún 11
Figura 4.6. Promedio de precipitación mensual de las estaciones climatológicas de Puerto Morelos y Cancún 12
Figura 4.7. Velocidad promedio del viento 13
Figura 4.8. Calendarios del último semestre del 2025 de mareas en México 14
Figura 4.9. Línea de Costa del Proyecto 17
Figura 4.10. Clasificación de dunas (vista de sur a norte) 18
Figura 4.11. Hidrología superficial del SA 20
Figura 4.12. Geología del SA del Proyecto 21
Figura 4.13. Provincia fisiográfica del SA del Proyecto 22
Figura 4.14. Subprovincia fisiográfica del SA 23
Figura 4.15. Relieve del SA del Proyecto 25
Figura 4. 16. Tipos de suelo en el SA del Proyecto 27
Figura 4.17. Riesgo por ciclones tropicales en el SA del Proyecto 30
Figura 4.18. Volumen (m^3) total mensual de sargazo pelágico (mezclado con arena, pastos y otras algas) 31
Figura 4.19. Vegetación del Proyecto según la capa de Uso de Suelo y Vegetación de la Península de Yucatán 32
Figura 4.20. Clasificación de la vegetación del Proyecto obtenida de fotografías aéreas 33
Figura 4. 21. Sitio de monitoreo de transectos circulares 37
Figura 4. 22. Transecto lineal en sitio de monitoreo 37
Figura 4.23. Vegetación de duna costera dentro del predio del Proyecto 38
Figura 4. 24. Porcentaje de cobertura en TC 1 40
Figura 4. 25. Tabla de alturas promedio en TC 1 40
Figura 4. 26. Porcentaje de cobertura en TC 2 41
Figura 4. 27. Tabla de alturas promedio en TC 2 41
Figura 4. 28. Porcentaje de cobertura en TC 3 41
Figura 4. 29. Altura promedio en TC 3 41
Figura 4. 30. Porcentaje de cobertura en TC 4 42
Figura 4. 31. Altura promedio en TC 4 42
Figura 4. 32.Porcentaje de cobertura en TC 5 42
Figura 4. 33. Altura promedio en TC 5 42

Figura 4. 34. Porcentaje de cobertura en TC 6 43
Figura 4. 35. Altura promedio en TC 6 43
Figura 4. 37. Porcentaje de cobertura en TC 7 43
Figura 4. 38. Tabla de alturas en TC 7 43
Figura 4.38. Índice de la Biodiversidad CONABIO 2021. 50
Figura 4.39. Pirámide poblacional total de Puerto Morelos, Quintana Roo, 2020 51
Figura 4.40. Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en Puerto Morelos 52
Figura 4.41. Índice de Heterogeneidad del paisaje (IHP) del SA del Proyecto 56
Figura 4.42. Índice de Impacto Urbano 58
Figura 4.43. Índice de Integridad Ecosistémica del SA del Proyecto 60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Justificación de radios de influencia por factor de impacto. 3
Tabla 4.2. Caracterización del SA del Proyecto 8
Tabla 4.3.Caracterización de vegetación del polígono del Proyecto 34
Tabla 4.4. Distribución de rodales de vegetación de manglar en el predio del Proyecto 35
Tabla 4.5. Listado de especies presentes en el predio y su relación con la NOM-059-SEMARNAT-2010 35
Tabla 4.6. Vegetación de duna costera encontrada en el polígono de interés 38
Tabla 4.7. Especies de aves presentes en el polígono 47
Tabla 4.8. Índices de Diversidad y Equitatividad – Vegetación (Shannon-Wiener, Simpson y Pielou 47
Tabla 4.9. Macrofauna presente en el Sitio 49

4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

En cumplimiento con lo establecido en el Artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y el Artículo 12, fracción IV del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, se presenta este apartado técnico cuyo objeto es la descripción detallada del Sistema Ambiental (SA), así como el diagnóstico de las tendencias de desarrollo y deterioro de la región.

Este capítulo se ciñe estrictamente a la caracterización de los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos que interactúan en el área de influencia del proyecto, permitiendo proyectar el escenario ambiental futuro frente a la implementación de las obras y actividades que se describen en el Capítulo 2 de este documento. Tiene como objetivo establecer la "Línea Base" ambiental del sitio donde se pretende desarrollar el Proyecto FRC-II, en adelante mencionado como “El Proyecto”. Esta caracterización permite comprender la estructura y función del entorno, así como identificar la capacidad de respuesta de los elementos naturales ante las acciones de la etapa de construcción y operación.

4.1. ANTECEDENTES.

El diagnóstico ambiental que surge como resultado de este capítulo, tiene como punto de partida un análisis del proceso de evaluación del estudio de impacto ambiental modalidad particular del Proyecto Hotel Sustentable del Caribe que fue presentado en el 2021 ante la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo (Resolutivo Oficio Núm. 04/SGA/1931/2021) en este mismo predio. La autorización resultó negada, entre otros aspectos, debido a la percepción de incertidumbre técnica sobre la dinámica del acuífero y la caracterización de los ecosistemas de transición, duna y manglar.

Por lo anterior, la presente el presente capítulo fortalece los estudios realizados en su momento de hidrogeología y mecánica de suelos , que se mantienen dentro de la base técnica por ser adecuados y correctos, con estudios adicionales, principalmente:

- Estudio Particular de Duna: se realizó un levantamiento específico para determinar con precisión técnica la ubicación del primer cordón de duna, de manera que exista certeza sobre los límites por tipos de aprovechamiento permitidos en la propiedad de acuerdo con el Programa de Ordenamiento y la estructura y función de esta geoforma.

- Estudio Particular de Manglar: se robusteció la línea base del humedal para identificar su estructura y función y por ende la integridad del flujo hidrológico y las características técnicas de este ecosistema en cumplimiento con la NOM-022-SEMARNAT-2003.
- Actualización del estudio de vegetación y fauna del predio y del Sistema Ambiental.
- Estudio de mecánica del suelo que se integra como Anexo 4.3.

Esta nueva aproximación técnica permite que la descripción y caracterización del Sistema Ambiental que se desarrolla a continuación responda un diagnóstico ambiental integral, sustentando en información actualizada y en estudios específicos, esto da cumplimiento a los objetivos del contenido del capítulo y establece una línea base ambiental sólida que permite determinar los componentes ambientales que son susceptibles de recibir impactos por la ejecución del Proyecto y establecer así las estrategias de prevención y mitigación de impactos ambientales negativos que correspondan.

4.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO DONDE PRETENDE ESTABLECERSE EL PROYECTO

La delimitación del área de estudio para el Proyecto corresponde a una superficie total de 6.99 ha, localizado en la zona costera del municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, aproximadamente a 3.5 km de la localidad de Joaquín Zetina Gasca y el puerto de Puerto Morelos. El Proyecto se encuentra inmerso dentro de un entorno costero en desarrollo cercano a ecosistemas de manglares, duna costera y mar caribe, estos componentes fueron considerados para la delimitación del Área de Influencia (AI) y del Sistema Ambiental (SA) con la finalidad de identificar la estructura, características y función del entorno estudiado, a continuación, se describe la delimitación del Área de Influencia y del Sistema Ambiental.

4.2.1. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

El Área de Influencia (AI) se define técnicamente como el espacio geográfico que abarca todos aquellos elementos ambientales susceptibles de verse afectados, de manera directa o indirecta, por las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del Proyecto. Para la determinación precisa de esta superficie, se ha integrado la información detallada en el Capítulo 2, identificando los factores de impacto que, por su naturaleza, pueden trascender los límites físicos del predio.

La estrategia de delimitación partió de un análisis de dispersión por factor de impacto. Para los impactos por ruido, se siguió este procedimiento técnico:

1. Investigación de Fuentes: Se identificó el nivel acústico emitido por cada equipo a una distancia estándar de referencia de 50 pies (aprox. 15.24 metros).

2. Referencia Normativa: Se estableció como objetivo de atenuación el valor de 55 dB, que es el límite máximo permisible para zonas residenciales en horario diurno según la NOM-081-SEMARNAT-1994.

3. Cálculo de Atenuación: Se aplicó la fórmula de atenuación de ruido respecto a la distancia para determinar el radio necesario en el que la emisión de cada equipo se reduce hasta cumplir con la norma.

A continuación, se presentan los valores obtenidos para los principales factores de impacto identificados en el Proyecto:

Tabla 4.1. Justificación de radios de influencia por factor de impacto.

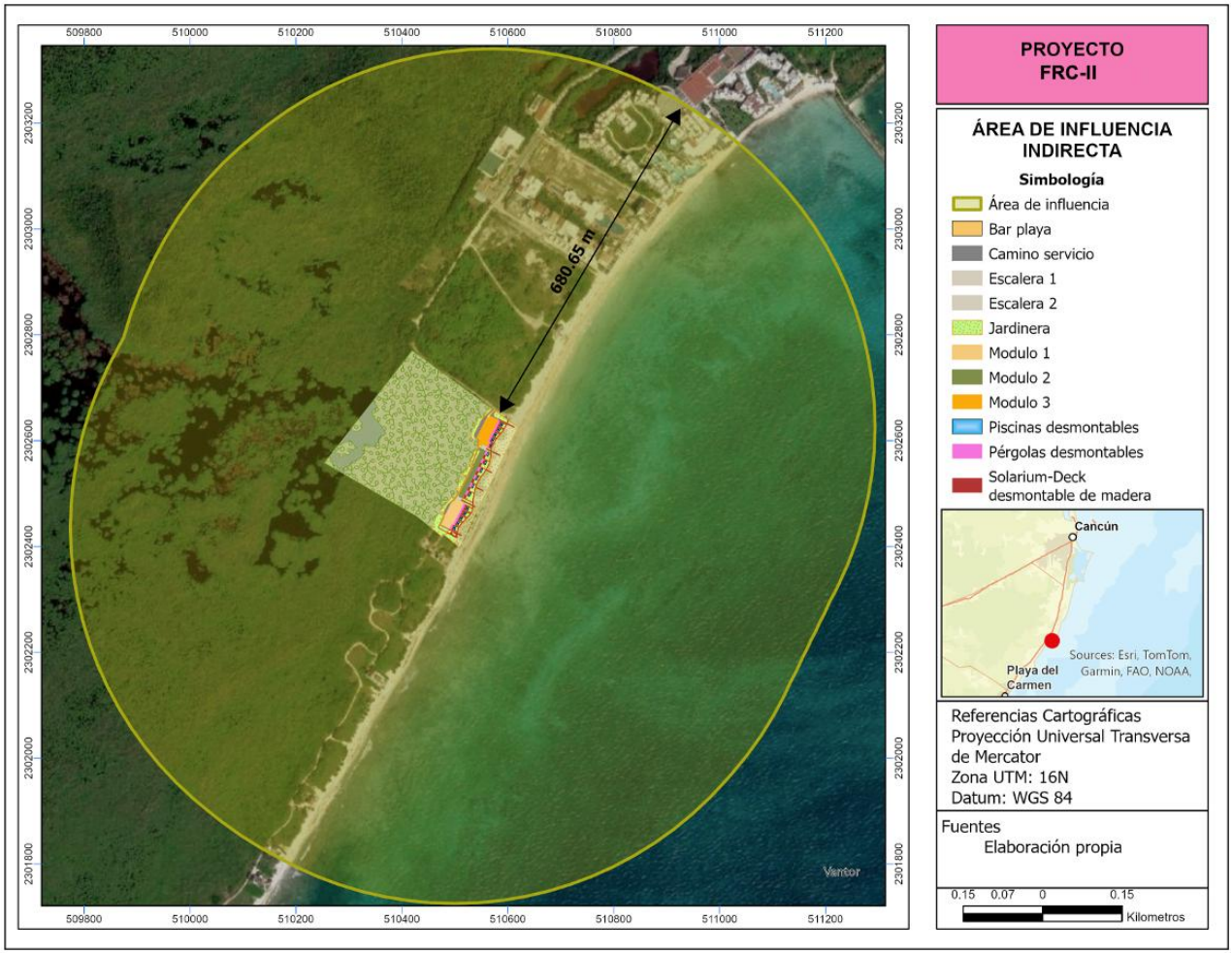
Actividad	Factor de impacto	Fuente	Nivel acústico 50 ft (dB)	Influencia (m)
Uso de excavadora	Ruido	(LA City Planning, s.f.)	81	304.08
Uso de moto conformadora	Ruido	(LA City Planning, s.f.)	85	481.93
Uso de generadores de energía	Ruido	(Valley Water, 2013)	81	304.08
Paso y uso de vehículos de carga	Ruido	(Santa Clarita, 2024)	88	680.65
Activación de alarmas de reversa	Ruido	(HELLA, 2021)	*102	447.74
Activación de bombas de agua	Ruido	(Valley Water, 2013)	81	304.08
Uso cotidiano de aires acondicionados	Ruido	(Estándar de Industria)	**50	0
Uso de compactadora	Ruido	(LA City Planning, s.f.)	83	382.81
Dispersión por polvos y partículas	Contaminación de aire	(U.S. EPA, 1995)	N/A	200
Dispersión de gases de combustión	Contaminación de aire	(U.S. EPA, 1995)	N/A	150

Fuente: Elaboración propia.

Nota:
**Medido a 2 metros de distancia, en lugar de 50 ft.*
***Ya cumple con la NOM-081-SEMARNAT-1994.*

En virtud de los resultados obtenidos en el análisis de dispersión acústica específicamente para el factor de ruido generado por el transporte y logística vehicular, se estableció un polígono de amortiguamiento (*buffer*) con un radio de 680.65 m proyectado alrededor de la zona de desplante y operación de El Proyecto. Esta delimitación técnica abarca una superficie total de 155.24 ha, la cual se representa detalladamente en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** consolidándose como el límite máximo de influencia para la evaluación de impactos indirectos.

Figura 4.1. Delimitación del Área de Influencia Indirecta del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

En el marco del proceso de evaluación de impacto ambiental (EIA), la caracterización y análisis del sistema ambiental constituyen una etapa fundamental para identificar, describir y evaluar las condiciones actuales del entorno físico, biológico y socioeconómico donde se propone desarrollar un proyecto o actividad susceptible de generar impactos ambientales.

La caracterización y análisis del sistema ambiental es el conjunto de actividades técnicas que permiten obtener información detallada sobre los componentes ambientales del área de influencia del proyecto. Su finalidad es conocer las condiciones actuales del medio ambiente y servir como base para predecir, valorar y proponer medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales derivados del proyecto. Este componente permite caracterizar los elementos físicos y químicos no vivos del entorno donde se propone desarrollar un proyecto, tales como el clima, la geología, los suelos, la calidad del aire, el agua superficial y subterránea, así como el ruido y otras condiciones fisicoquímicas del medio.

El Sistema Ambiental del Proyecto (SA) se delimitó mediante la consideración de la relación causa/efecto que generan los impactos ambientales, como consecuencia de la interacción de las acciones del presente proyecto sobre cada uno de los factores ambientales determinados (Conesa, 2003). La delimitación del SA se fundamentó bajo el análisis de datos obtenidos durante la visita a campo, los datos proporcionados por INEGI en su capa de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (2021) y en la capa de Cobertura de Suelo y Vegetación para Quintana Roo (2020), la poligonal del Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Manglares de Puerto Morelos, así como mediante la interpretación de imágenes satelitales *landsat* 7. De igual manera se consideraron los límites físicos dentro de los cuales los factores bióticos como son los ecosistemas de manglar y de duna identificados y los factores abióticos como son las vías de comunicación y actividades económicas que guardan una relación entre ellos. El Sistema Ambiental del Proyecto considera una superficie de 989.93 hectáreas (Figura 4.2).

Así mismo, para la delimitación del Sistema Ambiental (SA) y Área de Influencia (AI) se tomaron en cuenta los resultados de los estudios hidrogeológicos y del análisis del flujo hidrológico del manglar, aun cuando se muestran que este ecosistema no depende de escurrimientos superficiales continuos, debido a que en la región de Puerto Morelos no existen ríos ni corrientes superficiales permanentes, característica propia del terreno kárstico. El humedal funciona principalmente mediante aportes de agua provenientes del manto freático y de la precipitación, tal como se documenta en el estudio técnico de manglares.

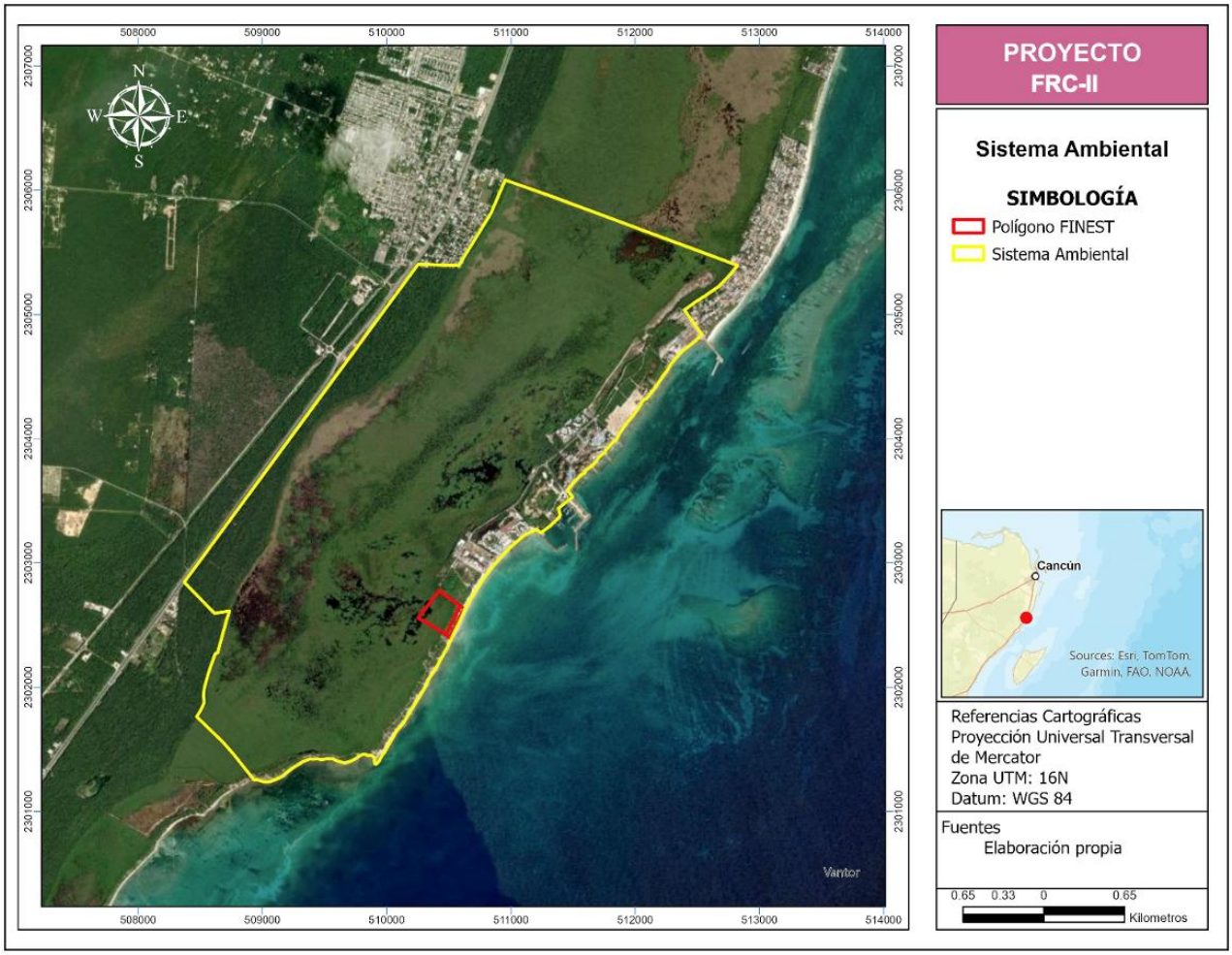
Los perfiles microtopográficos confirman que el manglar se desarrolla sobre una planicie de inundación que no recibe influencia marina directa, y que aun en zonas donde el terreno ha sido fragmentado por caminos, los flujos subterráneos que alimentan el humedal permanecen activos, permitiendo la continuidad ecológica del manglar.

Por lo anterior, la delimitación del SA y el AI considera que el funcionamiento del manglar depende principalmente de procesos hidrológicos subterráneos y pluviales, y no de la continuidad física del flujo superficial. Esto permite integrar correctamente su rol ecológico dentro del sistema costero evaluado.

Asimismo, en esta delimitación se incorporó el cordón de dunas localizado en el frente costero, conforme a lo establecido en el estudio de caracterización de dunas. En dicho análisis se identificó un sistema dunar completo y funcional, compuesto por un cordón de duna estable que constituye la barrera natural entre la playa y los ecosistemas interiores, y que forma parte esencial del gradiente duna transición manglar del sistema costero.

El levantamiento topográfico muestra que estas dunas mantienen su morfología característica crestas, valles interdunarios y continuidad estructural aun cuando presentan alteraciones previas por uso humano. Se reconoce su importancia en procesos de reserva sedimentaria, protección frente a tormentas y estabilidad de la línea de costa, por lo que su integración completa resulta indispensable para definir el SA y el AI.

Figura 4.2. Delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

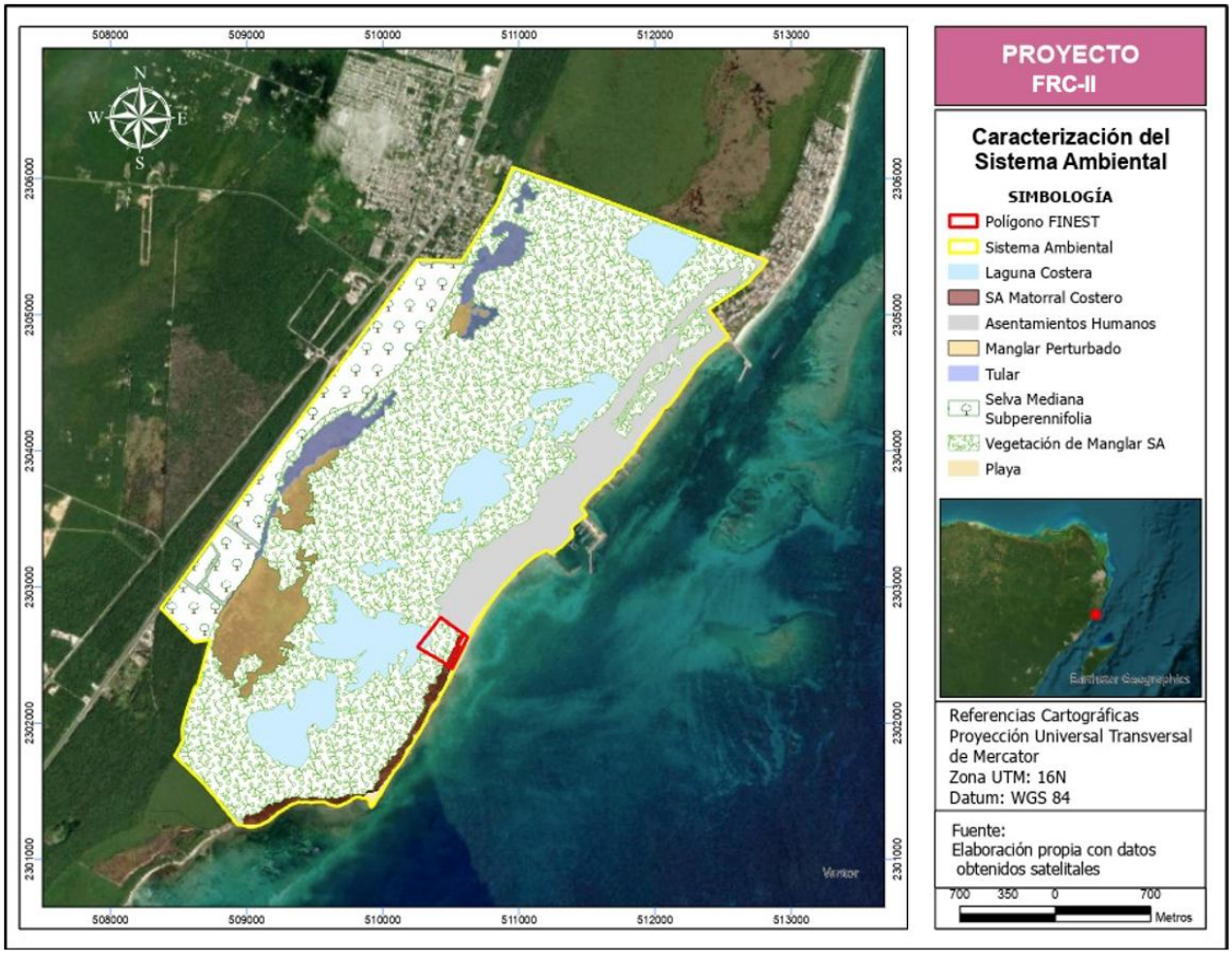
4.3. CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

La caracterización y análisis del sistema ambiental es el conjunto de actividades técnicas que permiten obtener información detallada sobre los componentes ambientales del área de influencia del proyecto. Su finalidad es conocer las condiciones actuales del medio ambiente y servir como base para predecir, valorar y proponer medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales derivados del Proyecto. Este componente permite caracterizar los elementos físicos y químicos no vivos del entorno donde se propone desarrollar un proyecto, tales como el clima, la geología, los suelos, la calidad del aire, el agua superficial y subterránea, así como el ruido y otras condiciones fisicoquímicas del medio.

El SA se clasificó en 8 categorías como se muestra en la Figura 4.3, resultando la vegetación de manglar (VM) como la más extensa ocupando un 58.58% de la cobertura

total, seguida de Laguna Costera (LC) y Asentamientos Humanos (AH) 11.39% y 10.49% respectivamente, siendo las categorías de Matorral Costero (1.25%) y Playa (0.57%) las de menor área (Tabla 4.2).

Figura 4.3. Caracterización del SA del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.2. Caracterización del SA del Proyecto

ID	Tipo de Vegetación	Clave	Área (m²)	Porcentaje %
1	Vegetación de Manglar	VM	5,798,957.58	58.58
2	Laguna Costera	LG	1,127,390.00	11.39
3	Asentamientos Humanos	AH	1,037,944.00	10.49
4	Selva Mediana Subperennifolia	SMS	891,001.00	9.00

5	Manglar Perturbado	MP	544,196.00	5.50
6	Tular	T	319,619.00	3.23
7	Matorral Costero	MC	124,201.00	1.25
8	Playa	P	56,011.00	0.57
	Total		**9,899,319.58**	**100.00**

4.3.1. ASPECTOS DEL MEDIO ABIÓTICO

En el marco del proceso de evaluación de impacto ambiental, la descripción del medio abiótico constituye una pieza fundamental dentro del estudio técnico.

La adecuada identificación y análisis del medio abiótico es crucial para comprender las condiciones iniciales del entorno y anticipar posibles alteraciones derivadas de la ejecución del proyecto. Esto facilita la predicción precisa de impactos ambientales, el diseño de medidas preventivas y correctivas, y la toma de decisiones informadas por parte de las autoridades competentes. Además, permite identificar si el proyecto pudiera incidir sobre zonas sensibles o recursos naturales estratégicos, como cuerpos de agua, áreas propensas a inundaciones o sitios con características geológicas particulares.

En este sentido, la descripción del medio abiótico no solo cumple una función técnica y científica, sino que también representa un compromiso con la gestión ambiental responsable, asegurando el desarrollo sostenible de las actividades productivas y el cumplimiento de la normativa vigente.

4.3.1.1. CLIMA

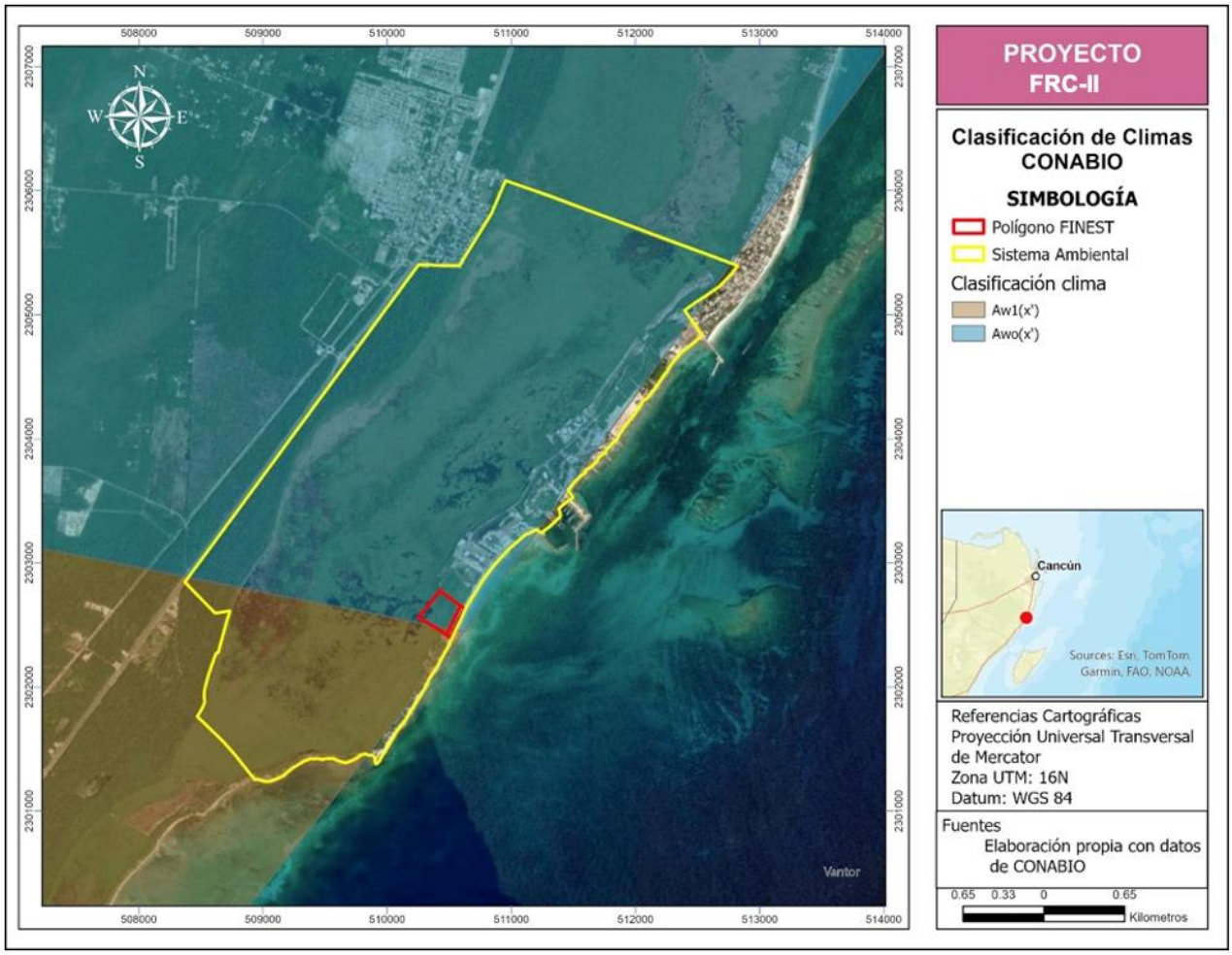
De acuerdo con el INEGI, clima es el conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado, es el resultado de la interacción de varios factores que influyen directamente en sus características. Para determinar estas características podemos considerar como esenciales un grupo de elementos como: la temperatura, la humedad y presión del aire, vientos y precipitaciones.

Para determinar el clima también intervienen otros factores, tales como la latitud, altitud y localización de un lugar y dependiendo de ellos variarán los elementos del clima. También deben considerarse como factores las masas de agua y las corrientes marinas.

Existen diferentes sistemas para clasificar el clima, una de las clasificaciones que más ha sido utilizada es la de Wladimir Köppen, la cual fue modificada por Enriqueta García en 1964, para adaptarla a las condiciones de nuestro país.

De acuerdo con datos del INEGI el Estado de Quintana Roo se encuentra en la zona intertropical mundial y presenta tres subtipos climáticos: Aw0, Aw1 y Aw2. El término AW hace referencia a un clima cálido subhúmedo, con temperaturas medias anuales por encima de los 22°C y régimen de lluvias en verano temporadas de sequía. El indicador 0. 1 y 2 señala el grado de humedad relativa, siendo 0 el menos húmedo y 2 el más húmedo. Puerto Morelos presenta el subtipo Aw1, definido como el más seco de los cálidos subhúmedos con régimen de lluvias en verano (Figura 4.4). El promedio de precipitación pluvial anual es de 1,380.9 mm, y tiene una temperatura media anual de 26.6°C.

Figura 4.4. Clima del Sistema Ambiental del Proyecto



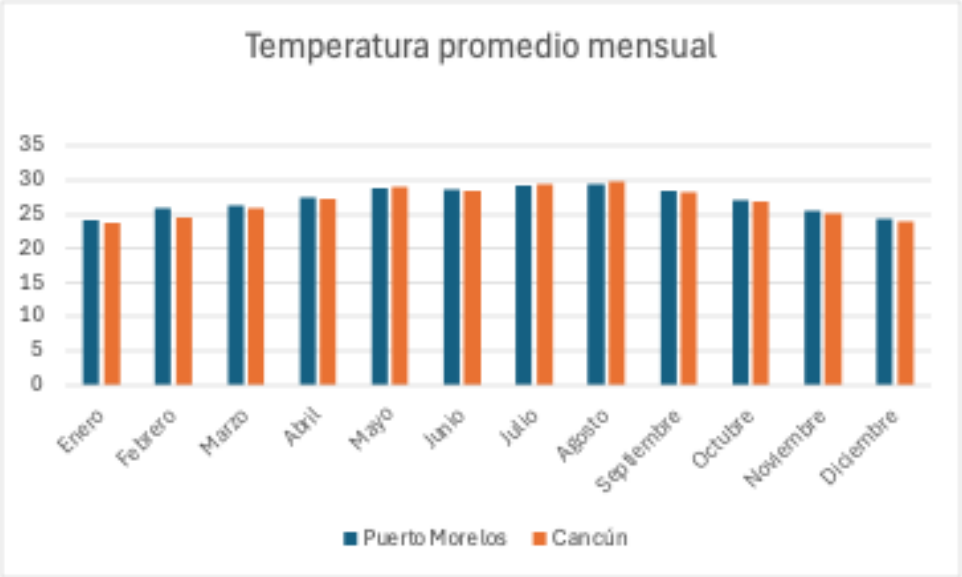
Fuente: Elaboración propia

4.3.1.2. TEMPERATURA

La temperatura media anual es el valor que se obtiene del promedio de las temperaturas medias registradas en cada uno de los meses del año. Es un parámetro bioclimático de utilidad para estudiar la relación entre el clima y la distribución de los seres vivos. Con base en los datos obtenidos de la estación meteorológica de Puerto Morelos y del Aeropuerto de Cancún ambas operadas por el Servicio Académico de Monitoreo Meteorológico y Oceanográfico (SAMMO), se obtuvo el promedio mensual durante todo el 2025 de los datos de la temperatura, siendo los meses más calurosos para ambas estaciones julio y agosto.

En la Figura 4.5 se puede observar las temperaturas registradas durante el período mencionado.

Figura 4.5. Temperatura promedio anual de la estación de las estaciones climatológicas de Puerto y Cancún



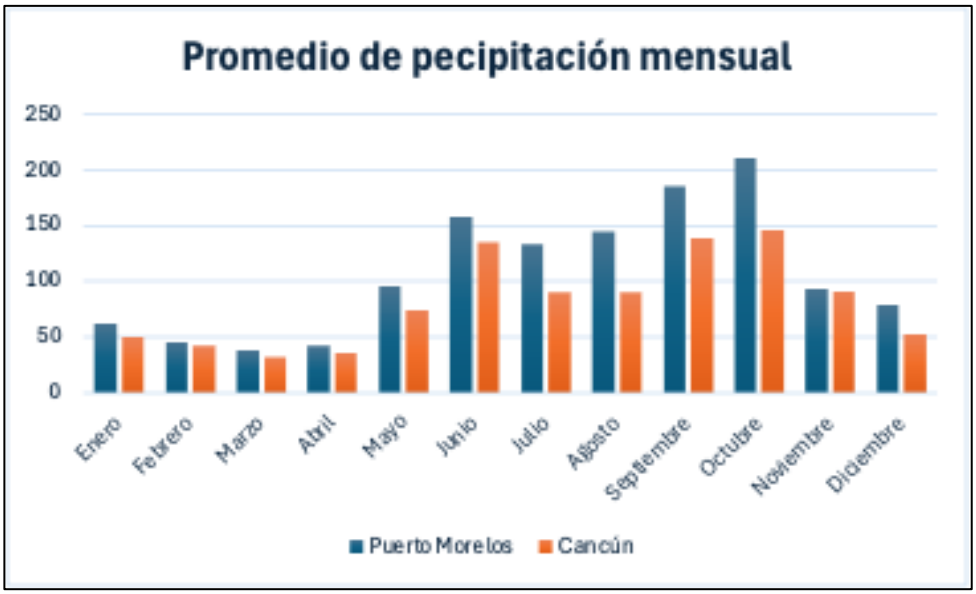
Fuente: SAMMO,2025

4.3.1.3. PRECIPITACIÓN

La precipitación media anual es el valor que se obtiene a partir de las lluvias registradas en los doce meses del año. Se asocia directamente a las condiciones geográficas del territorio, por lo que factores físicos como la orografía, la distancia de la tierra al mar, así como la incidencia de eventos frontales y ciclónicos, varían los regímenes de precipitación. Con base en los datos obtenidos de las estaciones meteorológicas de Puerto Morelos y del Aeropuerto de Cancún, siendo las más cercanas al Proyecto y ambas operadas por el Servicio Académico de Monitoreo Meteorológico y Oceanográfico (SAMMO), se obtuvieron los datos de la Precipitación media anual durante todo el año

2025; la precipitación media anual correspondiente a dicho periodo de tiempo es de 107 mm en 24 hrs para el caso de Puerto Morelos, mientras que para la estación de Cancún se estima un promedio de 81.18 mm en 24 hrs. Siendo los meses con mayores pico junio, septiembre, agosto y de manera extraordinaria octubre, esto concuerda con el clima cálido subhúmedo con lluvias en verano, descrito anteriormente. En la Imagen Figura 4.6 se puede observar la precipitación media registradas, durante el período mencionado.

Figura 4.6. Promedio de precipitación mensual de las estaciones climatológicas de Puerto Morelos y Cancún

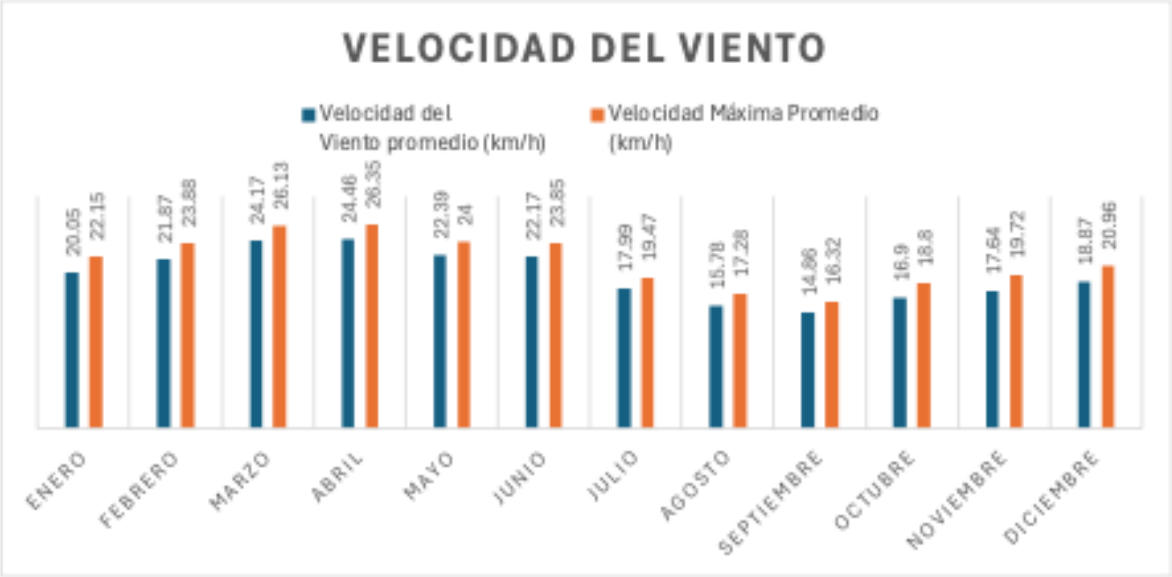


Fuente: SAMMO, 2025

4.3.1.4. VIENTO

El viento es el desplazamiento de los gases que constituyen la atmósfera de nuestro planeta. Este movimiento ocurre principalmente por la diferencia en la presión atmosférica debido, principalmente, a cambios de temperatura en distintos lugares de las superficies de la Tierra. A continuación, se presenta la gráfica del promedio mensual de la velocidad del viento durante el 2025, en el cual se registró una velocidad del viento promedio de 19.76 km/h y una velocidad máxima promedio de 21.57 km/h, según lo registrado en la estación meteorológica de Puerto Morelos, operada por el Servicio Académico de Monitoreo Meteorológico y Oceanográfico (SAMMO). (Figura 4.7).

Figura 4.7. Velocidad promedio del viento



Fuentes: SAMMO-UNAM (2025). Datos del periodo 2020 al 2025.

4.3.1.5. OCEANOGRAFÍA

El Mar Caribe está dominado por la Corriente del Caribe que tiene dirección de SN, en forma paralela a la línea de costa, frente al estado de Quintana Roo. Esta corriente esta caracterizada por aguas cálidas y salinas, que, al pasar por el Canal de Yucatán, reciben el nombre de Corriente de Yucatán.

Las características oceanográficas de la zona contribuyen a la existencia de ecosistemas como camas de pastos marinos y arrecifes de coral, los cuales son de gran importancia para la diversidad ecológica.

4.3.1.5.1. MAREAS

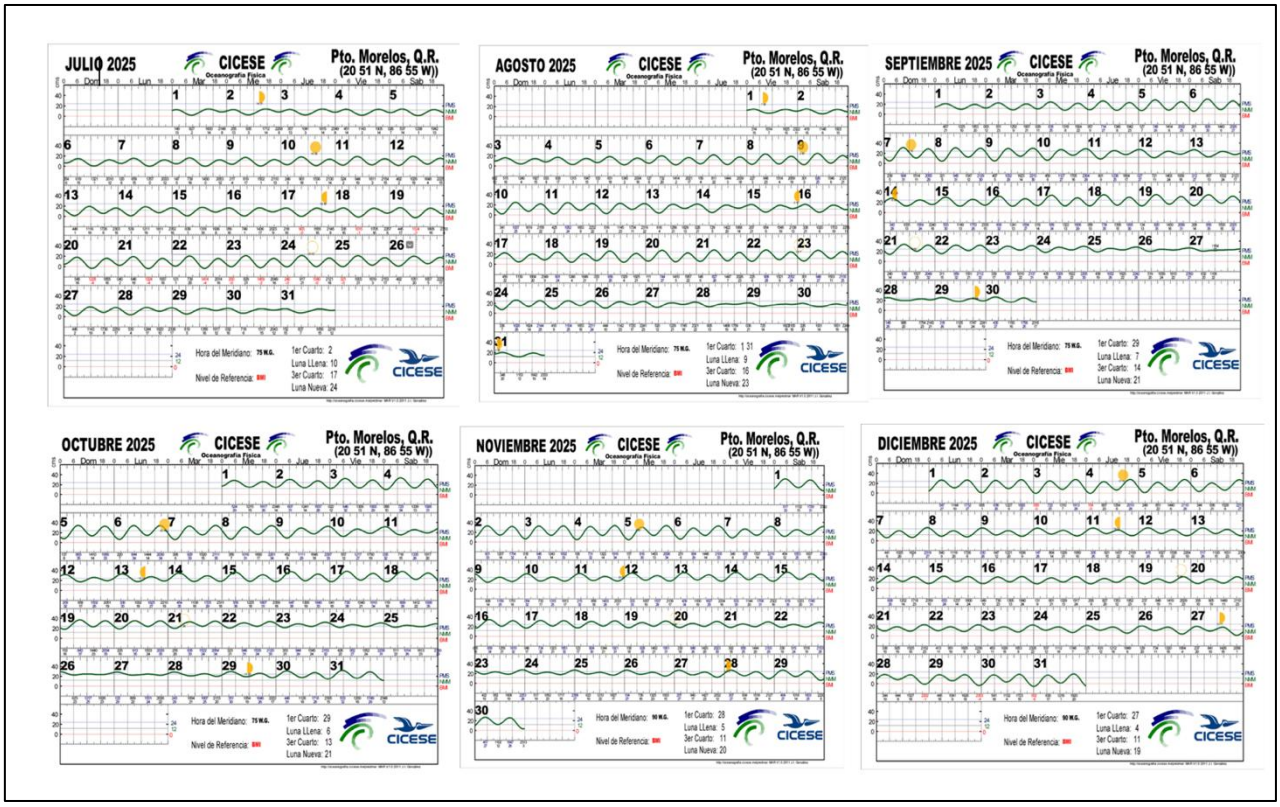
De acuerdo con el Servicio Mareográfico Nacional, la marea es una ondulación suave de la superficie del mar imperceptible a la vista, que en las cuencas oceánicas gira cíclicamente con períodos de 12.42 y/o 24.84 horas, aproximadamente. En términos estadísticos, la marea se manifiesta a lo largo del litoral como la oscilación vertical del promedio de la amplitud del oleaje que llega a la costa.

El comportamiento de las mareas en Puerto Morelos presenta características típicas de un sistema semidiurno mixto con baja amplitud, oscilando entre +0.5 y -0.1 metros. Aunque no existe una estación mareográfica operando directamente en la zona, se cuenta con información confiable proveniente de estaciones cercanas como la de Puerto

Morelos propiedad del Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE).

En la Figura 4.8 podemos observar el comportamiento mensual (julio a diciembre) de la marea mediante la tabla de predicciones con datos tomados en Puerto Morelos por la estación mareográfica de CICESE.

Figura 4.8. Calendarios del último semestre del 2025 de mareas en México



Fuente: CICESE 2025

4.3.1.5.2. CORRIENTES

Las corrientes marinas son movimientos continuos y dirigidos del agua superficial o profunda en los océanos, causados principalmente por factores como el viento, diferencias de temperatura y salinidad, así como por la fuerza de Coriolis. Estas corrientes desempeñan un papel fundamental en la regulación del clima global, el transporte de nutrientes, la dinámica de ecosistemas marinos y la navegación.

En el Caribe mexicano, una de las corrientes más importantes es la Corriente del Caribe, que fluye desde el área del archipiélago antillano hacia el noroeste, alimentando posteriormente la Corriente de la Península de Yucatán, uno de los sistemas oceánicos más intensos del Atlántico tropical.

La dinámica de la Corriente del Caribe se modifica al encontrar resistencia con la presencia continental y encuentra salida hacia el norte por el estrecho de Yucatán (sección entre la Península de Yucatán y Cuba), es aquí cuando adquiere el nombre de Corriente de Yucatán, se pega a la costa de Quintana Roo y establece una dinámica de corrientes en el Noreste del Estado.

La Corriente de Yucatán es un ente energético con velocidades alrededor de 150 m/s en su núcleo. En el verano, época de lluvia, viaja pegada a la costa con ligeras oscilaciones que la hacen “chocar” en la costa o pasar muy cerca de ella, cuando la corriente se pega a la costa esta velocidad se hace presente, mientras que cuando se aleja la velocidad disminuye a 75 cm/s. En invierno baja la velocidad y aumenta la lejanía del núcleo de la corriente.

La corriente de Yucatán fluye en dirección norte, sobre el lado occidental del canal de Yucatán, el cual es la única conexión entre el golfo de México y el mar Caribe, el núcleo de la corriente es decir la posición de su punto de máxima rapidez, se encuentra en la mitad occidental de este canal y está relacionada con el adentramiento de esta corriente en el golfo de México y con la formación y desprendimientos de los remolinos de la corriente del Lazo la cual es determinante para la circulación oceánica del golfo de México. Se caracteriza por tener un ancho entre 50 y 100 km. (Rivero Ordaz et al., 2022).

4.3.1.5.3. OLEAJE

El oleaje es el movimiento ondulatorio que se genera en la superficie del océano como resultado de la transferencia de energía desde el viento al agua. Este fenómeno puede ser clasificado en dos tipos principales:

- Oleaje local o mar de viento: Generado por el viento que sopla en una zona específica y actúa durante un tiempo relativamente corto.
- Oleaje lejano o swell: Originado a grandes distancias, frecuentemente asociado a tormentas o sistemas ciclónicos, y capaz de viajar miles de kilómetros manteniendo su energía.

El municipio de Puerto Morelos cuenta con una barrera arrecifal coralina paralela a la costa que es capaz de absorber gran parte de la energía procedente del mar, protegiendo así la costa (CFE, 2014). Sin embargo, la dinámica de oleaje en la zona de Punta Brava se caracteriza por un régimen de oleaje gobernado primordialmente por los vientos alisios de componente este-sureste y la influencia estacional de frentes fríos. A diferencia de la zona norte y centro del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, donde la barrera arrecifal se encuentra más somera y próxima a la costa, en Punta Brava

la morfología del arrecife presenta canales más profundos y una mayor distancia respecto a la línea de costa. Esta configuración permite una mayor transmisión de energía hacia el interior de la laguna arrecifal. Como resultado, mientras que en las playas del centro del puerto predomina un oleaje de baja energía (0.1 a 0.3 m), en Punta Brava se registra un oleaje remanente con alturas significativas que oscilan entre 0.4 y 0.8 metros en condiciones normales, pudiendo superar el metro durante eventos hidrometeorológicos. (Coronado et al., 2007).

4.3.1.5.4. DINÁMICA DE COSTA

La dinámica de costa constituye un sistema de alta complejidad dinámica caracterizado por la interacción de ecosistemas, la caracterización de dicha dinámica inmersa en el SA es fundamental para garantizar la viabilidad técnica y ambiental del Proyecto permitiendo comprender cómo el oleaje, las corrientes y las mareas interactúan con el perfil de playa y la infraestructura existente. En la Riviera Maya, de Punta Nizuc a Puerto Morelos, se encuentra el sistema arrecifal mesoamericano. Esta barrera arrecifal alcanza la superficie y es claramente visible a no más de un kilómetro de la costa, lo que funciona como una barrera frontal, la cual disipa del 90 al 97% de la energía del oleaje incidente. Sin embargo, en la zona del Proyecto, el sistema arrecifal presenta aberturas que resultan en un oleaje de mayor energía media a alta, lo que a su vez resulta en la fácil erosión de las dunas de playa.

4.3.1.5.5. LÍNEA DE COSTA

La zona litoral es uno de los ambientes más dinámicos y complejos que se tienen en nuestro planeta, donde se conjugan factores geológicos, oceanográficos, biológicos, meteorológicos y antropogénicos. Estos factores se encuentran sujetos a procesos que pueden generar cambios rápidos en el paisaje y sus condiciones físicas; dentro de estos procesos se encuentra la modificación de la línea de costa, entendiendo por esta la transición entre la tierra y el océano observada a lo largo del tiempo, sin embargo, el Proyecto no considera la ejecución de obras o trabajos dentro de esta zona, dentro de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se observa la distancia que existe entre el Proyecto a la línea de costa la cual va de los 23.00 a los 13.00 m, por lo que se puede observar la inexistencia de impactos causados por el Proyecto sobre esta. (Figura 4.9).

Figura 4.9. Línea de Costa del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

4.3.1.5.6. ZONA DE PLAYA Y DUNAS

El sistema conjunto que forman la playa, dunas y manglares del predio representan una barrera de protección ante los efectos de los huracanes, vientos del norte y marejadas. Los ciclones tropicales son fenómenos de carácter oceánico que interactúan con la capa atmosférica. Esta interacción origina vientos de gran magnitud, asociados a oleaje intenso en la zona de costa y precipitaciones fuertes en las áreas de influencia.

Según el Manual para la restauración de dunas costeras de la Península de Yucatán: Las dunas costeras son acumulaciones de arena transportadas por la acción del viento. La forma, el tamaño y la orientación de éstas son particulares de cada zona y dependen de los factores como el tamaño y peso de los granos de arena, la fuerza y dirección de los vientos dominantes, y de la vegetación que en ellas se establece.

Para el Proyecto se realizó el estudio de caracterización de dunas en la zona del Proyecto (Dicho estudio se presenta como Anexo 4.1), mediante un levantamiento topográfico de secciones transversales, donde se identificó que la Supraplaya (la zona expuesta permanente a la atmósfera en condiciones normales, delimitada por la berma extendiéndose hasta la primera duna costera (Bird, 2008)) está compuesta por dunas embrionarias, primarias y secundarias debido a que su estabilidad depende de las condiciones meteorológicas y por lo tanto la época del año, mientras que a partir de la dunas terciarias y dunas transgresivas o de evolución, se considera para la península de Yucatán como duna estable o duna costera. (Figura 4.10).

Figura 4.10. Clasificación de dunas (vista de sur a norte)



Fuente: Caracterización de dunas de la zona del Proyecto, GH, 2025.

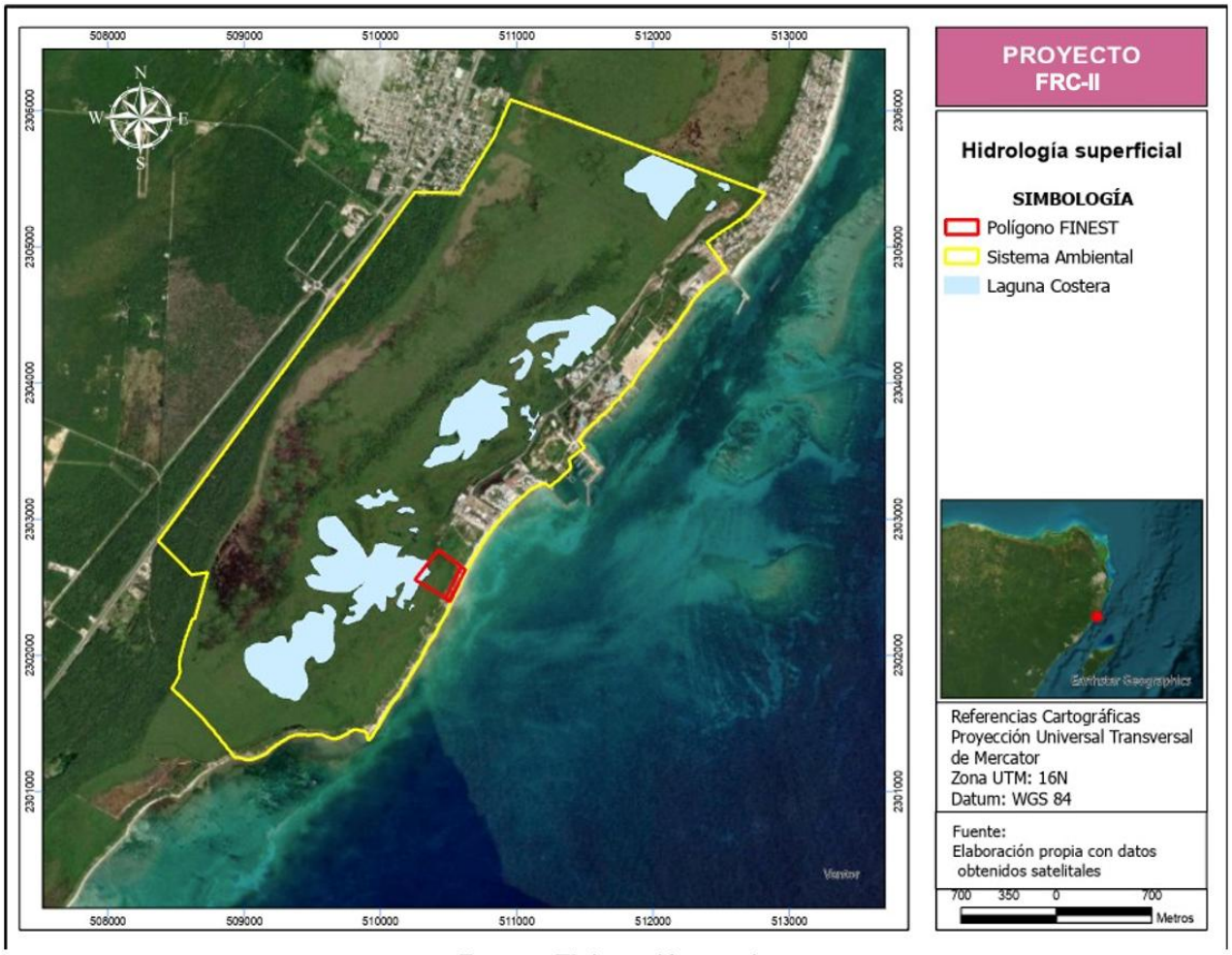
Por lo que, se concluyó con base en el “Manual de restauración para dunas costeras de la península de Yucatán” en que en la zona del estudio se puede clasificar como el límite de duna costera a la duna terciaria, debido a que por su morfología esta duna no ha sido afectada por fenómenos meteorológicos, el mismo manual describe a la duna terciaria como aquellas estructuras conformadas por arena que presentan mayor grado de estabilización por la presencia de vegetación más desarrollada que podrían llegar a formar matorrales o selvas. Detrás de dicha duna se localiza un camino el cual ha generado una división de material y formado una duna artificial o deformación por el paso de vehículos. (Grupo Ingeniería a Hidráulica, 2024).

Es importante mencionar que con base al estudio de caracterización de dunas confirma que la duna identificada en el sitio funciona como un cordón dunar estable, clasificado bajo la NMXAA120SCFI2016 como parte del sistema de duna costera continua, debido a que presenta crestas definidas, valles interdunarios y un ancho promedio de 30 metros, además de una cubierta vegetal madura que le otorga estabilidad geomorfológica. Asimismo, el resultado del estudio se señala que esta duna frontal muestra afectaciones puntuales derivadas de caminos y campamentos, pero mantiene su estructura funcional general, actuando como barrera natural entre la supraplaya y los ecosistemas interiores, incluida la zona de transición hacia el manglar.

4.3.1.6. HIDROLOGÍA SUPERFICIAL

Los cuerpos de agua superficiales son acumulaciones naturales o artificiales de agua dulce o salobre que se encuentran sobre la superficie terrestre, como ríos, lagos, lagunas, humedales y sistemas estuarinos. Estos cuerpos cumplen funciones esenciales en los ecosistemas, tales como el abastecimiento hídrico, el soporte a la biodiversidad, la regulación del ciclo hidrológico local y regional, así como servicios ambientales para actividades humanas. En el Estado de Quintana Roo, debido a su naturaleza cárstica existen pocos flujos superficiales; sin embargo, existen cuerpos de agua como lagunas (Figura 4.11), y cuerpos de agua intermitentes. Hacia la zona costera se tiene la presencia de humedales que conforman zonas bajas o cuencas de manglar y cenotes abiertos. La zona del Proyecto se encuentra dentro de la unidad hidrológica denominada Humedales de Puerto Morelos, cuya extensión es de aproximadamente 4,000 hectáreas, tiene un radio mayor de aproximadamente 22 Km (paralelo a la costa) y una radio menor de 1.8 Km (perpendicular a la costa). El origen de esta depresión es debido a los cambios sucesivos del nivel del mar durante el período terciario. El origen del agua contenida en dicha unidad hidrológica; se debe a que la elevación topográfica del terreno desciende por debajo del potencial hidráulico del acuífero; lo que hace que las aguas freáticas afloren y den lugar a zonas de humedales perennes; esto contrasta con la idea de algunos estudios en donde se menciona que el agua acumulada en los humedales es principalmente aportada por la precipitación pluvial. A su vez, la existencia de bocas que conectan los humedales con el mar da lugar a un efecto de salinización estacional; no obstante, también se tiene salinización por medio de filtraciones subterráneas a través de la duna costera y a profundidad debido a las calizas cársticas.

Figura 4.11. Hidrología superficial del SA

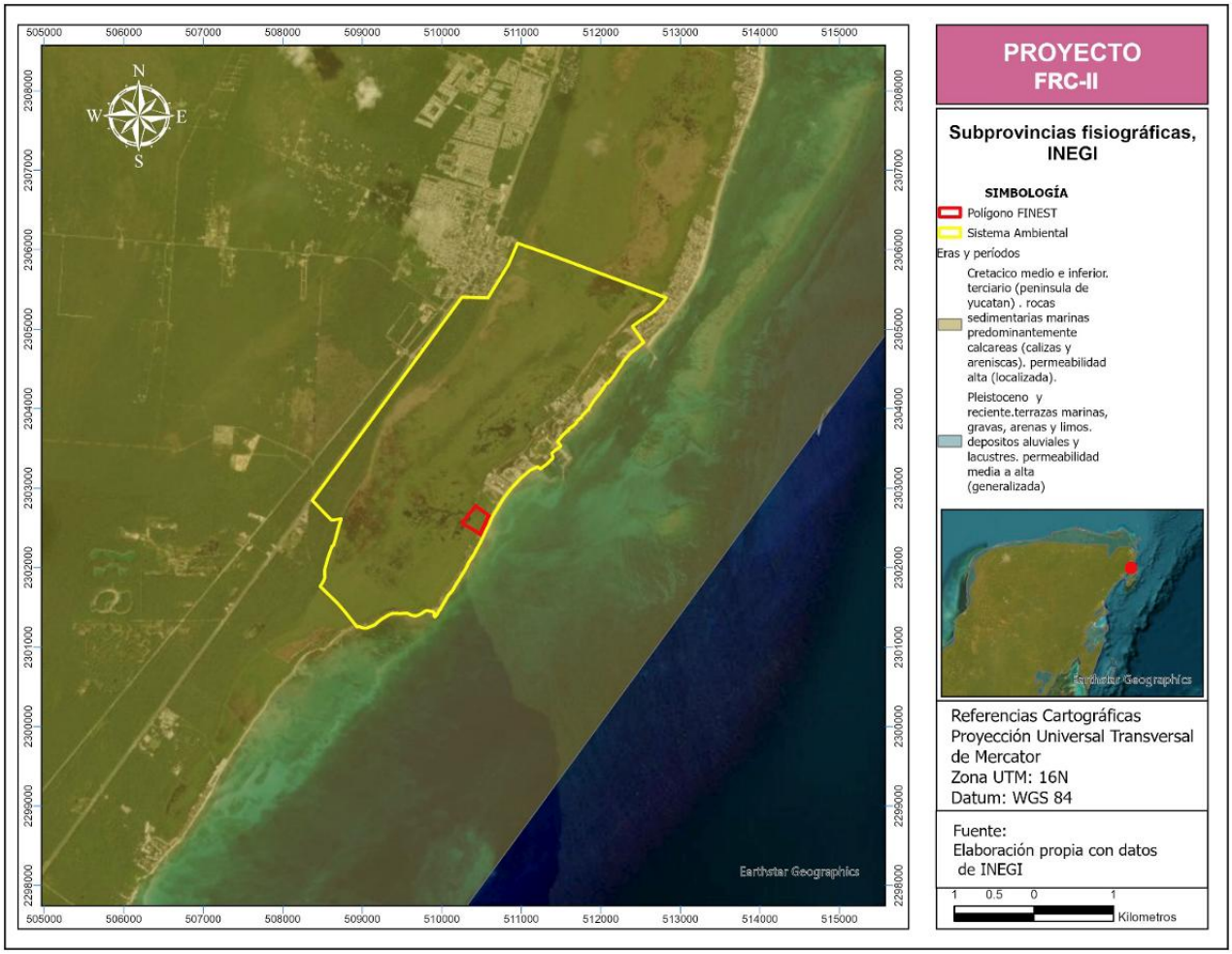


Fuente: Elaboración propia

4.3.1.7. GEOLOGÍA

El Estado de Quintana Roo se ubica en la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán caracterizada por ser una planicie extensa con lomeríos de pendiente suave y poca altitud. El Sistema Ambiental del Proyecto por su ubicación forma parte de una plataforma de rocas carbonatadas conocida como roca caliza o “Karst”, esta se define como una planicie ligeramente ondulada sobre una losa calcárea. Su topografía cárstica se distingue por una amplia red de oquedades y depresiones como cenotes, los cuales tienen un papel importante en la dinámica hidrogeológica de la región El 95% del estado de Yucatán es paisaje kárstico asociado a roca caliza y arsénicas pertenecientes al período cretacico medio e inferior (Figura 4.12) otras áreas con karst en México se pueden encontrar en las zonas montañosas de Chiapas, la Sierra Madre del Sur y la Sierra Madre Oriental. *(Williams, 2008).*

Figura 4.12. Geología del SA del Proyecto



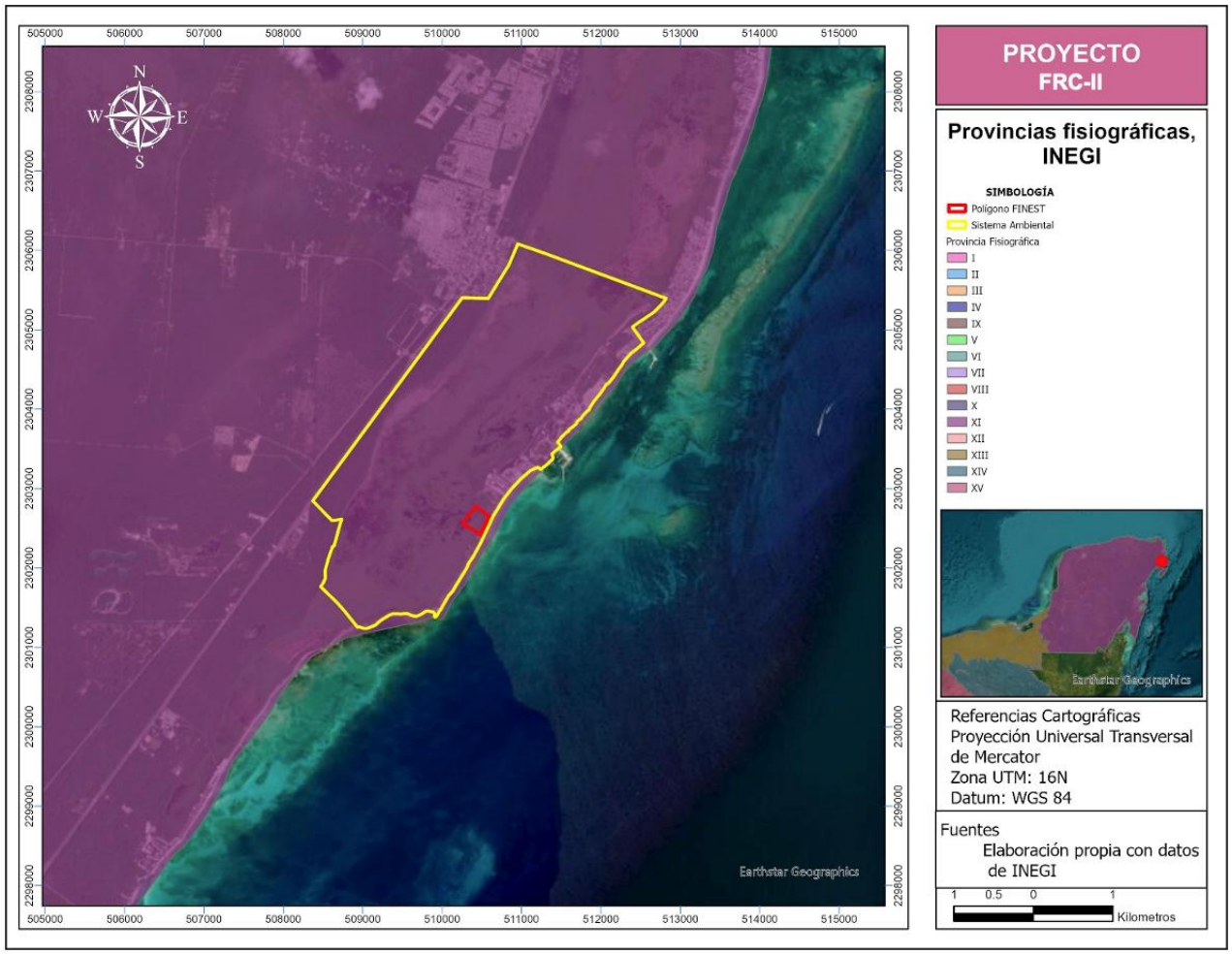
Fuente: Elaboración propia

4.3.1.7.1. FISIOGRAFÍA

La fisiografía es la rama de la geografía física que se encarga del estudio y descripción de las formas y características del relieve terrestre, incluyendo su origen, estructura y dinámica. En el contexto del territorio mexicano, el país ha sido dividido en provincias fisiográficas, que son unidades regionales definidas por rasgos comunes de relieve, estructura geológica y procesos morfogenéticos.

El SA del Proyecto se encuentra en la provincia fisiográfica XI denominada Península de Yucatán (Figura 4.13). Su relieve es casi plano, resaltan algunas elevaciones que no rebasan los 200 m.s.n.m. (cerro El Charro) en la Sierra de Ticul, otras elevaciones son el cerro Nuevo Bécar (180 m.s.n.m.) y el cerro Pavo (120 m.s.n.m.), INEGI (2016).

Figura 4.13. Provincia fisiográfica del SA del Proyecto

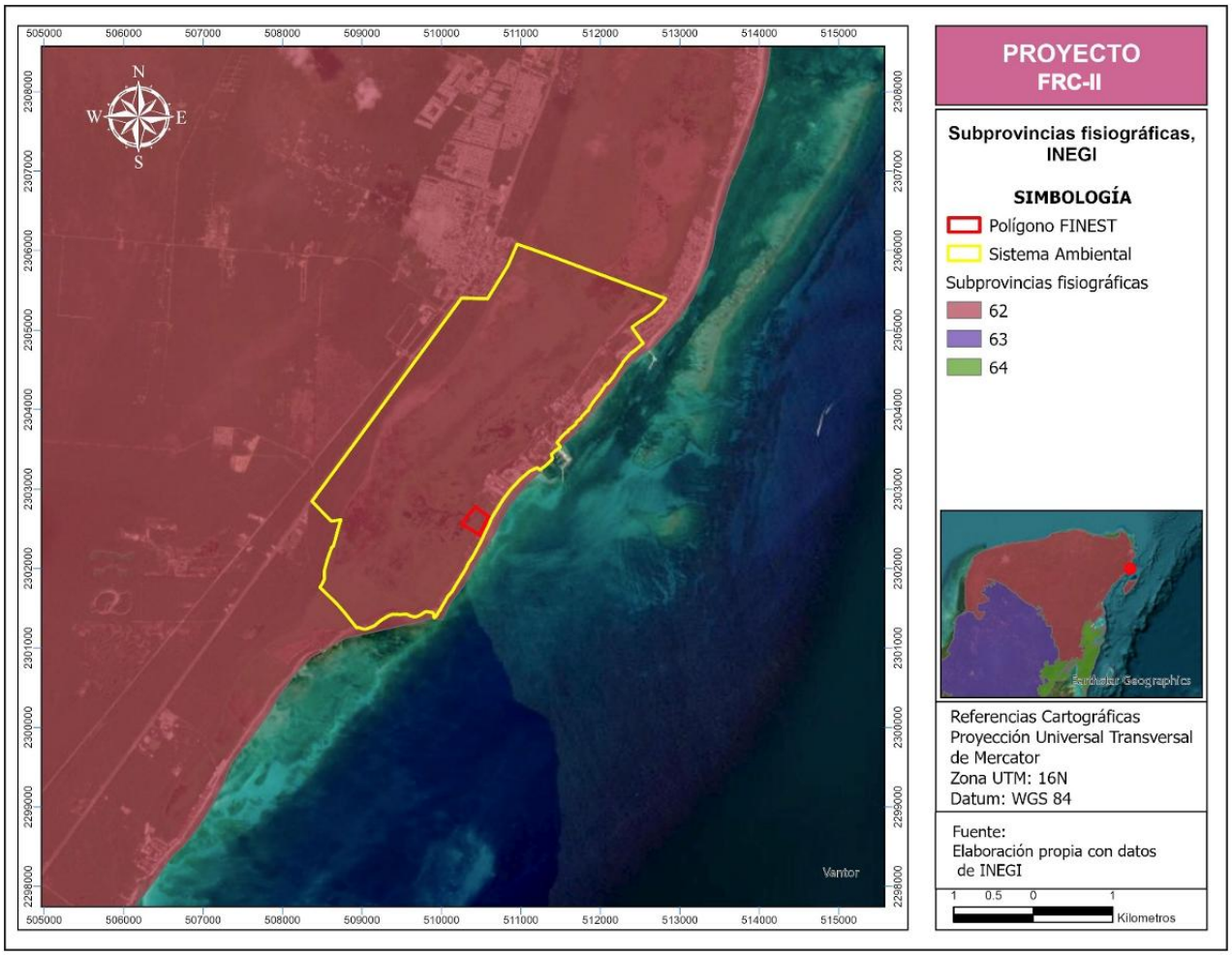


Fuente: Elaboración Propia con información de INEGI

La Provincia Fisiográfica de la Península de Yucatán se divide en varias subprovincias fisiográficas, definidas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) con base en características morfológicas, estructurales y litológicas específicas. En el caso del estado de Quintana Roo, especialmente en la zona norte, se encuentran tres subprovincias clave:63 Carso y Lomeríos de Campeche, 62 Carso Yucateco y 64 Costa Baja de Quintana Roo.

El sitio en cuestión se encuentra en la subprovincia 62 “Carso Yucateco” (Figura 4.14), la cual se caracteriza por ser una planicie formada en una losa calcárea, con ligera pendiente hacia el oriente y relieve ondulado; se alternan crestas y depresiones. También se distingue por su topografía cárstica, presenta desde pequeños huecos hasta grandes depresiones, cenotes o dolinas; casi en toda su extensión carece de sistema de drenaje superficial.

Figura 4.14. Subprovincia fisiográfica del SA



Fuente: Elaboración propia con información de INEGI

4.3.1.7.2. RELIEVE

El Sistema Ambiental del Proyecto se inserta fisiográficamente en la Provincia de la Península de Yucatán, específicamente dentro de la Subprovincia de Carso Yucateco. Desde una perspectiva macro-regional, esta zona se define como una extensa plataforma calcárea emergida, caracterizada por una topografía predominantemente plana a subhorizontal.

Como se presenta en la Figura 4.15 de acuerdo con los sistemas de información geográfica nacionales (INEGI), la región se clasifica dentro de las Llanuras Estructurales, con un rango altitudinal general que va de los 0 a los 200 m.s.n.m. Sin embargo, debido a su posición geográfica en la franja litoral del municipio de Puerto Morelos, el sistema ambiental específico corresponde a la porción más baja de esta plataforma, conocida

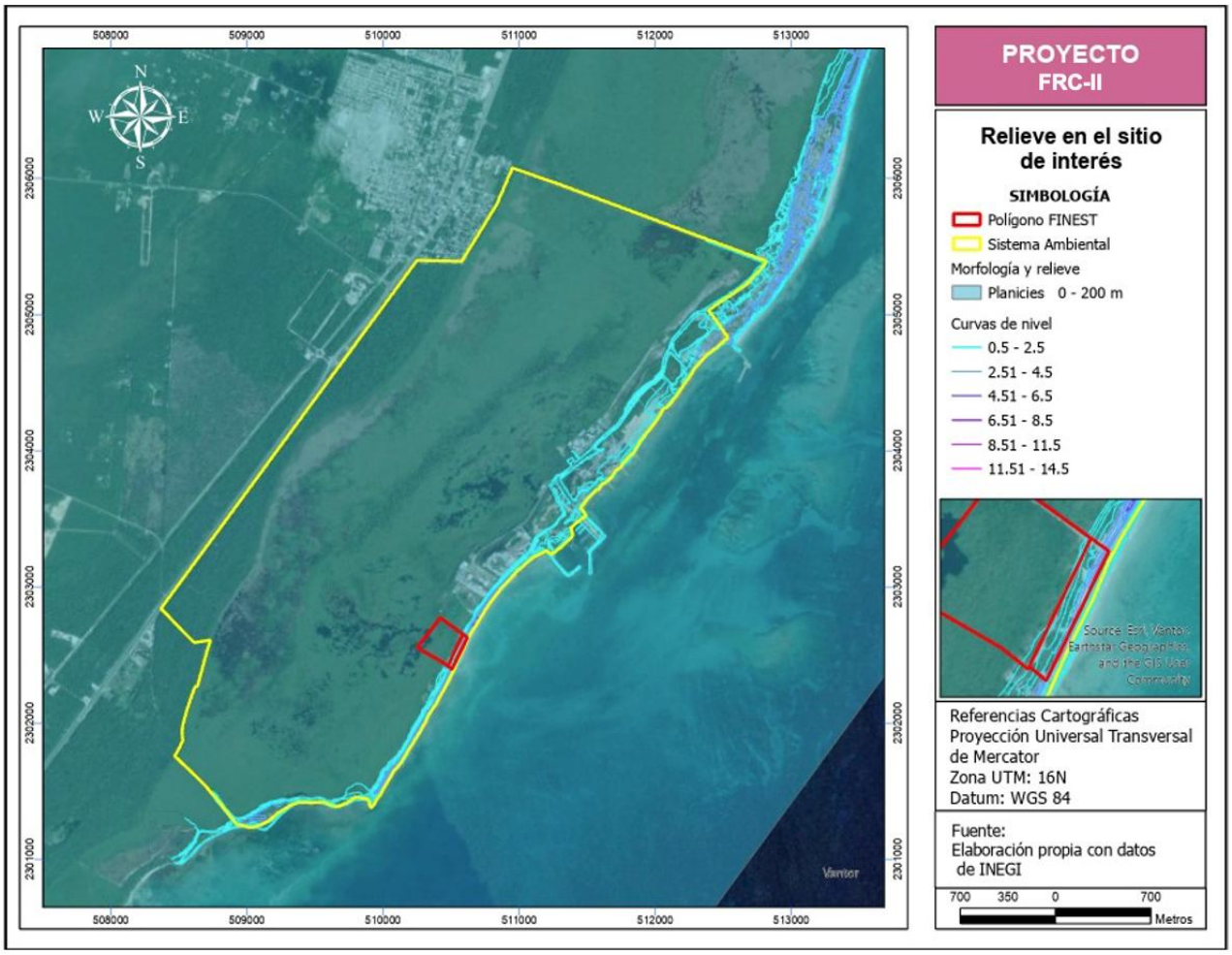
como Planicie Costera, donde el relieve es resultado de procesos de sedimentación marina cuaternaria y la disolución de la roca caliza.

A escala local, el predio del proyecto exhibe un relieve de llanura baja acumulativa, con una configuración topográfica suave y sin accidentes orográficos prominentes. El análisis de las curvas de nivel y la altimetría del sitio establece un gradiente vertical restringido, donde las elevaciones fluctúan desde el nivel del mar hasta una cota máxima absoluta de 6.5 m.s.n.m.

Esta homogeneidad en el relieve, con pendientes menores al 2% en la mayor parte de la superficie, es consistente con la geomorfología de la zona costera de Punta Brava. Las variaciones altimétricas observadas, que alcanzan el tope de los 6.5 metros, no corresponden a formaciones tectónicas, sino a un micro-relieve ondulado asociado a montículos dunares y acumulaciones arenosas; en las zonas cercanas al frente costero, las elevaciones corresponden a relictos de duna costera o acumulaciones eólicas estabilizadas y a los afloramientos del basamento rocoso, las ligeras elevaciones corresponden a la superficie irregular de la laja calcárea "terra firme", que soporta los suelos de tipo Rendzina, mientras que las zonas de menor cota (cercanas a 0-1 m.s.n.m.) coinciden con depresiones naturales sujetas a la influencia del nivel freático del tipo zonas de Solonchak.

El relieve del sitio se clasifica como maduro y estable, al carecer de pendientes pronunciadas, el terreno no presenta susceptibilidad a deslizamientos o inestabilidad de taludes naturales. La morfología es típica de una costa de inmersión, donde la plataforma continental desciende suavemente hacia el mar, permitiendo que la zona de proyecto funcione como una transición gradual entre el sistema marino y la selva baja, sin barreras topográficas abruptas.

Figura 4.15. Relieve del SA del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

4.3.1.7.3. SUELO

De acuerdo con la cartografía edafológica del INEGI, el sistema ambiental (SA) del Proyecto se conforma por una asociación de unidades de suelo dominada espacialmente por el grupo de los Solonchaks, con inclusiones de Rendzinas en las porciones ligeramente elevadas. (Figura 4. 16) Esta configuración responde a la geomorfología litoral de Puerto Morelos, donde la interacción entre el acuífero cárstico, la intrusión salina y la acumulación de sedimentos cuaternarios dicta la pedogénesis.

El sustrato predominante en el SA del proyecto corresponde al tipo Solonchak, un suelo intrazonal cuyo desarrollo está condicionado por la presencia de un nivel freático elevado y rico en sales solubles. Estos suelos presentan un horizonte sálico característico dentro de los primeros 30 cm de profundidad y es un suelo de carácter halomórfico. Debido a la

proximidad con el litoral y la cota topográfica baja, el manto freático se encuentra permanentemente cerca de la superficie, favoreciendo el ascenso capilar de agua salobre.

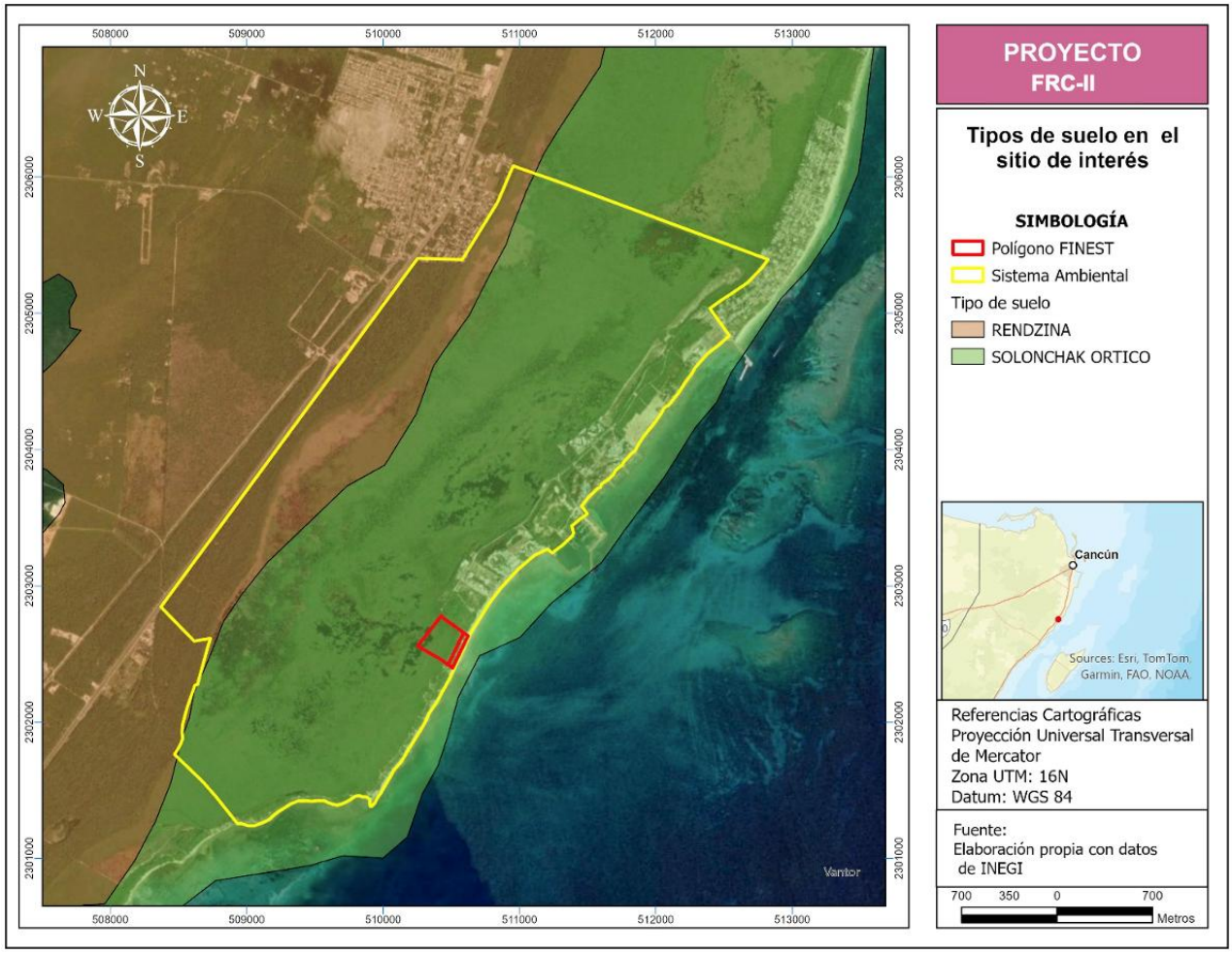
La saturación hídrica permanente genera condiciones de anoxia, lo que reduce los compuestos de hierro y manganeso, otorgando al perfil subsuperficial coloraciones grisáceas, verdosas o azuladas. Esta condición de reducción química limita severamente el desarrollo de vegetación que no posea adaptaciones fisiológicas a la salinidad y a la asfixia radicular. Mecánicamente, estos suelos presentan una estructura masiva o poco desarrollada debido a la dispersión de las arcillas provocada por el alto contenido de sodio, lo que resulta en una permeabilidad baja cuando están saturados.

En las fracciones del predio donde presenta elevaciones sobre el nivel de inundación estacional, se identifican suelos del tipo Rendzina. Estos suelos se caracterizan por presentar un horizonte A móllico de color oscuro, rico en materia orgánica húmeda y con una estructura granular fuerte, que descansa directamente sobre la roca madre calcárea.

A diferencia del Solonchak, la Rendzina posee un drenaje interno excesivo debido a la porosidad de la roca subyacente. Su reacción química es alcalina (pH > 7.5) debido a la saturación de carbonato de calcio, pero carece de la concentración crítica de sales solubles que caracteriza a la unidad dominante. Constituye un suelo de alta fertilidad potencial pero de profundidad efectiva (< 25 cm), lo que lo hace extremadamente susceptible a la erosión si se elimina la cobertura vegetal que lo estabiliza.

La interacción entre estas dos unidades configura un mosaico edáfico interconéctado. El Solonchak actúa como la zona de descarga y evaporación del sistema hidrológico local, acumulando sedimentos finos y sales, y comportándose como un sustrato químicamente agresivo y físicamente inestable ante cargas estáticas. Por su parte, la Rendzina representa las "islas" de estabilidad pedológica, sustentadas por el basamento rocoso aflorante.

Figura 4. 16. Tipos de suelo en el SA del Proyecto



Fuente: Elaboración propia con información del INEGI

4.3.1.8. HIDROGEOLOGÍA

En el estado de Quintana Roo, el 80% de la precipitación anual que se registra se infiltra en el suelo entre las grietas de la masa rocosa. De éste, el 72.2% del agua infiltrada (unos 35,000 mm^3/año) es retenida por las rocas que se encuentran arriba de la superficie freática y posteriormente es extraída por la transpiración de las plantas, el otro 27.8% constituye la recarga efectiva del acuífero, unos 13,500 mm^3.

Dado que el territorio peninsular pertenece a una región natural cuyas unidades genéticas del relieve están relacionadas con procesos geológicos y climáticos bastante homogéneos, tales como el origen geológico de la plataforma kárstica y un clima tropical subhúmedo; la totalidad de su territorio conforma la Provincia Fisiográfica Península Yucatán. Esta a su vez se subdivide en tres subprovincias fisiográficas: Carso Yucateco

que ocupa aproximadamente la mitad norte de la península, incluyendo la mayor parte de Quintana Roo; Carso y Lomeríos de Campeche, situada en la parte sursuroeste de la península y que ocupa una parte del municipio de Othón P. Blanco; y Costa Baja de Quintana Roo, situada en el extremo suroriental de la península dentro del territorio del mismo nombre.

Para la zona del Proyecto localizada dentro de la subprovincia del Carso Yucateco, se realizó un estudio hidrogeológico, donde se identificaron las siguientes características:

La zona del Proyecto se encuentra sobre un acuífero libre con un espesor pequeño de zona no saturada, seguido de un lente de agua dulce (entre 1.5 y 2.0 metros en la zona cercana a la costa y hasta 15-16 metros tierra adentro) y finalmente agua salada. El agua dulce, debido a su menor densidad, flota sobre el agua salada. Mientras que el flujo subterráneo local mantiene una dirección preferencial hacia la costa con un gradiente hidráulico en la zona de 40 cm/km. Las simulaciones numéricas realizadas con el modelo GFLOW demuestran que las estructuras proyectadas y los volúmenes de extracción e inyección no perturbarán las condiciones naturales del acuífero ni el flujo hacia la ciénega adyacente. Con relación a la calidad del agua dentro del acuífero y la del manglar adyacente, fue clasificada dentro de la familia sódica-clorurada, lo que confirma la interacción natural entre ambos sistemas y la importancia de mantener los esquemas de inyección propuestos para no alterar la composición química del entorno.

Con la finalidad de garantizar la operación sustentable del Proyecto, se optó también por determinar la factibilidad de implementar un sistema de pozos con diferentes profundidades, de dicha factibilidad se puede determinar lo siguiente:

- Extracción de agua: la excavación de pozos para esta actividad deberá ser realizada entre los 20 a 25 m de profundidad.
- Inyección de agua residual tratada: se deberá considerar la inyección a partir de los 80.00 a 85.00 m de profundidad, con la finalidad de asegurar su disposición debajo de la interfase de agua dulce, para el caso de la inyección de agua pluvial, se deberá realizar la recarga a partir de los 5.00 a 8.00 m para favorecer esta recarga.

4.3.2. SUCEPTIBILIDAD DEL SITIO A PELIGROS NATURALES

La identificación y análisis de los riesgos ambientales es clave para establecer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros derivados de fenómenos naturales. Para este fin, se recopiló e integró información proveniente de diversas fuentes especializadas, entre ellas el Atlas de Riesgo Estatal de Quintana Roo (2016) documento que proporciona información detallada sobre los aspectos geológicos, ambientales,

meteorológicos, topográficos, sociales y económicos de la región, y a su vez consolidan datos del Atlas Nacional de Riesgos del Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

4.3.2.1. HURACANES

Los huracanes o ciclones tropicales son fenómenos meteorológicos extremos caracterizados por sistemas rotatorios intensos de nubes y tormentas que se forman sobre las aguas cálidas de los océanos tropicales. En el Atlántico, estos fenómenos se denominan huracanes, mientras que en otras regiones del mundo reciben otros nombres como tifones o simplemente ciclones tropicales. La formación de un huracán requiere condiciones específicas: temperatura superficial del mar superior a 26.5 °C, humedad elevada en los niveles bajos y medios de la atmósfera, inestabilidad térmica para permitir la convección vientos débiles y constantes en altura (baja cizalla del viento)

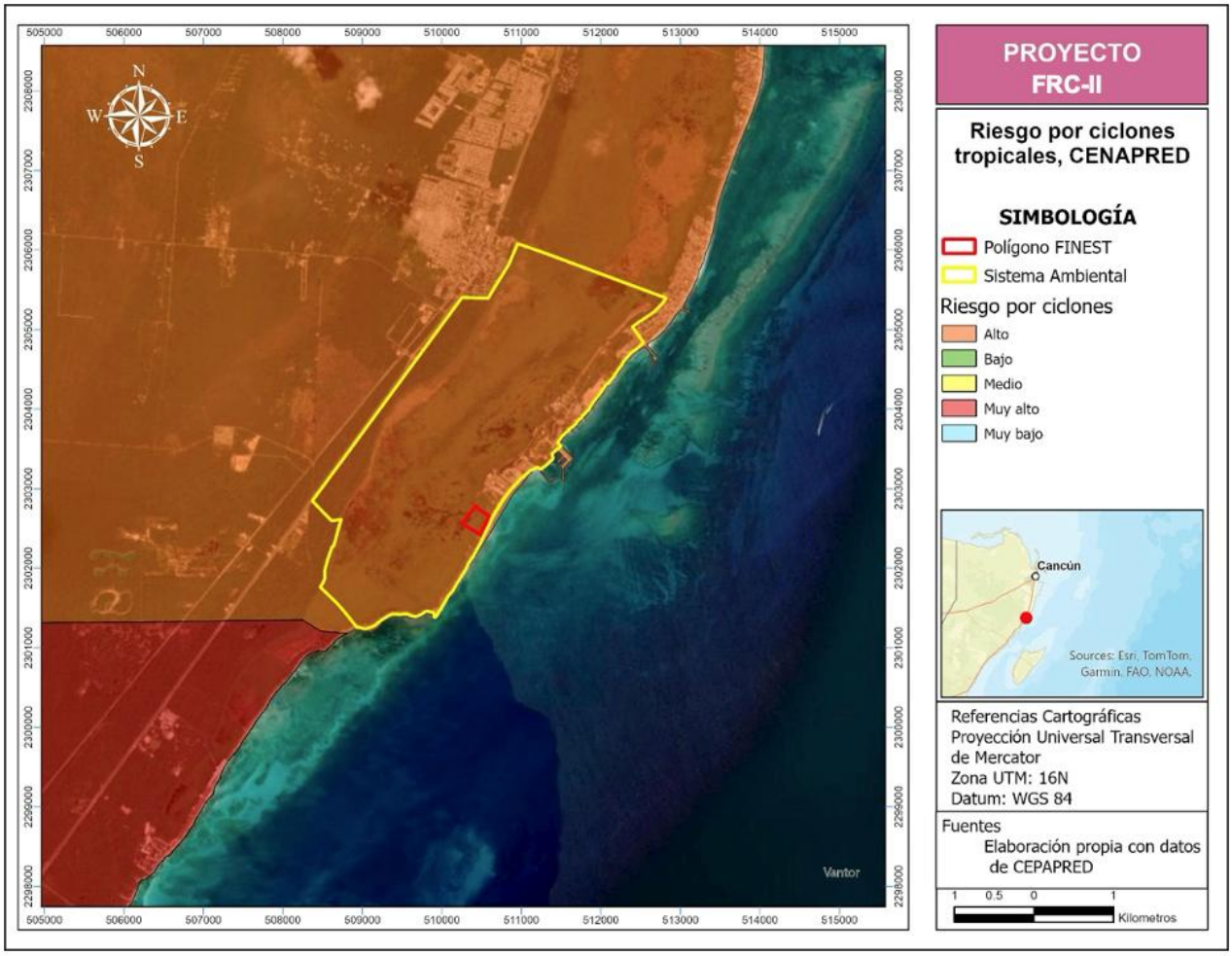
Estos sistemas comienzan como ondas tropicales, evolucionan a depresiones tropicales, luego a tormentas tropicales y finalmente a huracanes cuando los vientos sostenidos exceden los 118 km/h (Escala Saffir-Simpson).

La zona norte de Quintana Roo, incluyendo municipios como Isla Mujeres, Benito Juárez (Cancún) y Puerto Morelos, es una región altamente vulnerable a estos fenómenos debido a su ubicación geográfica en el Caribe mexicano, donde frecuentemente se desarrollan trayectorias de tormentas procedentes del este del Atlántico.

La zona norte de Quintana Roo ha sido históricamente afectada por huracanes y ciclones tropicales de gran magnitud. Fenómenos como Wilma (2005), Delta (2020) y Emily (2005) han dejado un registro claro de la vulnerabilidad de esta región ante eventos climáticos extremos. Estos sistemas han traído consigo vientos máximos superiores a 200 km/h, precipitaciones acumuladas superiores a 400 mm, y presiones atmosféricas bajas que reflejan su alta intensidad.

De acuerdo con el CENAPRED el municipio de Puerto Morelos se encuentra en un riesgo medio para los ciclones tropicales, como se representa en la Figura 4.17.

Figura 4.17. Riesgo por ciclones tropicales en el SA del Proyecto



Fuente: Elaboración propia con información recaudada por el Centro Nacional de Huracanes (NOAA)

4.3.2.1. EFECTOS DEL SARGAZO

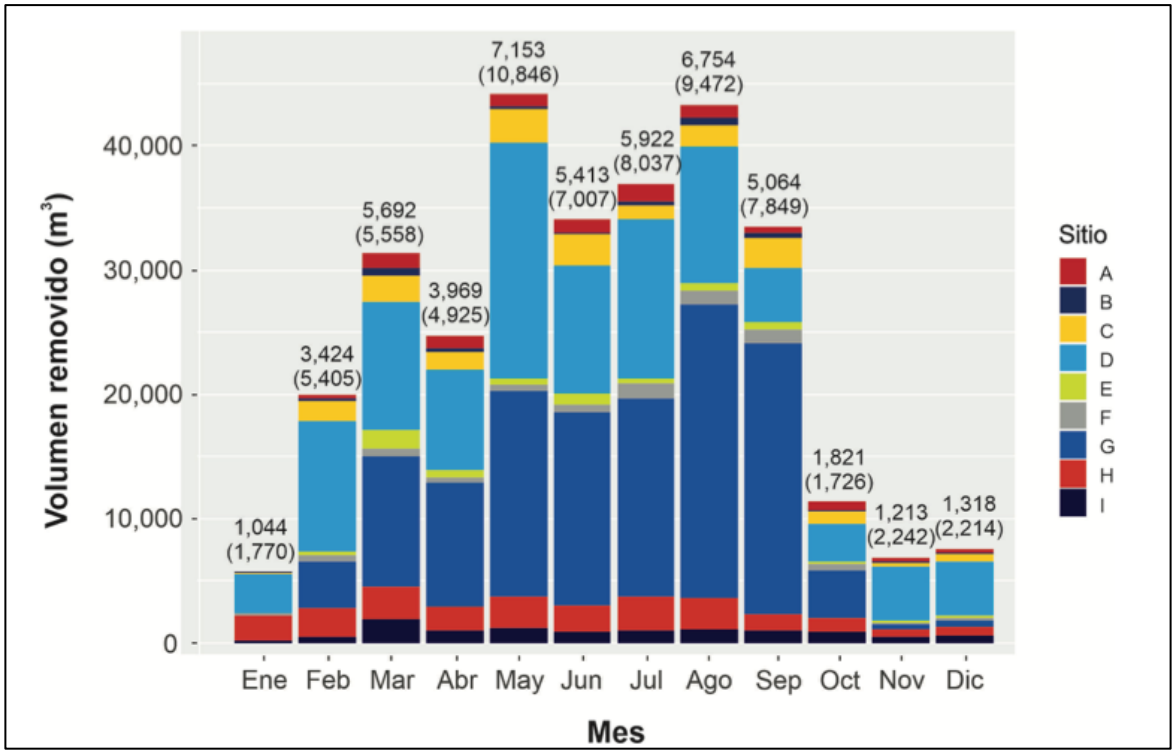
Desde 2014, el Caribe mexicano comenzó a recibir cantidades atípicas de sargazo pelágico; situación que se intensificó a mediados de 2015, cuando se removieron de las playas ubicadas entre Cancún y Puerto Morelos, un promedio de 2,360 m^3 km^{-1}, de sargazo durante el mes pico (mezclado con arena, pastos marinos y otras especies de algas) *(Rodríguez-Martínez et al., 2019.)*. El único municipio en el que se ha llevado un registro más o menos preciso del volumen de sargazo que recala en la playa es Puerto

Morelos; donde personal del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos y la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) integraron una base de datos sobre el volumen removido mensualmente por hoteles y Servicios Públicos Municipales (SPM). Estos datos tienen algunas limitantes, debido a que el sargazo se recoge de la playa

frecuentemente con el uso de barredoras y maquinaria pesada, por lo que el volumen reportado puede incluir pastos marinos, otras especies de algas, basura y arena. Mediciones realizadas por la UNAM indican que entre el 56 y el 89% del total reportado puede corresponder a sargazo pelágico, con un promedio estimado de 74%. Por otro lado, el volumen de sargazo puede estar subestimado, ya que en ocasiones la cantidad que arriba supera la capacidad de colecta. Mientras que, por último, el retiro del material acumulado puede tomar varios días por lo que la compactación de este es variable, así como el grado de secado.

De acuerdo con la información recopilada en 2018, el volumen total de material removido por ocho hoteles y SPM en 6,35 km de playa en Puerto Morelos fue de 299,497 m^3; los valores mayores se registraron entre febrero y septiembre con un promedio mensual de 5,371 ± 1,268 m3 km^{-1} y mayo constituyó el mes pico (7,153 ± 10,846 m3 km^{-1}) En los meses de enero, octubre, noviembre y diciembre el volumen promedio mensual fue menor (1,349 ± 334 m3 km^{-1}), (Figura 4.18).

Figura 4.18. Volumen (m^3) total mensual de sargazo pelágico (mezclado con arena, pastos y otras algas)



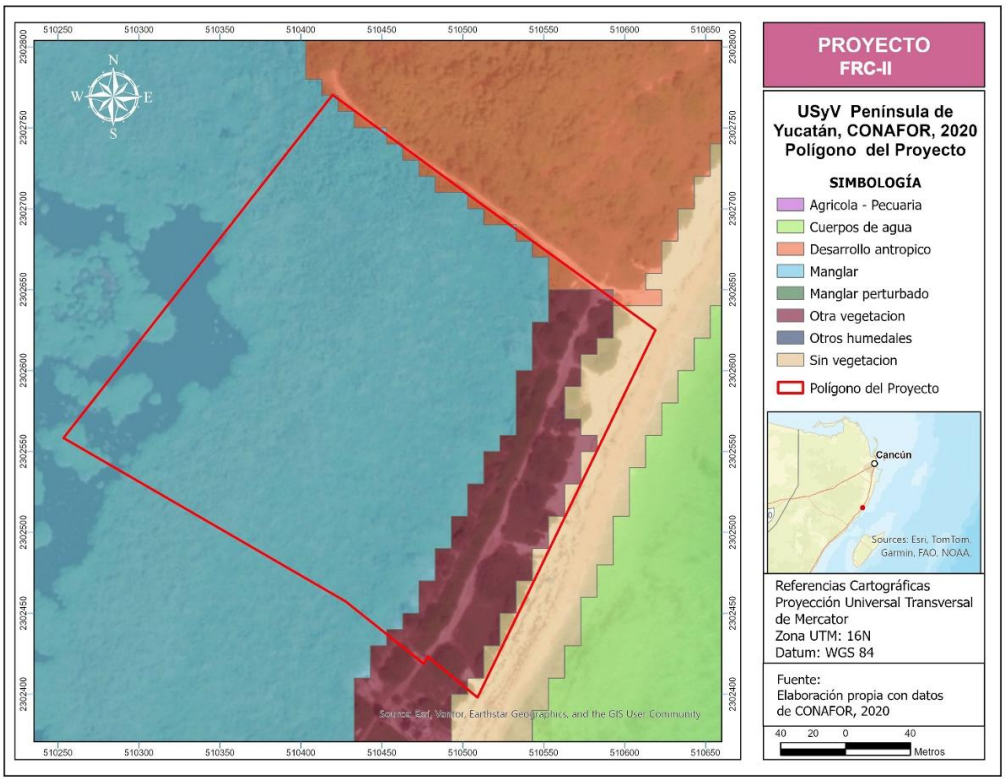
Fuente: El efecto del sargazo en el ecosistema arrecifal, *(Rodríguez-Martínez et al., 2019.)*.

4.3.3. ASPECTOS DEL MEDIO BIÓTICO

4.3.3.1. VEGETACIÓN EN EL POLÍGONO DEL PROYECTO

La capa de Uso de Suelo y Vegetación de CONAFOR, 2020 clasifica la mayor parte de la superficie del predio como manglar, así como otros tipos de vegetación no especificados, zonas con desarrollo antrópico y sin vegetación. (Figura 4.19). Como se mencionó anteriormente la mayor parte de la superficie total del Proyecto se clasifica como manglar el cual según CONAFOR, 2020, es aquella vegetación que se desarrolla en los márgenes de las lagunas costeras y esteros, pero también en las partes bajas y fangosas de costas, en su mayoría sobre suelos profundos, sin embargo, para el caso particular de la zona del Proyecto, el área de manglar no tiene influencia de mareas o inundación por oleaje. Para el caso de otra vegetación, se identifican la vegetación de dunas costeras, la cual se trata de la comunidad vegetal que se establece a lo largo de las costas, se caracteriza por plantas pequeñas y suculentas. Las especies que la forman juegan un papel importante como pioneras y fijadoras de arena, evitando con ello que sean arrastradas por el viento y el oleaje.

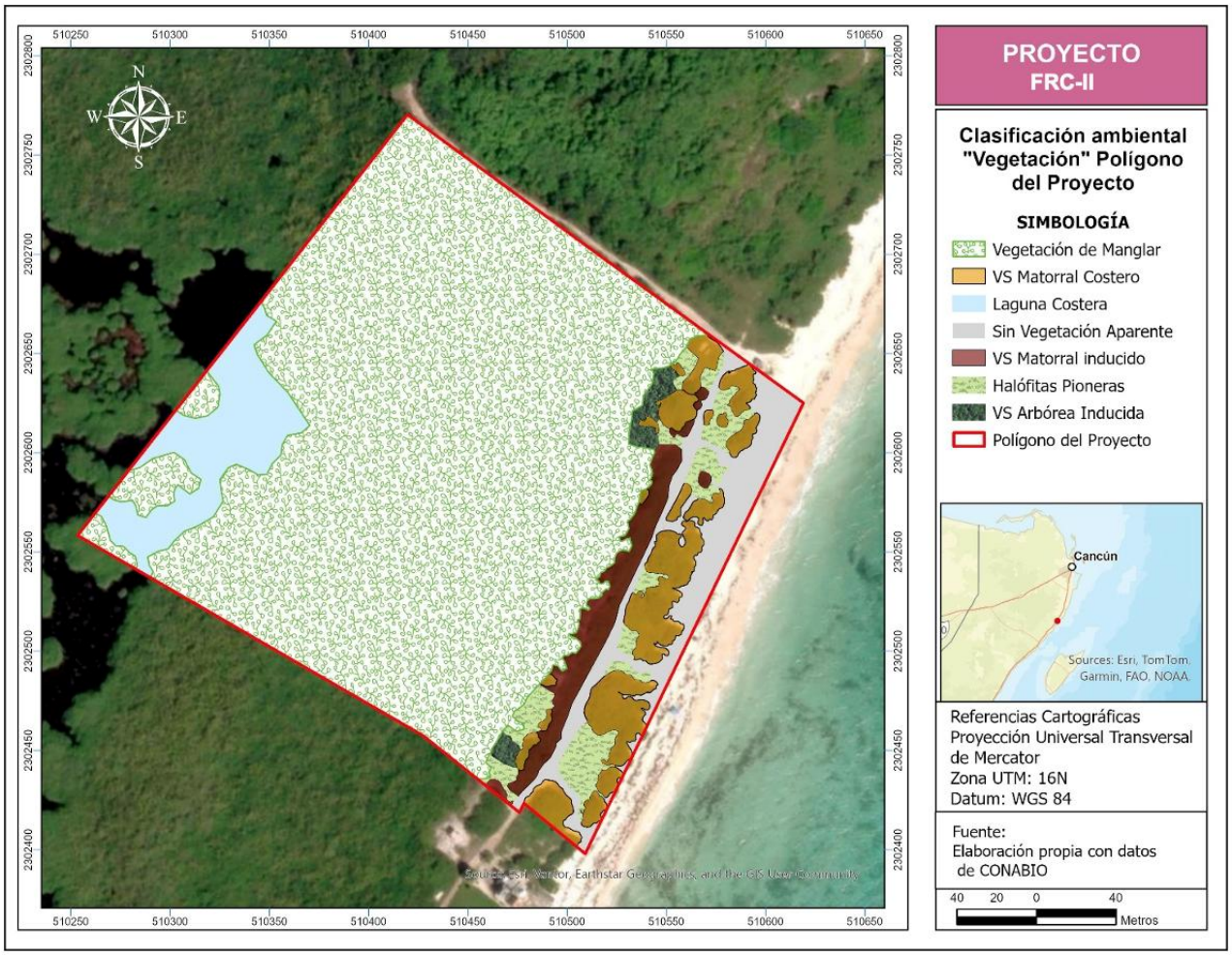
Figura 4.19. Vegetación del Proyecto según la capa de Uso de Suelo y Vegetación de la Península de Yucatán



Fuente: Elaboración propia con base en el uso de suelo y vegetación, Península de Yucatán CONAFOR,2020.

Debido a esta falta de información y la complejidad del sitio y con el fin de obtener una clasificación más precisa, se realizó una caracterización propia con datos obtenidos mediante fotografías aéreas (dron) y datos obtenidos a nivel de terreno. Dicha información fue caracterizada en 7 categorías y se integró en una ortofoto con una calidad de 3.8 cm/píxel (Figura 4.20).

Figura 4.20. Clasificación de la vegetación del Proyecto obtenida de fotografías aéreas



Fuente: Elaboración Propia

La Vegetación de Manglar (VM) ocupó la mayor parte de la cobertura 69.48%, seguido de Sin Vegetación Aparente (SVA) 9.58% y la Vegetación Secundaria de Matorral Costero (VS MC), mientras que las clasificaciones con menor cobertura fueron la Vegetación Secundaria de Matorral Inducido (VS MI) y la Vegetación Secundaria Arbórea Inducida (VS AI) con 3.22% y 0.89% respectivamente (Tabla 4.3).

Tabla 4.3.Caracterización de vegetación del polígono del Proyecto

ID	Tipo de Vegetación	Clave	Área	Porcentaje %
1	Vegetación de Manglar	VM	48,628.27	69.48
2	Sin Vegetación Aparente	SVA	6,707.49	9.58
3	Vegetación Secundaria de Matorral Costero	VS MC	4,815.13	6.88
4	Laguna Costera	LG	4,507.16	6.44
5	Halófitas Pioneras	HP	2,450.08	3.50
6	Vegetación Secundaria Matorral Inducido	VS MI	2,256.87	3.22
7	Vegetación Secundaria Arbórea Inducida	VS AI	621.84	0.89
		Total	**69,986.84**	100.00

Fuente: Elaboración propia

4.3.3.1.1. VEGETACIÓN DE MANGLAR EN EL POLÍGONO DEL PROYECTO

Los manglares proporcionan protección contra inundaciones y amortiguación contra tormentas y huracanes, a los que es altamente vulnerable esta región. Así mismo, dada su estrecha relación con otros ecosistemas como arrecifes de coral y pastos marinos, son pilares para la conservación de los ecosistemas costeros y los servicios ecosistémicos que proporcionan; con base en lo anterior se realizó un *Estudio de opinión técnica sobre el flujo hidrológico de manglar, medidas de compensación y como el manglar no debe ser impactado por el Proyecto FRC-II de acuerdo con la NOM-022-SEMARNAT-2003* que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, dicho estudio se presenta dentro del Anexo 4. 2 del presente expediente.

Para determinar la estructura forestal y composición de las especies de los manglares del Proyecto, se utilizó el Método de Cuadrantes Centrados en un Punto, diseñado por Cottam y Curtis (1956), y posteriormente modificado para manglares por Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli. Derivado de estos estudios se determinaron los siguientes rodales dentro del predio del Proyecto (Tabla 4.4).

Tabla 4.4. Distribución de rodales de vegetación de manglar en el predio del Proyecto

Rodales	Vegetación	Superficie (hectáreas)	Superficies (m^2)
Rodal 1	Vegetación de duna costera	1.16 ha	11,600.00
Rodal 2	Franja de *R. mangle* y *L. racemosa*	0.54 ha	5,400.00
Rodal 3	Franja de *R. mangle*	2.29 ha	22,900.00
Rodal 4	Franja de *L. racemosa*	1.45 ha	14,500.00
Rodal 5	Lagunas de inundación con *R. mangle*	1.37 ha	13,700.00
Rodal 6	Zona intermareal o área de playa	0.34 ha	3,400.00
Rodal 7	Caminos en el predio	0.25 ha	2,500.00
Superficie total		**7.40**	**74,000.00**

Fuente: Elaboración propia

Con base en la distribución de superficies mostrada por rodal, la especie más representativa del predio es el *Rhizophora mangle* (mangle rojo). Esta especie se encuentra presente de manera dominante en el Rodal 3 con una superficie de 22,900.00 m², así como en el Rodal 5 con 13,700.00 m², y en asociación con Laguncularia racemosa en el Rodal 2 con 5,400.00 m², por lo que como se puede observar presenta una clara dominancia en el sitio, desempeñando un papel fundamental en la estabilización del sustrato, la protección contra la erosión costera y la provisión de hábitat para diversas especies asociadas.

A continuación, se presentan la vegetación presente en el Predio y su relación con la NOM-059-SEMARNAT-2010 la cual establece el listado de especies que, por su condición ambiental, deben ser consideradas como protegidas en el territorio nacional, así mismo, determina el grado y tipo de protección al cual deberán someterse.

Tabla 4.5. Listado de especies presentes en el predio y su relación con la NOM-059-SEMARNAT-2010

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Lista roja (UICN)
Manglares			
Rhizophora mangle	Mangle rojo	Endémica-Amenazada	Amenazada

Laguncularia racemosa	Mangle blanco	No endémica-Amenazada	Amenazada
Conocarpus erectus	Mangle botoncillo	No endémica-Amenazada	Amenazada

Fuente: Elaboración propia

El Proyecto FRC-II no considera el aprovechamiento en ecosistemas de humedales costeros ni de los individuos de las especies descritas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*R. mangle*, *L. racemosa* y *C. erectus*), por lo tanto, se conserva la topografía, edafología y toda la vegetación original, además de que no afectará la integralidad del flujo hidrológico dentro de la planicie de inundación.

4.3.3.1.2. VEGETACIÓN DE DUNA COSTERA EN EL POLÍGONO DEL PROYECTO

La vegetación en las dunas costeras es altamente especializada, ya que tiene la capacidad de adaptarse al constante cambio de ambiente marino-terrestre. De manera general crece de forma rastrera o arbustiva, tolerando el enterramiento y el estrés hídrico, y se caracteriza por presentar hojas gruesas y cerosas (Flores y Espejel,1994; Castillo et al., 2000). Esta vegetación comparte especies de plantas que se encuentran entre el golfo de México y el Caribe; además, varía a lo largo del gradiente de mar hacia tierra adentro en respuesta al cambio medioambiental causado por la distancia hacia el océano (Jiménez- Orocio et al., 2014). Se puede clasificar en:

Vegetación halófitas pioneras: Plantas herbáceas postradas y algunas arbustivas de poca altura, ubicadas sobre la arena móvil cerca del mar, donde las condiciones de salinidad, temperatura y nutrientes son adversas (Durán, Torres y Espejel, 2010).

Vegetación de matorral costero: Se ubica generalmente al interior de la duna, en la zona más estabilizada y suelo con mayor cantidad de materia orgánica y menor salinidad, suelen ser menos tolerantes a cambios medioambientales (Durán Torres y Espejel, 2010).

Es importante mencionar que la vegetación del sitio es producto de una sucesión ecológica producto del impacto del huracán Wilma en octubre del 2005, dicho fenómeno meteorológico sedimentó por completo la vegetación pionera y de matorral, cambiando su configuración.

Con el fin de determinar la estructura y composición de la vegetación de duna costera del sitio de interés, se realizaron dos tipos de monitoreos específicos:

Transectos circulares (7) con un radio de 6 m con un área de 113.04 m² donde se tomaron los datos de cobertura por especie y alturas promedio.

Figura 4. 21. Sitio de monitoreo de transectos circulares



Fuente: Obtenida en campo

Transectos lineales (3) perpendiculares a la costa donde se tomaron las intersecciones desde la pleamar hasta llegar a la vegetación de manglar.

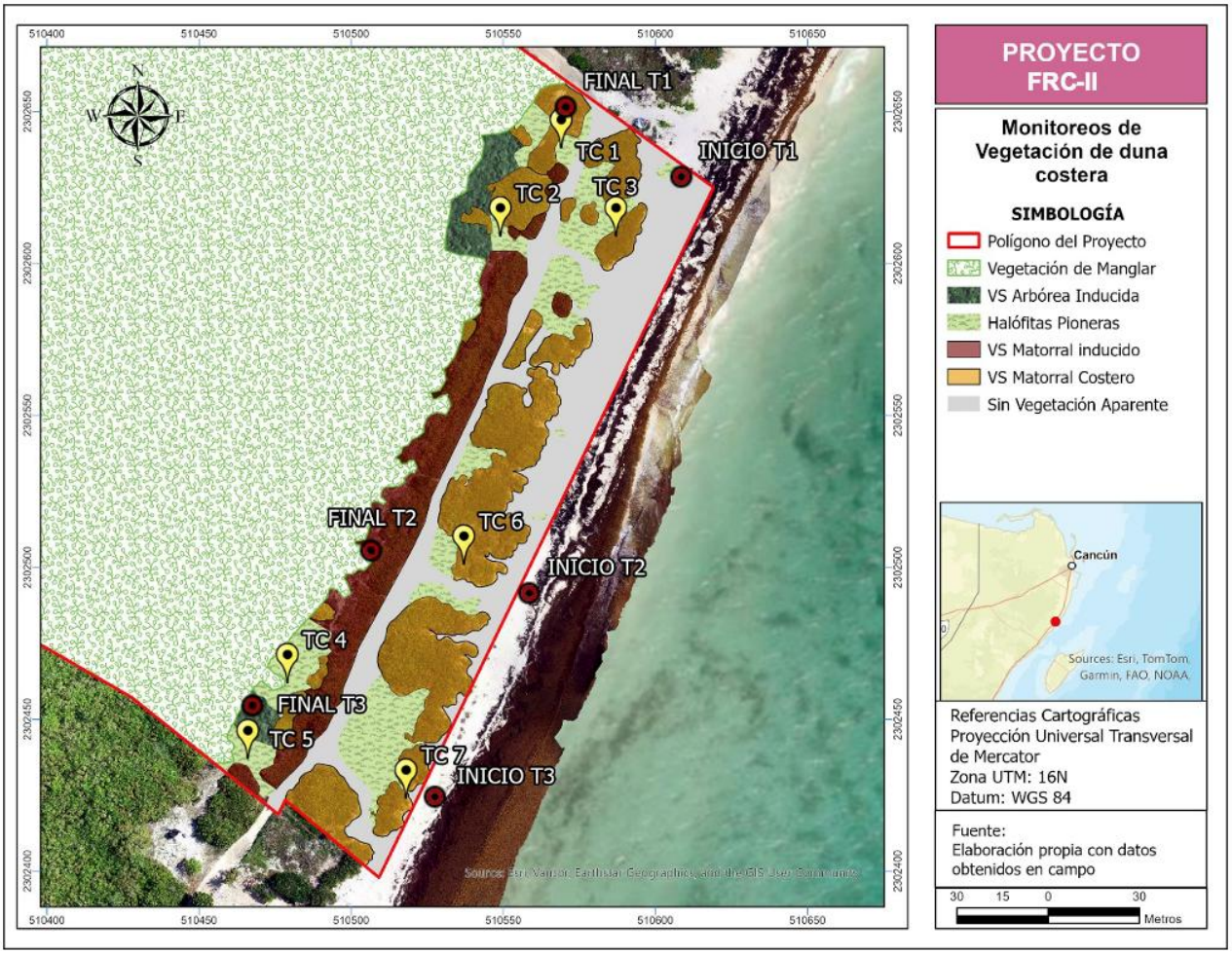
Figura 4. 22. Transecto lineal en sitio de monitoreo



Fuente: Obtenida en campo

De igual manera esta información se trasladó al ortomosaico de vegetación general (mencionado anteriormente) para obtener resultados más precisos con respecto a las coberturas.

Figura 4.23. Vegetación de duna costera dentro del predio del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

El número total de especies encontradas fue de 28, de las cuales 20 fueron localizadas en los transectos lineales perpendiculares y de igual manera 20 en los transectos circulares. A continuación, dentro de la Tabla 4.6 la se presenta la lista completa de especies encontradas:

Tabla 4.6. Vegetación de duna costera encontrada en el polígono de interés

ID	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	NATIVA/INVASORA	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
1	*Alternanthera*	Amor seco del monte	Nativa	NE	Sin estatus	NE

ID	N. CIENTÍFICO	N. COMÚN	NATIVA/INVASORA	IUCN	NOM-059-SEMARNAT-2010	CITES
	flavescens					
2	*Ambrosia hispida*	Margarita de mar, Altamisa	Nativa	NE	Sin estatus	NE
3	*Borrichia arborescens*	Té de playa	Nativa	PM/LC	Sin estatus	N/E
4	*Cakile lanceolata*	Roqueta de mar	Nativa	PM/LC	Sin estatus	N/E
5	*Cassytha filiformis*	Fideo de monte	Invasora	NE	Sin estatus	N/E
6	*Casuarina equisetifolia*	Casuarina, Pino de playa	Invasora	NE	Sin estatus	N/E
7	*Coccoloba uvifera*	Uva de playa, Uvero	Nativa	NE	Sin estatus	N/E
8	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo,	Nativa	PM	Amenazada	N/E
9	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	Nativa	PM	Sin estatus	N/E
10	*Crossopetalum rhacoma*	Guayacán	Nativa	PM	Sin estatus	N/E
11	*Dactyloctenium aegyptium*	Pasto pata de pollo	Invasora	NE	Sin estatus	N/E
12	*Distichlis spicata*	Zacate salado, Pasto salado	Nativa	PM	Sin estatus	N/E
13	*Ernodea littoralis*	Enredadera dorada	Nativa	PM	Sin estatus	N/E
14	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa,	Nativa	NE	Sin estatus	N/E
15	*Ipomoea imperati*	Campanilla de playa	Nativa	NE	Sin estatus	N/E
16	*Ipomoea pes-caprae*	Campanilla, Riñonina	Nativa	PM	Sin estatus	N/E
17	*Maytenus phyllanthoides*	Mangle dulce	Nativa	PM	Sin estatus	N/E
18	*Melanthera nivea*	Totolquelite, Botoncillo	Nativa	NE	Sin estatus	N/E
19	*Panicum amarum*	Pasto amargo	Nativa	NE	Sin estatus	N/E
20	*Pithecellobium keyense*	Guamuchil yucateco	Nativa	PM	Sin estatus	N/E
21	*Scaevola plumieri*	Baya de mar	Nativa	PM	Sin estatus	N/E
22	*Scaevola taccada*	Lechuga de mar	Invasora	NE	Sin estatus	N/E
23	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de playa	Nativa	PM	Sin estatus	N/E
24	*Spermacoce verticillata*	Culantrillo	Nativa	NE	Sin estatus	N/E
25	*Suriana maritima*	Tabaquillo	Nativa	PM	Sin estatus	N/E
26	*Tephrosia cinerea*	Frijolillo	Nativa	NE	Sin estatus	N/E
27	*Thrinax radiata*	Palma chit	Nativa	PM	Amenazada	N/E
28	*Tournefortia gnaphalodes*	Mielera, Tabaquillo	Nativa	PM	Sin estatus	N/E

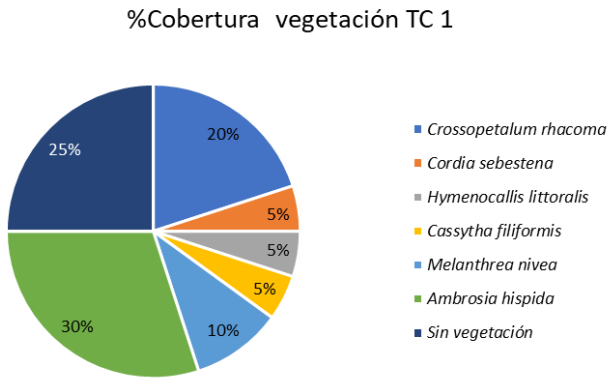
NE=No Evaluado, PM=Preocupación Menor,

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a los resultados de los transectos circulares fueron variables dependiendo del tipo de vegetación (halófita pionera y matorral) donde se ubicó, a continuación, se presentan por transecto:

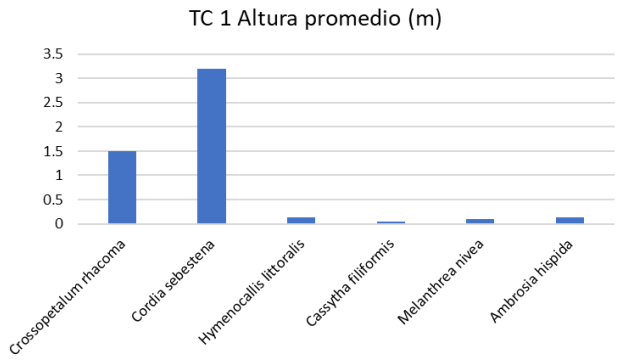
Transecto circular 1: Las coberturas más representativas de este sitio corresponden a la especie *Ambrosia* hispida con un 30%, seguida de la clasificación sin vegetación con un 25% y la especie *Crossopetalum rhacoma* como se puede observar en la Figura 4. 24 Mientras que las especies de mayor altura promedio fueron *Cordia sebestena* (3.2 m) y *Crosspetalum rhacoma* (1.5m) (Figura 4. 25).

Figura 4. 24. Porcentaje de cobertura en TC 1



Fuente: Elaboración propia

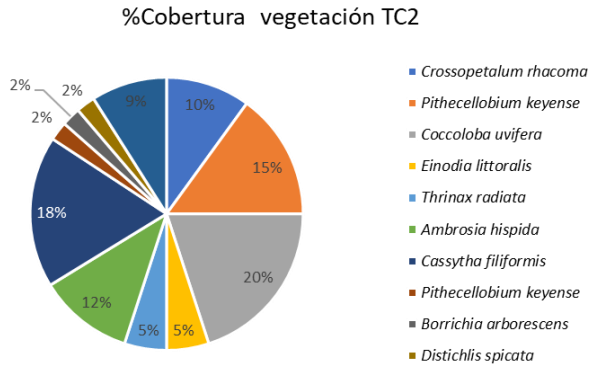
Figura 4. 25. Tabla de alturas promedio en TC 1



Fuente: Elaboración propia

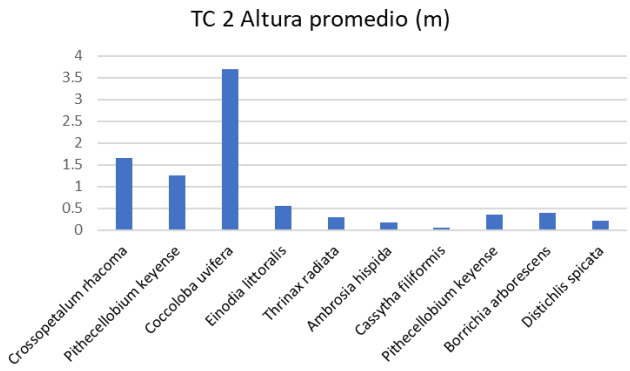
Transecto circular 2: Las coberturas más representativas de este sitio corresponden a la especie *Cocoloba uvifera* con un 20%, seguida de una especie herbácea invasora *Cassytha filiformis* con un 25% como se puede observar en la Figura 4. 26 . Mientras que las especies de mayor altura promedio fueron *Cocoloba uvifera* (1.65m) y *Crosspetalum rhacoma* (1.5m) (Figura 4. 27).

Figura 4. 26. Porcentaje de cobertura en TC 2



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. 27. Tabla de alturas promedio en TC 2



Fuente: Elaboración propia

Transecto circular 3: Las coberturas vegetales más representativas de este sitio corresponden especies arbustiva *Tornefortia gnaphalodes* (35%) y *Suriana maritima* (25%) como se puede observar en la Figura 4. 28, mismas que representan el estrato con mayor altura con 1.1 y 1.85m respectivamente (Figura 4. 29).

Figura 4. 28. Porcentaje de cobertura en TC 3

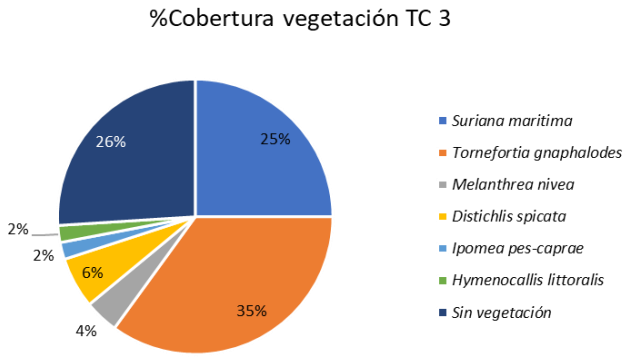
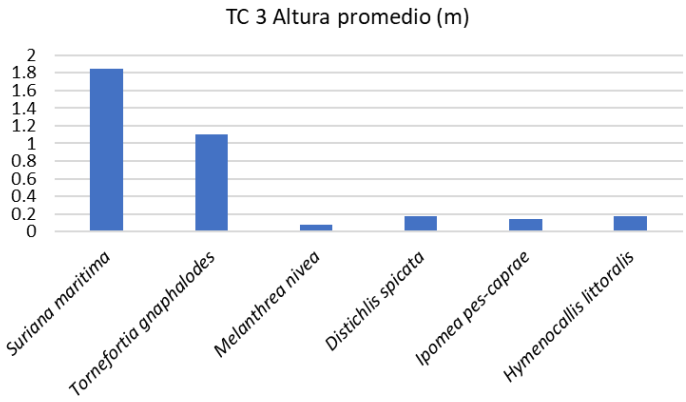


Figura 4. 29. Altura promedio en TC 3



Transecto circular 4: Las coberturas vegetales más representativas de este sitio corresponden especies arbustiva *Tornefortia gnaphalodes* y *Cordia sebestena* como se puede observar en la Figura 4. 30, Mientras que las especies de mayor altura promedio fueron *Suriana maritima* (2.2 m) y *Cordia sebestena* (1.7m) (Figura 4. 31).

Figura 4. 30. Porcentaje de cobertura en TC 4

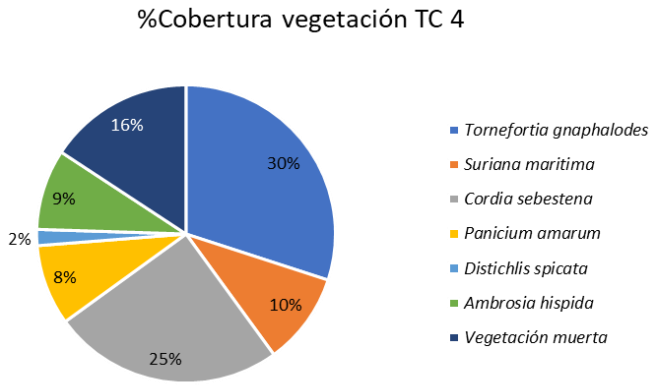
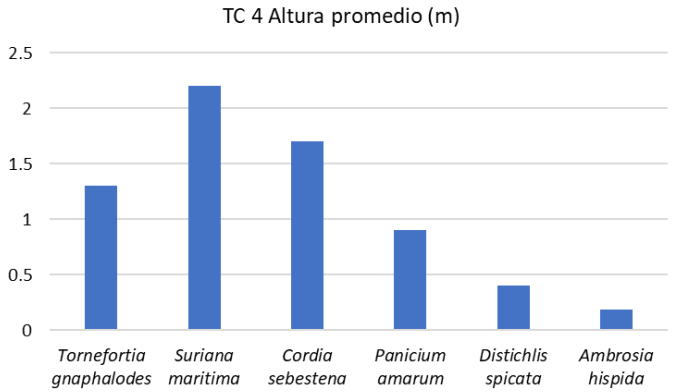


Figura 4. 31. Altura promedio en TC 4



Transecto circular 5: Las coberturas más representativas de este sitio corresponden a la especie *Ambrosia* hispida, seguida de la clasificación sin vegetación con un 25% y la especie *Crossopetalum rhacoma* como se puede observar en la Figura 4. 32. Mientras que las especies de mayor altura promedio fueron Cordia sebestena (3.2 m) y Crosspetalum rhacoma (1.5m) (Figura 4. 33).

Figura 4. 32.Porcentaje de cobertura en TC 5

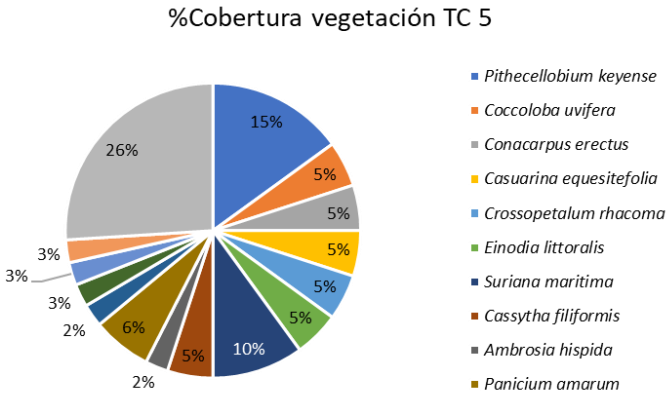
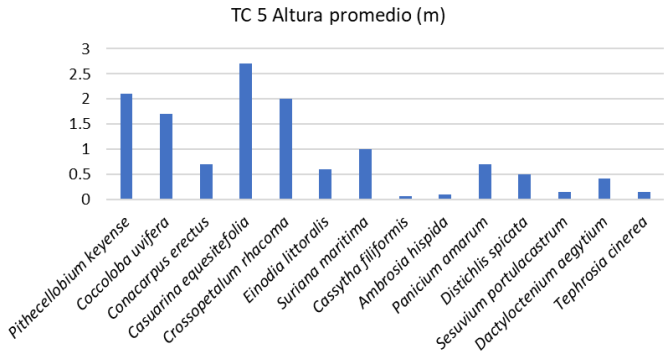


Figura 4. 33. Altura promedio en TC 5



Transecto circular 6: Las coberturas más representativas de este sitio corresponden a la especie herbácea *Distichlis spicata*, seguida de la clasificación sin vegetación con un 19% y la especie *Crossopetalum rhacoma* como se puede observar en la Figura 4. 34. Mientras que las especies de mayor altura promedio fueron Suriana maritima (2 m) y Cocoloba uvifera (1.15m) (Figura 4. 35).

Figura 4. 34. Porcentaje de cobertura en TC 6

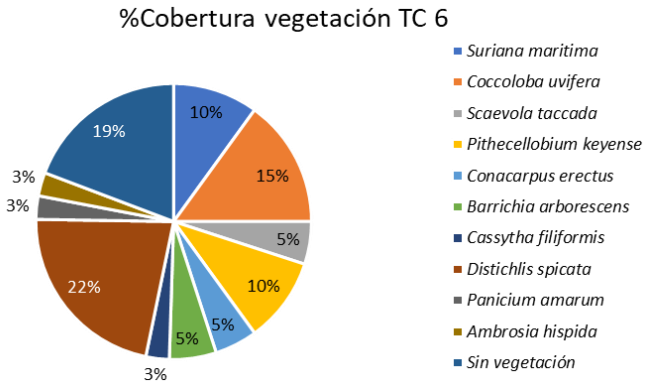
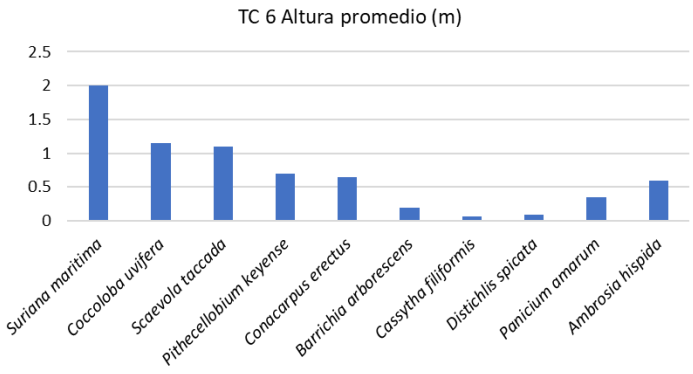


Figura 4. 35. Altura promedio en TC 6



Transecto circular 7: Las coberturas más representativas de este sitio corresponden a la especie arbustiva *Suriana maritima* con un 25% y la especie herbácea *Panicium amarum* con un 23% como se puede observar en la Figura 4. 36. Mientras que las especies de mayor altura promedio fueron Suriana maritima (2.7 m) y Pithecellobium keyense (1.7m) (Figura 4. 37).

Figura 4. 36. Porcentaje de cobertura en TC 7

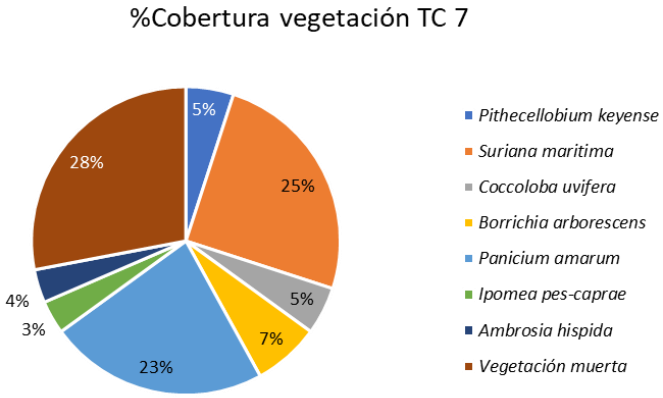
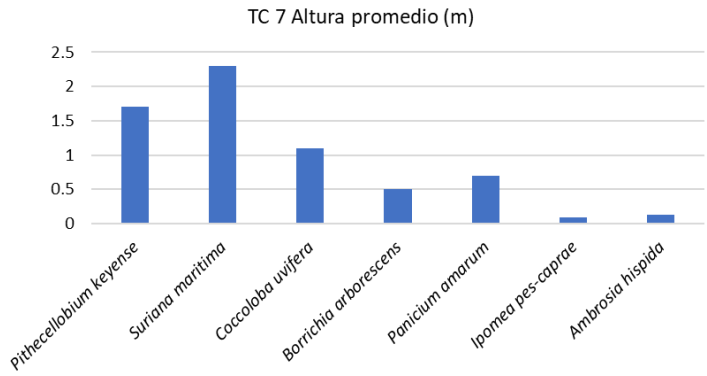


Figura 4. 37. Tabla de alturas en TC 7



El transecto linear tiene como función conocer la composición y estructura de la vegetación con respecto a la línea de costa, los principales hallazgos se comparten por transecto:

Transecto linear perpendicular 1:

El primer parche de vegetación halófitas pioneras se encuentra a 26 m de la pleamar y está compuesto por las especies *Cakile lanceolata* y *Distichlis spicata* posteriormente se encuentra una asociación de halófitas pioneras compuesta por *Panicium amarum*,

seguido por una zona cubierta por la especie arbustiva *Cordia sebestena* conocida como ciricote de playa con una altura promedio de 3 metros.

Después de la sección del camino se encontró una sección herbácea compuesta por *Ambrosia hispida*, *Distichlis spicata*, *Cassytha filiformis* y *Alternanthera flavescens*, la sección final se encontró la especie arbustiva *Maytenus phyllanthoides*, así como la frontera con ecosistema de manglar, encontrando individuos de manglar botoncillo (*Conocarpus erectus*) con una altura promedio de 2.5 m y una franja de manglar rojo (*Rizophora mangle*).



Transecto linear perpendicular 2:

El primer parche de vegetación halófitas pioneras se encuentra a 23.6 m de la pleamar y está compuesto por las especies *Distichlis spicata* y *Sesuvium portulacastrum* posteriormente se encuentra una asociación de halófitas pioneras compuesta por *Ambrosia hispida*, *Ipomoea pes-caprae* y *Panicium amarum* e inmediatamente seguida de la especie arbustiva *Scaevola plumieri* conocida como baya de mar con una altura promedio de 2.7 metros. La zona de matorrales antes del camino paralelo se compone principalmente por *Suriana marítima* y una zona de herbáceas.

Después de la sección del camino se encontró una sección amplia de la especie invasora *Scaevola taccada*, mejor conocida como lechuga de mar. Antes del llegar a la franja de manglar se encuentran una asociación de *Alternanthera flavescens*, *Cassytha filiformis*, *Distichlis spicata* y *Ambrosia hispida*.



Transecto linear perpendicular 3:

El primer parche de vegetación halófitas pioneras se encuentra a 19.3 m de la pleamar y está compuesto por la especie *Sesuvium portulacastrum* posteriormente se encuentran matorrales de las especies *Suriana maritima* y *Tornefortia gnaphalodes,* seguido de una asociación de halófitas pioneras compuesta por *Ambrosia hispida*, *Ipomoea pes-caprae*, *Melanthrea nivea*, *Hymenocallis littoralis* y *Panicium amarum*.

Después de la sección del camino se encontró una sección amplia de la especie invasora *Scaevola taccada*, mejor conocida como lechuga de mar. Antes del llegar a la franja de manglar se encuentran una asociación de *Alternanthera flavescens*, *Distichlis spicata, Cassytha filiformis* y *Ambrosia hispida*, así como árboles invasores de *Casuarina equisetifolia* de unos 4.5 metros de altura promedio.



En general el primer cordón de vegetación pionera (herbácea y arbustiva) se encuentra en buenas condiciones de acuerdo con su composición de especies nativas y la complejidad de su estructura. Sin embargo, esta situación cambia después del camino paralelo a la costa es notoria una franja de unos 200m casi continuos de *Scaevola taccada* (especie invasora), así como una especie herbácea invasora (*Cassytha filiformis*) y los individuos de *Casuarina equisetifolia*.

4.3.3.2. FAUNA

Según la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la fauna constituye el conjunto de especies animales que habitan en una región geográfica determinada. Su importancia radica en los servicios ecosistémicos que proveen, los cuales permiten la regeneración de los bosques, la limpieza del agua y el mantenimiento de la cadena alimentaria. A continuación, se detallan las especies más representativas y el impacto de su presencia en el ecosistema local.

4.3.3.2.1. AVIFAUNA

La sensibilidad de las aves ante factores como el ruido, la iluminación artificial, el movimiento humano, el desplazamiento de maquinaria y las modificaciones en la dinámica del hábitat permiten detectar alteraciones ambientales de manera temprana, lo cual resulta fundamental para orientar decisiones para la implementación de medidas de mitigación de impactos. Por ello, se realizó un muestreo visual mediante el uso de binoculares Vortex Crossfire HD 10x42, complementado con herramientas tecnológicas como las aplicaciones Merlin y eBird del Cornell Lab of Ornithology, empleadas para la confirmación de la identificación de especies a través de registros visuales y auditivos.



Se realizaron muestreos visuales de avifauna con una duración aproximada de 10 minutos, abarcando la totalidad del polígono de estudio. Como resultado del esfuerzo de muestreo se registraron un total de 15 especies y 28 individuos. Cabe destacar que no se identificaron especies incluidas en alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. La especie con mayor abundancia registrada fue el zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*), con un total de ocho individuos, como se muestra en la Tabla 4.7.**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**

Tabla 4.7. Especies de aves presentes en el polígono

ID	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	NOM-059	IUCN
1	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	2	Sin estatus	PM
2	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón Cejas Canela	1	Sin estatus	PM
3	*Dives dives*	Tordo Cantor	1	Sin estatus	PM
4	*Eudocimus albus*	Ibis Blanco	1	Sin estatus	PM
5	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	2	Sin estatus	PM
6	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	2	Sin estatus	PM
7	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	1	Sin estatus	PM
8	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	2	Sin estatus	PM
9	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	1	Sin estatus	PM
10	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	2	Sin estatus	PM
11	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	1	Sin estatus	PM
12	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor	8	Sin estatus	PM
13	*Tyrannus Couchii*	Tirano Cuír	1	Sin estatus	PM
14	*Tyrannus dominicensis*	Tirano Gris	1	Sin estatus	PM
15	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	2	Sin estatus	PM

PM= Preocupación Menor

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la poligonal se lograron identificar un total de 15 especies. No se identificaron especies que se encuentren bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y con algún estatus por la International Union for Conservation of Nature (IUCN). Otras especies que destacan son aquellas que son consideradas como exóticas o invasoras. Esto señala un estado intermedio de recuperación y alta vulnerabilidad ante disturbios y competencia biológica (Martínez-Reyes et al., 2016; NOM-059-SEMARNAT-2010). Índices de Diversidad y Equitatividad (Shannon-Wiener, Simpson y Pielou) (Tabla 4.8) Calculados para la matriz de tipos de especies del polígono:

Tabla 4.8. Índices de Diversidad y Equitatividad – Vegetación (Shannon-Wiener, Simpson y Pielou

Parámetro	Valor	Interpretación

Número de tipos de vegetación	15	Baja a media. Heterogeneidad estructural
Índice Shannon-Wiener (H')	2.51	Diversidad media-alta.
Índice de Simpson (D)	0.902	Equidad moderada, ausencia de dominancia absoluta
Equitatividad de Pielou (J')	0.92	Distribución relativamente equilibrada entre las categorías presentes

Fuente: Elaboración propia

El Índice de Shannon arrojó un valor 2.52, lo que califica al sitio con una diversidad media-alta. En términos de salud ambiental, esto sugiere que el área funciona como un refugio biológico que no muestra signos de estrés ambiental severo o dominancia excesiva de especies generalistas. La combinación de una alta riqueza de especies con una distribución muy uniforme (Pielou alto) sugiere que el sitio es un ecosistema resiliente, capaz de mantener una comunidad de aves diversa y funcional.

Los resultados obtenidos se complementan con fuentes bibliográficas y bases de datos regionales para ofrecer un panorama más completo de la avifauna potencial en el estado de Quintana Roo se han reportado 483 especies, que equivalen casi al 86 % de la ornitofauna de la Península de Yucatán, en la que se tienen registradas 564 aves. Dicho número representa el 50 % de las especies del país (Correa y MacKinnon, 2011; MacKinnon, 2017).

En el Municipio de Puerto Morelos, y con base en bibliografía realizada por la CONABIO, se documentan actualmente 277 taxones de aves nativas de los cuales 181 son residentes, 70 especies son migratorias de invierno, cinco son migratorias de verano y 21 son transitorias. Por lo que, en términos generales, la riqueza de aves en el estado es elevada, por lo que el número observado en un muestreo puntual puede quedar por debajo de la riqueza regional real (Avibase – Bird Checklists of the World, Quintana Roo, México, 2024).

La predominancia de especies costeras y generalistas en sitios urbanizados es congruente con la literatura; la urbanización y las perturbaciones antrópicas filtran las comunidades de aves, favoreciendo especies tolerantes al ruido, la iluminación artificial y la presencia humana, mientras que las especies sensibles y aquellas estrictamente asociadas a hábitats no perturbados disminuyen su presencia o son desplazadas a parches menos impactados.

4.3.3.2.2. MACROFAUNA TERRESTRE

Con respecto a la fauna terrestre se colocaron cámaras trampa en sitios diferentes del predio durante una semana, donde se logró identificar 4 especies, de las cuales las más observadas fueron el *Urocyon cinereoargenteus* y el *Felis* Catus (Tabla 4.9).

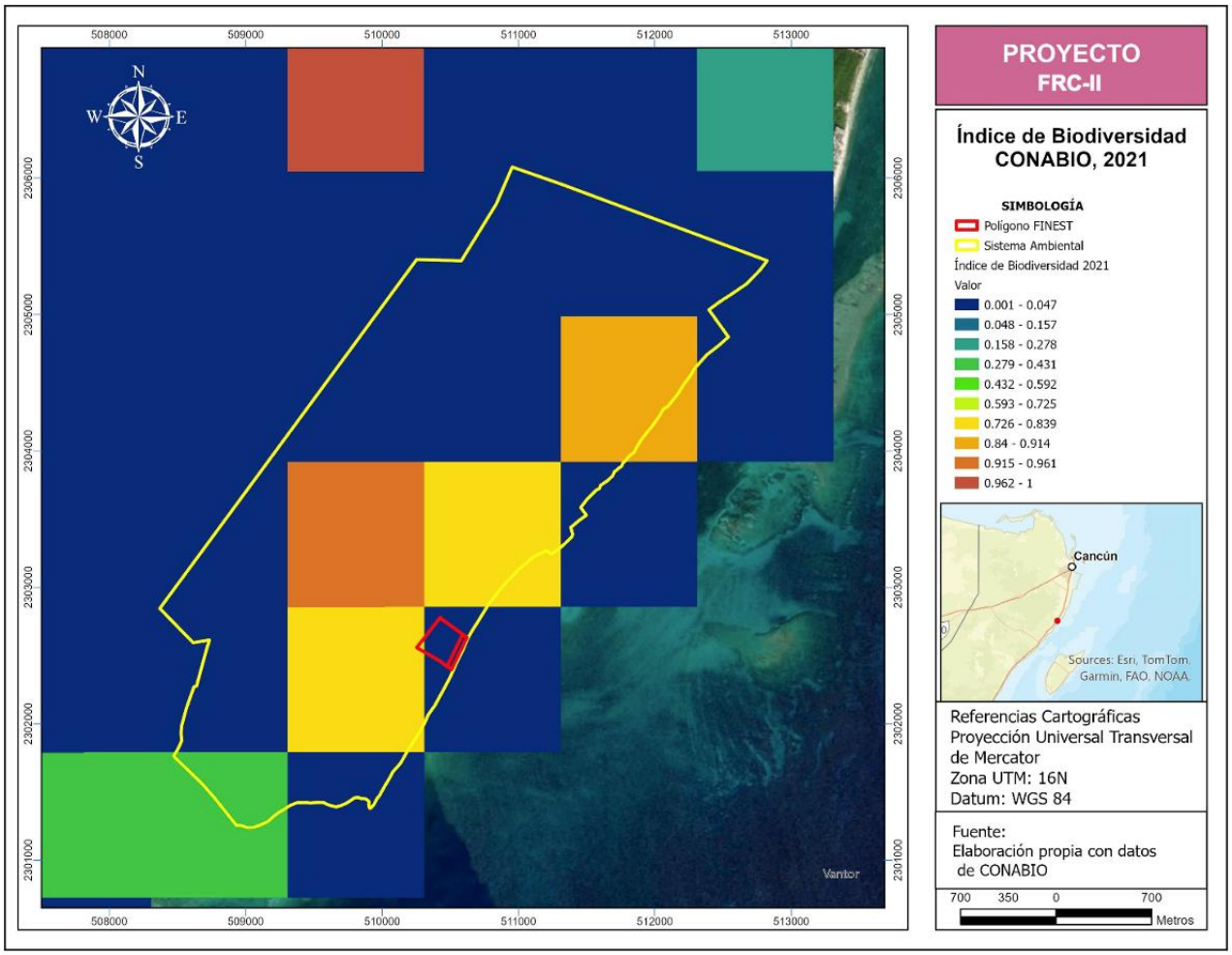
Tabla 4.9. Macrofauna presente en el Sitio

ID	CÁMARA TRAMPA	ESPECIE	N. COMÚN	NOM-059-SEMARNAT-2010	IUCN	CITES
1	1	Urocyon cinereoargenteus	Zorrita gris	Sin estatus de protección	Consideración menor	Excluido
2	1	Ortalis vetula	Chachalaca	Sin estatus de protección	Consideración menor	Apéndice III
3	1	Felis Catus	Gato feral	Sin estatus de protección	No evaluado	Excluido
4	1	*Canis lupus familiaris*	Perro feral	Sin estatus de protección	No evaluado	Excluido

Fuente: Elaboración propia

El IB muestra la interacción de la diversidad de especies de presas y depredadores junto con la diversidad funcional, la complejidad y la estabilidad para mantener la red de interacciones depredador-presa y la viabilidad de poblaciones de 9 depredadores superiores de mamíferos (jaguar, puma, lobo mexicano, coyotes, yaguarundí, ocelote, tigrillo, oso negro, y oso pardo), y 34 aves rapaces (águilas, halcones, búhos, y lechuzas) en los ecosistemas de México.

Figura 4.38. Índice de la Biodiversidad CONABIO 2021.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONABIO

4.3.4. ASPECTOS DEL MEDIO SOCIOECONÓMICO

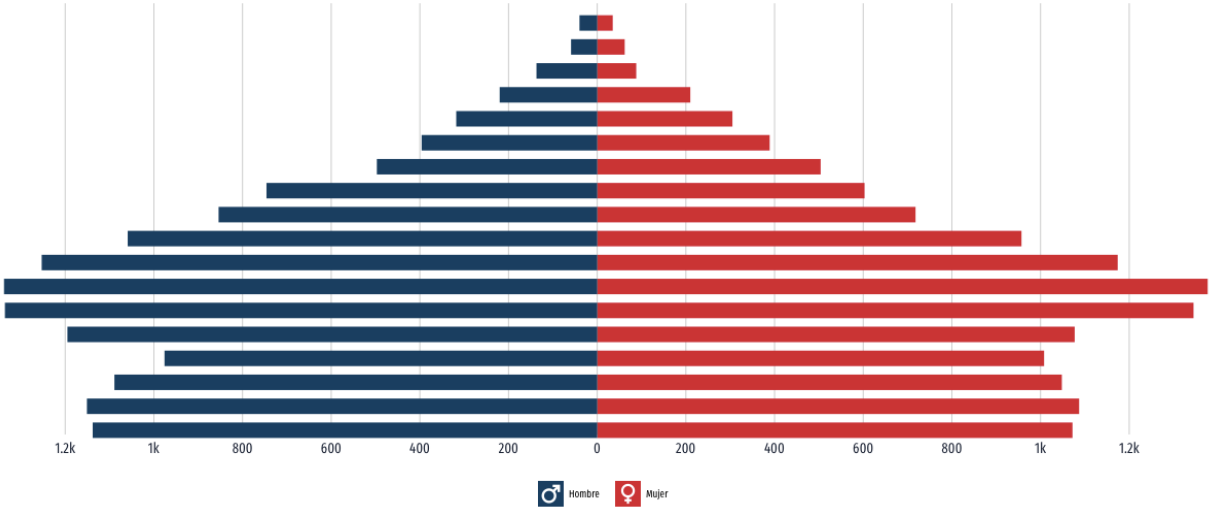
4.3.4.1. POBLACIÓN

Puerto Morelos es un municipio del Estado de Quintana Roo de reciente creación (2016). Anteriormente era una delegación de Cancún. Sin embargo, el desarrollo económico y turístico de su territorio, la recaudación de impuestos y el escaso retorno de ellos como inversión en la localidad propició la búsqueda de su transformación a Municipio. Su población habita mayormente en zonas urbanas. Cuenta con tres localidades principales: Puerto Morelos (cabecera municipal), Leona Vicario y Central Vallarta, con poblaciones de 19,205, 7,028 y 57 personas, respectivamente.

Por lo que su primer censo en 2020, la población total de Puerto Morelos fue de 26,921 habitantes, siendo el 48.6% mujeres y 51.4% hombres. Los rangos de edad que

concentraron mayor población fueron 30 a 34 años (2,715 habitantes), 25 a 29 años (2,681 habitantes) y 35 a 39 años (2,427 habitantes). Entre ellos concentraron el 29.1% de la población total. (INEGI, 2021). En la Figura 4.39 se presenta la Pirámide poblacional total de Puerto Morelos, en donde se observa la población entre hombres y mujeres y su edad.

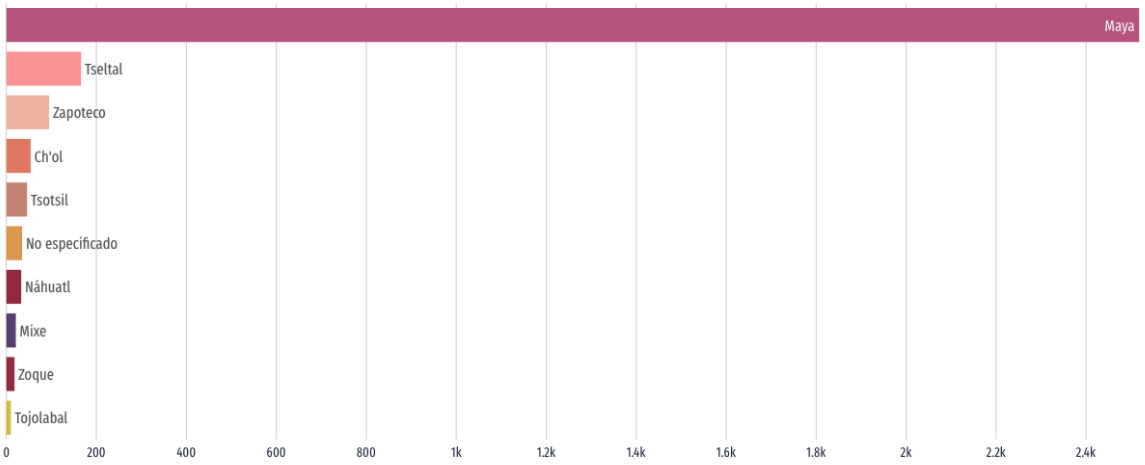
Figura 4.39. Pirámide poblacional total de Puerto Morelos, Quintana Roo, 2020



Fuente: INEGI, 2021

De la población total de Puerto Morelos, sólo 3,004 habitantes hablan alguna lengua indígena, en la Figura 4.40, se muestran 10 principales lenguas indígenas habladas por la población de Puerto Morelos. La población de 3 años y más que habla al menos una lengua indígena fue 3.04k personas, lo que corresponde a 11.3% del total de la población de Puerto Morelos. Las lenguas indígenas más habladas fueron Maya (2,518 habitantes), Tseltal (166 habitantes) y Zapoteco (95 habitantes). (Figura 4.40).

Figura 4.40. Principales lenguas indígenas habladas por la población de 3 años y más en Puerto Morelos



Fuente: INEGI, 2021

La mayor cantidad de migrantes que ingresó a Puerto Morelos en los últimos 5 años provino de Estados Unidos (143 personas), Canadá (78 personas) y Costa Rica (35 personas).

Las principales causas de migración a Puerto Morelos en los últimos años fueron vivienda (206 personas), familiares (86 personas) y personales (63 personas).

4.3.4.2. CALIDAD DE VIDA

Según el Censo de Población y Vivienda realizado por INEGI durante el 2020 en el municipio de Puerto Morelos destacan de las viviendas particulares habitadas con 2 y 1 dormitorios, 51.2% y 37.3%, respectivamente, mientras que el 12.5% representa un valor no especificado por parte de INEGI.

Con respecto a los servicios de conectividad y con datos proporcionados por el Censo de Población y Vivienda realizado por INEGI durante el 2020, el 52% de las viviendas en Puerto Morelos cuentan con acceso anterior, 39.2% disponen de computadora, mientras que, el 91.8% disponen de celular.

En el caso del acceso a las instituciones de salud, las instituciones más utilizadas según INEGI (2020), dentro del municipio fueron IMSS con 8,310.00 derechohabientes, Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular y Consultario de farmacia.

Para 2020, las opciones de atención de salud más utilizadas fueron IMSS (Instituto Mexicano del Seguro social) con 8,310 usuarios, Centro de Salud u Hospital de la SSA

Seguridad Social Popular con 8,190 usuarios y por último el servicio de Consultorio de farmacia con 5,130 usuarios.

En el mismo año, los seguros sociales que agruparon mayor número de personas fueron Seguro Popular con 11,300 derechohabientes y No Especificado con 6,830 usuarios.

4.3.4.3. CONTEXTO ECONÓMICO

4.3.4.3.1. COMERCIO

Para 2024, las principales exportaciones de Puerto Morelos fueron crustáceos frescos, refrigerados, congelados, secos, salados o en salmuera; ahumado, cocido o durante el ahumado, estos representan el 99.2% de la exportación con una venta de $1,000 053.00 millones seguido de la venta de artículos de plástico y de otros materiales, y por último candados y cerraduras de metal, la venta de crustáceos tiene como principal destino su exportación hacia Guatemala con el 53%, Hong Kong 25.8%, Japón 10.90% y por último a Estados Unidos donde únicamente se exporta 9.15%.

Las principales importaciones durante el 2024 fueron Aparatos para Filtrar o Purificar Líquidos o Gases que representó un gasto en dólares de $403,000.00, las Demás Manufacturas de Aluminio con un gasto de $62,200.00 y por último Maquinaria y Aparatos Mecánicos que tienen Funciones Individuales, no Especificadas en otra Parte $30,900.00.

4.3.4.3.2. EMPLEO Y EDUCACIÓN

Según la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), en el primer trimestre de 2025, la tasa de participación laboral en Quintana Roo fue 66%, lo que implicó una disminución de 0.057 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (66.1%). Mientras que la tasa de desocupación fue de 2.38% (23,700 habitantes), lo que implicó una disminución de 0.29 puntos porcentuales respecto al trimestre anterior (2.67%).

Para el caso de la población ocupada en el estado de Quintana Roo en el primer fue de 971,564 personas, siendo inferior en 0.39% al trimestre anterior donde se registraron 975 000 ocupados. El salario promedio mensual en el primer trimestre de 2025 fue de $8,380.00, siendo superior en $65.00 respecto al trimestres anteriores. De la población total ocupada el 39.5% fueron mujeres, mientras que el 60.5% hombres. Las ocupaciones con más trabajo durante el primer trimestre de 2025 fueron las siguientes: empleados de ventas, despachadores y dependientes de comercios, cajeros, taquilleros y receptores de apuestos, así como albañiles, mamposteros y afines.

En el rubro de educación para 2020, los principales grados académicos de la población de Puerto Morelos fueron secundaria 5,170 personas (26.7%), preparatoria o bachillerato

general 4,630 personas (23.9%) y licenciatura 4,490 personas (23.2%). Con respecto a la tasa de analfabetismo de Puerto Morelos, en 2020 se reportó una taza de 3.5% del total de la población con analfabetismo, del cual 44.9% corresponde a hombres y el 55.1% restante a mujeres. Según la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) las matrículas más demandadas en Puerto Morelos fueron administración de empresas, diseño curricular y pedagogía.

4.3.5. PAISAJE

Un paisaje es un mosaico espacial donde interactúan de manera dinámica los sistemas naturales (relieve, clima, suelos, agua, flora y fauna) y las actividades humanas (usos del suelo, infraestructura, asentamientos), formando una unidad perceptible del territorio. Su descripción es esencial para evaluar la conectividad ecológica, la biodiversidad y los impactos potenciales de un proyecto.

Integra tres dimensiones esenciales:

- Dimensión Estructural (El Mosaico): El paisaje es un patrón espacial compuesto por un conjunto de unidades ambientales o parches (ej. un bosque, un humedal, una zona agrícola, un área urbana) interconectados por corredores (ej. ríos, cercas vivas, caminos) e inmersos en una matriz que es el tipo de cobertura dominante. Esta estructura no es aleatoria; responde a gradientes ambientales (altitud, suelo, clima) y a la influencia humana.
- Dimensión Funcional (Los Procesos): El paisaje es un sistema de flujos y procesos. La estructura espacial facilita u obstruye el movimiento de energía, materia y organismos. Procesos ecológicos clave como el ciclo del agua, la dispersión de semillas, la polinización, la migración de fauna y la dinámica de nutrientes dependen de la conectividad funcional del mosaico paisajístico. Una alteración en la estructura (como la fragmentación por una carretera) impacta directamente en estos procesos.
- Dimensión Temporal (La Dinámica): El paisaje no es estático. Evoluciona por fuerzas naturales (sucesión ecológica, incendios, cambios climáticos) y antrópicas (cambio de uso de suelo, urbanización, manejo de recursos). Para una MIA, es crucial entender la trayectoria histórica del paisaje y proyectar sus tendencias de cambio con y sin el proyecto propuesto.

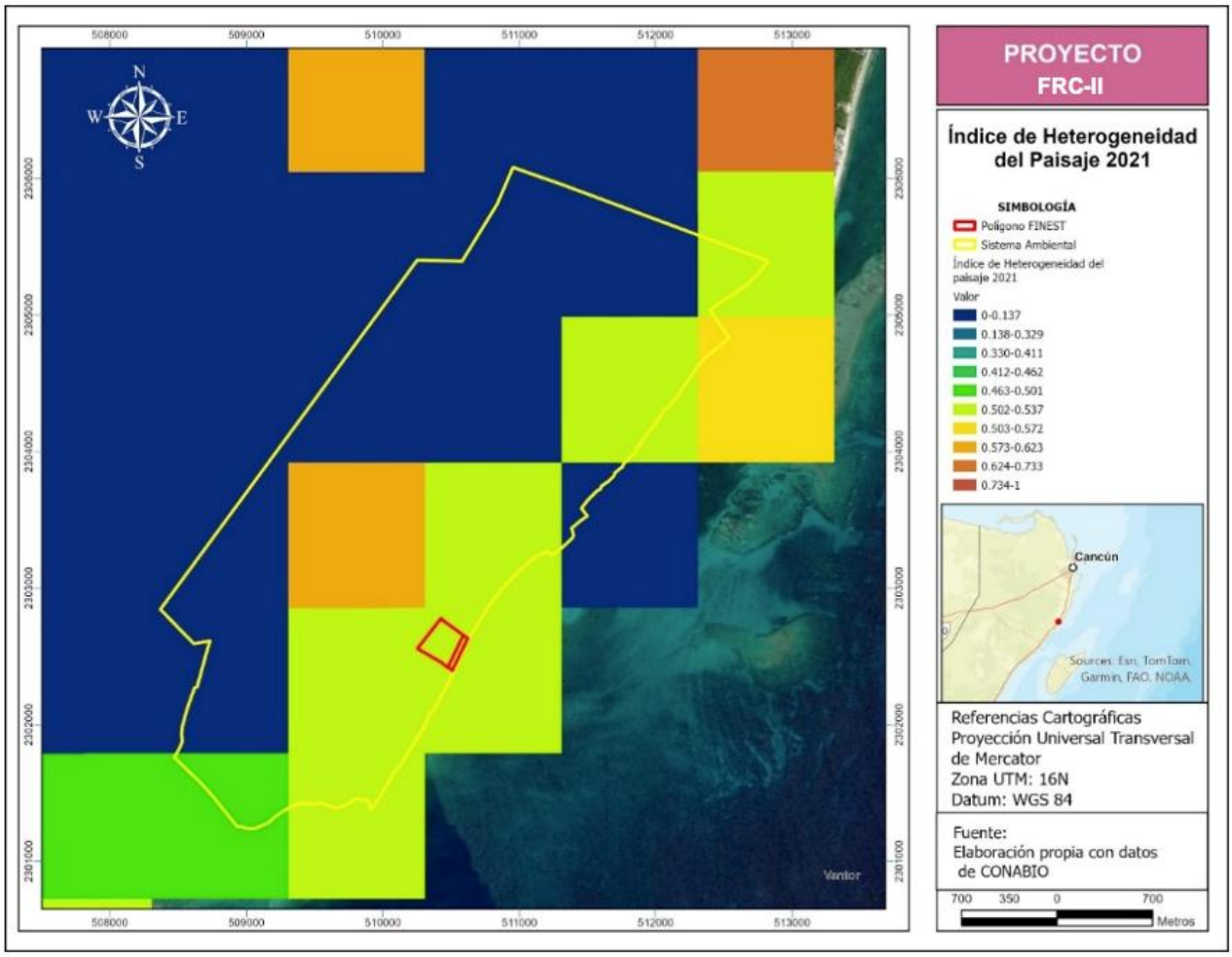
El Índice de Heterogeneidad del paisaje (IHP) en las redes de interacción de depredadores y presas es un indicador latente de 3er nivel en el sistema jerárquico de evaluación de la integridad ecológica de México. El IHP integra la superficie de áreas naturales para la serie 1 de vegetación y uso de suelo de INEGI (Circa 2021); y la

integración de modelos de distribución de 238 especies de mamíferos, y 34 especies de aves rapaces.

El análisis del IHP indica que el Paisaje en el que se encuentra inserto el Proyecto cuenta con una estructura espacial diversificada y caracterizada dentro de 4 rangos, los cuales van desde el 0.137 hasta el 0.623, (Figura 4.41); la zona que va desde los 0 a 0.137, representa núcleos de alta homogeneidad, asociados a coberturas dominantes y continuas que mantienen la integridad ecológica del sitio. Por el contrario, los rangos intermedios y superiores de 0.502 a 0.623 evidencian la presencia de un mosaico paisajístico con un grado de fragmentación moderado a alto. Mientras que el segmento comprendido entre0.502 y 0.572 sugiere zonas de transición donde la matriz natural interactúa con elementos antrópicos, y los valores máximos registrados de 0.573 a 0.623 identifican los sectores con mayor complejidad estructural y efecto de borde.

Por lo que el SA presenta una capacidad de absorción visual diferenciada: las zonas de bajo IHP son las más vulnerables ante cambios en el relieve y cobertura, mientras que las zonas con valores superiores a 0.500 demuestran una configuración ya intervenida, lo que permite una integración paisajística del proyecto con un impacto visual menor en comparación con las áreas prístinas del sistema.

Figura 4.41. Índice de Heterogeneidad del paisaje (IHP) del SA del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

4.3.5.1. VALORACIÓN DEL PAISAJE

El Índice de Impacto Humano (IIH) es un indicador numérico que mide el grado de alteración de un ecosistema debido a las actividades antrópicas, considerando factores como el cambio de uso de suelo, la fragmentación del hábitat, la densidad poblacional y la infraestructura.

Para la zona del Proyecto, el IIH reportado fluctúa entre 0.627 y 0.658. Estos valores sitúan al predio en una categoría de Impacto Humano Moderado-Alto. Esta puntuación se analiza bajo los siguientes criterios:

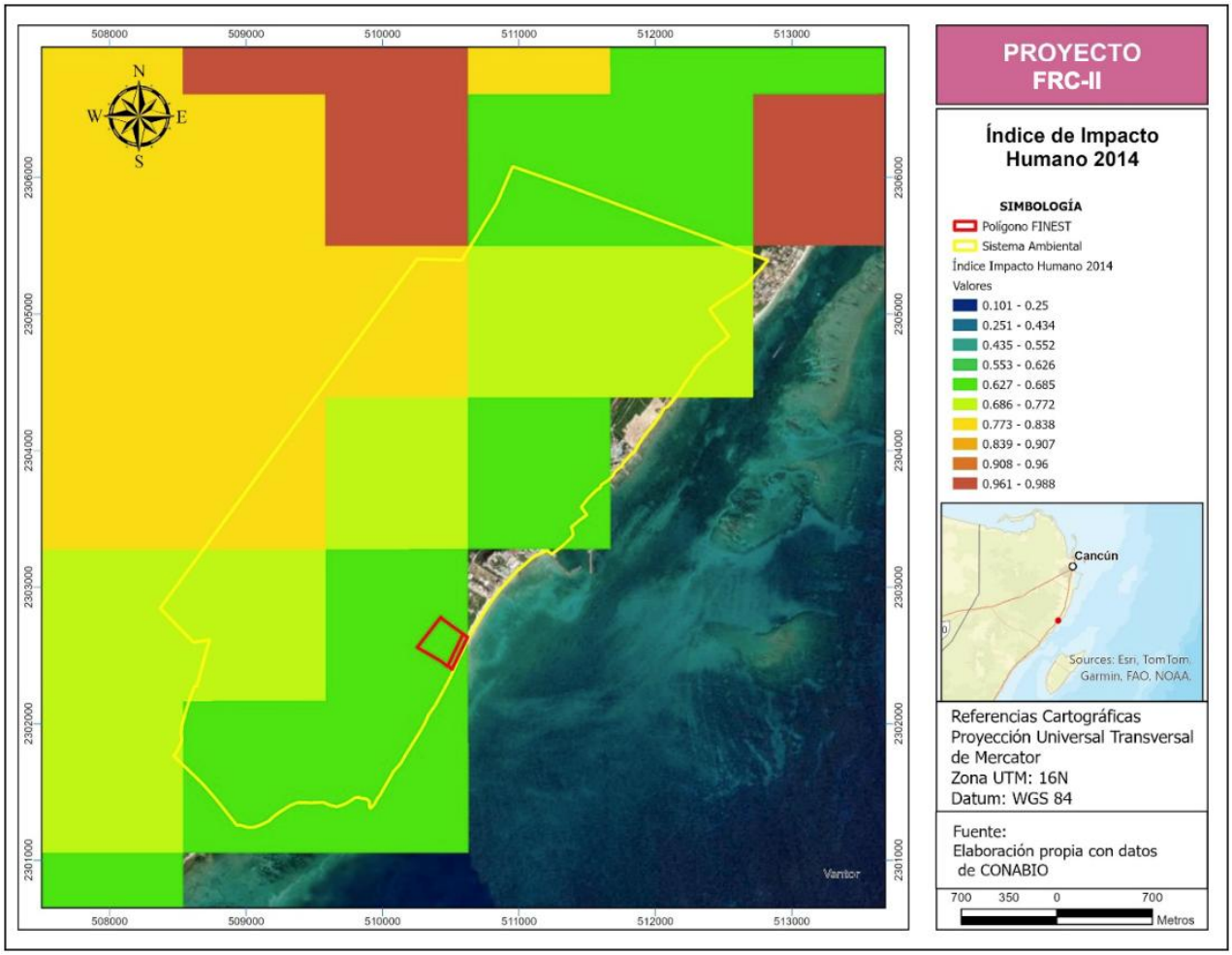
- Transformación del Paisaje: Un valor superior a 0.60 indica que el ecosistema original ha experimentado modificaciones significativas. En el contexto del Sistema Ambiental esto se relaciona con la apertura de brechas, la presencia de

infraestructura turística colindante y la fragmentación de la vegetación nativa debido al crecimiento urbano de Puerto Morelos.

- Presión sobre la Biodiversidad: El rango de 0.627 a 0.658 es congruente con los hallazgos del diagnóstico de fauna, donde se observó una dominancia de especies generalistas y sinantrópicas (como el zanate mayor y fauna feral). Un impacto humano de esta magnitud actúa como un filtro ambiental donde ya se ha desplazado a las especies más sensibles hacia zonas con un IIH más bajo.
- Conectividad Ecológica: Aunque el impacto es considerable, el hecho de no alcanzar valores cercanos a 1.0 (impacto total/urbano crítico) sugiere que el área aún conserva funciones ecológicas vitales, como la protección costera en las dunas, que deben ser preservadas por el Proyecto.

El desarrollo del Proyecto en un sitio con un IIH de 0.658 implica que no se está interviniendo un ecosistema virgen o prístino. Por el contrario, el proyecto se establece en una zona que ya presenta una inercia de degradación, lo que representa una oportunidad para estabilizar el índice de impacto. Mediante un diseño arquitectónico sustentable y la conservación de las áreas de manglar y duna el proyecto puede evitar que el IIH evolucione hacia niveles de degradación crítica, ordenando el uso del suelo y limitando el acceso descontrolado que contribuye a la fragmentación del hábitat.

Figura 4.42. Índice de Impacto Urbano



Fuente: Elaboración propia

4.3.5.2. INDICE DE INTEGRIDAD ECOSISTÉMICA (IIE)

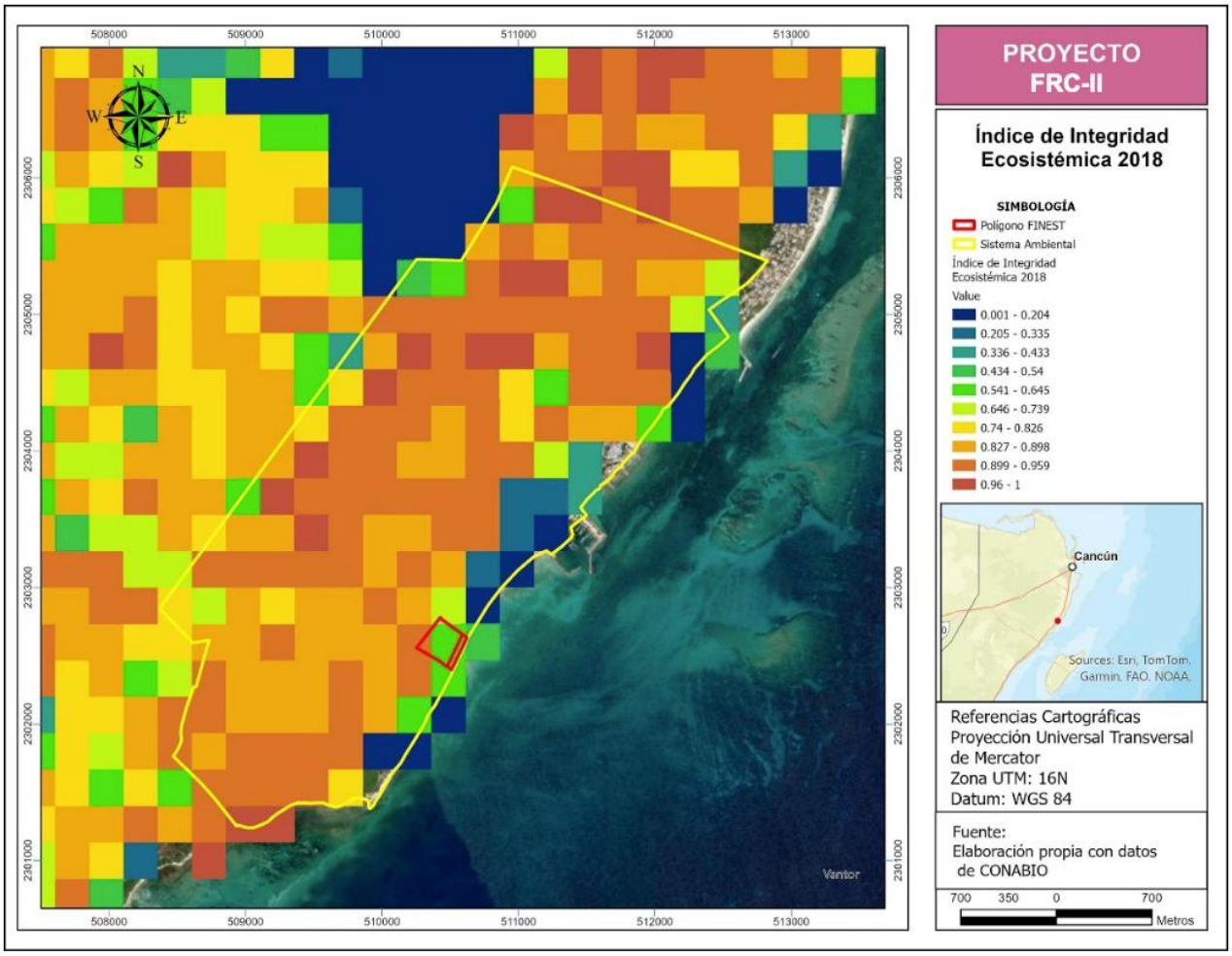
La integridad ecosistémica se define como la capacidad que poseen los ecosistemas para auto mantenerse, auto regenerarse y autoorganizarse en concordancia con los factores locales. El índice de integridad ecosistémica parte de un modelo conceptual llamado de tres capas (contextual, instrumental y latente), en el cual se establece la relación entre las características abióticas (climático-geográficas) y bióticas (principalmente de la estructura de la cobertura vegetal) con la condición del ecosistema. Mediante la aplicación de una red bayesiana (modelo probabilístico gráfico), se estima la condición (Índice de Integridad Ecosistémica o IIE por sus siglas) en cada celda de 250 x 250 m de resolución sobre la superficie terrestre de todo el país (México), partiendo de datos obtenidos directamente en campo y datos provenientes de sensores remotos.

Derivado del Análisis del Índice de Integridad Ecosistémica (IIE) se determinó que, el SA esta caracterizado por una alta escala de integridad, la superficie del SA se determina dentro de los siguientes rangos:

- Rango de Integridad Crítica (0.889 a 0.959): Corresponde a la superficie más representativa del SA. Estos valores indican una integridad funcional óptima, donde los procesos ecológicos (ciclos hidrológicos, flujos de energía y dinámica de nutrientes) se mantienen prácticamente inalterados por actividades humanas, esto principalmente ocurre en la superficie del manglar donde el Proyecto no considera realizar ningún impacto o acción sobre este.
- Rango de Integridad Alta (0.827 a 0.898): Representa la segunda categoría con mayor presencia en el área. Indica ecosistemas con una estructura biótica bien conservada y una alta capacidad de resiliencia frente a perturbaciones externas.
- Zonas de Transición y Antropización (Valores desde 0.001): Identifican áreas puntuales con pérdida de cobertura original o presencia de infraestructura existente, donde la funcionalidad ecosistémica ha sido degradada.
- Rango de 0.541 a 0.645: De acuerdo con la Figura 4.43, se puede observar que específicamente la Zona del Proyecto se ubica en una zona de Integridad Ecológica perturbada, reafirmando así la perdida de las características prístina del sitio.

Una vez descritos los rangos de IIE es posible observar que la mayoría de la superficie del SA se ubica dentro de 0.889 a 0.959 (lo que denota una integridad ecosistémica casi prístina, sin embargo, estas zonas pertenecen al ecosistema de manglar, dentro de la cual el presente Proyecto no considera realizar trabajos y actividades. Dado que el polígono de intervención se localiza en zonas con menor integridad, el desarrollo del Proyecto no comprometerá los núcleos de alta funcionalidad biótica, garantizando así la prevalencia del estado original y la continuidad de los servicios ambientales del SA.

Figura 4.43. Índice de Integridad Ecosistémica del SA del Proyecto



Fuente: Elaboración propia

4.4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El presente diagnóstico describe la configuración ambiental del SA del Proyecto, el cual se encuentra dentro de una zona de alta sensibilidad ecológica caracterizada por la interacción directa entre el medio marino y el terrestre. Este tipo de sistema compuesto por dunas y manglares constituye una unidad geomorfológica y biótica esencial para la estabilidad del litoral en la Península de Yucatán.

La importancia de este sistema radica en su capacidad de resiliencia climática. El conjunto funciona como una barrera mecánica natural frente a fenómenos hidrometeorológicos de gran magnitud, tales como huracanes y eventos de "Norte". Mientras que las dunas actúan como reservorios de sedimento y defensa ante el oleaje,

los manglares operan como sistemas de amortiguamiento contra inundaciones y reguladores del flujo hídrico.

El análisis aquí expuesto se fundamenta en estudios técnicos de sitio (topografía de detalle y caracterización de duna costera) y se alinea con el marco jurídico vigente, particularmente las normas NOM-022-SEMARNAT-2003 y NOM-059-SEMARNAT-2010.

4.4.1. Análisis de los compontes bióticos

4.4.1.1. Manglar

El ecosistema de manglar dentro del polígono se clasifica bajo dos tipos fisonómicos distintos, evaluados mediante la metodología de Cottam y Curtis (1956) y Cintrón-Molero:

- Manglar de Cuenca: Caracterizado por una asociación mixta de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e individuos dispersos de *Conocarpus erectus*. Se reporta un estado de conservación óptimo y vigor vegetativo alto.
- Manglar de Borde-Cuenca: Establecido sobre lagunas de inundación temporal, con una dominancia del 100% de *Rhizophora mangle*.

Como se mencionó anteriormente, el sistema se sustenta sobre una planicie de inundación alimentada por aportes del manto freático y precipitaciones. Un aspecto importante para mencionar es que la ausencia del manglar con una conexión superficial abierta con el mar limita el aprovechamiento total de sus servicios ecosistémicos, aunque mantiene su función vital de filtración y amortiguamiento de inundaciones.

4.4.1.2. Vegetación de Duna Costera

Derivado del análisis de composición y caracterización de la vegetación presente en el predio, se registró una riqueza total de 28 especies, con una distribución equilibrada en ambos métodos de muestreo aplicados. De la vegetación de dunas encontrada, se puede clasificar en:

- Vegetación halófitas pioneras: Plantas herbáceas postradas y algunas arbustivas de poca altura, ubicadas sobre la arena móvil cerca del mar, donde las condiciones de salinidad, temperatura y nutrientes son adversas (Durán, Torres y Espejel, 2010).
- Vegetación de matorral costero: Se ubica generalmente al interior de la duna, en la zona más estabilizada y suelo con mayor cantidad de materia orgánica y menor salinidad, suelen ser menos tolerantes a cambios medioambientales (Durán Torres y Espejel, 2010).

Es importante mencionar que la vegetación del sitio es producto de una sucesión ecológica producto del impacto del huracán Wilma en octubre del 2005, dicho fenómeno meteorológico sedimentó por completo la vegetación pionera y de matorral, cambiando su configuración.

En general el primer cordón de vegetación pionera (herbácea y arbustiva) se encuentra en buenas condiciones de acuerdo con su composición de especies nativas y la complejidad de su estructura. Sin embargo, esta situación cambia después del camino paralelo a la costa es notoria una franja de unos 200m casi continuos de *Scaevola taccada* (especie invasora), así como una especie herbácea invasora (*Cassytha filiformis)* y los individuos de *Casuarina equisetifolia*.

4.4.1.3. Fauna

El diagnóstico de la fauna silvestre revela una comunidad animal característica de entornos costeros con perturbación antrópica, donde la riqueza y abundancia de especies se encuentran limitadas por la fragmentación del hábitat. El registro de 15 especies de aves y 4 de macrofauna revela un ecosistema con una diversidad biótica simplificada. La ausencia de especies bajo categorías de protección especial (NOM-059-SEMARNAT-2010) y la baja densidad de individuos (28 aves en total) sugieren que el área ha perdido su capacidad original para albergar especies de alta sensibilidad biológica. Sin embargo, la presencia de la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) indica que aún existe una base de recursos que permite la permanencia de mesodepredadores nativos.

- Con respecto a la avifauna dentro del predio del Proyecto, las aves son consideradas indicadores biológicos de alta precisión, ya que su sensibilidad a factores como el ruido, la iluminación artificial, el movimiento humano y el desplazamiento de maquinaria permite detectar alteraciones ambientales de manera temprana. En contraste con las 483 especies reportadas para Quintana Roo y las 277 documentadas para el municipio de Puerto Morelos (CONABIO, 2024), la riqueza observada en el sitio es baja. Esta diferencia se puede atribuir a que el muestreo fue puntual y a que la urbanización actúa como un "filtro ambiental", desplazando a especies sensibles hacia hábitats menos impactados. En el área de estudio se identificaron un total de 15 especies y 28 individuos, mostrando una clara dominancia del zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*) con 8 individuos registrados, de igual manera, es relevante mencionar que no se identificaron especies incluidas en categorías de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Por otra parte, con respecto a la fauna Terrestre se identificaron 4 especies. Los registros más frecuentes correspondieron a la zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y al gato doméstico (*Felis catus*), la prescencia marcada de estas especies de fácil adaptación dentro del área del Proyecto se debe a que dicha comunidad ha ido adaptándose a la alteración de la zona que, aunque aún moderada ha ido en constante aumento, lo que permite diagnosticar la Perdida de

condiciones prístinas de la zona, dado que no se identificaron poblaciones en riesgo ni hábitats críticos para especies protegidas, el área se considera apta para el desarrollo del Proyecto, siempre y cuando se implementen medidas de mitigación que impidan que el impacto del ruido y la luz afecte a la comunidad presente de avifauna.

4.4.2. Análisis de los componentes abióticos

Duna costera

Con base en el estudio de caracterización de dunas se pudo concluir que el predio del Proyecto cuenta con un sistema de defensa costera altamente funcional, compuesto por la interacción de la playa con las dunas identificadas, siendo estas una barrera física escencial contra fenómenos hidrometeorológicos como huracanes y nortes. La caracterización topográfica confirmó que la supraplaya mantiene una dinámica activa hasta alcanzar la estabilidad en las dunas terciarias, por lo que, la preservación de esta morfología es crítica para la resiliencia del frente costero ante el oleaje intenso y las variaciones del nivel del mar. Sin embargo, como se ha mencionado a lo largo del presente Capítulo el Proyecto considera una estrategia de "impacto menor" sobre el sistema de dunas físicas, al usar construcciones pilotadas en la zona de movimiento de sedimento, de esta forma promoviendo la conservación y la integridad del paisaje, así como la continuidad de los servicios ambientales de protección civil y biológica están garantizadas. La zona estable duna terciaria y transgresiva se identifica como el área con mayor aptitud para el despliegue de infraestructura, siempre que se respete la dinámica sedimentaria del sistema supraplaya.

Medio Socioeconómico

La ubicación específica del Proyecto dentro del Sistema Ambiental y el Municipio de Puerto Morelos hace que este se posicione como un punto económico del Municipio, además de que el enfoque en su diseño sobre la conservación de los ecosistemas de presentes en el predio hace que este sea más atractivo para el turismo nacional e internacional, lo que creará la necesidad de contratar personal de la zona haciendo que exista mayor derrama económica y mayores ingresos para la población local. Asimismo, la infraestructura del proyecto ese alinea con las tendencias de crecimiento del municipio, reforzando un modelo de desarrollo que protege los recursos naturales que sostienen la balanza comercial de la región. Por lo que se determina la viabilidad del Proyecto hotelero en la zona de Punta Bravo y su capacidad para integrarse armónicamente con la economía y la sociedad de Puerto Morelos.

4.4.1. PROBLEMÁTICA AMBIENTAL IDENTIFICADA

La problemática ambiental del SA se centra en una dinámica de crecimiento, específicamente el predio del Proyecto se encuentra envuelto en un ciclo de sucesión ecológica interrumpida; tras la devastación del huracán Wilma en 2005, el ecosistema de

dunas inició un proceso de autogeneración que hoy se ve comprometido por un Índice de Impacto Humano de 0.658. Esta cifra no es solo un número, sino el reflejo de una fragmentación física donde la vegetación halófita pionera y el matorral esencial para la fijación de sedimentos y la mitigación del estrés hídrico no han logrado alcanzar una estructura madura debido a la apertura de brechas y la presencia de infraestructura turística colindante. Esta degradación del paisaje genera un impacto negativo que presiona directamente sobre los núcleos de manglar, los cuales, a pesar de mantener una integridad ecosistémica casi prístina, comienzan a quedar aislados de sus flujos de nutrientes y sedimentos provenientes de la costa.

La problemática se agrava al observar que la pérdida de cobertura vegetal especializada ha transformado el predio en un filtro ambiental en donde se adaptan de mejor manera especies generalistas y fauna feral, desplazando a la biodiversidad nativa que depende de un ecosistema con mayor estabilidad. Al debilitarse la barrera de matorral costero, el suelo queda expuesto a una mayor salinidad y erosión, lo que a su vez altera la microtopografía necesaria para que la duna funcione como una defensa eficiente ante el cambio climático. En este escenario de vulnerabilidad, el predio ha dejado de funcionar como una zona de amortiguamiento efectiva para convertirse en un área de inestabilidad ecológica. Sin una intervención que ordene el uso del suelo y rescate los servicios ambientales, el sitio continuará perdiendo su capacidad de resiliencia, lo que eventualmente provocará una degradación irreversible de la duna y pondrá en riesgo la conectividad hidrológica y biológica con el sistema de manglares, comprometiendo la salud integral de todo el paisaje costero, por lo que el presente Proyecto considera medidas que disminuya la degradación del sitio.

- **Análisis de vulnerabilidad y riesgo ante el cambio climático**

La principal vulnerabilidad de la zona está relacionada con los fenómenos hidrometereológicos, la erosión costera, el aumento del nivel del mar y recientemente la acumulación por acumulación masiva del sargazo.

Si bien en la zona se encuentra una barrera arrecifal, esta no es continua y justo enfrente de la zona de interés no está presente dicha protección natural, por lo que la dinámica del oleaje es mayor que en zonas con protección. Esto se traduce en como una marea de tormenta amplificada, la sobreelevación del nivel del mar durante un ciclón no encuentra resistencia, permitiendo que ondas de choque y marejadas penetren con mayor velocidad y masa de agua hacia la costa. Esto convierte lo que sería una inundación gradual en un impacto erosivo de alta intensidad que pone en riesgo directo los cimientos de cualquier estructura situada en la zona costera.

A este problema se suma el Aumento del Nivel del Mar (ANM), proyectado regionalmente en una tasa que podría alcanzar los 0.25 m para el año 2050. Este ascenso, combinado con una erosión costera que en Puerto Morelos ya registra pérdidas de hasta 5 metros de línea de playa en años críticos, genera un escenario de "compresión costera".

Al no contar con un arrecife la Duna actúa como una zona de absorción de impacto directo, si se compromete la composición de esta se corre alto riesgo de erosión costera y un mayor impacto del tren de oleaje.

El ecosistema de manglar debe entenderse como la pieza más crítica de la infraestructura de protección pasiva del predio. Su función principal es actuar como una esponja hidrológica de gran capacidad que regula los excedentes de agua durante eventos hidrometeorológicos extremos. Esta capacidad de absorción resulta vital debido a la brecha en la barrera arrecifal frente al sitio, ya que cualquier volumen de agua que logre sobrepasar la duna costera buscará naturalmente las zonas bajas del manglar para ser filtrado y drenado hacia el acuífero.

Los ecosistemas de manglar, duna costera y mar deben de considerarse desde una perspectiva integral, donde alterar uno altera al siguiente. Si se mantienen las estructuras y componentes esenciales se aumenta la resiliencia ante los efectos del cambio climático.

4.5. CONCLUSIONES

El diagnóstico ambiental integrado en este capítulo permite concluir que el SA presenta una clara diferencia en términos de conservación y funcionalidad. Por un lado, se identifica la presencia de ecosistemas de manglar de alto valor biológico y servicios ambientales críticos, característicos de un sistema prístino, el cual envuelve el Proyecto; mientras que el polígono destinado al Proyecto se localiza en una zona de transición que ha experimentado una degradación acumulativa lo cual se ve reflejado en el Índice de Impacto Humano (IIH) de 0.658 y una integridad ecosistémica perturbada de 0.541. Esta condición es el resultado de una dinámica de fragmentación urbana y los efectos residuales de los fenómenos meteorológicos que han sucedido en la zona los cuales impactaron directamente en la sucesión ecológica dejándola incompleta y con una vegetación de duna vulnerable.

La problemática identificada no reside en la sensibilidad del predio por sí mismo, sino en su creciente degradación y pérdida de biodiversidad causada por factores humanos y fenómenos meteorológicos. El análisis de los transectos y la caracterización botánica confirman que el sitio ha perdido su carácter prístino, funcionando actualmente como un foco de presión hacia los núcleos de conservación colindantes. Por lo tanto, la intervención mediante un desarrollo ordenado y sustentable no solo es viable, sino necesaria para la estabilización del SA. El presente Proyecto puede observarse como la estrategia de gestión adecuada para consolidar un frente de protección costera, restaurar la estructura, composición y conectividad del matorral, así como evitar que la degradación antropogénica actual afecte directamente el ecosistema de manglar, garantizando así la permanencia de los servicios ambientales en el largo plazo.

4.6. BIBLIOGRAFÍA

- Athié de Velasco, G. E., Candela Pérez, J., Sheinbaum Pardo, J., Badán Dangón, A., & Ochoa de la Torre, J. L. (2011). *Yucatan Current variability through the Cozumel and Yucatan channels.* Ciencias Marinas, 37(4A), 471–492. https://doi.org/10.7773/cm.v37i4A.1794
- Canty, S.W., Preziosi, R.F. & Rowntree, J.K. (2018). Dichotomy of mangrove management: A review of research and policy in the Mesoamerican reef region. Ocean & Coastal Management, 157, 40-49.
- Centro Nacional de Investigación y Capacitación Ambiental. (2006). Análisis post-huracán Wilma: Impactos ambientales y sociales en Quintana Roo. CENICA.
- Comisión Nacional del Agua. (2023). *Sistema Nacional de Información del Agua (SINA)* . https://smn.conagua.gob.mx/
- Coronado, C., Candela, J., Iglesias-Prieto, R., Sheinbaum, J., López, M., & Otero, E. (2007). On the circulation in the Puerto Morelos fringing reef lagoon. Coral Reefs, 26(1), 149-163.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Cartografía digital de climas de México.* https://www.inegi.org.mx
- Izquierdo-Albero, S., García-Santiago, E. I., Mendoza-Baldwin, E., Silva-Casarín, R., & González-Escrivá, J. A. (2015). *Caracterización del oleaje en Puerto Morelos (México) para la instalación del WEC-MICO* (XIII Jornadas Españolas de Ingeniería de Puertos y Costas, Avilés, España). ResearchGate. Descargar artículo / ver cita en ResearchGate
- Secretaría de Marina. (2023). *Red Nacional de Estaciones Meteorológicas Automáticas (RNMET).* https://www.semar.gob.mx
- Flores, J. S. y Espejel, I. (1994). *Tipos de vegetación de la Península de Yucatán.* México: Universidad Autónoma de Yucatán-Dirección General de Extensión/Fondo Nacional de Fomento al Turismo. Recuperado de http://www.fonatur.gob.mx
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2021). *Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Quintana Roo.* https://www.semarnat.gob.mx
- Centro de Investigación Científica de Yucatán. (2022). *Análisis de tendencias climáticas en la Península de Yucatán.* CICY.

- Universidad Nacional Autónoma de México. (2021). *Impactos del cambio climático en zonas costeras del Caribe mexicano.* Instituto de Geografía, UNAM.
- Universidad de Quintana Roo. (2020). *Monitoreo climático en la región noreste de Quintana Roo.* UQROO.
- Centro de Investigación Científica de Yucatán. (2022). Monitoreo ambiental de humedales en el Caribe mexicano. CICY.
- Comisión Nacional del Agua. (2023). Atlas Nacional del Agua. CONAGUA. https://www.conagua.gob.mx.
- Rivero Ordaz, L., Arriaza Oliveros, L., Sánchez Pérez, E. O., Athié, G., Carrillo Betancourt, Y., Ochoa de La Torres, J. L., Candela Pérez, J., Sheinbaum, J., & Hernández Gonzales, M. (2022). *Variabilidad espacio-temporal de la Corriente de Yucatán en el periodo 2012–2018 y la influencia del evento ENOS (2015–2016)*. Revista Cubana de Meteorología, 28(3), e11.
- SAMMO (2025), gráfica del periodo 2024-01-01 al 2025-01-01: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Servicio Académico de Monitoreo Meteorológico y Oceanográfico, Puerto Morelos Q. Roo México. Extraído de www.sammo.icmyl.unam.mx
- SAMMO (2025), gráfica del periodo 2023-01-01 al 2024-01-01: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Servicio Académico de Monitoreo Meteorológico y Oceanográfico, Puerto Morelos Q. Roo México. Extraído de www.sammo.icmyl.unam.mx
- Secretaría de Economía. (2025). *Puerto Morelos – Población y vivienda*. Data México. Recuperado de https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/puerto-morelos#population-and-housing
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2022). *Paisaje*. En *Capital natural de México* (Vol. III: Políticas públicas y perspectivas de la sustentabilidad). https://www.biodiversidad.gob.mx/paisajes/capitalNatMex/Vol%20III/III09_Paisaje.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]. (2018). *La biodiversidad en el ordenamiento ecológico territorial: conceptos y métodos*.https://www.biodiversidad.gob.mx/corredor/cbmm/doctos/BiodiversidadOrdenamiento.pdf
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2017). *Guía para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad*

regional. Gobierno de México. https://www.gob.mx/semarnat/documentos/manifestacion-de-impacto-ambiental-modalidad-regional

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2020). *Manual de técnicas de evaluación de los impactos de los proyectos de infraestructura en la biodiversidad*. https://www.gob.mx/semarnat/documentos/manual-de-tecnicas-de-evaluacion-de-los-impactos-de-los-proyectos-de-infraestructura-en-la-biodiversidad.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2017). Identificación de Regiones Marinas Prioritarias para la Conservación en México. https://www.conabio.gob.mx
- Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada. (2022). *Sistema Integrado de Observación Costera (SIOC)* . https://www.cicese.mx
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2018). Evaluación ecológica rápida de las Regiones Marinas Prioritarias.
- Rodríguez-Martínez, R. E., Jordán-Dahlgren, E., García-Rivas, M. d. C., Granados, O., y Diego, M. Á. (s. f.). *El efecto del sargazo en el ecosistema arrecifal*. SEIDCyT. http://seidcyt.coqcyt.gob.mx/images/pdf/articulos/u1GsZSQWY4F6H61FIeAwDozQmoexv0xb41BRPIzR.pdf
- SAMMO (2025), gráfica del periodo 2020-01-01 al 2025-12-01: Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Servicio Académico de Monitoreo Meteorológico y Oceanográfico, Puerto Morelos Q. Roo México. Extraído de www.sammo.icmyl.unam.mx
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2014). Acuerdo por el que se establecen los requisitos relacionados con la presentación, revisión y resolución de las manifestaciones de impacto ambiental en sus modalidades ordinaria y particular. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5344066&fecha=09/07/2014.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). Lineamientos generales para la elaboración de estudios de impacto ambiental modalidad particular. Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental. https://www.gob.mx/semarnat/documentos/lineamientos-generales-para-la-elaboracion-de-estudios-de-impacto-ambiental-modalidad-particular-247851.

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (s.f.). Manual de procedimientos de la Unidad de Evaluación Ambiental. https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/manual-de-procedimientos-de-la-unidad-de-evaluacion-ambiental.
- SECTUR (2014). Estudio de la vulnerabilidad y programa de adaptación ante la variabilidad y el cambio climáticos en diez destinos turísticos y estratégicos, así como de un sistema de alerta temprana a eventos hidrometereológicos extremos. Anexo 1, Sección III, Modelo hidrodinámico Cancún. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/25505/ANEXO-1_MODELO-HIDRODINAMICO-CANCUN.pdf.
- Organismo Internacional Regional de Sanidad Agropecuaria. (2013). Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2013. Estudios técnicos ambientales para el aprovechamiento forestal en bosques tropicales y subtropicales de hoja ancha. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5292519&fecha=23/01/2013.
- Williams, P. (2008). *World Heritage Caves and Karst: A Thematic Study: A global review of karst World Heritage properties: present situation, future prospects and management requirements*. Suiza: World Commission on protected Areas (WCPA)-International Union for Conservation of Nature (IUCN).
- World Wildlife Fund. (2018). Evaluación ecológica rápida de las Regiones Marinas Prioritarias. En colaboración con CONABIO.
- **City of Santa Clarita.** (2024). *Appendix C: Noise calculation worksheets*. Recuperado de https://santaclarita.gov/capital-improvement-projects/wp-content/uploads/sites/22/2024/11/Appendix-C_Noise-Calculation-Worksheets.pdf
- **HELLA GmbH & Co.** (2021). *Horns catalogue 2021: Safety and comfort on the road*. Recuperado de https://myhellalights.com/wp-content/uploads/2021/09/HELLA_Horns_Catalogue_2021_EN_LRes.pdf
- **Los Angeles City Planning.** (s.f.). *Construction noise and vibration: Proposed updates to thresholds and methodology*. https://planning.lacity.gov/odocument/fba26ae5-ca95-48c3-aace-ae3bf0cb43b1/Construction%20Noise%20and%20Vibration%20-%20Proposed%20Updates%20to%20Thresholds%20and%20Methodology%20&%20Attachments.pdf
- **Santa Clara Valley Water District (Valley Water).** (2013). *Sunnyvale appendix J:*

Sunnyvale noise information. Recuperado de https://www.valleywater.org/sites/default/files/Sunnyvale_Appendix_H-O/Sunnyvale_Appendix_J_Sunnyvale%20Noise%20Information_092013.pdf

- **U.S. Environmental Protection Agency (EPA).** (1995). *AP-42: Compilation of air pollutant emissions factors (5th ed.)*. https://www.epa.gov/air-emissions-factors-and-quantification/ap-42-compilation-air-emissions-factors-stationary-sources

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

Febrero de 2026

PROYECTO FRC-II

Capítulo 5. Identificación, caracterización y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del Sistema Ambiental.

ÍNDICE GENERAL

5.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 1
5.1.1. INTRODUCCIÓN 1
5.2. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES 1
5.2.1. MÉTODOS CARTOGRÁFICOS 2
5.2.2. LISTAS DE CHEQUEO 4
5.2.3. MATRICES DE INTERACCIÓN 5
5.2.4. JUICIO DE EXPERTOS 5
5.3. METODOS CARTOGRÁFICOS 5
5.4. LISTAS DE CHEQUEO 12
5.4.1. ACCIONES DEL PROYECTO COMO FUENTES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES 12
5.4.1.1. FACTORES AMBIENTALES DEL PROYECTO 13
5.5. MATRIZ DE INTERACCIÓN 19
5.5.1.1. INDICADORES DE LOS IMPACTOS 21
5.6. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS 22
5.6.1. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS 28
5.7. IMPACTOS RESIDUALES 36
5.8. IMPACTOS ACUMULATIVOS 36
5.9. CONCLUSIONES 37

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5. 1. Delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto 7
Figura 5. 2. Caracterización del SA del Proyecto 8
Figura 5. 3. Clasificación de la vegetación del Proyecto obtenida de fotografías aéreas.. 9
Figura 5. 4. Categorías generales del Plan Maestro 10
Figura 5. 5. Elementos del Plan Maestro en comparación con la vegetación del sitio. ... 11
Figura 5. 6. Gráfico de cuantificación de impactos por etapas del Proyecto. 28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5.*1*. Actividades generadoras de impactos..... 13
Tabla 5.*2*. Factores ambientales 14
Tabla 5.*3*. Lista de chequeo de la Etapa I de preparación del sitio del proyecto..... 15
Tabla 5.*4*. Lista de chequeo de la Etapa II. Construcción del sitio del proyecto..... 16
Tabla 5.*5*. Lista de chequeo de la etapa de operación y mantenimiento..... 18
Tabla 5.6. Matriz de Identificación de impactos ambientales. 20
Tabla 5. 7. Impactos ambientales identificados e indicadores. 21
Tabla 5. 8. Descripción de la escala de atributos para calcular la incidencia de los impactos del Proyecto. 22
Tabla 5. 9. Matriz de evaluación de Impactos Ambientales. 24
Tabla 5. 10. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia. 26
Tabla 5. 11. Jerarquización de impactos ambientales (D= Despreciable, NS= No Significativo, S=Significativo). 26
Tabla 5. 12. Impactos negativos residuales 36

5.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

5.1.1. *INTRODUCCIÓN*

La identificación de impactos ambientales constituye una fase esencial dentro del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), instrumento preventivo regulado por la legislación ambiental mexicana principalmente la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) cuyo propósito es anticipar y valorar los cambios potenciales que un proyecto puede generar sobre los componentes ecológicos, sociales y económicos del entorno. Su función es promover el uso racional de los recursos naturales, salvaguardar el equilibrio ecológico y apoyar un modelo de desarrollo sustentable orientado a la resiliencia de los ecosistemas y al bienestar social (SEMARNAT, 2021).

Conforme al artículo 12, fracción V, del REIA, las manifestaciones de impacto ambiental deben identificar, describir y valorar los impactos ambientales, incluyendo aquellos de naturaleza acumulativa, sinérgica o residual, que puedan presentarse a lo largo de la vida útil del proyecto sobre el Sistema Ambiental (SA). A su vez, el artículo 3, fracción IX, de dicho Reglamento define el concepto de “impacto ambiental significativo”, precisando la necesidad de reconocer las afecciones de mayor relevancia y las interacciones que pueden potenciar su magnitud o duración (DOF, 2014).

La metodología empleada en este capítulo integra técnicas ampliamente reconocidas en la normativa nacional y en la literatura especializada, tales como análisis temático apoyado en Sistemas de Información Geográfica (SIG), listas de verificación, matrices de interacción y consulta a especialistas (SEMARNAT, 2019).

Los resultados obtenidos constituyen el fundamento para formular las medidas de prevención y mitigación aplicables a los impactos identificados. Dichas medidas se desarrollan en el Capítulo 6 de esta MIA y tienen como finalidad reducir, en la mayor medida posible, los efectos ambientales del proyecto, asegurando así su viabilidad desde una perspectiva ambiental.

5.2. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

La identificación de los impactos ambientales es el primer paso para su evaluación, ya que permite determinar qué factores del medio podrían verse afectados por el desarrollo del proyecto y las causas asociadas.

Para identificar los impactos ambientales potenciales del proyecto se parte del conocimiento del proyecto y del estudio del medio, es por esto que, es indispensable describir en primera instancia, sus componentes, obras y actividades (Capitulo 2), así

como los elementos que conforman el ambiente natural en el que se pretende desarrollar, incluyendo sus características y condiciones actuales (Capitulo 4). A partir de esta información se analiza la interacción entre los componentes del proyecto y los del medio natural, con el fin de determinar las posibles consecuencias derivadas de dicha relación.

A partir del análisis del medio y su interacción con el proyecto es posible identificar los impactos ambientales y definir indicadores para su medición. Para ello se aplicaron varias metodologías. En la literatura especializada se registran numerosas propuestas, algunas muy simples y otras sumamente estructuradas. Para el Proyecto el análisis para la identificación de los impactos ambientales se realizó bajo un enfoque interdisciplinario que consideró en análisis del medio biótico y abiótico además de las acciones generadoras de impactos ambientales como la base para la aplicación de las siguientes técnicas convencionales de evaluación de impacto ambiental, que serán desarrolladas en los siguientes apartados:

a) Análisis de cartografía temática y uso de sistema de información geográfica;

b) Listas de Chequeo:

c) Matrices de interacción;

d) Juicio de expertos.

5.2.1. MÉTODOS CARTOGRÁFICOS

La aplicación del método cartográfico para la presente MIA-P constituye un componente central para la comprensión espacial del Sistema Ambiental (SA) y del Área del Proyecto (AP). Su propósito es integrar, analizar y representar información geoespacial que permita identificar las condiciones ambientales actuales, los elementos sensibles, la dinámica del territorio y los posibles impactos asociados al Proyecto.

El proceso inicia con la recopilación exhaustiva de información geoespacial base, considerando todos los elementos identificados y descritos en el Capítulo 4. Esta información incluyó:

- Cartografía topográfica y altimétrica.
- Uso de Suelo y Vegetación (INEGI Serie VII, CONAFOR 2020).
- Información climática, hidrográfica e hidrológica (SAMMO, CONAGUA).
- Ecosistemas presentes: manglar, laguna costera, duna costera, matorral costero, selva mediana,
- Unidades edáficas (Solonchak, Rendzina).

- Delimitación de la Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT).
- Infraestructura existente, asentamientos humanos y vías de comunicación.
- Ortofotografías de dron (3.8 cm/píxel), fotografías aéreas y análisis multitemporal de imágenes Landsat para identificar cambios históricos en el uso del suelo y la cobertura vegetal.
- Estudios particulares integrados a la línea base: Estudio de Duna Costera, Estudio de Manglar, caracterización de vegetación, hidrogeología, hidrología superficial y mecánica de suelos.

Con estos insumos se elaboraron cartografías bases que representa la configuración actual del territorio, permitiendo visualizar la topografía, el relieve costero, la supraplaya y cordones dunares, cuerpos de agua, ecosistemas presentes, unidades fisiográficas, geología, tipos de suelo, tipos de vegetación y componentes del paisaje descritos en el Capítulo 4. La cartografía integra tanto la escala regional como el detalle del polígono del Proyecto para asegurar coherencia con los planos de macrolocalización y microlocalización.

Posteriormente, mediante el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), se llevó a cabo la delimitación precisa del Área del Proyecto (AP) y del Sistema Ambiental (SA).

- El **AP** corresponde al polígono del Proyecto, donde se concentran las acciones de preparación del sitio, construcción y operación.
- El **SA**, descrito ampliamente en el Capítulo 4, abarca 9,899,319.58 m² e incluye la matriz ecosistémica de manglar, laguna costera, dunas, selva mediana, zonas alteradas y asentamientos humanos, permitiendo entender la relación causa–efecto de las actividades del Proyecto con su entorno.

Finalmente, la cartografía cumple una función esencial de comunicación técnica, facilitando a autoridades y sociedad la comprensión del contexto ambiental, los impactos potenciales y la pertinencia de las medidas de prevención y mitigación propuestas (Capítulo 6).

En congruencia con lo desarrollado en los Capítulos 2 y 4, la cartografía generada para esta MIA-P permitió ubicar espacialmente todas las obras, actividades y etapas del Proyecto, proporcionando una referencia integral para comprender la magnitud, extensión y distribución territorial de los posibles impactos ambientales, así como la capacidad de resiliencia del Sistema Ambiental.

5.2.2. LISTAS DE CHEQUEO

Las listas de verificación representan una primera aproximación al análisis de impactos, ya que permiten identificar efectos potenciales desde una perspectiva principalmente descriptiva. Sin embargo, su utilidad es limitada para fines de valoración cualitativa o cuantitativa de dichos impactos (Paredes et al., 2019).

Este método se basa en reconocer las acciones capaces de generar impactos ambientales. Según Gómez y Gómez (2013), una acción corresponde al elemento activo dentro de la relación causa–efecto que da origen a un impacto. Debido a la complejidad inherente de muchos proyectos y a su estructura sistémica, se recomienda desagregar sus componentes mediante un esquema jerárquico o en forma de árbol, donde el último nivel identifique acciones simples que actúan como causas directas de impacto.

Para facilitar este proceso, es común emplear tres niveles de desagregación:

Primer nivel: Fases del proyecto

Corresponden a la división vertical de las actividades principales. En este estudio se denominan etapas:

- Preparación del sitio y construcción,
- Operación y mantenimiento,
- Desmantelamiento y abandono.

Segundo nivel: Elementos del proyecto

Permiten agrupar componentes homogéneos y constituyen el segundo nivel de subdivisión.

Tercer nivel: Acciones concretas

Se refieren a causas directas, específicas y delimitadas que generan un impacto ambiental.

Las acciones identificadas deben cumplir ciertos criterios esenciales:

- **Relevancia:** deben reflejar fielmente las características reales del proyecto y ser capaces de producir efectos significativos.
- **Exclusividad:** deben evitar solapamientos que generen duplicidades en la contabilización de impactos.
- **Identificabilidad:** deben ser definidas con claridad y reconocibles en planos, diagramas constructivos o esquemas del proceso.
- **Localización:** deben poder asociarse a un lugar o punto específico dentro del área del proyecto.
- **Cuantificación:** en la medida de lo posible, deben describirse mediante magnitudes medibles como:
    - **Magnitud:** superficie o volumen ocupado, cantidades, dimensiones, etc.

- **Localización espacial:** ubicación exacta dentro del área de influencia.
- **Flujo:** caudales de descarga, emisiones, tránsito vehicular, entre otros.
- **Temporalidad:** momento en que ocurre la acción y duración de sus efectos.

5.2.3. MATRICES DE INTERACCIÓN

"La Matriz de Leopold modificada" se utiliza para organizar y sistematizar la información relacionada con los posibles impactos ambientales de un proyecto. Es un método cualitativo que permite evaluar la relación causa – efecto y el grado de interacción que puede existir entre las acciones de un Proyecto y los componentes ambientales identificados. Su objetivo principal es proporcionar una estructura que permita a los evaluadores identificar, describir y evaluar los impactos ambientales de un proyecto de manera sistemática y transparente.

Consiste en una matriz cruzada donde los componentes ambientales se colocan en las columnas (Estos pueden incluir el suelo, el agua, el aire, la flora, la fauna, los recursos culturales y otros) y las obras y actividades identificados se colocan en las filas (Esto puede incluir la construcción de infraestructuras, extracción de recursos naturales, operaciones industriales, entre otros). Donde haya interacción entre el factor del medio y la obra o actividad se asigna un valor que indicará si el impacto es positivo, negativo o neutro y permitirá identificar las obras y actividades del proyecto que generarán más impactos, los factores del medio que recibirán más impactos y la etapa del proyecto que provocará el mayor número de impactos.

En resumen, ese método es una herramienta valiosa en el proceso de EIA porque ayuda a los evaluadores a:

- Identificar y comprender los posibles impactos ambientales de un proyecto.
- Priorizar los impactos en función de su importancia.
- Desarrollar estrategias de mitigación efectivas.
- Comunicar de manera clara y transparente los resultados de la evaluación a las partes interesadas y a la comunidad en general.

5.2.4. *JUICIO DE EXPERTOS*

Dado la característica cualitativa y subjetiva de las matrices de interacción y las listas de chequeo, se disminuye el grado de incertidumbre de la valoración de impactos considerando la experiencia y el juicio de especialistas y evaluadores. A través de la participación de un equipo multidisciplinario de especialistas es posible identificar y dimensionar la magnitud de impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos y sinérgicos.

5.3. METODOS CARTOGRÁFICOS

Con el uso del Sistema de Información Geográfica (SIG), se determinaron áreas donde el Proyecto tendrá una afectación directa e indirecta, y, por lo tanto, se definieron los

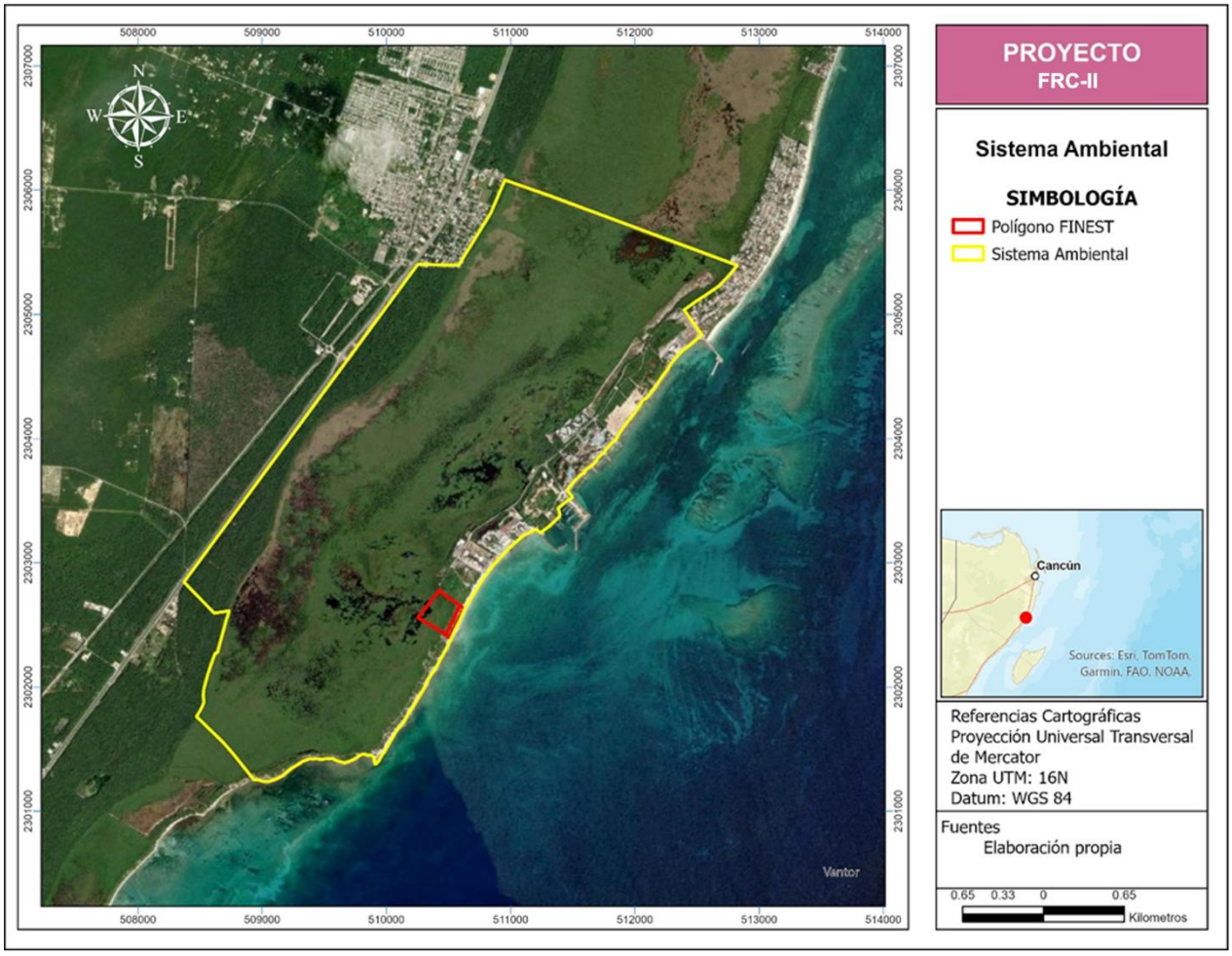
factores ambientales sobre los cuales se realizará la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales que el Proyecto pudiese generar, principalmente en términos de ecosistemas y ambientes, lo anterior soportado siempre por el juicio de expertos en cada materia de estudio principalmente:

- ✓ Manglar.
- ✓ Vegetación y fauna terrestre.
- ✓ Geografía y Paisaje.
- ✓ Calidad de Agua.
- ✓ Arquitectura y Diseño.
- ✓ Tipos de Suelo.
- ✓ Hidrogeología.

Los resultados del análisis cartográfico fueron presentados a lo largo de los Capítulos 2, 3 y 4. En este apartado se retoman los principales resultados que permiten valorar las interacciones del Proyecto de forma directa e indirecta para facilitar el contexto del evaluador en relación con las principales conclusiones respecto de la situación ambiental del predio y el SA identificado (Figura 5. 1):

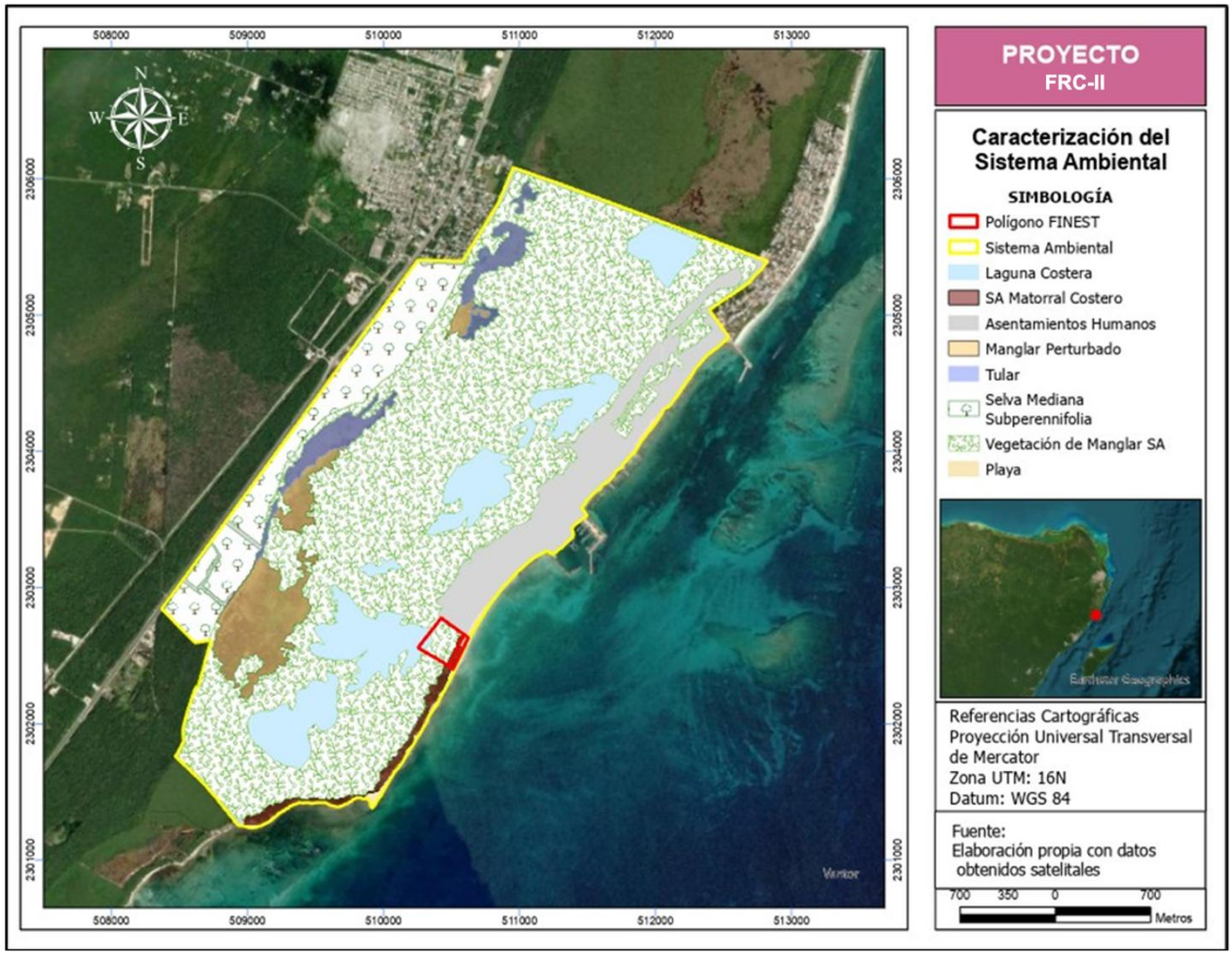
- El SA donde se ubica el predio cuenta con una superficie de **9,899,319.58 m^2 ó 989.98 ha,** de las cuales se dividen en 8 categorías de acuerdo con su uso de suelo y vegetación, resultando la vegetación de manglar (VM) como la más extensa ocupando un 58.58% de la cobertura total, seguida de Laguna Costera (LC) y Asentamientos Humanos (AH) 11.39% y 10.49% respectivamente, posteriormente le siguen Selva Mediana Subperennifolia (SMS), Manglar Perturbado (MP) y Tular (T) con 9%, 5.50% y 3.23% respectivamente, siendo las categorías de Matorral Costero (1.25%) y Playa (0.57%) las de menor área (Figura 5. 2).

Figura 5. 1. Delimitación del Sistema Ambiental del Proyecto



Fuente: Elaboración propia.

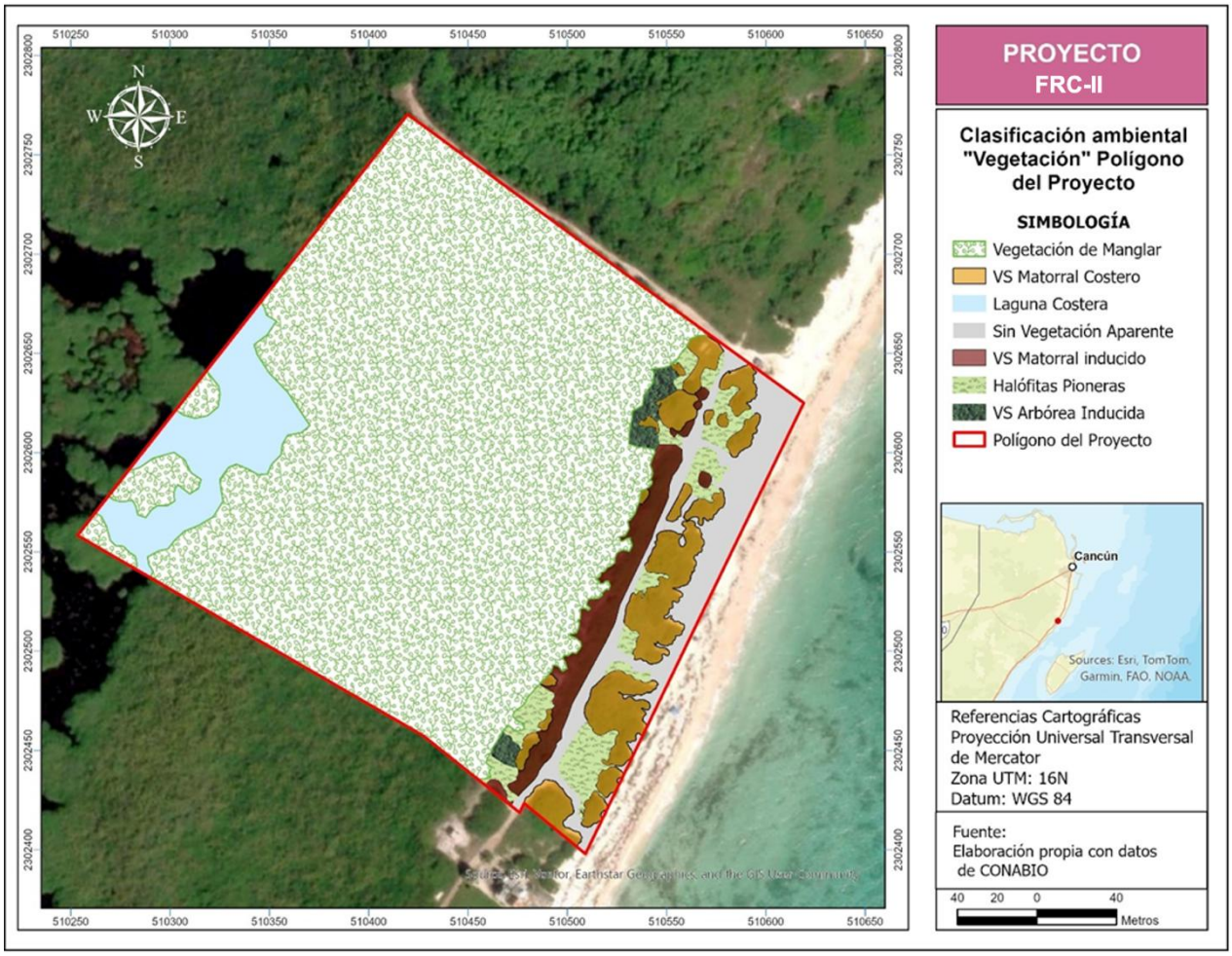
Figura 5. 2. Caracterización del SA del Proyecto



Fuente: Elaboración propia.

- La superficie total del polígono del proyecto es de de **6.99 ha (69,986.84 m^2)**, de acuerdo con el análisis de para la caracterización de la vegetación mediante fotografías aéreas (dron) y datos obtenidos a nivel de terreno se integró en una ortofoto con una calidad de 3.8 cm/píxel en la que se determinaron 7 tipos de vegetación en total de predio (Figura 5. 3). La Vegetación de Manglar (VM) ocupó la mayor parte de la cobertura 69.48%, seguido de Sin Vegetación Aparente (SVA) 9.58% y la Vegetación Secundaria de Matorral Costero (VS MC), mientras que las clasificaciones con menor cobertura fueron la Vegetación Secundaria de Matorral Inducido (VS MI) y la Vegetación Secundaria Arbórea Inducida (VS AI) con 3.22% y 0.89% respectivamente.

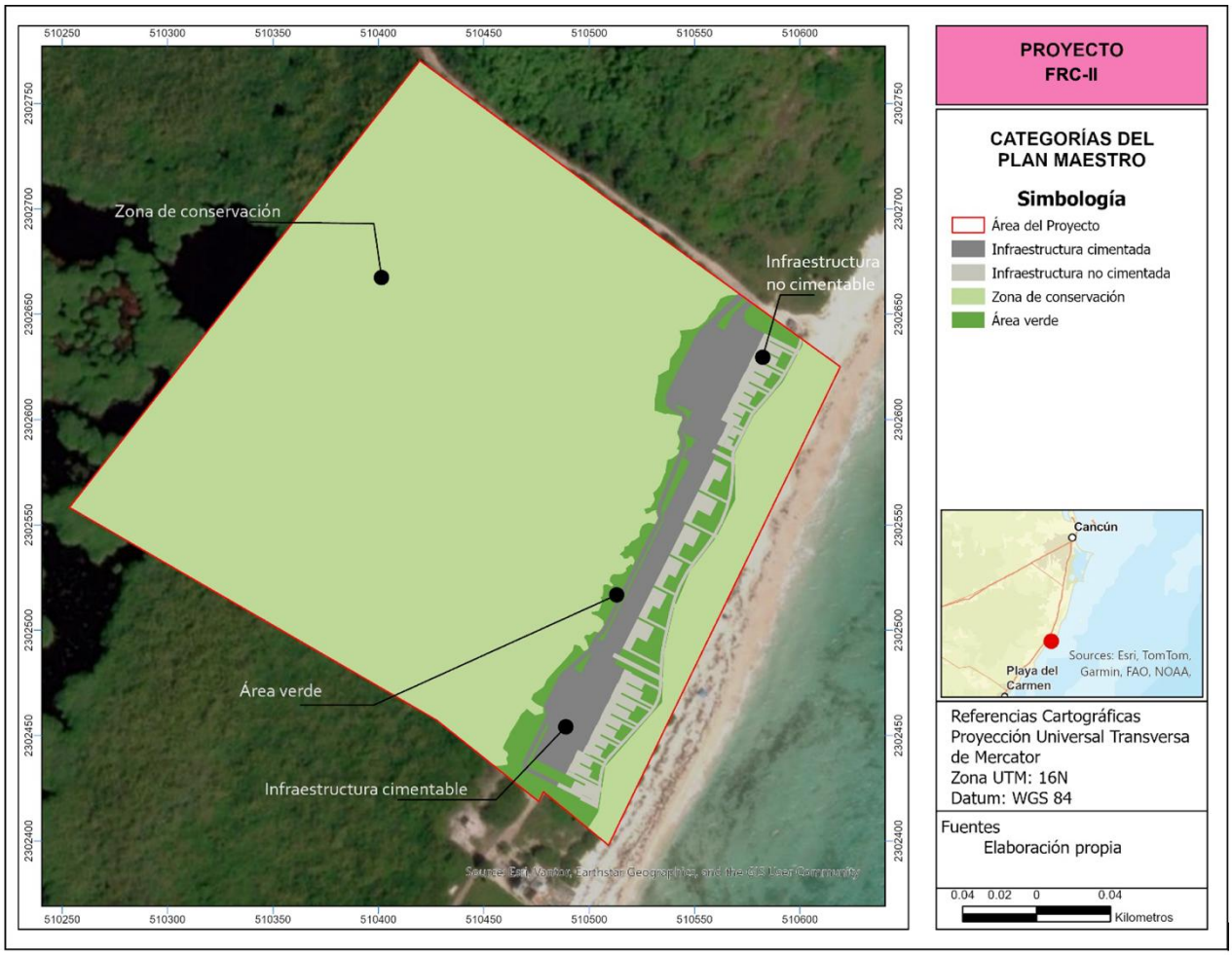
Figura 5. 3. Clasificación de la vegetación del Proyecto obtenida de fotografías aéreas.



Fuente: Elaboración propia.

- Del total de la superficie del Proyecto se propone un plan maestro solo para el aprovechamiento de una superficie de **1.04 ha.** Este aprovechamiento se clasifica **Infraestructura Cimentada, Infraestructura No Cimentada** y **Áreas verdes**, el resto se considera como **Área de Conservación** priorizando en esta categoría el manglar, tal como se muestra en la Figura 5. 4. En esta representación geográfica se visualiza la dominancia de la Zona de conservación, que representa el 85.14% del predio, integrando de manera continua los ecosistemas de manglar, área lagunar y duna costera.

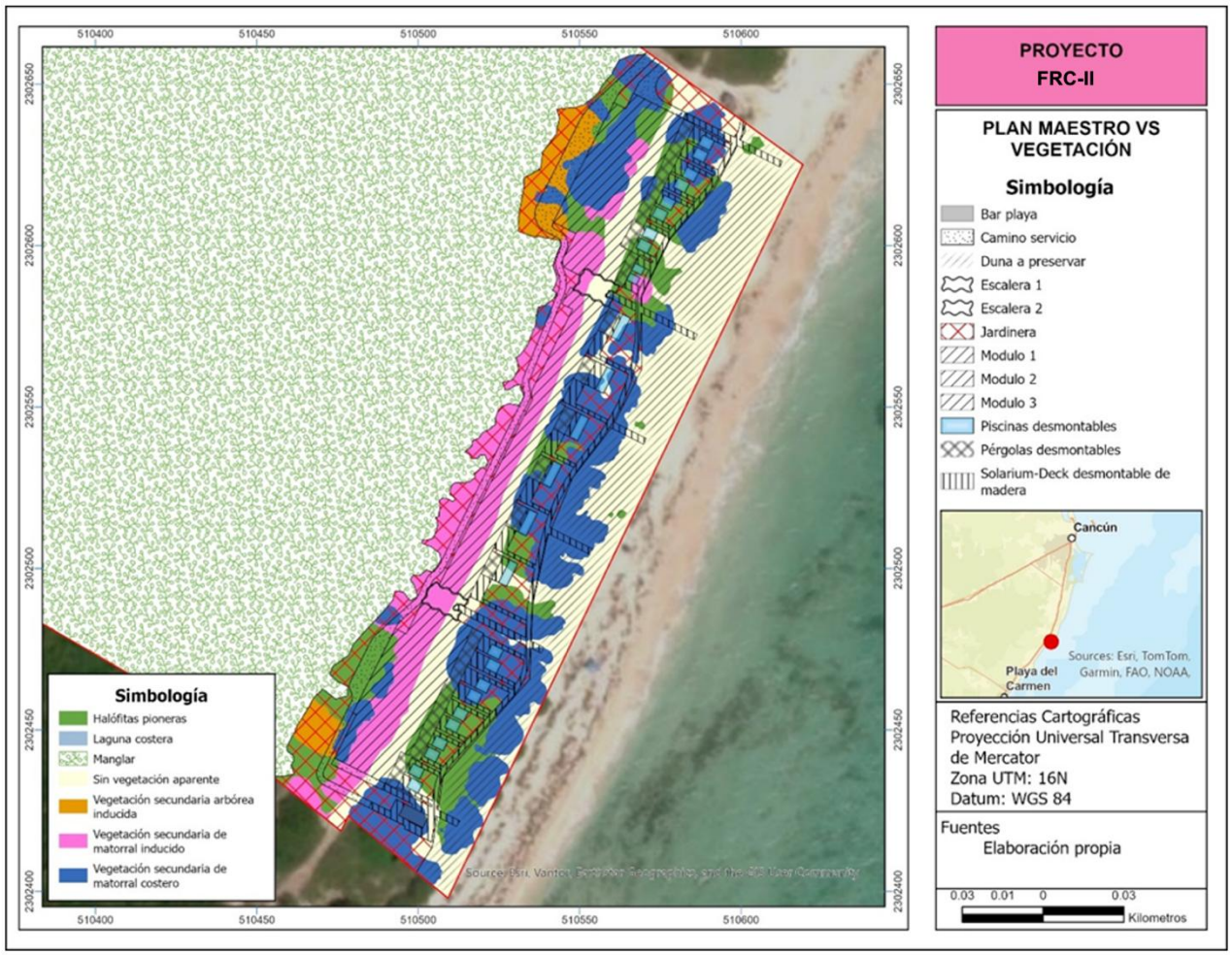
Figura 5. 4. Categorías generales del Plan Maestro



Fuente: Elaboración propia.

- Los elementos del Proyecto sobre la vegetación del sitio se muestran a continuación en la Figura 5. 5. En esta misma figura, se observa cuáles son los tipos de vegetación y usos de suelo sobre los cuales el desarrollo del Proyecto tendrá un impacto directo, mientras que su magnitud va directamente relacionada a las formas y actividades de la ejecución.

Figura 5. 5. Elementos del Plan Maestro en comparación con la vegetación del sitio.



Fuente: Elaboración propia.

Considerando los atributos anteriormente descritos desde el SA hasta el AP, se identifican los siguientes aspectos para llevar a cabo la identificación de posibles impactos ambientales que pudiera ocasionar el Proyecto.

- El componente ambiental con un mayor impacto negativo por el desarrollo del Proyecto será en la vegetación, principalmente en la Vegetación Secundaria de Matorral Costero.
- Se ratifica que tanto para el Manglar como para el área Lagunar el desplante de obra es de 0 m^2.
- Los elementos situados en la franja costera, como el Solarium-Deck, la superposición ocurre sobre duna. Sin embargo, se especifica en su descripción de la instalación que esta relación es de carácter elevado, permitiendo la permanencia de la vegetación halófita bajo la estructura desmontable.

- El desarrollo del Proyecto no compromete el estado de la duna a conservar ya que su diseño garantiza la reversibilidad total, permite el libre flujo pluvial y eólico, y evita la compactación del sustrato, manteniendo intacta la función ecológica y la morfología de la duna.
- Al ser una zona con bajo transito actualmente se mantiene una calidad regular en la fauna presente en el sitio, por lo que al llevar a cabo el desarrollo del Proyecto será uno de los componentes que también resulten con un impacto negativo, provocando posibles desplazamientos a áreas colindantes o limitaciones al posible tránsito de esta por el área. Sin embargo, la extensión del Proyecto es mínima respecto al SA y las áreas que aún conservan vegetación natural, por lo que aun y siendo un impacto negativo no será de carácter critico o severo.

El análisis espacial permitió visualizar patrones, identificar áreas sensibles, así como evaluar la relación geomorfológica entre dunas y manglares, ambos elementos clave para la protección costera del sitio. Además de identificar cuáles son componentes clave que deberán de contener medidas para prevenir y/o mitigar los posibles impactos.

5.4. *LISTAS DE CHEQUEO*

Con base en las metodologías descritas en el apartado anterior se procedió a generar las listas de acciones generadoras de impactos, así como de factores ambientales que pudieran ser afectados por dichas acciones.

5.4.1. *ACCIONES DEL PROYECTO COMO FUENTES GENERADORAS DE IMPACTOS AMBIENTALES*

Las acciones generadoras de impacto corresponden a las acciones previstas durante las distintas etapas de desarrollo del Proyecto, las cuales, por su naturaleza y forma de ejecución, tienen el potencial de afectar de manera adversa a los factores ambientales presentes dentro del Sistema Ambiental (SA).

- ✓ Preparación del sitio
- ✓ Construcción
- ✓ Operación y mantenimiento

La superficie total donde se llevarán a cabo las obras abarca una superficie total de 10,397.04 m² de la superficie total del predio 69,986.84 m².

Con el propósito de integrar el listado de actividades del Proyecto que serán consideradas en la identificación de los posibles impactos ambientales derivados de su ejecución, se tomaron en cuenta las obras y acciones correspondientes a cada etapa de desarrollo descritas en el Capítulo 2, mismas que se sintetizan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.*1*. Actividades generadoras de impactos

Actividad	Etapa del proyecto		
	P	C	OyM
Desmonte y despalme	X		
Limpieza del sitio	X		
Trazo, nivelación y compactación	X		
Obras provisionales		X	
Cimentación de edificaciones		X	
Caminos clientes		X	
Estacionamiento		X	
Estructura y plataforma de desplante		X	
Muros divisorios internas		X	
Accesos y andadores peatonales		X	
Áreas verdes comunes		X	
Instalación de pérgolas		X	
Instalación de albercas		X	
Instalación de solarium y deck		X	
Uso de las instalaciones/servicios			X
Gestión comercial y operación			X
Operación de áreas comunes			X
P= Preparación, C= Construcción, OyM= Operación y Mantenimiento			

Fuente: Generación propia

5.4.1.1. FACTORES AMBIENTALES DEL PROYECTO

En el análisis ambiental, los factores del medio representan los elementos y procesos que conforman el entorno natural y que pueden verse alterados por las actividades de un proyecto. Estos factores incluyen tanto componentes físicos como clima, agua, suelo y relieve, como elementos biológicos flora, fauna, ecosistemas e interacciones ecológicas, los cuales en conjunto determinan el funcionamiento y equilibrio de un sistema ambiental.

Para efectos de la evaluación de impacto, es indispensable identificar qué aspectos del ambiente son susceptibles de modificación ante las acciones del Proyecto. Con este fin, se tomó como referencia la caracterización realizada en el Capítulo 4, correspondiente al Área de Influencia Directa e Indirecta, a partir de la cual fue posible seleccionar los factores clave de cada componente ambiental y definir las propiedades específicas que podrían presentar cambios.

El resultado de este proceso se presenta en la Tabla 5.2, donde se relacionan los factores del medio relevantes y las características ambientales que podrían verse afectadas durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.

Tabla 5.*2*. Factores ambientales

Factor ambiental			Componente susceptible de recibir impacto		
Nivel	**Tipo**	**Componente ambiental**	**Características Fisicoquímicas**	**Condiciones biológicas**	**Factores Culturales**
Elemento	**Abiótico**	Paisaje	**x**		
Elemento	**Abiótico**	Suelo	**x**		
Elemento	**Abiótico**	Geoforma	**x**		
Elemento	**Abiótico**	Aire	**x**		
Elemento	**Abiótico**	Microclima	**x**		
Elemento	**Abiótico**	Agua (Subterránea)	**x**		
Elemento	**Abiótico**	Agua (Superficial)	**x**		
Elemento	**Abiótico**	Socioeconómico			**x**
Elemento	**Abiótico**	Paisaje	**x**		
Elemento	**Biótico**	Flora terrestre		**x**	
Elemento	**Biótico**	Fauna silvestre		**x**	
Ecosistema	**Biótico**	Vegetación de Manglar		**x**	
Procesos	**Abiótico**	Hidrología superficial/subterránea			**x**

Fuente: Elaboración propia

A partir de la definición de las obras y actividades que integran el Proyecto, así como de los factores ambientales presentes dentro del Área de Influencia Directa e Indirecta, se elaboraron listas de verificación específicas para cada etapa de desarrollo: preparación del sitio, construcción y operación-mantenimiento, las etapas de construcción se agruparon dos (obras con cimentación y obras sin cimentación), debido a que comparten la misma naturaleza.

Estas listas constituyen la base metodológica para identificar los impactos ambientales potenciales asociados a cada acción del Proyecto y permiten establecer de manera sistemática la relación entre las actividades previstas y los componentes del medio susceptibles de ser modificados. La información correspondiente se presenta en las tablas 5.3 a 5.5.

Tabla 5.*3*. Lista de chequeo de la Etapa I de preparación del sitio del proyecto.

Etapa I. Preparación del sitio				
Actividad	**Componente Ambiental**	**Impacto**	**Signo**	
Limpieza, desmonte y despalme	Aire	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	n	
		Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones	n	
	Suelo	Contaminación del suelo por residuos (RSU, peligrosos o de manejo especial)	n	
		Remoción del recurso / Movimiento de materiales	n	
	Paisaje	Calidad intrínseca	n	
	Flora	Pérdida de cobertura vegetal	n	
	Fauna	Perdida de individuos por desplazamiento de la fauna	n	
		Perdida de hábitat	n	
	Microclima	Alteración microclimática	n	
	Agua (Subterránea, superficial)	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial).	n	
	Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos (demanda de mano de obra y servicios)		p
		Generación de empleos indirectos (demanda de insumos y servicios)		p
Trazo y nivelación,	Aire	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	n	
		Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	n	
	Suelo	Contaminación del suelo por mal manejo de residuos peligrosos o de manejo especial.	n	
	Geoforma	Alteración de geoformas	n	
	Fauna	Perdida de individuos por desplazamiento de la fauna	n	

Etapa I. Preparación del sitio				
Actividad	**Componente Ambiental**	**Impacto**	**Signo**	
	Agua (Subterránea, superficial)	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial).	n	
	Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos (demanda de mano de obra y servicios)		p
		Generación de empleos indirectos (demanda de insumos y servicios)		p
	Agua (Subterránea, superficial)	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial).	n	
	Paisaje	Calidad intrínseca	n	
	Hidrología superficial/subterránea	Alteración de los patrones de escorrentía.	n	
Total			**19**	**4**

Tabla 5.*4*. Lista de chequeo de la Etapa II. Construcción del sitio del proyecto.

Etapa II. Construcción				
Actividad	**Componente**	**Impacto**	**Signo**	
Obras provisionales	Aire	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	n	
		Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	n	
	Suelo	Contaminación del suelo por residuos (RSU, peligrosos o de manejo especial)	n	
	Fauna	Atracción de especies nocivas y/o exóticas	n	
	Agua (Subterránea, superficial)	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial).	n	
	Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos (demanda de mano de obra y servicios)		p
		Generación de empleos indirectos (demanda de insumos y servicios)		p
	Hidrología superficial/subterránea	Alteración de los patrones de escorrentía	n	
Construcción de obras con cimentación	Aire	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	n	
		Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	n	
	Suelo	Contaminación del suelo por residuos (RSU, peligrosos o de manejo especial)	n	

Etapa II. Construcción				
Actividad	**Componente**	**Impacto**	**Signo**	
		Remoción del recurso / Movimiento de materiales	n	
	Geoforma	Alteración de geoformas	n	
	Fauna	Perdida de individuos por desplazamiento de la fauna	n	
		Atracción de especies nocivas y/o exóticas	n	
	Agua (Subterránea, superficial)	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial).	n	
	Agua	Disminución de la disponibilidad del recurso por la demanda para uso	n	
	Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos (demanda de mano de obra y servicios)		p
		Generación de empleos indirectos (demanda de insumos y servicios)		p
	Hidrología superficial/subterránea	Alteración de los patrones de escorrentía.	n	
Construcción de obras sin cimentación	Aire	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	n	
		Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	n	
	Suelo	Contaminación del suelo por residuos (RSU, peligrosos o de manejo especial)	n	
		Remoción del recurso / Movimiento de materiales	n	
	Agua (Subterránea y superficial)	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial).	n	
	Hidrología superficial/subterránea	Alteración de los patrones de escorrentía.	n	
	Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos (demanda de mano de obra y servicios)		p
		Generación de empleos indirectos (demanda de insumos y servicios)		p
	Fauna	Generación de hábitats		p
		Atracción de especies nocivas y/o exóticas	n	
		Perdida de individuos por desplazamiento de la fauna	n	
	Paisaje	Calidad intrínseca	n	

Etapa II. Construcción				
Actividad	**Componente**	**Impacto**	**Signo**	
	Microclima	Mejoramiento de las condiciones climáticas		p
Total			**25**	**8**

Tabla 5.*5*. Lista de chequeo de la etapa de operación y mantenimiento

Operación y mantenimiento				
Actividad	**Componente**	**Impacto**	**Signo**	
Operación total del Proyecto	Aire	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	n	
		Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	n	
	Suelo	Contaminación del suelo por residuos (RSU, peligrosos o de manejo especial)	n	
	Agua (subterránea y superficial)	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial).		p
	Agua	Disminución de la disponibilidad del recurso por la demanda para uso	n	
	Fauna	Atracción de especies nocivas y/o exóticas	n	
	Vegetación de manglar	Mejora en la diversidad y estructura del ecosistema		p
	Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos (demanda de mano de obra y servicios)		p
		Generación de empleos indirectos (demanda de insumos y servicios)		p
Operación y mantenimiento de áreas comunes (Areas verdes, jardines) e instalaciónes	Aire	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	n	
		Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	n	
	Suelo	Contaminación del suelo por mal manejo de residuos peligrosos o de manejo especial	n	
	Agua	Disminución de la disponibilidad del recurso por la demanda para uso	n	
	Agua	Contaminación del suelo por mal manejo de residuos peligrosos o de manejo especial	n	
	Flora terrestre	Conservación de individuos.		p
	Fauna terrestre	Conservación de individuos.		p

Operación y mantenimiento				
Actividad	**Componente**	**Impacto**	**Signo**	
	Vegetación de Manglar	Mejora en la diversidad y estructura del ecosistema		p
	Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos (demanda de mano de obra y servicios)		p
		Generación de empleos indirectos (demanda de insumos y servicios)		p
	Paisaje	Mejoramiento del paisaje en el sitio.		p
		Total	**10**	**9**

Fuente: Elaboración propia

5.5. MATRIZ DE INTERACCIÓN

Con base en las listas de chequeo, se elaboró una Matriz de Identificación de Impactos Ambientales (Tabla 5.6) la cual consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el Proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Tanto las listas de chequeo como la matriz de identificación de impactos se fundamentaron en el juicio de los expertos que participaron en la investigación ambiental del Proyecto, en el análisis de la información cuantitativa generada con el SIG y en los datos arrojados por los estudios científicos desarrollados específicamente para los temas multidisciplinarios que se realizaron para caracterizar el SA.

Su objetivo fue identificar las interacciones que producen impactos positivos (P) y negativos (N), mediante la ponderación de:

- El componente ambiental más afectado por el Proyecto;
- La etapa que más efectos ambientales positivos o negativos provoca y;
- Las actividades que generan la mayor recurrencia de cada impacto ambiental identificado.

Con la información obtenida fue posible determinar las medidas de mitigación y compensación que se integraron a los programas que conforman el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental propuesto para el Proyecto y descrito en el siguiente Capítulo 6, así como establecer medidas precautorias para la no afectación de elementos, procesos o ecosistemas sensibles.

Tabla 5.6. Matriz de Identificación de impactos ambientales.

Etapa	Componente ambiental	Aire		Suelo		Microclima	Agua	Geoforma	Flora		Fauna				Socioeconómico		Paisaje		Manglar	Hidrología superficial /subterránea		Impactos por actividad			Impactos por etapa		% de impactos negativos por etapa
	Factor/impacto / Obra/actividad	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	Remoción del recurso / Movimiento de materiales	Contaminación del suelo por residuos (RSU, peligrosos o de manejo especial)	Alteración microclimática	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial)	Alteración de geoformas	Conservación de individuos	Pérdida de cobertura	Conservación de individuos	Perdida del hábitat	Atracción de especies nocivas y/o exóticas	Perdida de individuos por desplazamiento de la fauna	Generación de empleos directos e indirectos derivados de las actividades del proyecto	Mejora en la calidad de vida de la población / uso de servicios	Fragilidad Visual	Calidad intrinseca	Mejora en la diversidad y estructura del ecosistema	Disponibilidad por demanda de uso	Alteración de los patrones de escorrentía	Positivos	Negativos	Totales	Positivos	Negativos	
Prep.	Limpieza y recuperación de flora y fauna						n		p		p			n	p				p			4	-2	2	7	-23	28.4
	Desmonte y despalme	n	n	n	n	n	n			n		n		n	p		n	n			n	1	-12	-11			
	Trazo y Nivelación	n	n		n		n	n						n	p	p	n	n			n	2	-9	-7			
Construcción	Obras provisionales	n	n	n	n								n	n	p	p				n	n	2	-8	-6	22	-47	58.0
	Construcción obra civil para: Cimentación	n	n	n	n		n	n					n	n	p	p		n			n	2	-10	-8			
	Caminos clientes	n	n	n	n		n	n						n	p	p					n	2	-8	-6			
	Estacionamiento	n	n		n			n						n	p	p	n				n	2	-7	-5			
	Muros divisiorios internos		n											n	p	p						2	-2	0			
	Instalación pergolas desmontables y solaruim-deck		n											n	p	p						2	-2	0			
	Instalación de piscinas desmontables		n	n	n		n							n	p	p						2	-5	-3			
	Construcción de áreas exteriores y ajardinadas	n	n	n		p	n		p		p		n	p	p	p		p	p			8	-5	3			
Op. y mto	Operación total del Proyecto		n		n	n	n						n	n	p	p			p	n		3	-7	-4	8	-11	13.58
	Mantenimiento	n	n		n		n		p		p				p				p		p	5	-4	1			
Total de imoactos (n)		-8	-12	-6	-9	-2	-9	-4	0	-1	0	-1	-4	-11	0	0	-3	-3	0	-2	-6		-81			69.23	100
Total de imoactos (p)		0	0	0	0	1	0	0	3	0	3	0	0	1	13	10	0	1	4	0	1	37				31.62	
Ponderación de impactos		-8	-12	-6	-9	-1	-9	-4	-3	-1	3	-1	-4	-10	-13	-10	-3	-4	-4	-2	-5		Total				
Valor bruto		20		14		3	9	4	4		20				23		7		4	2	7		117			No. total de impactos	
Valor neto		-20		-14		-1	-9	-4	-4		-12				-23		-7		-4	-7			-105				
Frecuencia		8	12	6	9	1	9	4	3	1	3	1	4	10	13	10	3	4	4	2	5		112				
% total de interacciones		7.69		5.38		1.15	3.46	1.54	1.54		7.69				8.85		2.69		1.54	0.77	2.69		45.00				
% de interacciones efectivas		17.09		11.97		2.56	7.69	3.42	3.42		17.09				19.66			5.98	3.42	1.71	5.98		100.00				
																							260			No. total de impactos posibles	

Fuente: Elaboración propia

5.5.1.1. INDICADORES DE LOS IMPACTOS

Como lo indica la Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental modalidad regional, un indicador se considera como índices cuantitativos o cualitativos que permitan evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del establecimiento de un proyecto o del desarrollo de una actividad.

Con base en esta definición, en el presente capítulo se establece el uso de los siguientes indicadores para evaluar los impactos identificados, en la mayoría de los casos son los mismos indicadores que fueron empleados para el desarrollo del diagnóstico ambiental presentado en el Capítulo 4 de esta MIA-P.

Tabla 5. 7. Impactos ambientales identificados e indicadores.

Factor	ID	Impacto	Indicador
Aire	**1**	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	Calidad del aire
Aire	**2**	Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	Generación de ruido y vibraciones
Suelo	**3**	Remoción del recurso / Movimiento de materiales	Calidad del suelo / volumen de extracción Vs Rellenos.
Suelo	**4**	Contaminación del suelo por residuos (RSU, peligrosos o de manejo especial)	Calidad del suelo
Microclima	**5**	Alteración microclimática	Sensación térmica
Agua	**6**	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial)	Calidad del agua
Geoforma	**7**	Alteración de geoformas	Relieve
Flora	**8**	Conservación de individuos	Presencia de individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Flora terrestre	**9**	Pérdida de cobertura	Porcentaje de cobertura vegetal en el área del proyecto
Fauna	**10**	Conservación de individuos	Presencia de individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Fauna	**11**	Perdida del hábitat	Porcentaje de cobertura vegetal en el área del proyecto
Fauna	**12**	Atracción de especies nocivas y/o exóticas	Presencia de especies nocivas
Fauna	**13**	Perdida de individuos por desplazamiento de la fauna	Presencia de individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Socioeconómico	**14**	Generación de empleos directos e indirectos derivados de las actividades del proyecto	Generación de empleos directos e indirectos

Factor	ID	Impacto	Indicador
Socioeconómico	**15**	Mejora en la calidad de vida de la población / uso de servicios	Derrama económica por servicio
Paisaje	**16**	Fragilidad Visual	Contraste del área respecto su entorno
Paisaje	**17**	Calidad intrínseca	Estado de conservación
Vegetación de manglar	**18**	Mejora en la estructura del ecosistema	Estado de conservación
Hidrología superficial /subterránea	**19**	Disponibilidad por demanda de uso	Disponibilidad del recurso
Hidrología superficial /subterránea	**20**	Alteración de los patrones de escorrentía	Hidroperiodo o patrones de escorrentía

Fuente: Elaboración propia

5.6. EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideraron dos variables: la incidencia y la magnitud.

La magnitud se define como la cantidad y calidad del factor modificado en términos relativos al marco de referencia adoptado (Gómez-Orea 2002), que para el caso que nos ocupa corresponde al SA definido para el Proyecto. Se calculó a partir de las superficies por tipo de vegetación o ecosistema que serán alteradas y del estado de conservación de cada factor que será afectado de acuerdo a lo manifestado en los estudios científicos particulares realizados para el SA delimitado.

La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la Tabla 5. 8.

Tabla 5. 8. Descripción de la escala de atributos para calcular la incidencia de los impactos del Proyecto.

Atributos	Escala		
	1	**2**	**3**
Consecuencia (C)	**Indirecto**: el impacto ocurre de manera indirecta.	No aplica	**Directo:** el impacto ocurre de manera directa.
Acumulación (A)	**Simple**: cuando el efecto en el ambiente no resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.	No aplica	**Acumulativo:** cuando el efecto en el ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Sinergia (S)	**No Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	**Sinérgico:** cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.
Momento o Tiempo (T)	**Corto**: cuando la actividad dura menos de 1 mes.	**Mediano:** la acción dura más de 1 mes y menos de 1 año.	**Largo:** la actividad dura más de 1 año.
Reversibilidad del impacto (R)	**A corto plazo**: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, menos de un año.	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 3 años.	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a tres años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	**Aparición irregular**: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	**Periódico:** cuando el efecto se produce de manera reiterativa.
Permanencia (Pm)	**Temporal**: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	**Permanente:** el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	**Recuperable**: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	**Irrecuperable:** que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto residual).

Fuente: Elaboración propia

Con base en el juicio de expertos, la Lista de Chequeo y la Matriz de Identificación de Impactos Ambientales, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales (**Tabla 5.6**) en donde se califica cada impacto según lo establecido en la Tabla 5. 8 y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas.

Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002)[1] y cuyos pasos se describen a continuación:

Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable (Tabla 5. 9).

El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala (Tabla 5.11):

[1] Domingo Gómez Orea (2002), página 330

$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc$[2] Expresión V.1

Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$Incidencia = I - I_{min} / I_{max} - I_{min}$ Expresión V.2

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{max}= el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestaran con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

I_{min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de *acumulación y recuperabilidad*. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos **sin aplicar medidas de mitigación**.

Tabla 5. 9. Matriz de evaluación de Impactos Ambientales.

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Aire	Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	**n**	3	3	1	3	1	3	1	1	3	**19**	**0.61**	NS
Aire	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	**n**	3	3	1	3	1	3	1	1	3	**19**	**0.61**	NS
Suelo	Remoción del recurso / Movimiento de materiales	**n**	3	1	1	3	1	1	1	3	1	**15**	**0.39**	NS
Suelo	Contaminación del suelo por residuos (RSU, peligrosos o de manejo especial)	**n**	3	3	3	3	1	1	1	1	3	**19**	**0.61**	NS
Microclima	Alteración microclimática	**n**	1	3	1	3	2	1	1	1	1	**14**	**0.33**	D
Agua	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial)	**n**	3	3	3	3	1	1	1	1	2	**18**	**0.56**	NS

[2] Modificado de Gómez-Orea, Domingo. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa 2002. Pag. 330

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Geoforma	Alteración de geoformas	**n**	3	1	1	3	3	1	3	1	1	**17**	**0.50**	NS
Flora	Conservación de individuos.	**p**	3	1	1	3	3	1	3	3	2	**20**	**0.67**	NS
Flora	Pérdida de cobertura	**n**	3	1	3	3	3	1	3	3	1	**21**	**0.72**	S
Fauna	Conservación de individuos	**p**	3	1	1	3	3	1	3	3	2	**20**	**0.67**	NS
Fauna	Perdida del hábitat	**n**	3	1	1	3	3	1	3	3	1	**19**	**0.61**	NS
Fauna	Atracción de especies nocivas y/o exóticas	**n**	1	1	1	2	1	3	3	1	1	**14**	**0.33**	D
Fauna	Perdida de individuos por desplazamiento de la fauna	**n**	3	1	1	3	3	3	3	1	3	**21**	**0.72**	S
Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos derivados de las actividades del proyecto	**p**	3	3	1	3	2	3	3	1	3	**22**	**0.78**	S
Socioeconómico	Mejora en la calidad de vida de la población / uso de servicios	**p**	3	3	1	3	3	3	1	1	3	**21**	**0.72**	S
Paisaje	Fragilidad Visual	**n**	3	3	1	3	3	1	3	1	1	**19**	**0.61**	NS
Paisaje	Calidad intrínseca	**n**	3	1	1	3	1	3	3	3	2	**20**	**0.67**	NS
Manglar	Mejora en la diversidad y estructura del ecosistema	**p**	3	1	1	3	3	1	3	3	2	**20**	**0.67**	NS
Hidrología superficial /subterránea	Alteración de los patrones de escorrentía	**n**	3	1	1	2	1	1	1	1	2	**13**	**0.28**	D
Hidrología superficial /subterránea	Disponibilidad por demanda de uso	**n**	3	3	3	3	3	1	1	1	3	**21**	**0.72**	S

Fuente: Elaboración propia

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 como se muestran en la Tabla 5. 10. La descripción de cada rango y su interpretación se ajustan a las especificidades del SA en cuanto a la integridad de sus componentes, así como a la definición de impacto ambiental relevante citada en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Tabla 5. 10. Rango de significancia de los impactos ambientales evaluados de acuerdo con su Índice de Incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de Incidencia
Significativo	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento y/o estructura de los ecosistemas dentro del SA.	0.68 o mayor
No significativo	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de estos.	0.33 o menor

Fuente: Elaboración propia

Con base en lo anterior se construyó una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales (Tabla 5. 11), la cual es solamente una variante de la de Evaluación de Impactos Ambientales, pero tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor índice de incidencia para una mejor visualización de la jerarquía de estos. En Tabla 5. 11 la también se presentaron los impactos de acuerdo con su significancia.

Tabla 5. 11. Jerarquización de impactos ambientales (D= Despreciable, NS= No Significativo, S=Significativo).

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Hidrología superficial /subterránea	Alteración de los patrones de escorrentía	**n**	3	1	1	2	1	1	1	1	2	**13**	**0.28**	D
Microclima	Alteración microclimática	**n**	1	3	1	3	2	1	1	1	1	**14**	**0.33**	D
Fauna	Atracción de especies nocivas y/o exóticas	**n**	1	1	1	2	1	3	3	1	1	**14**	**0.33**	D
Suelo	Remoción del recurso / Movimiento de materiales	**n**	3	1	1	3	1	1	1	3	1	**15**	**0.39**	NS
Paisaje	Calidad intrínseca	**n**	3	1	1	3	1	3	3	3	2	**20**	**0.67**	NS
Geoforma	Alteración de geoformas	**n**	3	1	1	3	3	1	3	1	1	**17**	**0.50**	NS

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Agua	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial)	**n**	3	3	3	3	1	1	1	1	2	**18**	**0.56**	NS
Aire	Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	**n**	3	3	1	3	1	3	1	1	3	**19**	**0.61**	NS
Aire	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	**n**	3	3	1	3	1	3	1	1	3	**19**	**0.61**	NS
Suelo	Contaminación del suelo por residuos (RSU, peligrosos o de manejo especial)	**n**	3	3	3	3	1	1	1	1	3	**19**	**0.61**	NS
Fauna	Perdida del hábitat	**n**	3	1	1	3	3	1	3	3	1	**19**	**0.61**	NS
Paisaje	Fragilidad Visual	**n**	3	3	1	3	3	1	3	1	1	**19**	**0.61**	NS
Flora	Conservación de individuos.	**p**	3	1	1	3	3	1	3	3	2	**20**	**0.67**	NS
Fauna	Conservación de individuos	**p**	3	1	1	3	3	1	3	3	2	**20**	**0.67**	NS
Manglar	Mejora en la diversidad y estructura del ecosistema	**p**	3	1	1	3	3	1	3	3	2	**20**	**0.67**	NS
Flora	Pérdida de cobertura	**n**	3	1	3	3	3	1	3	3	1	**21**	**0.72**	S
Fauna	Perdida de individuos por desplazamiento de la fauna	**n**	3	1	1	3	3	3	3	1	3	**21**	**0.72**	S
Socioeconómico	Mejora en la calidad de vida de la población / uso de servicios	**p**	3	3	1	3	3	3	1	1	3	**21**	**0.72**	S
Hidrología superficial /subterránea	Disponibilidad por demanda de uso	**n**	3	3	3	3	1	3	1	1	3	**21**	**0.72**	S
Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos derivados de las actividades del proyecto	**p**	3	3	1	3	2	3	3	1	3	**22**	**0.78**	S

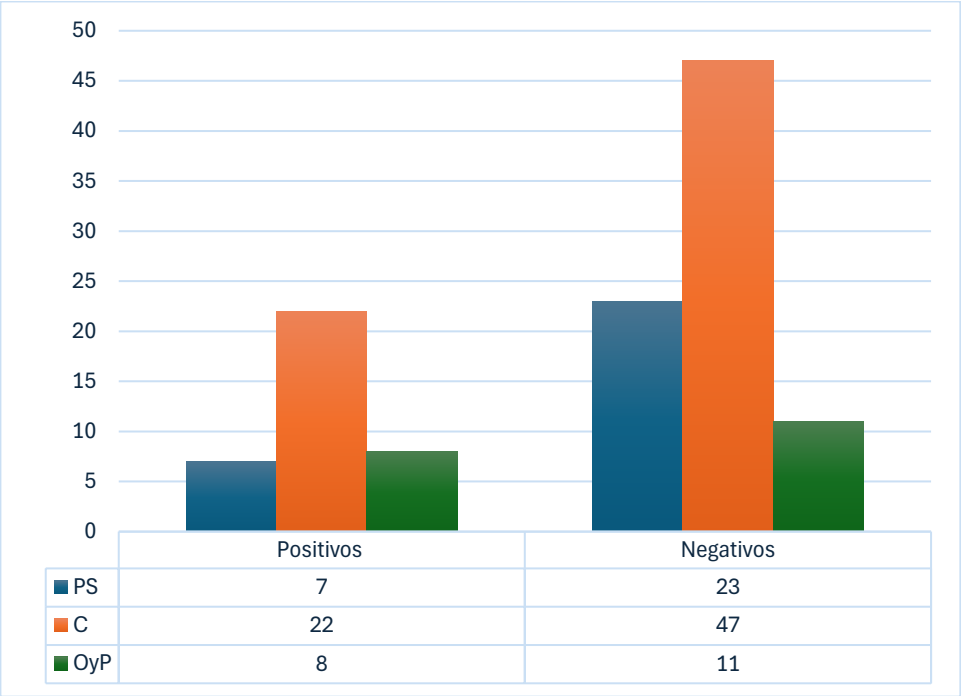
Fuente: Elaboración propia

5.6.1. ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS

De acuerdo con la evaluación resultante de la matriz de interacción para la identificación de los impactos, la cantidad de los impactos asociados al proyecto se puede apreciar de mejor manera en la siguiente figura, donde se observa como la cantidad de impactos negativos es mayor a la de positivos siendo la etapa de Construcción la que más cantidad de impactos genera tanto positivos (22) como negativos (47), seguido de la etapa de preparación del sitio (7 positivos y 23 negativos) y por último la etapa de operación y mantenimiento (8 positivos y 11 negativos).

En la Figura 5. 6 se muestra gráficamente la comparación de los impactos positivos con negativos de acuerdo con la etapa del Proyecto.

Figura 5. 6. Gráfico de cuantificación de impactos por etapas del Proyecto.



	Positivos	Negativos
PS	7	23
C	22	47
OyP	8	11

Fuente: Elaboración propia

En este apartado se describen los impactos ambientales identificados como resultado del proceso de análisis de identificación y valoración correspondiente, a partir de los diversos componentes ambientales del SA definido para el Proyecto y descritos en el Capítulo 4, así como de las obras y actividades del Proyecto definidas en el Capítulo 2 de esta MIA-P.

A continuación, se describen los impactos ambientales evaluados por componente ambiental:

- ✓ **Aire**

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Aire	Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	**n**	3	3	1	3	1	3	1	1	3	**19**	**0.61**	NS
Aire	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	**n**	3	3	1	3	1	3	1	1	3	**19**	**0.61**	NS

Fuente: Elaboración propia

Durante las etapas de preparación y construcción se consideran impactos negativos al componente aire que serán generado por actividades relacionadas con el uso de maquinaria pesada de construcción con motores de combustión interna que emiten gases, partículas y ruido. Además, el manejo de materiales durante la obra y los procesos de dragados pueden implicar la dispersión de partículas y polvos durante la etapa de construcción.

Se considera dentro de las actividades generadoras de este impacto al desmonte y despalme, así como las actividades de construcción que requieren el uso de maquinaria ya que estas estas a partir de su combustión tienen emisiones a la atmosfera de gases contaminantes, así como la dispersión de polvos y de partículas, además, de manera directa se producen ruidos y vibraciones.

Los impactos potenciales a este componente a ambiental son considerados como directos, acumulativos y de largo plazo. No obstante, se consideran temporales y reversibles. La acumulación será mayor durante los primeros 12 meses, debido a que será cuando se encuentre en construcción de las obras cimentadas y no cimentadas.

No es posible definir la intensidad de la acumulación de este impacto ya que no se sabe cuántas obras se estarán construyendo simultáneamente como parte del desarrollo de los lotes aledaños a la propiedad al interior del SA; sin embargo, contemplando el escenario de mayor impacto posible, se puede esperar que al mismo tiempo que se desarrolle la construcción de las obras cimentadas que requieran de maquinaria y equipo que generará ruido en las inmediaciones por la potencialidad que otorga el PDU en la zona.

En la zona donde se desarrolla el proyecto la calidad del aire es buena en general, aunque puede verse afectada temporalmente por emisiones de actividades de preparación de sitio y construcción, así como tráfico vehicular. Se considera el impacto poco significativo al no darse en una zona altamente urbanizada y dado que, por las características del sitio, el impacto es reversible, temporal y no sinérgico ni residual. Es No Significativo.

En el Capítulo 6 se incluyen las medidas de mitigación integradas en el SMGA-A que tienen relación con utilizar maquinaria y equipo en óptimas condiciones, trabajar en horarios diurnos, cumplimiento de normativas y regulaciones relativas a emisiones y generación de ruido, así como la ejecución de los trabajos por personal calificado y capacitado.

- ✓ **Suelo**

Factor	**Impacto**	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Suelo	Remoción del recurso / Movimiento de materiales	**n**	3	1	1	3	1	1	1	3	1	**15**	**0.39**	NS
Suelo	Contaminación del suelo por residuos (RSU, peligrosos o de manejo especial)	**n**	3	3	3	3	1	1	1	1	3	**19**	**0.61**	NS

Fuente: Elaboración propia

El riesgo de contaminación al componente suelo se consideró como no significativo acumulativo y sinérgico, mientras que el movimiento de materiales y la remoción del recurso (pérdida de suelo) se consideró como simple y residual. Ambos son No Significativos.

En el primer caso, el impacto será provocado por la generación de residuos sólidos, líquidos o peligrosos durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto cuyo mal manejo pudiera repercutir en la calidad de este componente ambiental. Además, se consideran potenciales derrames accidentales de combustibles durante las tres etapas del Proyecto.

Al respecto se debe de considerar que dentro del predio no se realiza ningún tipo de aprovechamiento de material pétreo y que el sitio corresponde a arena de playa. De esta manera se considera que el suelo cuenta con una alta permeabilidad por lo que es sujeto de riesgo de contaminación por filtraciones y presencia de residuos.

En el Capítulo 6 se presentan las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales al componente suelo, orientados principalmente al correcto manejo de residuos y al secado y reúso del material producto de dragados, desmontes y despalmes.

- ✓ **Agua**

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Agua	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial)	**n**	3	3	3	3	1	1	1	1	2	**18**	**0.56**	NS

Fuente: Elaboración propia

El impacto al componente ambiental agua se identificó en el riesgo de contaminación principalmente por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial), se considera un impacto no significativo por su periodicidad y temporalidad. La potencial contaminación se dará únicamente en caso de que exista algún derrame accidental y no se considere la implementación de medidas adecuadas para el manejo de residuos y el uso de sustancias biodegradables para el lavado de embarcaciones, es decir seria ocasional y temporal.

- ✓ **Geoforma**

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Geoforma	Alteración de geoformas	**n**	3	1	1	3	3	1	3	1	1	**17**	**0.50**	NS

Fuente: Elaboración propia

El área del Proyecto se ubica en un sistema de topoformas de duna y playa, una formación compuesta por material arenoso desarrollada a lo largo de la costa. Al respecto y de acuerdo con la información generada específicamente para el Proyecto (Capítulo 4, Anexo 4. 2), de acuerdo con la clasificación de la SEMARNAT se determinan como dunas frontales o montículos de arena relativamente pequeños situados de forma paralela y cercanos al mar. De acuerdo con la clasificación de la NMX-AA-120-SCFI-2016, se determina que la zona se caracteriza por una estructura estable con vegetación y con un ancho de 30 m aproximadamente. En la zona se detectaron caminos y campamentos que han causado erosión local y no han permitido la formación de un segundo cordón de dunas frontal, es por ello por lo que el Proyecto se mantienen detrás de la cresta del primer cordón de duna frontal en cumplimiento con el ordenamiento.

Detrás de la cresta se prevé la ubicación de infraestructura no cimentada y detrás del cordón de dunas se prevé la construcción de infraestructura cimentada.

El impacto a este componente tiene que ver con el relieve del sitio el cual será alterado a partir de la nivelación y compactación, sin embargo, debido a que el Proyecto tendrá sus obras piloteadas esté se considera poco significativo. Si bien, el impacto está valorado como directo, no resulta acumulativo ni sinérgico y se considera permanente.

El proyecto garantiza la integridad de las dunas toda vez que:

- No se prevé la remoción de arena, aplanamiento o remoción de vegetación nativa en las dunas embrionarias ni en el primer cordón de duna primaria.
- Mantiene los corredores biológicos que aseguran el funcionamiento y la conectividad del sistema dunar.
- Considera la instalación de infraestructura piloteada temporal y no cimentada detrás de la cresta de la duna estabilizada así como el uso de materiales degradables evitando invadir la corona o cresta.
- Las acciones propuestas no interrumpen la dinámica natural del transporte de arena

✓ **Microclima**

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Microclima	Alteración microclimática	**n**	1	3	1	3	2	1	1	1	1	**14**	**0.33**	D

Fuente: Elaboración propia

El microclima está compuesto por un conjunto de variables ambientales como la temperatura, la luz, la humedad y la velocidad del viento y a su vez estas condiciones son dadas por las características del lugar, por lo que el impacto en este componente está relacionado a la intervención del sitio, como primera parte se tiene un impacto negativo catalogado como despreciable ya que al realizar los trabajos de preparación del sitio, este sufrirá una alteración negativa por el retiro de la vegetación existente, compactación del suelo, emisiones, entre otras actividades, sin embargo, dadas las dimensiones del predio y las características circundantes el deterioro es mínimo.

A su vez, en las siguientes etapas se realizarán actividades que aporten de manera consecuente un beneficio a este componente, ya que se crearán espacios de áreas verdes, conservación y restauración de zonas con alto potencial de desarrollo de

manglar, lo que ayuda a que mitigar el impacto por las primeras actividades y mejorar las condiciones climáticas del lugar.

- ✓ **Bióticos: Flora y Fauna Terrestre.**

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Flora	Conservación de individuos.	**p**	3	1	1	3	3	1	3	3	2	**20**	**0.67**	NS
Flora	Pérdida de cobertura	**n**	3	1	3	3	3	1	3	3	1	**21**	**0.72**	S
Fauna	Conservación de individuos	**p**	3	1	1	3	3	1	3	3	2	**20**	**0.67**	NS
Fauna	Perdida del hábitat	**n**	3	1	1	3	3	1	3	3	1	**19**	**0.61**	NS
Fauna	Atracción de especies nocivas y/o exóticas	**n**	1	1	1	2	1	3	3	1	1	**14**	**0.33**	D
Fauna	Perdida de individuos por desplazamiento de la fauna	**n**	3	1	1	3	3	3	3	1	3	**21**	**0.72**	S

Fuente: Elaboración propia

Como se ha mencionado anteriormente, el área del proyecto es un área de playa y duna seguida por una zona de transición y finalmente una zona de manglar. La zona de playa y duna cuenta con distintos tipos de vegetación secundaria herbácea, arbustiva y halófila. Dado lo anterior los impactos negativos hacia el componente de flora resultan en un impacto significativo por la pérdida de cobertura vegetal que se realizará en la etapa de preparación de sitio, ya que este es un impacto directo, con sinergia a otros componentes como la fauna y procesos de servicios ambientales, además de ser permanente y su recuperabilidad es solo si se realiza una etapa de abandono, la cual de momento no se tiene considerada.

Por otra parte, se tiene un impacto positivo en este mismo componente, ya que al proyecto realizar obras de áreas ajardinadas, se podrá realizar la preservación de algunos individuos asegurando una mayor sobrevivencia por su mantenimiento y eliminando especies exóticas e invasoras.

En relación con el manglar no se consideran impactos por perdida de cobertura dado que se considera un área de conservación y se destaca la no afectación a su flujo hidrológico como se verá más adelante.

En cuanto a la fauna el mayor impacto generado es la perdida de individuos por desplazamiento, ya que durante todas las etapas del Proyecto se incrementa el tránsito vehicular, provocando ruidos y vibraciones que desplazan a la fauna nativa a otras zonas, lo que puede provocar incluso perdida de ejemplares, es por todo esto que este impacto se considera permanente, los demás impactos a la fauna se consideran como

no significativos, sin embargo, deberán se aplicarán medidas que ayuden a mitigar el impacto ya que estos impactos se mantienen de manera periódica.

- ✓ **Hidrología Superficial y Subterránea.**

Factor	**Impacto**	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Hidrología superficial /subterránea	Alteración de los patrones de escorrentía	**n**	3	1	1	2	1	1	1	1	2	**13**	**0.28**	D
Hidrología superficial /subterránea	Disponibilidad por demanda de uso	**n**	3	3	3	3	1	3	1	1	3	**21**	**0.72**	S

Fuente: Elaboración propia

Los impactos resultantes del componente de hidrología son de tipo despreciable y significativo, el primero que corresponde a la alteración de los patrones de escorrentía se considera así debido a que de manera directa ocurrirán cambios en estos patrones, pero no tienen acumulación ni sinergia además de ser reversible ya que las obras serán piloteadas y otras sin cimentación, por lo que los patrones de las escorrentías pueden retomar sus causes naturales den periodo más corto.

Específicamente se hace referencia al flujo hidrológico del humedal que se ubica en la zona el cual no será alterado toda vez que el sistema se mantiene mediante:

- Fuentes de Agua Dulce: El hidroperiodo (ciclo de inundación) está regulado principalmente por aportes pluviales durante la temporada de lluvias y por el flujo de agua dulce proveniente del manto freático que aflora a través del suelo kárstico.
- Ausencia de Influencia Mareal Directa: El humedal no presenta una conexión abierta con el medio marino. Por ello, se detecta un gradiente de salinidad nulo (0.0‰) tanto en el agua superficial como en la intersticial, lo que confirma que el manto freático es la fuerza hidrológica principal.
- Conectividad Subterránea: A pesar de que el humedal ha sufrido fragmentación por la construcción de caminos de terracería, los flujos hidrológicos subterráneos no han sido bloqueados en su mayoría, permitiendo que el manglar mantenga un desarrollo favorable.
- Estado Oligotrófico: Debido a la falta de conexión con ríos o el mar, el sistema tiene una baja concentración de nutrientes (nitrógeno y fósforo), funcionando como un cuerpo de agua de baja productividad.

De esta manera y dado que el proyecto no considera cimentaciones profundas que tengan la capacidad de impactar la hidrología subterránea no se considera un impacto significativo a dicha dinámica, igualmente en caso de que en las zonas de camino se observen flujos naturales durante la construcción o en temporada de lluvias se considera la inclusión de drenes y alcantarillas que permitan su continuidad en la zona de infraestructura cimentada.

Por otra parte, la demanda de uso de recuso resulta como un impacto significativo, ya que el Proyecto tiene una alta demanda de este recurso al usarse en las piscinas, y los servicios básicos para los huéspedes, por lo que al mantenerse de manera periódica por la vida útil del Proyecto resulta en un impacto significativo. No obstante, el proyecto considera abastecer esta demanda a través del uso responsable y compartido con el Proyecto vecino desde el cual se proveerá del servicio.

- ✓ **Paisaje**

Factor	**Impacto**	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Paisaje	Fragilidad Visual	**n**	3	3	1	3	3	1	3	1	1	**19**	**0.61**	NS
Paisaje	Calidad intrínseca	**n**	3	1	1	3	1	3	3	3	2	**20**	**0.67**	NS

Fuente: Elaboración propia

Los impactos derivados de la evaluación en cuanto al paisaje resultan como negativos no significativos para la fragilidad visual y la calidad intrínseca. La calidad intrínseca también incluye la percepción humana y estética, por lo que, el proyecto tiene una consecuencia directa al paisaje al crear una barrera visual ya que las edificaciones rompen la línea del horizonte y privatizan visualmente un recurso que es, por naturaleza, público. Si bien estos impactos no tienen una sinergia si tienen una larga permanencia.

En cuanto a la fragilidad visual, al estar el Proyecto en una playa tienen una fragilidad visual muy alta porque no hay elementos (como montañas o bosques densos) que puedan "esconder" o disimular el volumen de un edificio. Por lo que hay una ruptura de las escalas y contraste de texturas cromatismo debido a que la paleta de colores natural de una playa (azules, turquesas, ocres, verdes suaves) suele ser armónica y con la inserción del Proyecto El uso de concreto, vidrio reflejante o colores artificiales crea un choque cromático. Incluso la vegetación exótica (pasto muy verde o flores brillantes no nativas) resalta como una mancha artificial en el paisaje.

Debido a lo anterior se aplicarán las medidas necesarias para reducir los impactos al paisaje a su máximo valor posible.

5.7. IMPACTOS RESIDUALES

Como lo establece la fracción V del artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), se deberán identificar, evaluar, y describir los impactos residuales, es por ello por lo que, se dedica una sección especial del presente capítulo a su análisis. Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, y reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

La identificación de estos impactos se llevó a cabo en función al atributo de la recuperabilidad. Los impactos con calificación de 3 implican efectos en el ambiente que no le permitirán regresar a su estado original, aún con la aplicación de medidas de mitigación, por lo que se les consideró residuales. Los impactos con valores menores a 3 se consideraron recuperables siempre que se implementen las medidas de compensación y/o mitigación que se presentan en el Capítulo 6, considerando los factores de adaptabilidad y resiliencia del entorno en su conjunto (elementos, procesos, ecosistemas y especies).

Derivado de lo anterior se tiene que el Proyecto generará los impactos residuales negativos presentados en la tabla 5.12.

Tabla 5. 12. Impactos negativos residuales

Factor	Impacto	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Suelo	Remoción del recurso / Movimiento de materiales	**n**	3	1	1	3	1	1	1	3	1	**15**	**0.39**	NS
Fauna	Perdida del hábitat	**n**	3	1	1	3	3	1	3	3	1	**19**	**0.61**	NS
Paisaje	Calidad intrínseca	**n**	3	1	1	3	1	3	3	3	3	**19**	**0.61**	NS
Flora	Pérdida de cobertura	**n**	3	1	3	3	3	1	3	3	1	**21**	**0.72**	S

Fuente: Elaboración propia

5.8. IMPACTOS ACUMULATIVOS

Al igual que los impactos residuales, la fracción V del artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), establece que se deberán identificar, evaluar y describir los impactos acumulativos.

El análisis de los impactos ambientales se basa en la determinación de las desviaciones de la línea base o cero originada por efectos aditivos. En este sentido, no es suficiente evaluar los impactos ambientales del Proyecto como si éstos fueran la única fuente de cambio en el SAR, sino que es importante identificar los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con los que el Proyecto interactúa. Considerando que las matrices de interacción se limitan principalmente a la identificación y evaluación de impactos puntuales, es importante destacar que dichos impactos se identifican por el juicio de expertos y por medio del criterio de acumulación de la matriz de cuantificación de impactos, por lo que aquellos impactos negativos con calificación de 3 se consideraron como acumulativos.

Factor	**Impacto**	Signo del efecto	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Rc)	Frecuencia	**Incidencia**	**Índice de incidencia**	**Significancia**
Microclima	Alteración microclimática	**n**	1	3	1	3	2	1	1	1	1	**14**	**0.33**	D
Agua	Contaminación por residuos (RSU, Peligrosos y de manejo especial)	**n**	3	3	3	3	1	1	1	1	2	**18**	**0.56**	NS
Aire	Contaminación a la atmósfera por la generación de ruido y vibraciones.	**n**	3	3	1	3	1	3	1	1	3	**19**	**0.61**	NS
Aire	Contaminación a la atmósfera por emisión de gases, partículas y polvos.	**n**	3	3	1	3	1	3	1	1	3	**19**	**0.61**	NS
Suelo	Contaminación del suelo por residuos (RSU, peligrosos o de manejo especial)	**n**	3	3	3	3	1	1	1	1	3	**19**	**0.61**	NS
Paisaje	Fragilidad Visual	**n**	3	3	1	3	3	1	3	1	1	**19**	**0.61**	NS
Hidrología superficial /subterránea	Disponibilidad por demanda de uso	**n**	3	3	3	3	1	3	1	1	3	**21**	**0.72**	S

5.9. CONCLUSIONES

De acuerdo con el análisis de impactos se obtuvo que la mayoría de los impactos negativos se encuentran como no significativos y son producidos en la etapa de construcción, principalmente a actores como el aire, suelo y usos de agua, mientras que

por contraparte la etapa de operación y mantenimiento cuenta con más impactos positivos influyendo en el ámbito socioeconómico, el manglar y conservación de especies de flora y fauna, persistiendo impactos negativos al aire por contaminación de emisiones a la atmosfera.

De esta manera se concluye que el Proyecto cumple con lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA, en términos de que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas que se desarrollan en el área de influencia directa y en el SA, ya que no generará impactos ambientales negativos significativos dentro del área de Influencia y SA que pudieran generar un desequilibrio ecológico que afecte la integridad y continuidad de los ecosistemas presentes en el SA, ni los bienes y servicios ambientales que estos prestan y por lo tanto es procedente su autorización.

5.10. BIBLIOGRAFÍA

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. (1988, última reforma 19 de enero de 2026). Diario Oficial de la Federación. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. https://www.dof.gob.mx.

Compendio de información ambiental 2021. Impacto Ambiental (sección institucional y listados). SEMARNAT.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

Febrero de 2026

PROYECTO FRC-II

Capítulo 6. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales. acumulativos y residuales del Sistema Ambiental regional.

ÍNDICE GENERAL

6.1. INTRODUCCIÓN..... 1

6.2. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL. 1

6.3. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL..... 5

6.4. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS (PMIR). 6

SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS (RSU Y RME). 7

SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SANITARIOS 11

SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS 12

6.5. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD 15

SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN Y MEJORA DE LAS ÁREAS VERDES Y DE CONSERVACIÓN 17

SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN Y REUBICACIÓN DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE..... 20

6.6. PROGRAMA DE MONITOREO Y CALIDAD AMBIENTAL..... 21

SUBRPROGRAMA DE MONITOREO DE SUELOS Y GEOFORMAS..... 22

SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE ÁREAS VERDES Y CONSERVACIÓN (S-MAVC)..... 24

6.7. PROGRAMA DE RESPONSABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMATICO 25

SUBPROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CALIDAD DEL AIRE (EMISIONES/RUIDO). 26

SUBPROGRAMA DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO. ... 28

6.8. PROGRAMA DE SEGURIDAD Y ATENCIÓN A COTINGENCIAS..... 29

SUBPROGRAMA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL. 30

SUBPROGRAMA DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES. 31

6.9. PROGRAMA SOCIAL Y DIFUSIÓN 32

SUBPROGRAMA DE VINCULACIÓN SOCIOAMBIENTAL Y PAISAJISMO 33

SUBPROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL. 35

6.10. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO) 35

6.11. CONCLUSIONES 43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6. 1 Fases para la implementación del SMGAA..... 3
Figura 6. 2 Ejemplo de contenedores para la clasificación de residuos sólidos..... 10

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6. 1. Factores ambientales identificados. 3
Tabla 6. 2. Programas y subprogramas del SMGAA..... 4
Tabla 6. 3 Indicadores de efectividad del Programa de Vigilancia Ambiental. 5
Tabla 6. 4. Ficha técnica de seguimiento al tema de residuos. 6
Tabla 6. 5. Fuentes y manejo de Residuos sólidos. 8
Tabla 6. 6. Indicadores de desempeño. 15
Tabla 6. 7. Ficha técnica de seguimiento al tema de biodiversidad. 16
Tabla 6. 8. Ficha técnica de seguimiento al tema de monitoreo y calidad ambiental..... 22
Tabla 6. 9. Programación de actividades. 23
Tabla 6. 10. Ficha técnica de seguimiento al tema de responsabilidad ante el camio climático. 25
Tabla 6. 11. Ficha técnica de seguimiento al tema seguridad y contingencias. 29
Tabla 6. 12. Ficha técnica de seguimiento al tema de programa social y difusión. 33
Tabla 6. 13. Programa completo de seguimiento y control. 38

6.1. INTRODUCCIÓN

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en su artículo 30 establece que:

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

Asimismo, el Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA (RMIALGEEPA) en su artículo 12, fracción VI, establece que la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular deberá contener las **medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales.**

En cumplimiento a la LGEEPA y su reglamento en este capítulo se describe las estrategias del Proyecto para la prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales previamente identificados, descritos y evaluados en el Capítulo 5. Lo anterior considerando los componentes ambientales establecidos en el Capítulo 4 tanto para el predio como para el SA donde se inserta el Proyecto.

6.2. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL.

El presente capítulo tiene como objetivo definir y describir las estrategias que el promovente ejecutará para asegurar que el desarrollo del Proyecto "FRC-II" sea compatible con la integridad de los ecosistemas costeros de Puerto Morelos. Dado que El Proyecto se inserta en un entorno de alta sensibilidad ambiental, su diseño ha sido concebido bajo una premisa de respeto absoluto a los ecosistemas de manglar y duna, confinando el desarrollo habitacional al 14.87% del predio y manteniendo bajo régimen de preservación el 85.13% restante.

Para garantizar la efectividad de las acciones propuestas, el promovente se compromete formalmente a la implementación de un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental Adaptativo (SMGAA). Este sistema constituye la herramienta central de toma de decisiones, permitiendo que las medidas de manejo evolucionen conforme a los resultados del monitoreo biótico y abiótico, asegurando así la mejora continua del desempeño ambiental durante todas las fases de El Proyecto.

El SMGAA se articula a través de diversos Programas y Subprogramas de Seguimiento Ambiental, los cuales integran de forma detallada los métodos de ejecución, cronogramas, responsables y presupuestos asignados. Las medidas contenidas en este sistema se clasifican bajo la siguiente jerarquía operativa:

- **Medidas de Prevención (P):** Acciones planificadas que pretenden evitar los efectos previsibles de deterioro ambiental antes de que estos ocurran. Se enfocan

principalmente en el diseño arquitectónico sustentable y la delimitación estricta de áreas de trabajo para no afectar los ecosistemas de conservación.

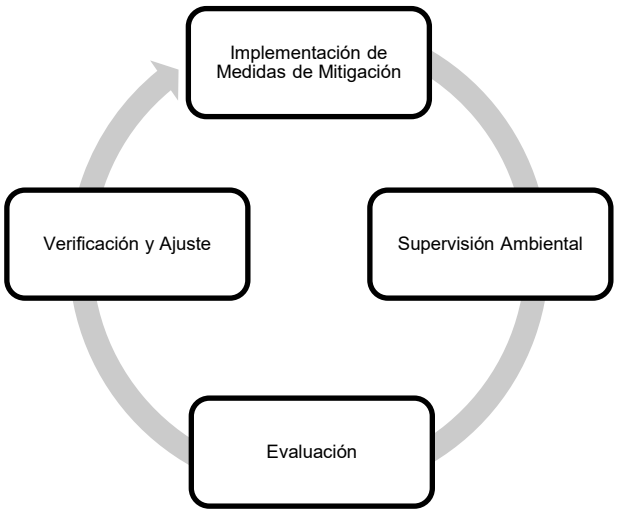
- **Medidas de Mitigación (M):** Acciones orientadas a atenuar y reducir la magnitud de los impactos ambientales inevitables generados por las actividades de construcción y operación, tales como la generación de ruido, polvo o la gestión de residuos.
- **Medidas de Compensación (C):** Acciones destinadas a igualar en sentido positivo los efectos negativos producidos al ambiente. Estas medidas buscan generar beneficios ecológicos adicionales en el Sistema Ambiental para resarcir los impactos que no pudieron ser evitados ni mitigados en su totalidad.

El SMGAA se ha diseñado con el propósito de trascender el cumplimiento administrativo, convirtiéndose en el eje rector de la sustentabilidad operativa de El Proyecto. Sus objetivos específicos son:

1. **Garantía de Implementación Técnica:** Desarrollar una herramienta integral y operativa que asegure la aplicación estricta de las medidas de prevención, mitigación y compensación detalladas en este documento, minimizando sistemáticamente cualquier efecto adverso sobre el entorno natural.
2. **Salvaguarda de Ecosistemas Críticos:** Asegurar la integridad estructural y funcional de las zonas de manglar y duna costera mediante un control riguroso de la huella de construcción, garantizando que el **85.13%** de la superficie del predio se mantenga bajo un estado de conservación óptimo.
3. **Gestión de Riesgos y Contingencias:** Establecer mecanismos de detección temprana para identificar impactos no previstos o desviaciones ambientales durante las fases de obra y operación, permitiendo la implementación inmediata de medidas correctivas eficaces.
4. **Ciclo de Mejora Continua:** Evaluar periódicamente la efectividad de las estrategias ambientales para que, durante la vida útil de El Proyecto, el sistema se actualice y perfeccione constantemente, adaptándose a las nuevas condiciones del sistema ambiental y a la normativa vigente.

La adaptabilidad del sistema no es una característica estática, sino una secuencia lógica de implementación fundamentada en la evaluación continua (Figura 6.1). Este enfoque permite identificar áreas de oportunidad y condiciones no previstas desde la fase de diseño, facilitando un ciclo de retroalimentación constante.

Figura 6. 1 Fases para la implementación del SMGAA



Fuente: Elaboración propia.

Así, las medidas del SMGAA poseen la flexibilidad necesaria para ajustarse dinámicamente a las condiciones del entorno en el que se enmarca El Proyecto, integrando variables naturales (fenómenos hidrometeorológicos), normativas (actualizaciones de Ley) y socioeconómicas para mantener siempre el nivel de protección ambiental más alto posible.

Bajo este preámbulo, para garantizar que el SMGAA sea técnica y financieramente eficiente, es imperativo partir de los resultados obtenidos en el proceso de evaluación del Capítulo 5. Esta jerarquización permite concentrar los esfuerzos de mitigación en los componentes ambientales que presentan una mayor susceptibilidad de afectación ante las obras y actividades de El Proyecto.

A continuación, se presenta una síntesis de los factores ambientales que han sido identificados como los más impactados, sirviendo como eje rector para la definición de las medidas preventivas, correctivas y de compensación:

Tabla 6. 1. Factores ambientales identificados.

Factor ambiental			**Componente susceptible de recibir impacto**		
Nivel	**Tipo**	**Componente ambiental**	**Características Físico-Químicas**	**Condiciones biológicas**	**Factores Culturales**
Elemento	**Abiótico**	Paisaje	**x**		
		Suelo	**x**		
		Geoforma	**x**		
		Aire	**x**		
		Agua (Subterránea)	**x**		

Factor ambiental			Componente susceptible de recibir impacto		
Nivel	**Tipo**	**Componente ambiental**	**Características Físico-Químicas**	**Condiciones biológicas**	**Factores Culturales**
		Socioeconómico			**x**
		Paisaje	**x**		
	Biótico	Flora terrestre		**x**	
		Fauna silvestre		**x**	
Ecosistema		Vegetación de Manglar		**x**	
Procesos	**Abiótico**	Hidrología superficial/subterránea			**x**

Fuente: Elaboración propia.

Los factores identificados en la tabla anterior actúan como los "detonantes" de la gestión ambiental de El Proyecto. Bajo este enfoque, no se proponen medidas aisladas, sino un conjunto de Programas y Subprogramas integrados que permiten un seguimiento puntual de cada indicador de éxito.

Para dar cumplimiento a lo anterior, el SMGAA se ha estructurado en la siguiente matriz de control, la cual guiará la ejecución operativa desde el desmonte inicial hasta la vida útil del complejo turístico.

Tabla 6. 2. Programas y subprogramas del SMGAA.

Programa	Clave	Subprograma	Subclave
Vigilancia Ambiental	PVA	No aplica	No aplica
Manejo Integral de Residuos	PMIR	Manejo de Residuos Sólidos (RSU y RME).	S-MIRS
		Manejo de Residuos Líquidos y Sanitarios.	S-MIRL
		Manejo de Residuos Peligrosos.	S-MIRP
Conservación de la Biodiversidad	PBVD	Protección y Mejora de las Áreas Verdes y de Conservación.	S-MAC
		Protección y Reubicación de Fauna y Flora Silvestre.	S-FFS
Monitoreo y Calidad Ambiental	PMA	Monitoreo de Suelos y Geoformas.	S-CS
		Monitoreo de Áreas Verdes y Conservación.	S-MAVC
Responsabilidad ante el Cambio Climático	PRCC	Eficiencia Energética y Calidad del Aire (Emisiones/Ruido).	S-CA
		Gestión y Conservación del Recurso Hídrico.	S-CCA
Seguridad y Atención a Contingencias	PSAC	Salud y Seguridad Ocupacional.	S-EHS
		Prevención y Atención a Contingencias Ambientales.	S-PAC
Social y Difusión	PSC	Vinculación Socioambiental y Paisajismo.	S-VSA
		Capacitación y Concientización Ambiental.	S-CAM

Fuente: Elaboración propia.

6.3. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) constituye el brazo operativo y de control del SMGAA. Su función básica es establecer un sistema robusto que garantice el cumplimiento estricto de las acciones y medidas de mitigación presentadas en este estudio. Mientras que el SMGAA define la estrategia general, el PVA se encarga de la verificación en campo, el registro de datos y la auditoría técnica de cada programa.

Este programa se estructura desde lo general a lo particular, organizando los impactos potenciales en Líneas Estratégicas que permiten agrupar las medidas de mitigación por tipo o zona vulnerable, asegurando que ninguna actividad del Proyecto quede fuera de supervisión.

El PVA tiene como objetivo general asegurar que la ejecución de El Proyecto se mantenga dentro de los umbrales de desempeño ambiental permitidos. Sus alcances específicos incluyen:

- Verificación Normativa: Garantizar que cada medida de prevención, mitigación y compensación se ejecute bajo los estándares de las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) y demás instrumentos legales aplicables.
- Detección de Desviaciones: Identificar de manera temprana cualquier diferencia entre los resultados esperados y los obtenidos en campo para activar inmediatamente las medidas correctivas del SMGAA.
- Transparencia Técnica: Generar un historial documental verificable que sustente el cumplimiento ambiental del promovente ante la autoridad.

Para que la vigilancia sea objetiva y no quede sujeta a interpretaciones, el PVA se fundamenta en dos herramientas críticas:

- Fichas Técnicas de Seguimiento: Documentos estandarizados que se utilizarán para dar continuidad a cada medida propuesta, detallando el responsable, la frecuencia de revisión y los recursos necesarios.
- Indicadores de Seguimiento: Basados en criterios técnicos y ecológicos, estos indicadores son medibles y verificables en tiempo y espacio. Permiten cuantificar la eficiencia de las medidas de mitigación tomando como referencia el estado original de los recursos (línea base) y los parámetros analizados en las normas vigentes.

Tabla 6. 3 Indicadores de efectividad del Programa de Vigilancia Ambiental.

Programa	Indicador
PVA	• Sistema de Información Geográfica actualizado y disponible.
	• Porcentaje de hallazgos identificados contra hallazgos atendidos.
	• Porcentaje de acciones planeadas contra acciones implementadas.

Programa	Indicador
	• Factor de desempeño ambiental (total de indicadores valorados).

Fuente: Elaboración propia.

6.4. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS (PMIR).

El desarrollo de El Proyecto implicará la producción de diferentes clases de residuos (líquidos, sólidos, peligrosos y de manejo especial). El PMIR está diseñado para minimizar los riesgos de contaminación y mitigar los impactos ambientales adversos mediante los siguientes objetivos principales:

- Prevención de la contaminación: Implementar acciones que limiten al máximo cualquier riesgo derivado de las actividades del proyecto.
- Cumplimiento normativo: Asegurar que todas las prácticas estén alineadas con las leyes vigentes.
- Mitigación de impactos: Reducir los efectos relacionados con la generación y manejo de residuos.

Tabla 6. 4. Ficha técnica de seguimiento al tema de residuos.

Impacto al que va dirigida la acción	Subprograma	Descripción de la medida (P, M o C)	Tiempo de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado
Contaminación del suelo por residuos	S-MIRS / S-MIRP	(P) Instalación de contenedores rotulados y almacén temporal impermeabilizado para evitar contacto con el sustrato.	Fase de Construcción y Operación.	Contenedores, tarimas, bitácoras.	100% de residuos confinados adecuadamente.
Contaminación del agua por infiltración	S-MIRL	(M) Conexión al sistema de drenaje y uso de trampas de grasas antes del envío a la PTAR.	Fase de Operación.	Trampas de grasa, red de drenaje.	0 descargas directas al acuífero o laguna.
Contaminación por gases y polvos	S-MIRS	(M) Mantener humedecido o cubierto todo el material en forma de polvo (escombros) durante su transporte.	Fase de Preparación y Construcción.	Pipas de agua, lonas de cobertura.	90% de reducción de partículas suspendidas.
Alteración de los patrones de escorrentía	S-MIRL	(P) Instalación de drenaje sanitario independiente del	Fase de Construcción.	Tubería especializada,	Integridad del sistema ante

Impacto al que va dirigida la acción	Subprograma	Descripción de la medida (P, M o C)	Tiempo de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado
		pluvial para evitar sobrecargas en lluvias intensas.		ingeniería hidráulica.	eventos pluviales.
Contaminación del suelo por residuos peligrosos	S-MIRP	(M) Almacenamiento en área impermeabilizada con diques de contención y entrega periódica a gestores autorizados.	Fase de Construcción y Operación.	Almacén especializado, bitácoras de RP, kit de respuesta a derrames.	100% de los residuos peligrosos con manifiesto de disposición final.
Contaminación por aceites y lubricantes	S-MIRP	(P) Mantenimiento preventivo de maquinaria fuera del predio o en áreas con bandejas de goteo impermeables.	Fase de Construcción.	Bandejas de polietileno, material absorbente.	0 incidentes de vertido directo al suelo natural del predio.

Fuente: Elaboración propia.

SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS (RSU Y RME).

Este subprograma está diseñado para minimizar los impactos ambientales asociados con la generación de residuos sólidos durante las etapas de preparación, construcción y operación del Proyecto "FRC-II", promoviendo su adecuada separación, recolección, transporte, tratamiento y disposición final.

A diferencia de proyectos de gran escala, la gestión en este sitio se concentra en el manejo de los residuos de manejo especial (RME) derivados exclusivamente de la remoción de vegetación secundaria y los excedentes de materiales de construcción generados por la edificación de los tres módulos habitacionales y el camino de acceso. Se asegura el cumplimiento de las normativas ambientales vigentes, fomentando prácticas responsables que contribuyan a la reducción y reutilización de materiales en las áreas de desplante, evitando cualquier dispersión de detritus hacia las áreas destinadas a la conservación.

Objetivos:

- Prevención y Minimización: Establecer medidas operativas efectivas para limitar la generación de residuos sólidos desde su origen en los frentes de obra y áreas de servicio.
- Valorización de Materiales: Fomentar la separación selectiva, reutilización y reciclaje de materiales de construcción y empaques para reducir el volumen destinado a disposición final.

- Gestión Técnica y Normativa: Adoptar los mejores métodos disponibles para el almacenamiento temporal y asegurar que la disposición final se realice en sitios autorizados, mitigando el riesgo de contaminación del suelo y del acuífero.

Para alcanzar dichos objetivos, se llevarán a cabo las siguientes acciones:

Acciones de Segregación y Manejo de Residuos.

Durante todas las etapas de El Proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento), se implementará un protocolo estricto de segregación en la fuente para los residuos sólidos generados. Los subproductos se clasificarán en tres corrientes principales: residuos inorgánicos reciclables, inorgánicos no reciclables y orgánicos, garantizando que cada flujo reciba el tratamiento técnico adecuado.

Para maximizar la eficiencia de este proceso y prevenir la dispersión de detritus hacia las zonas de conservación, se instalarán estaciones de contenedores específicos, rotulados y codificados por color. Estos se ubicarán estratégicamente cerca de los frentes de mayor actividad, tales como las áreas de edificación de los tres módulos habitacionales, el camino de servicio y la zona de servicios generales. En la Tabla 6.5 se presenta el inventario detallado de los residuos proyectados, sus fuentes generadoras y la ruta crítica para su recolección, confinamiento temporal y disposición final en sitios autorizados.

Tabla 6. 5. Fuentes y manejo de Residuos sólidos.

Tipo de Residuo	Descripción	Clasificación	Fuente Generadora	Recolección y Confinamiento	Disposición Final
RME	Desechos de vegetación (matorral secundario) y tierra vegetal.	Orgánico	Desmonte y limpieza de las áreas de desplante.	Se recolectan y se trasladan al centro de acopio temporal en zonas de viveros.	Trituración para cobertura de suelo o composta en sitio.
RME	Recortes de madera (deck), pedacería de acero y concreto.	Inorgánico	Construcción de los 3 módulos habitacionales y estructuras elevadas.	Almacenamiento en contenedores o tolvas metálicas debidamente rotuladas.	Sitio de disposición final autorizado por el Estado.
RSU	Desechos de comida y restos orgánicos de personal.	Orgánico	Comedores de obra y áreas de servicio en operación.	Recolección diaria en bolsas negras herméticas y tambos de 200 L con tapa.	Sitio de disposición autorizado por el municipio.
RSU	Papel, cartón, plástico (PET) y envases de aluminio.	Inorgánico	Áreas administrativas, frentes de obra y consumo de personal.	Separación en contenedores de reciclaje identificados por color.	Empresas recicladoras acreditadas o centro de acopio municipal.
RSU	Material de limpieza, detritus y residuos de mantenimiento.	Inorgánico	Limpieza general de áreas de trabajo y	Recolección manual mediante herramientas menores y traslado	Sitio de disposición autorizado por el municipio.

Tipo de Residuo	Descripción	Clasificación	Fuente Generadora	Recolección y Confinamiento	Disposición Final
			mantenimiento del predio.	en camiones de volteo.	
RME	Materiales pétreos, concreto excedente, restos de block y mortero.	Inorgánico	Cimentación y obra civil de los 3 módulos habitacionales.	Se acopiarán en tolvas metálicas o áreas delimitadas con barreras físicas para evitar dispersión.	Retiro por camiones de volteo hacia un sitio de disposición final autorizado por el Estado.

Fuente: Elaboración propia.

Instalación y manejo de almacenes temporales de residuos sólidos y de manejo especial.

Para la gestión operativa de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial descritos anteriormente, se contempla la habilitación de un Centro de Acopio Temporal (CAT) dentro del área de servicios del predio vecino. Este almacén estará diseñado para garantizar el resguardo seguro de los subproductos, dividiéndose en celdas de segregación que faciliten la clasificación y eviten la contaminación cruzada.

Criterios de Ubicación y Diseño Técnico

El diseño y emplazamiento del almacén responderá a los siguientes criterios de seguridad ambiental para proteger el ecosistema de manglar y la laguna costera colindante:

- Distanciamiento Estratégico: Se ubicará a una distancia segura de los cuerpos de agua y áreas de sensibilidad ecológica, minimizando el riesgo de afectación por escurrimientos accidentales.
- Impermeabilización del Sustrato: El suelo del almacén será de concreto u otro material impermeable para evitar cualquier tipo de filtración de lixiviados hacia el acuífero.
- Logística y Acceso: Contará con un acceso adecuado y señalizado para facilitar las maniobras de recolección y transporte por parte de los servicios externos.
- Control de Emisiones y Contención: El área estará equipada con sistemas de control de olores y barreras físicas de contención para evitar la dispersión de residuos por viento o fauna nociva, asegurando el cumplimiento de la normatividad ambiental.

Gestión de Residuos Vegetales y de Poda

Dada la relevancia de la vegetación nativa en El Proyecto, se incluirá un área específica para el manejo de residuos de poda y mantenimiento de jardines. Este espacio permitirá optimizar el tratamiento de la biomasa generada, promoviendo su trituración mecánica para su posterior reutilización como cobertura de suelo (*mulch*) o su transformación en composta para el vivero interno.

Supervisión, Trazabilidad y Control Documental

La Supervisión Ambiental será la autoridad responsable de asegurar la transparencia en la gestión de residuos mediante las siguientes acciones:

- Evidencia Documental: Se recopilarán y resguardarán los manifiestos de disposición final entregados por empresas acreditadas ante la autoridad competente.
- Control de Bitácoras: El almacén mantendrá bitácoras de entrada y salida actualizadas, registrando los volúmenes de residuos acopiados y los datos de las empresas encargadas de su traslado.
- Garantía de Proceso: Este sistema permitirá una trazabilidad completa del residuo desde su generación en los tres módulos hasta su destino final, minimizando los impactos ambientales negativos.

Desmantelamiento y Recuperación Ambiental

Al concluir la etapa de construcción de El Proyecto y desocupar las áreas destinadas a la logística provisional, se procederá con el retiro total de la infraestructura del almacén temporal.

- Restauración del Sitio: Se implementarán medidas de recuperación de suelo en todas las zonas intervenidas por obras provisionales para restaurar el entorno natural.

Figura 6. 2 Ejemplo de contenedores para la clasificación de residuos sólidos



Fuente: RPP, 2019.

SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS LÍQUIDOS Y SANITARIOS

Este subprograma es fundamental para mitigar impactos como la posible contaminación del agua por infiltración o la alteración de los patrones de escorrentía. Durante las fases de preparación, construcción y operación, se generará infraestructura temporal que incluye sanitarios portátiles, almacenes y comedores para satisfacer las necesidades de los trabajadores.

Es importante destacar que, para optimizar la gestión, parte de los servicios de tratamiento dependerán de la infraestructura del proyecto contiguo, asegurando una disposición final eficiente y controlada.

Objetivos

- Gestión Total: Garantizar la correcta disposición de las aguas residuales mediante sanitarios portátiles o sistemas de conducción sellados.
- Prevención de Riesgos: Minimizar cualquier riesgo de contaminación hacia el suelo o cuerpos de agua circundantes por residuos líquidos.
- Sostenibilidad: Fomentar el uso de productos biodegradables tanto en el riego como en el mantenimiento de áreas ajardinadas.

Acciones y Estrategias Operativas

Manejo de Sanitarios en Frentes de Obra Se dispondrá de un sanitario portátil por cada 10 trabajadores, ubicados a una distancia máxima de 100 metros de cada frente de obra para asegurar un acceso rápido. La cantidad de unidades se ajustará dinámicamente según el personal en el sitio. Cada unidad contará con lavamanos y un programa de limpieza riguroso que respete la dignidad y salud de los usuarios.

Sistema de Drenaje Sanitario Independiente

Se instalará una red de drenaje sanitario completamente independiente del sistema pluvial. Esta medida evita la sobrecarga de la infraestructura durante eventos de lluvia y minimiza el riesgo de infiltración al acuífero. La red conducirá las aguas residuales hacia la interconexión con el sistema de tratamiento autorizado (PTAR).

Implementación de Trampas de Grasas y Sólidos

Como medida crítica antes de la descarga al sistema de tratamiento, se colocarán trampas de grasas y sólidos en puntos estratégicos. Estas trampas interceptarán aceites y sólidos suspendidos, previniendo obstrucciones y mejorando significativamente la calidad del efluente tratado.

Aprovechamiento y Reúso de Aguas Tratadas

Para fomentar un uso eficiente del recurso hídrico, se reutilizará el agua tratada para el riego de las áreas verdes nativas.

- Etapa inicial: 0.5 m^3/día.
- Etapa operativa: Se implementará un sistema de riego conectado a la recuperación de aguas de la PTAR para conservar los recursos hídricos a largo plazo.

Disposición Final Certificada

Durante la construcción, la recolección de los residuos acumulados en sanitarios portátiles será efectuada por empresas acreditadas ante las autoridades ambientales. Estas empresas garantizarán que el residuo sea tratado conforme a la normativa vigente, protegiendo la salud pública y el entorno ecológico.

SUBPROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS PELIGROSOS

Este subprograma tiene como propósito central asegurar la gestión adecuada de los residuos peligrosos (RP) generados durante las etapas de preparación, construcción y operación de El Proyecto, minimizando su impacto ambiental y protegiendo la salud pública.

Objetivos

- Prevención: Priorizar el uso de materiales que minimicen la generación de RP, optando por alternativas más seguras.
- Sostenibilidad: Promover el uso de productos biodegradables certificados para reducir el impacto ambiental en las operaciones.
- Almacenamiento Seguro: Garantizar que los RP se resguarden en instalaciones que cumplan estrictamente con los estándares de seguridad y regulación ambiental.
- Disposición Certificada: Asegurar que el manejo, transporte y disposición final sean realizados exclusivamente por empresas acreditadas por las autoridades competentes.

Supervisión y Manejo Operativo

En las actividades de edificación y el mantenimiento de servicios, los RP proyectados incluyen aceites y lubricantes usados de maquinaria, solventes, diluyentes, restos de pinturas, barnices y productos químicos de limpieza. Asimismo, se consideran los lodos provenientes de las trampas de grasas en áreas de mantenimiento.

Las acciones de control incluyen:

- Identificación y Clasificación: Determinar la naturaleza de cada residuo conforme a la NOM-052-SEMARNAT-2005.
- Registro y Seguimiento: Implementar bitácoras que detallen cantidad, tipo y ubicación, utilizando contenedores resistentes y debidamente etiquetados.
- Responsabilidades: Asignar tareas específicas al personal capacitado para la supervisión del manejo de estos materiales.

Especificaciones Técnicas del Almacén Temporal

El Proyecto dispondrá de un área especializada diseñada bajo el Reglamento de la LGPGIR, cumpliendo con los siguientes criterios de seguridad:

- Segregación Total: Separado de oficinas, servicios y almacenamiento de materias primas para evitar interacciones químicas peligrosas.

- Ubicación Estratégica: Emplazado para reducir riesgos por emisiones, derrames, incendios o inundaciones.
- Ingeniería de Contención: Pisos de concreto impermeabilizados con una inclinación del 2% hacia sistemas de drenaje internos y muros de contención para derrames accidentales.
- Control Ambiental: Techos para protección de la intemperie y ventilación adecuada para prevenir acumulación de gases o reacciones térmicas.
- Seguridad contra Incendios: Equipamiento con sistemas de extinción vigentes y pasillos amplios para maniobras de emergencia.
- Acceso Restringido: Señalización clara de advertencia y control de entrada solo para personal autorizado.

Para minimizar riesgos, los contenedores se situarán sobre plataformas de madera para aislarlos del suelo, limitando a dos unidades por línea de almacenamiento, con un periodo de resguardo que no excederá los seis meses.

Además, se implementarán las siguientes acciones de verificación:

- Verificación de Disposición: Supervisar que los RP sean dispuestos de manera segura siguiendo las regulaciones aplicables.
- Auditorías Ambientales: Realizar inspecciones periódicas para asegurar el cumplimiento de las medidas de manejo de RP en el sitio.
- Capacitación Especializada: Entrenar al personal en el manejo de sustancias peligrosas, asegurando el uso de equipo de protección personal conforme a las normas de seguridad industrial.
- Plan de Emergencia: Establecer un protocolo de respuesta ante incidentes relacionados con residuos peligrosos.

Infraestructura de Protección de Suelo y Agua

A fin de evitar la contaminación del suelo y el acuífero por lixiviados de hidrocarburos, se implementarán las siguientes medidas físicas:

- Canaletas de Recolección: Se instalarán canaletas especializadas para captar aceites y combustibles en las áreas de ingreso y egreso de vehículos de carga y servicio.
- Almacenamiento en Tanques: Los líquidos captados se almacenarán en tanques especiales para su posterior retiro por empresas acreditadas.
- Superficies Impermeabilizadas: Las áreas de mantenimiento de maquinaria contarán con pisos impermeables para ofrecer protección adicional contra filtraciones al subsuelo.

Plan de Atención a Contingencias por Derrame

Dada la sensibilidad ambiental del entorno, se establecen protocolos específicos de respuesta inmediata según el medio afectado.

- Respuesta en Tierra

Ante un derrame de aceites o combustibles en suelo, se procederá de la siguiente manera:

  - Delimitación: Establecer un perímetro de seguridad inmediato.
  - Contención: Utilizar productos absorbentes especializados para controlar el derrame.
  - Etiquetado: Identificar y etiquetar los materiales contaminados como residuos peligrosos.
  - Resguardo: Transportar los residuos al almacén temporal de El Proyecto.
  - Disposición: Entrega a una empresa acreditada para su tratamiento final.

- Respuesta en Cuerpo de Agua (Laguna/Manglar)

En caso de afectación a la zona lagunar, se activará un protocolo detallado:

  - Detección y Notificación: Identificar la fuente y notificar inmediatamente a las autoridades y al equipo de respuesta.
  - Contención Física: Implementar barreras flotantes o cordones absorbentes para evitar la propagación de la mancha.
  - Recuperación: Utilizar equipos especializados para recoger la sustancia del agua y almacenarla en recipientes estancos.
  - Modelación y Monitoreo: Evaluar la dispersión de la sustancia integrando condiciones meteorológicas y de marea para medir el impacto en los ecosistemas sensibles.
  - Remediación: Aplicar medidas de restauración ambiental tras la recuperación del material derramado.

Desmantelamiento y Certificación de Disposición Final

Al concluir la fase de construcción, se llevará a cabo el desmantelamiento total de la infraestructura temporal de obra. Los materiales aprovechables serán entregados a empresas autorizadas para su reciclaje, mientras que los no reutilizables se trasladarán a sitios de disposición final autorizados

La trazabilidad del proceso se garantizará mediante un registro documental exhaustivo:

- Registro de Movimientos: Documentar la cantidad y tipo de residuos almacenados y entregados.
- Certificados de Disposición: Las empresas acreditadas proporcionarán certificados que validen el tratamiento adecuado de los RP, facilitando el control por parte de la autoridad ambiental.

- Responsabilidad Compartida: Las empresas autorizadas asumirán la responsabilidad del residuo desde su recolección hasta su eliminación responsable y sostenible.

Tabla 6. 6. Indicadores de desempeño.

Subprograma	Clave	Indicadores de Desempeño y Seguimiento
Manejo Integral de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	S-MIRS	Tasa de Separación: Proporción de residuos clasificados en origen (orgánicos/inorgánicos) en relación con el total generado.
		Valorización de RME: Porcentaje de residuos vegetales y maderas reutilizados en sitio para cobertura de suelo o composta.
		Control de Disposición: Número de manifiestos y boletas de recepción emitidos por sitios de disposición final autorizados.
		Eficiencia de Limpieza: Frecuencia de retiro y estado de mantenimiento de los contenedores estratégicos.
Manejo Integral de Residuos Líquidos y Sanitarios	S-MIRL	Cobertura de Gestión: Porcentaje de aguas residuales efectivamente conducidas a la PTAR (Meta: 100%).
		Calidad del Efluente: Resultados de los análisis de laboratorio conforme a los parámetros de la NOM-003-SEMARNAT-1997 para el reúso en riego.
		Integridad del Sistema: Número de inspecciones y mantenimientos realizados a las trampas de grasas y sólidos.
		Índice de Reúso: Volumen de agua tratada aprovechada para el riego de áreas verdes.
Manejo Integral de Residuos Peligrosos	S-MIRP	Cumplimiento Normativo: Grado de adherencia a los criterios de almacenamiento temporal del Reglamento de la LGPGIR (evaluado mediante auditorías).
		Control de Permanencia: Tiempo promedio de almacenamiento de residuos peligrosos en el CAT (Meta: < 6 meses).
		Capacitación Operativa: Porcentaje de personal entrenado en manejo de RP y uso de equipos de protección personal.
		Respuesta a Emergencias: Tiempos de respuesta y efectividad de las acciones de contención ante incidentes o derrames.

Fuente: Elaboración propia.

6.5. PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

El Programa de Biodiversidad de El Proyecto está diseñado para prevenir, mitigar y compensar de manera directa los impactos ambientales sobre los componentes bióticos (vegetación y fauna) presentes en el predio y su área de influencia. Se prioriza la protección de las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, garantizando que el desplante de la infraestructura no comprometa la integridad de los ecosistemas de manglar y duna costera. A través de la preservación estricta de 5.95 ha, se genera un efecto indirecto positivo que mitiga impactos en elementos abióticos como el suelo y el aire, actuando como una barrera natural contra la erosión y un sumidero de carbono.

Objetivos

- Mitigación Biótica: Minimizar los impactos generados por el desarrollo del proyecto sobre la estructura y composición de la vegetación y las poblaciones de fauna silvestre detectadas en el sitio.

- Preservación de Servicios Ambientales: Mitigar impactos sobre componentes abióticos mediante el mantenimiento de la cobertura vegetal densa, asegurando la estabilidad geomorfológica y la calidad del microclima.
- Continuidad Ecosistémica: Garantizar la conservación de los ecosistemas identificados, manteniendo su función como hábitat y corredor biológico dentro del contexto regional de Puerto Morelos.

Para alcanzar estos objetivos, el Programa considera la implementación de medidas de mitigación integradas en los siguientes subprogramas operativos:

- Protección y Mejora de las Áreas Verdes y de Conservación (S-MAC): Acciones enfocadas en fortalecer la diversidad y estructura de las áreas de conservación.
- Protección y Reubicación de Fauna y Flora Silvestre (S-FFS): Medidas para evitar la pérdida de hábitat, el desplazamiento y la atracción de especies exóticas o nocivas.

Tabla 6. 7. Ficha técnica de seguimiento al tema de biodiversidad.

Impacto al que va dirigida la acción	Subprograma	Descripción de la medida (P, M o C)	Tiempo de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado
Pérdida de cobertura vegetal (Flora)	S-FFS	(M) Rescate y reubicación de ejemplares de flora (especies NOM-059) identificados mediante SIG antes del desmonte.	Preparación del sitio.	Biólogos especialistas, herramientas manuales, vivero temporal.	100% de individuos rescatables reubicados en áreas de conservación del predio.
Pérdida de individuos por desplazamiento (Fauna)	S-FFS	(P) Protocolo de ahuyentamiento preventivo (técnicas de ruido y luz) para permitir el desplazamiento natural hacia las áreas de conservación.	Preparación del sitio.	Dispositivos sonoros, biólogo responsable de fauna.	0 ejemplares de fauna silvestre lesionados o muertos durante el desmonte.
Atracción de especies nocivas y/o exóticas (Fauna)	S-FFS	(P) Control estricto de residuos orgánicos y prohibición de alimentación para evitar la proliferación de fauna feral o nociva.	Operación (Permanente).	Contenedores herméticos, señalética informativa.	0 registros de especies exóticas invasoras atraídas por actividades humanas.
Conservación de individuos (Flora y Fauna)	S-MAC	(P) Delimitación física inamovible (malla sombreadora / cercado) solamente en el área de obra.	Preparación y Construcción.	Cercado de polietileno, estacas, equipo SIG actualizado.	100% de la superficie de conservación sin intrusiones de maquinaria o personal.

Impacto al que va dirigida la acción	Subprograma	Descripción de la medida (P, M o C)	Tiempo de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado
Mejora en la diversidad y estructura (Manglar)	S-MAC	(C) Implementación de una superficie de restauración y saneamiento forestal bajo el numeral 4.43 de la NOM-022.	Operación (Anual).	Cuadrillas de limpieza forestal, insumos de reforestación nativa.	Incremento medible en el vigor y salud fitosanitaria del ecosistema de manglar.
Alteración de los patrones de escorrentía (Hidrología)	S-MAC	(M) Instalación de pasos de agua y pilotes en estructuras elevadas para garantizar la conectividad hídrica del manglar (NOM-022).	Construcción.	Ingeniería hidráulica, materiales permeables.	Continuidad del flujo hídrico superficial y subterráneo verificada por monitoreo.
Calidad intrínseca y Fragilidad visual (Paisaje)	S-MAC	(P) Control de contaminación lumínica (ámbar) para no afectar la anidación de tortugas marinas (Criterio URB-52 POEL BJ).	Operación (Permanente).	Luminarias filtradas, deflectores lumínicos.	0 eventos de desorientación de tortugas marinas en la zona de playa colindante.

Fuente: elaboración propia.

SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN Y MEJORA DE LAS ÁREAS VERDES Y DE CONSERVACIÓN

Este subprograma define las acciones tácticas para la gestión de las áreas destinadas a la conservación, las cuales integran la duna costera, el humedal de manglar y la laguna. Busca corregir la falta de especificidad en las medidas de prevención y mitigación señaladas anteriormente por la autoridad.

Objetivos:

- Asegurar la integridad física y funcional del ecosistema de manglar vinculado al Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma".
- Garantizar la permanencia de la superficie de vegetación reportada, evitando cualquier fragmentación del hábitat.
- Mantener las condiciones ecológicas necesarias para la fauna, con especial atención a los sitios de anidación de tortugas marinas conforme al POEL BJ.
- Delimitación, Cartografía y Mapeo

Se implementará un sistema de gestión cartográfica:

- Se incorporará cartografía digital detallada del sitio utilizando Sistemas de Información Geográfica (SIG).

- Estas capas de información deberán actualizarse periódicamente para reflejar con precisión cualquier cambio en la superficie o en la calidad de la cobertura vegetal durante las etapas del proyecto.
- El mapa oficial del proyecto debe garantizar que se mantenga la misma superficie de vegetación de manglar durante todo el proceso constructivo.

Delimitación Física, Supervisión y Señalización

Una vez identificadas las áreas críticas mediante SIG, se procederá a su protección física para evitar impactos por ignorancia o accidentes de obra:

- Confinamiento del área de obra: Se instalarán barreras físicas (malla sombra de polietileno) únicamente en el perímetro de desplante de los tres módulos y vialidades autorizadas. Quedará estrictamente prohibido cercar o delimitar las áreas de conservación de manglar, asegurando que estas permanezcan libres de obstáculos para el tránsito de fauna silvestre.
- Recorridos de Supervisión: Se realizarán inspecciones semanales para verificar el estado de las barreras y asegurar que no existan intrusiones ni acumulación de materiales en zonas sensibles.
- Señalización Ambiental: Se colocarán letreros informativos y de restricción en puntos estratégicos, detallando la importancia ecológica del área y las prohibiciones vigentes.

Control de Especies Exóticas Invasoras

Atendiendo el impacto de "Atracción de especies nocivas", este apartado establece:

- Monitoreo continuo de la alteración del hábitat derivada de actividades humanas que pudieran favorecer la presencia de especies exóticas (ej. fauna feral o plantas invasoras).
- Implementación de protocolos de erradicación inmediata en caso de detección, evitando la competencia con las especies nativas de lento crecimiento.

Determinación de Paleta Vegetal para Áreas Verdes

Este apartado atiende la prevención de la Atracción de especies nocivas y/o exóticas y la protección de la biodiversidad local:

- Selección Especializada: La paleta vegetal será determinada exclusivamente por especialistas (Biólogos o Agrónomos), basándose en especies nativas de la región con afinidad ecológica al sistema de duna y manglar.
- Prohibición de Exóticas: Se restringe estrictamente la introducción de especies exóticas o invasoras que puedan representar un riesgo de desplazamiento para la flora del manglar situado en la parte posterior del predio.

- Criterio de Diversidad: Se priorizará el uso de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 obtenidas de viveros autorizados, que sean aptas para la revegetación, potenciando la función del predio como refugio de fauna.

Creación y Mantenimiento de Áreas Verdes

- Gestión Química: Se prohíbe el uso de fertilizantes, herbicidas o pesticidas de origen químico que no sean biodegradables, con el fin de proteger el acuífero y evitar la eutrofización de la laguna.
- Evaluación del Riego: El suministro de agua para áreas verdes se realizará bajo un esquema de "Necesidad Evaluada", evitando excesos que puedan generar escorrentías contaminadas hacia el manglar o alterar la salinidad del humedal.
- Visto Bueno Técnico: Todas las actividades de jardinería y mantenimiento deberán contar con la supervisión y aprobación de un experto ambiental residente.

Restauración y Cumplimiento de la NOM-022-SEMARNAT-2013

Para potenciar la "Mejora en la diversidad y estructura del ecosistema" el Proyecto "FRC-II" considera la implementación de acciones proactivas de restauración de zonas de manglar. Esta medida se fundamenta en la reducción del área de amortiguamiento (buffer) al manglar permitida por la norma, asegurando que el desplante de los módulos habitacionales no comprometa la integridad del ecosistema.

Es importante destacar que, con base en el diagnóstico ambiental, no se identificaron impactos negativos significativos al manglar dentro del predio; por lo tanto, esta acción se categoriza como una medida de mejora estructural y compensación para potenciar la diversidad y salud del ecosistema en el SAR.

Metodología

Para evitar la "evaluación incierta" observada en procesos previos, la restauración será liderada por un equipo de expertos en ecología de humedales:

- Selección de Especies: Se utilizarán únicamente especies nativas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con afinidad al sitio, asegurando la representatividad de la diversidad del estrato arbóreo y arbustivo.

Etapas de Implementación

El proceso de restauración seguirá una ruta crítica de cuatro pasos fundamentales:

- Delimitación y Mapeo Externo: Se identificarán, delimitarán y mapearán áreas de restauración de zonas de manglar situadas fuera del predio, dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR).
- Diseño de la Medida: Elaboración del plan ejecutivo que defina densidades de siembra, preparación del terreno (hidrología) y selección del método de restauración más adecuado (siembra directa o propagación en vivero).

- Implementación Estratégica: Ejecución de las faenas de restauración en las zonas identificadas, asegurando que las actividades se realicen en las temporadas climáticas óptimas para maximizar la supervivencia.
- Mantenimiento y Monitoreo: Programa de seguimiento a largo plazo para verificar el éxito de la restauración. Se establecerán indicadores de tasa de supervivencia y crecimiento, proporcionando a la autoridad los "elementos técnicos necesarios" y el "seguimiento efectivo" que se exigió en la negativa anterior.

SUBPROGRAMA DE PROTECCIÓN Y REUBICACIÓN DE FAUNA Y FLORA SILVESTRE

Este subprograma unifica las acciones de rescate, ahuyentamiento, reubicación y protección de los elementos bióticos del predio. Su ejecución es prioritaria durante las fases de preparación del sitio y construcción para mitigar la pérdida de individuos y el desplazamiento forzado.

Objetivos

- Mitigación Directa: Realizar el rescate del 100% de los individuos de flora listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de lento crecimiento detectados en la huella de desplante.
- Bienestar Animal: Implementar protocolos de ahuyentamiento y rescate activo para evitar la mortandad de fauna por ignorancia o accidentes mecánicos.
- Garantía de Supervivencia: Establecer sitios de liberación y reubicación que cumplan con las características de hábitat necesarias para cada especie.

Protocolo de Rescate y Reubicación de Flora

Para solventar la falta de detalle en métodos de selección observada por la autoridad, se establece lo siguiente:

- Identificación y Marcaje: Se realizará un censo al 100% previo al desmonte, identificando especies endémicas, nativas, de difícil observación y de lento crecimiento.
- Técnicas de Extracción: El rescate se hará mediante métodos manuales, extrayendo el pan de tierra completo para proteger el sistema radicular de las especies de interés.
- Vivero Temporal: Los individuos rescatados se resguardarán en un vivero temporal dentro del predio, recibiendo mantenimiento especializado hasta su reubicación definitiva en las áreas de conservación (S-MAC).

Protocolo de Ahuyentamiento y Rescate de Fauna Silvestre

Este apartado responde a la necesidad de considerar especies nocturnas, fosoriales y migratoria:

- Ahuyentamiento Preventivo: Antes de cualquier actividad de desmonte, se aplicarán técnicas sonoras y visuales para incentivar el desplazamiento natural de la fauna hacia la superficie de conservación.
- Rescate Activo: Para especies de lento desplazamiento (fosoriales o reptiles), se realizará una búsqueda dirigida por biólogos especialistas.
- Atención a Fauna Nocturna: Los trabajos de desmonte se programarán en horarios que minimicen la perturbación a especies nocturnas, realizando inspecciones previas en oquedades y copas de árboles.

Determinación de Sitios de Liberación y Evaluación

- Selección por Hábitat: Los sitios de liberación se definirán basándose en la correspondencia biológica entre el sitio de origen y el de destino, priorizando las zonas de manglar y duna protegidas.
- Monitoreo Pos-Reubicación: Se llevará un registro detallado de cada individuo reubicado, incluyendo coordenadas, estado de salud y éxito de establecimiento, para proporcionar el seguimiento efectivo que exige la autoridad.

Protección en Etapas de Construcción y Operación

- Prevención de Atropellamientos: Se instalará señalética de restricción de velocidad y pasos de fauna en el camino de servicio para mitigar la pérdida de individuos.
- Control de Atracción de Plagas: Se prohíbe alimentar a la fauna y se exige el manejo hermético de residuos para evitar la atracción de especies nocivas o exóticas.
- Capacitación: Todo el personal recibirá pláticas sobre la importancia de la fauna local para evitar "mortandad por ignorancia".

6.6. PROGRAMA DE MONITOREO Y CALIDAD AMBIENTAL

El PMA constituye el sistema de control y verificación de las condiciones físico-químicas y bióticas del predio durante todas las etapas del proyecto. Su implementación permite asegurar que los factores de Suelo, Geoforma, Microclima y Paisaje se mantengan dentro de los umbrales de resiliencia establecidos en el diagnóstico ambiental, detectando de forma temprana cualquier desviación para aplicar medidas correctivas inmediatas.

Objetivos:

- Verificación Técnica: Evaluar la estabilidad de las geoformas (duna) y la calidad del suelo durante el movimiento de materiales y la construcción de la infraestructura (módulos, pozos y PTAR).
- Control Microclimático: Monitorear las variaciones térmicas y de humedad derivadas de la sustitución de cobertura vegetal, asegurando que no se afecte la zona de conservación de manglar.
- Integridad Paisajística: Medir la efectividad de la integración visual del proyecto y el éxito de la paleta vegetal nativa en las nuevas áreas verdes.

Tabla 6. 8. Ficha técnica de seguimiento al tema de monitoreo y calidad ambiental

Impacto al que va dirigida la acción	Subprograma	Descripción de la medida (P, M o C)	Tiempo de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado
Remoción del recurso y alteración de geoformas.	S-CS	(M) Monitoreo topográfico y de estabilidad de suelos en las áreas de desplante y cimentación de los 3 módulos.	Construcción.	Equipo de topografía, estación total, ingeniero civil.	0 procesos erosivos o inestabilidad en zonas colindantes a la duna.
Contaminación del suelo por residuos (RSU/RP).	S-CS	(M) Muestreo y análisis de calidad de suelo en el área de la PTAR y pozos para detectar intrusión de contaminantes.	Construcción y Operación.	Laboratorio acreditado, perito ambiental.	Resultados conforme a la NOM correspondiente y ausencia de lixiviados.
Alteración microclimática.	S-MAVC	(M) Instalación de estaciones de monitoreo térmico en la zona de interfase entre edificios y manglar preservado.	Operación.	Termohigrómetros digitales.	Registrar gradientes térmicos comparándolos con la línea base en el manglar.
Fragilidad Visual y Calidad Intrínseca.	S-MAVC	(M) Monitoreo fotográfico estacional para evaluar la integración del paisaje y el vigor de la paleta vegetal nativa.	Operación (Semestral).	Equipo fotográfico de alta resolución, especialista en paisaje.	100% de integración paisajística y supervivencia de la revegetación.

Fuente: elaboración propia.

SUBRPROGRAMA DE MONITOREO DE SUELOS Y GEOFORMAS

Este subprograma establece las directrices para vigilar la estabilidad física del terreno y la integridad química del suelo en las áreas de intervención directa de El Proyecto, tales como los tres módulos habitacionales, el camino de servicio, la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) y los pozos de extracción y descarga.

Objetivos

- Vigilancia Morfológica: Asegurar que el movimiento de materiales no altere la configuración natural de la duna costera ni los flujos de drenaje natural.
- Prevención de Degradación Química: Detectar de forma temprana cualquier rastro de contaminación por lixiviados o derrames accidentales, con especial énfasis en las áreas de infraestructura crítica (PTAR y pozos).

- Control de Movimientos de Tierra: Cuantificar el volumen de material removido para garantizar que se mantenga dentro de los límites estrictamente necesarios para la obra civil.

Abordaje Técnico por Impacto Detectado

A continuación, se detallan los métodos de monitoreo para cada impacto identificado en la matriz ambiental.

Remoción del Recurso / Movimiento de Materiales

Para evitar la pérdida excesiva de sustrato:

- Balance de Masas: Se llevará un registro semanal de los volúmenes de tierra y arena removidos vs. los volúmenes utilizados para relleno compensatorio en el sitio.
- Control de Taludes: Durante la cimentación de los módulos, se monitoreará la estabilidad de los cortes de tierra mediante testigos físicos para prevenir deslizamientos que puedan afectar la vegetación colindante.

Alteración de Geoformas

El monitoreo se enfocará en:

- Topografía de Precisión: Realización de levantamientos topográficos cada 4 meses durante la construcción para verificar las cotas de nivel de la duna.
- Vigilancia de Duna: Inspección visual post-tormenta para verificar la resiliencia de la duna preservada y asegurar que la infraestructura elevada (módulos) no esté induciendo procesos de erosión eólica o hídrica anómalos.

Contaminación del Suelo (RSU, Peligrosos o de Manejo Especial)

- Muestreo de Calidad: Se realizarán muestreos de suelo semestrales o anuales en puntos críticos: perímetro de la PTAR, zona de pozos de inyección y el Centro de Acopio Temporal de Residuos (ubicados en el predio contiguo).
- Análisis de Laboratorio: Las muestras serán analizadas por laboratorios acreditados ante la EMA para detectar hidrocarburos, metales pesados o presencia de coliformes, asegurando que no existan infiltraciones desde el drenaje sanitario independiente.
- Protocolo de Pozos: Se monitoreará específicamente la zona de perforación de los pozos durante la cimentación de las obras para asegurar que no existan derrames de lodos de perforación hacia el sustrato poroso.

Tabla 6. 9. Programación de actividades.

Actividad de Monitoreo	Fase de Preparación	Fase de Construcción	Fase de Operación
Inspección de límites (Estacas/Malla)	Diario	Semanal	N/A

Actividad de Monitoreo	Fase de Preparación	Fase de Construcción	Fase de Operación
Levantamiento topográfico de niveles	Al inicio	Cada 4 meses	Anual
Muestreo químico de suelo (NOM-021)	Línea Base	Cada 6 meses	Anual
Revisión de trampas de grasas	N/A	Semanal	Mensual

Fuente: elaboración propia.

SUBPROGRAMA DE MONITOREO DE ÁREAS VERDES Y CONSERVACIÓN (S-MAVC)

Este subprograma se enfoca en la vigilancia biológica del área de conservación y el éxito de la integración paisajística en las áreas verdes del hotel. Su objetivo es verificar que la estructura y función del ecosistema se mantengan estables, atendiendo los impactos de microclima, flora, fauna y manglar.

Objetivos

- Éxito de la Revegetación: Monitorear la supervivencia y vigor de la paleta vegetal nativa introducida en las áreas verdes.
- Vigilancia del Manglar: Evaluar la salud fitosanitaria del humedal y asegurar que el impacto positivo de "mejora estructural" se cumpla bajo la NOM-022.
- Control de Especies: Detectar oportunamente la presencia de especies exóticas invasoras o fauna nociva atraída por la actividad humana.
- Integridad Paisajística: Verificar el cumplimiento de los criterios de iluminación para la protección de tortugas marinas conforme al POEL BJ.

Monitoreo de Flora y Áreas Verdes (Revegetación)

- Censo de Supervivencia: Se realizará un conteo semestral (secas y lluvias) de los ejemplares rescatados y replantados para determinar la tasa de éxito.
- Vigor Fitosanitario: Evaluación visual de la presencia de plagas o enfermedades en la paleta vegetal nativa, con reportes trimestrales durante los primeros dos años.
- Mantenimiento Sostenible: Verificación del uso exclusivo de insumos biodegradables y riego evaluado para no alterar la salinidad del suelo colindante al manglar.

Monitoreo del Ecosistema de Manglar (NOM-022)

Para garantizar la conectividad hídrica y salud del humedal:

- Indicadores Biológicos: Monitoreo anual de la densidad de neumatóforos y la fenología del manglar (floración/fructificación) para asegurar que el microclima no ha sido alterado negativamente.

- Saneamiento: Registro fotográfico antes y después de las jornadas de limpieza de residuos sólidos para demostrar la mejora estructural del ecosistema.

Monitoreo de Fauna y Tortugas Marinas

- Control Lumínico: Se instalarán luminarias con mamparas dirigidas exclusivamente hacia el suelo y fuera de la playa, utilizando focos de bajo voltaje (40 watts) y fuentes de luz de coloración ámbar o roja para evitar la desorientación de las tortugas.
- Gestión de Playa y Libre Tránsito: Durante la temporada de anidación, se retirará diariamente de la playa cualquier objeto movible (como camastros o mobiliario) y se prohibirá estrictamente el tránsito vehicular y de animales domésticos para asegurar el paso libre de las hembras y sus crías.
- Preservación del Hábitat Costero: Se prohíbe la remoción de vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en la zona de duna, fomentando la regeneración natural para mantener la dinámica de acumulación de arena necesaria para el éxito de la anidación

6.7. PROGRAMA DE RESPONSABILIDAD ANTE EL CAMBIO CLIMATICO

Este programa establece las medidas para reducir la huella de carbono y optimizar el uso de recursos naturales durante la preparación, construcción y operación del proyecto. Su enfoque principal es la mitigación de contaminantes atmosféricos y la gestión sostenible del agua, asegurando que las actividades de los tres módulos y sus servicios asociados no comprometan el equilibrio climático local ni la disponibilidad del acuífero.

Objetivos

- Mitigación Atmosférica: Minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), partículas suspendidas y niveles de ruido generados por maquinaria y equipos de servicio.
- Eficiencia Hídrica: Garantizar un uso racional del agua y maximizar el reúso de aguas tratadas para reducir la presión sobre la demanda del sistema municipal y los pozos autorizados.
- Adaptación y Resiliencia: Implementar tecnologías de bajo consumo y sistemas de drenaje que respeten los patrones naturales de escorrentía ante eventos hidrometeorológicos extremos.

Tabla 6. 10. Ficha técnica de seguimiento al tema de responsabilidad ante el camio climático.

Impacto al que va dirigida la acción	Subprograma	Descripción de la medida (P, M o C)	Tiempo de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado
Contaminación por ruido y vibraciones	S-CA	(M) Mantenimiento preventivo riguroso a maquinaria y	Construcción y Operación.	Equipo de medición sónica (dB), bitácoras de mantenimiento.	Niveles de emisión dentro de los límites de la NOM-081-

Impacto al que va dirigida la acción	Subprograma	Descripción de la medida (P, M o C)	Tiempo de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado
		uso de silenciadores en plantas de emergencia y equipos de desalinización.			SEMARNAT-1994.
Emisión de gases, partículas y polvos	S-CA	(M) Humectación de áreas de trabajo y cobertura total de camiones de transporte de materiales pétreos.	Preparación y Construcción.	Pipas de agua, lonas de cobertura, supervisión ambiental.	90% de reducción en la dispersión de partículas hacia el manglar.
Disponibilidad por demanda de uso de agua	S-CCA	(P) Instalación de equipos hidrosanitarios de bajo consumo.	Operación.	Dispositivos de ahorro, medidores de flujo, ingeniería de procesos.	Reducción del 30% en la demanda proyectada de agua potable.
Alteración de los patrones de escorrentía	S-CCA	(M) Uso de pavimentos permeables en el camino de servicio y diseño de drenaje que no interrumpa el flujo superficial hacia el humedal.	Construcción.	Materiales permeables, diseño de ingeniería hidráulica.	Mantenimiento de la conectividad hídrica conforme a la NOM-022.

Fuente: elaboración propia.

SUBPROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y CALIDAD DEL AIRE (EMISIONES/RUIDO).

Este subprograma establece las medidas operativas para mitigar la contaminación a la atmósfera por la generación de ruido, vibraciones, gases de combustión y partículas suspendidas durante todas las etapas del proyecto. Su implementación es crítica debido a la proximidad de zonas de conservación de manglar y sitios de anidación de fauna sensible, donde el ruido y la luz pueden alterar los ciclos biológicos.

Objetivos

- Control de Emisiones: Asegurar que las fuentes móviles y fijas cumplan con los límites máximos permisibles de gases y partículas.
- Mitigación Acústica: Mantener los niveles de presión sonora (dB) por debajo de los umbrales que afecten a la fauna silvestre y a la población circundante.

- Optimización Energética: Implementar estrategias de diseño y tecnología que reduzcan el consumo eléctrico y, por ende, las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero (GEI).

Medidas de Control para la Calidad del Aire

Para mitigar la emisión de gases, partículas y polvos derivados del movimiento de materiales y maquinaria:

- Higiene de Obra y Humectación: Durante la preparación del sitio y construcción, se realizará el riego periódico de las áreas de tránsito y frentes de obra con agua no potable para evitar la dispersión de polvos hacia el manglar.
- Cobertura de Materiales: Todo vehículo que transporte materiales pétreos o residuos deberá utilizar lonas de cobertura hermética para prevenir emisiones fugitivas durante el trayecto.
- Mantenimiento Mecánico: Se exigirá a los contratistas el certificado de verificación vehicular vigente de toda la maquinaria pesada, asegurando el cumplimiento de las normas NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-045-SEMARNAT-2017.
- Velocidad Restringida: Se establece un límite máximo de 20 km/h dentro del predio para minimizar el levantamiento de partículas y proteger a la fauna por desplazamiento.

Mitigación de Ruido y Vibraciones

- Restricción de Horarios: Las actividades que generen niveles elevados de ruido se limitarán exclusivamente a horarios diurnos (08:00 a 18:00 horas), evitando perturbaciones a la fauna nocturna en la zona de conservación.
- Aislamiento Acústico: Las plantas de emergencia y equipos de bombeo permanentes se instalarán en casetas con aislamiento acústico y montajes antivibratorios para cumplir con la NOM-081-SEMARNAT-1994.
- Silenciadores Críticos: Se verificará que toda la maquinaria de combustión interna cuente con silenciadores en óptimo estado para reducir la contaminación auditiva en la interfase con el humedal.

Estrategia de Eficiencia Energética

Como medida de responsabilidad ante el cambio climático y para reducir la huella térmica del proyecto:

- Iluminación LED de Alta Eficiencia: Se utilizará exclusivamente tecnología LED en todas las áreas. En exteriores colindantes a la playa y duna, se emplearán luces de baja intensidad y espectro ámbar (longitud de onda > 560 nm) para no desorientar a las tortugas marinas.
- Diseño Bioclimático: Los tres módulos habitacionales integrarán criterios de ventilación natural y aislamiento térmico en techumbres para reducir la demanda de aire acondicionado, mitigando el impacto de alteración microclimática.

- Sensores de Presencia: Se instalarán controles automatizados en áreas comunes y de servicio para garantizar que la iluminación y climatización operen únicamente bajo demanda real.

Seguimiento y Vigilancia (Indicadores)

- Monitoreo de Ruido: Mediciones trimestrales de decibeles (dB) en el perímetro del predio durante la construcción y anuales en operación.
- Bitácora de Emisiones: Registro mensual del mantenimiento preventivo de generadores y equipos críticos.
- Auditoría Energética: Evaluación anual del consumo eléctrico por habitación para verificar la efectividad de las medidas de ahorro.

SUBPROGRAMA DE GESTIÓN Y CONSERVACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO.

Este subprograma establece las medidas para el uso eficiente del agua potable y el mantenimiento de la dinámica hidrológica natural del predio. Se enfoca en mitigar los impactos sobre la disponibilidad del recurso por demanda de uso y la alteración de los patrones de escorrentía, asegurando que el desarrollo no degrade los servicios ambientales del acuífero y el humedal.

Objetivos

- Reducción de la Demanda: Implementar tecnologías de bajo consumo.
- Conectividad Hidrológica: Garantizar que las obras de infraestructura no interrumpan el flujo hídrico superficial y subterráneo hacia el manglar, cumpliendo con la NOM-022.
- Reúso Estratégico: Maximizar el aprovechamiento de aguas tratadas para el mantenimiento de áreas verdes nativas, reduciendo el vertido de efluentes.

Gestión de la Demanda y Ahorro de Agua

Para asegurar la disponibilidad del recurso:

- Tecnología Hidrosanitaria: Se instalarán inodoros de doble descarga (3/6 litros), grifería con aireadores y sensores de presencia en áreas comunes para reducir el gasto innecesario.
- Regaderas de Bajo Flujo: Todas las unidades habitacionales contarán con dispositivos que limiten el flujo a menos de 9 litros por minuto.
- Monitoreo de Consumo: Se instalarán medidores seccionales para detectar fugas de forma inmediata y llevar un registro diario del consumo por cada uno de los tres módulos.

Mantenimiento de Escorrentías y Flujos

- Superficies Permeables: El camino de servicio y las áreas de tránsito se construirán con materiales permeables (piedra triturada o pavimentos porosos) que permitan la infiltración directa del agua de lluvia al acuífero.

- Cimentación Elevada: Los módulos y decks, en medida de lo posible, se desplantarán sobre pilotes o estructuras que permitan el libre paso del agua superficial, evitando el efecto de "barrera" que fragmenta el hábitat.
- Mantenimiento de Pendientes: Se respetará la topografía natural del terreno para no alterar la dirección de las escorrentías hacia la laguna y el manglar, asegurando la humedad necesaria para el humedal conforme a la NOM-022.

Sistema de Reúso de Aguas Tratadas

Vinculado al Subprograma de Residuos Líquidos (S-MIRL), se potenciará el ciclo del agua:

- Riego Inteligente: El 100% del riego de áreas verdes se realizará con agua tratada proveniente de la PTAR del proyecto, utilizando sistemas de goteo para evitar la evaporación excesiva.
- Productos Biodegradables: El mantenimiento de las áreas verdes y el control de plagas se realizará exclusivamente con productos certificados como biodegradables para no contaminar el agua que se infiltra al acuífero.

6.8. PROGRAMA DE SEGURIDAD Y ATENCIÓN A COTINGENCIAS

El PSAC tiene como finalidad establecer las acciones preventivas y los protocolos de respuesta ante emergencias que puedan poner en riesgo la integridad física del personal, la infraestructura del proyecto o la estabilidad de los ecosistemas circundantes (manglar, duna y laguna). Este programa integra la gestión de riesgos laborales con la protección ambiental, asegurando que ante cualquier eventualidad se minimice el impacto sobre los factores bióticos y abióticos del sitio.

Objetivos

- Protección Humana: Garantizar un entorno de trabajo seguro mediante la prevención de riesgos de trabajo y la capacitación constante en salud ocupacional.
- Respuesta Ambiental: Implementar protocolos de contención inmediata ante derrames accidentales, fallas en la PTAR o eventos hidrometeorológicos extremos que afecten el suelo o el agua.
- Continuidad Operativa: Establecer los mecanismos de coordinación interna y externa para el restablecimiento seguro de las actividades tras una contingencia.

Tabla 6. 11. Ficha técnica de seguimiento al tema seguridad y contingencias.

Impacto al que va dirigida la acción	Subprograma	Descripción de la medida (P, M o C)	Tiempo de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado
Contaminación del suelo y agua	S-PAC	(P) Protocolo de respuesta ante derrames de hidrocarburos o fallas en el	Construcción y Operación.	Kits de control de derrames, personal capacitado, bitácoras.	100% de eventos contenidos en menos de 2 horas sin afectación al acuífero.

Impacto al que va dirigida la acción	Subprograma	Descripción de la medida (P, M o C)	Tiempo de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado
		drenaje sanitario/PTAR.			
Mejora en la calidad de vida / Salud	S-EHS	(P) Implementación de equipo de protección personal (EPP) y capacitación en seguridad industrial para los 3 módulos.	Preparación, Construcción y Operación.	Equipo de protección, capacitador certificado, manual de seguridad.	0 accidentes incapacitantes o enfermedades laborales registradas.
Conservación de individuos de fauna/flora	S-PAC	(M) Protocolo de rescate de fauna atrapada o herida durante contingencias o eventos meteorológicos.	Construcción y Operación.	Guantes de protección, cajas de transporte, contacto con veterinario.	100% de fauna rescatada liberada en sitios autorizados del SAR.
Alteración de los patrones de escorrentía	S-PAC	(P) Plan de respuesta ante huracanes o lluvias torrenciales para evitar el desbordamiento de sistemas de lodos y residuos.	Operación (Permanente).	Bombas de achique, áreas de retención, sellado de contenedores.	0 vertidos accidentales hacia el manglar durante eventos extremos.

Fuente: elaboración propia.

SUBPROGRAMA DE SALUD Y SEGURIDAD OCUPACIONAL.

Este subprograma establece el marco normativo y operativo para proteger la integridad física y mental de todos los trabajadores involucrados en la preparación, construcción y operación de los tres módulos habitacionales y sus áreas de servicios (PTAR, pozos y mantenimiento). Su implementación busca mitigar riesgos de accidentes laborales y promover una cultura de prevención que responda al "seguimiento efectivo" exigido por la autoridad evaluadora.

Objetivos

- Prevención de Riesgos: Eliminar o minimizar las condiciones inseguras en los frentes de obra y áreas técnicas mediante auditorías constantes.
- Cumplimiento Normativo: Asegurar la adherencia estricta a las Normas Oficiales Mexicanas de la STPS (Secretaría del Trabajo y Previsión Social) aplicables al sector construcción y hotelero.
- Bienestar Laboral: Contribuir al impacto de "Mejora en la calidad de vida" garantizando servicios de salud, higiene y capacitación técnica para el personal.

Equipo de Protección Personal (EPP)

- Suministro Obligatorio: Se proporcionará a todo el personal el EPP adecuado a su actividad (cascos, botas con casquillo, guantes, protección ocular y auditiva).
- Uso en Áreas Críticas: Se enfatizará el uso de equipo especializado para el personal asignado a la operación de la PTAR y el mantenimiento de pozos, incluyendo protección contra riesgos biológicos y químicos.

Capacitación y Adiestramiento

- Inducción en Seguridad: Todo trabajador, antes de ingresar al sitio, recibirá una charla de seguridad que incluya protocolos de emergencia y respeto a las áreas de conservación para evitar la "mortandad por ignorancia" de especies.
- Simulacros de Emergencia: Se realizarán simulacros semestrales de evacuación y atención de accidentes, coordinados con el Subprograma de Contingencias (S-PAC).

Vigilancia de la Salud e Higiene

- Instalaciones Sanitarias: Se mantendrá el programa de sanitarios portátiles y comedores limpios, garantizando el acceso a agua potable y condiciones dignas de descanso.
- Primeros Auxilios: Se contará con un botiquín de trauma de nivel avanzado y personal capacitado en primeros auxilios presente en el predio durante todas las jornadas laborales.

SUBPROGRAMA DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN A CONTINGENCIAS AMBIENTALES.

Este subprograma establece los procedimientos técnicos y operativos para identificar, prevenir y responder a eventos fortuitos que puedan comprometer la integridad de los factores bióticos y abióticos del predio. Se enfoca en mitigar riesgos derivados de derrames, fallas en infraestructura de servicios y fenómenos meteorológicos, asegurando la protección del Sitio Prioritario de Manglar.

Objetivos

- Control de Riesgos: Establecer protocolos de respuesta inmediata ante vertidos accidentales de hidrocarburos o fallas en la PTAR para evitar la infiltración al acuífero.
- Resguardo de la Biodiversidad: Garantizar el rescate y atención de fauna silvestre que pudiera verse afectada por accidentes u obras de emergencia, definiendo sitios de liberación adecuados.
- Resiliencia Hidrológica: Prevenir la interrupción de flujos hídricos (NOM-022) durante o después de eventos hidrometeorológicos extremos (huracanes).

Protocolos Específicos de Atención

- Contingencia por Derrame de Hidrocarburos:

1. Detección y Delimitación: Identificación de la fuente y colocación de barreras físicas (arena o cordones absorbentes).
2. Recolección y Disposición: El material contaminado será identificado, etiquetado y enviado al Centro de Acopio Temporal de Residuos Peligrosos para su disposición final por empresa certificada.

- Falla en el Sistema de Drenaje o PTAR:
    1. Acción Inmediata: Cierre de válvulas de flujo y uso de pipas para el retiro de aguas residuales acumuladas en cisternas selladas, evitando cualquier desbordamiento al suelo natural.
    2. Mantenimiento: Reparación urgente de la infraestructura bajo supervisión del responsable ambiental del proyecto.
- Emergencia Hidrometeorológica (Huracanes/Tormentas):
    1. Aseguramiento: Resguardo de materiales, maquinaria y residuos peligrosos en zonas seguras e impermeabilizadas para evitar su arrastre hacia el manglar o la laguna.
    2. Inspección Post-Evento: Evaluación de la zona de conservación y duna para detectar daños a la vegetación (NOM-059) o erosión, procediendo al saneamiento forestal inmediato.

6.9. PROGRAMA SOCIAL Y DIFUSIÓN

El PSC constituye el mecanismo de comunicación e interacción entre el Proyecto, sus trabajadores y la comunidad local de Puerto Morelos. Su propósito es potenciar los beneficios socioeconómicos detectados en la matriz de impactos, garantizando al mismo tiempo que el personal operativo y los visitantes se conviertan en agentes activos de conservación de los ecosistemas de manglar y duna costera.

Objetivos

- Desarrollo Local: Maximizar el impacto positivo de generación de empleos directos e indirectos, priorizando la contratación de mano de obra y servicios regionales.
- Educación Ambiental: Erradicar la pérdida de individuos por desconocimiento mediante un programa intensivo de capacitación sobre la biodiversidad local y las restricciones de las Normas Oficiales.
- Integración Paisajística: Fomentar una cultura de respeto a la calidad intrínseca del entorno, asegurando que el uso de servicios no degrade la fragilidad visual del predio.

Tabla 6. 12. Ficha técnica de seguimiento al tema de programa social y difusión.

Impacto al que va dirigida la acción	Subprograma	Descripción de la medida (P, M o C)	Tiempo de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado
Generación de empleos directos e indirectos	S-VSA	(P) Programa de contratación preferente para residentes de Puerto Morelos y proveedores locales.	Todas las fases del proyecto.	Departamento de RR.HH., convenios locales.	>70% del personal contratado con residencia comprobable en la región.
Pérdida de individuos / Conservación	S-CAM	(P) Talleres obligatorios de "Inducción Ambiental" para prevenir daños a flora y fauna por ignorancia o manipulación indebida.	Preparación, Construcción y Operación.	Biólogo especialista, material didáctico, carteles.	100% del personal capacitado y certificado antes de iniciar labores.
Fragilidad Visual / Calidad Intrínseca	S-VSA	(M) Diseño de señalética integrada al paisaje y recorridos guiados que expliquen la importancia del manglar y la duna.	Operación (Permanente).	Diseño gráfico ambiental, infraestructura de madera nativa.	0 daños visuales por señalética invasiva y alta valoración del entorno por usuarios.
Atracción de especies nocivas / Exóticas	S-CAM	(P) Campaña de concientización para huéspedes y trabajadores sobre la prohibición de alimentar fauna y el control de mascotas.	Operación.	Folletería informativa, reglamentos internos.	0 avistamientos de fauna feral o conductas de alimentación de fauna silvestre.

Fuente: elaboración propia.

SUBPROGRAMA DE VINCULACIÓN SOCIOAMBIENTAL Y PAISAJISMO

Este subprograma establece las directrices para integrar armónicamente los tres módulos habitacionales en el entorno natural de Puerto Morelos y fortalecer la relación del proyecto con la comunidad local. Se enfoca en mitigar los impactos sobre el paisaje y potenciar los beneficios socioeconómicos, respondiendo a la necesidad de vincular las acciones de conservación con el Sitio Prioritario de Manglar "Puerto Morelos-Punta Maroma".

Objetivos

- Integración Paisajística: Preservar la calidad intrínseca del escenario natural mediante un diseño arquitectónico de baja densidad y una paleta vegetal nativa que reduzca la fragilidad visual.
- Sinergia Regional: Establecer vínculos de colaboración con la comunidad de Puerto Morelos para la protección del Sistema Ambiental Regional (SAR).
- Beneficio Social: Garantizar que la generación de empleos y el uso de servicios impacten positivamente en la calidad de vida de la población local.

Gestión del Paisaje y Calidad Intrínseca

Para mitigar la alteración del horizonte costero y la fragilidad visual:

- Arquitectura Bioclimática: El diseño del complejo adoptará materiales de la región y colores mimetizados con el entorno de duna y manglar.
- Mantenimiento de Pantallas Vegetales: Se utilizará la paleta vegetal nativa definida en el subprograma S-MAC para crear barreras visuales que oculten las áreas de servicio (PTAR, almacenes) desde los puntos de observación pública.
- Control de Alturas: Se respetarán los límites de construcción para asegurar que la infraestructura no sobresalga de la copa del manglar preservado, manteniendo la calidad intrínseca del paisaje costero.

Vinculación Socioambiental y Regional

Atendiendo la observación sobre la falta de acciones que deriven en la solución de problemáticas regionales:

- Apoyo a la Conservación Regional: El proyecto participará activamente en jornadas de limpieza y vigilancia del Sitio Prioritario "Puerto Morelos-Punta Maroma", aportando recursos técnicos o humanos en coordinación con las autoridades locales.
- Proveeduría Sostenible: Se dará prioridad a proveedores de insumos biodegradables y servicios de la región, fomentando una cadena de valor que reduzca la huella de carbono del transporte.

Mejora en la Calidad de Vida

- Acceso a Capacitación: El personal local no solo será contratado, sino capacitado en ecoturismo y manejo ambiental, dotándolos de herramientas profesionales que mejoren su competitividad laboral a largo plazo.
- Infraestructura de Servicios: Se garantizará que la demanda de servicios del proyecto no sobrecargue la infraestructura municipal, mediante la implementación de las medidas de eficiencia hídrica y energética ya descritas en el PRCC.

SUBPROGRAMA DE CAPACITACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL.

Este subprograma establece las bases educativas para que todo el personal involucrado en el proyecto, desde la preparación del sitio hasta la operación hotelera, comprenda y aplique las medidas de mitigación. Su implementación garantiza que el factor humano sea un aliado en la protección de las áreas de conservación y en el cumplimiento de las normativas ambientales.

Objetivos

- Prevención de Daños: Erradicar la pérdida de individuos de flora y fauna derivada de la falta de conocimiento técnico o negligencia operativa.
- Especialización Normativa: Capacitar al personal en la identificación de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y en el respeto irrestricto al ecosistema de manglar (NOM-022).
- Cultura de Sostenibilidad: Fomentar prácticas responsables en el manejo de residuos, ahorro de agua y respeto a la duna costera y tortugas marinas.

Contenido del Programa de Capacitación

- Inducción Ambiental Obligatoria: Antes de iniciar labores, todo trabajador recibirá una charla sobre los límites de la zona de obra, la importancia del Sitio Prioritario de Manglar y las sanciones por daño ambiental.
- Identificación de Especies Clave: Se distribuirán cartillas visuales con las especies de flora y fauna en estatus de protección (NOM-059) presentes en el predio, como la palma de guano, el mangle negro y especies de reptiles.
- Protocolos de Emergencia: Capacitación práctica en el uso de kits de derrames y notificación inmediata ante el avistamiento de fauna herida o atrapada en las excavaciones de los tres módulos.
- Código de Conducta para Operación: Entrenamiento específico para el personal de hotelería sobre el ahorro de agua (S-CCA), gestión de luminarias ámbar para tortugas y manejo de lodos de la PTAR.

Monitoreo y Evaluación

- Registro de Constancias: Se archivarán las listas de asistencia y exámenes de comprensión del personal, entregando certificados de capacitación que sirvan como evidencia tangible ante la autoridad.
- Encuestas Semestrales: Evaluación del nivel de concientización ambiental de los trabajadores para ajustar los temas de los talleres conforme avance el proyecto.

6.10. SEGUIMIENTO Y CONTROL (MONITOREO)

Para formalizar la operatividad del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) del Proyecto "FRC-II", se establece el marco de Gestión Adaptativa. Este enfoque permite que el proyecto no solo cumpla con la normativa, sino que evolucione mediante el monitoreo

constante, corrigiendo desviaciones de manera inmediata para asegurar la protección de los ecosistemas críticos.

EL SISTEMA DE GESTIÓN ADAPTATIVO Y VIGILANCIA AMBIENTAL

El éxito de las medidas de mitigación propuestas depende de un ciclo continuo de planificación, ejecución, monitoreo y ajuste. Este sistema garantiza que el seguimiento sea "tangible y evaluable a través del tiempo", subsanando las deficiencias técnicas que la autoridad observó en evaluaciones previas.

Asignación de Responsabilidades

La estructura de responsabilidad para la ejecución del programa se define bajo los siguientes niveles:

- La Promovente: Es el responsable jurídico y financiero de asegurar que todos los programas de mitigación (S-MAC, S-PRFF, S-MIRS, etc.) cuenten con los recursos necesarios para su cumplimiento total.
- Responsable Ambiental (Supervisor): Se designará a un especialista (Biólogo o Ingeniero Ambiental) encargado de liderar la ejecución de las medidas en campo, supervisar a los contratistas y validar que no exista "mortandad por ignorancia" de la flora y fauna.
- Personal Operativo: Todo el personal tiene la responsabilidad de cumplir con las normas de conducta y seguridad establecidas en los subprogramas S-EHS y S-CAM.

Periodicidad de los Reportes y Monitoreo

Para proporcionar un seguimiento efectivo, se establecen los siguientes plazos de control:

- Bitácoras Diarias: Registro interno de incidencias en frentes de obra, manejo de residuos y avistamientos de fauna.
- Reportes Cuatrimestrales: Entrega de informes internos de seguimiento que incluyan los levantamientos topográficos y la verificación de flujos hídricos (NOM-022).
- Informes de Cumplimiento Semestrales: Presentación formal ante la autoridad ambiental de los resultados de los indicadores de éxito, incluyendo análisis de laboratorio de suelos y censos de supervivencia de flora rescatada.

Mecanismo de Ajuste (Control Adaptativo)

Si durante los monitoreos se detecta que un indicador (ej. supervivencia de manglar o calidad del suelo) no cumple con las metas establecidas, el Responsable Ambiental deberá realizar una valoración técnica inmediata:

- Identificar la causa raíz de la desviación (falla técnica, evento meteorológico o negligencia).
- Implementar medidas correctivas o compensatorias adicionales conforme al protocolo de contingencias (S-PAC).

- Documentar el ajuste en el siguiente reporte semestral para transparencia ante la autoridad evaluadora

Tabla 6. 13. Programa completo de seguimiento y control.

Programa	Subprograma	ID. Medida	Descripción de la medida (P, M o C)	Etapa de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado	Indicador de seguimiento
PMIR	S-MIRS / S-MIRP	1	(P) Instalación de contenedores rotulados y almacén temporal impermeabilizado para evitar contacto con el sustrato.	Fase de Construcción y Operación.	Contenedores, tarimas, bitácoras.	100% de residuos confinados adecuadamente.	% de residuos segregados por tipo.
	S-MIRL	2	(M) Conexión al sistema de drenaje y uso de trampas de grasas antes del envío a la PTAR.	Fase de Operación.	Trampas de grasa, red de drenaje.	0 descargas directas al acuífero o laguna.	mg/L de contaminantes (NOM-001/003).
	S-MIRS	3	(M) Mantener humedecido o cubierto todo el material en forma de polvo (escombros) durante su transporte.	Fase de Preparación y Construcción.	Pipas de agua, lonas de cobertura.	90% de reducción de partículas suspendidas.	Registro fotográfico y # de pipas destinadas para riego
	S-MIRL	4	(P) Instalación de drenaje sanitario independiente del pluvial para evitar sobrecargas en lluvias intensas.	Fase de Construcción.	Tubería especializada, ingeniería hidráulica.	Integridad del sistema ante eventos pluviales.	Registro fotográfico y características del sistema de drenaje
	S-MIRP	5	(M) Almacenamiento en área impermeabilizada con diques de contención y entrega periódica a gestores autorizados.	Fase de Construcción y Operación.	Almacén especializado, bitácoras de RP, kit de respuesta a derrames.	100% de los residuos peligrosos con manifiesto de disposición final.	Registro fotográfico y manifiestos de entrega y recepción
	S-MIRP	6	(P) Mantenimiento preventivo de maquinaria fuera del predio o en áreas con bandejas de goteo impermeables.	Fase de Construcción.	Bandejas de polietileno, material absorbente.	0 incidentes de vertido directo al suelo natural del predio.	Registro fotográfico y registros de supervisión diaria

Programa	Subprograma	ID. Medida	Descripción de la medida (P, M o C)	Etapa de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado	Indicador de seguimiento
PBVD	S-FFS	7	(M) Rescate y reubicación de ejemplares de flora (especies NOM-059) identificados mediante SIG antes del desmonte.	Preparación del sitio.	Biólogos especialistas, herramientas manuales, vivero temporal.	100% de individuos rescatables reubicados en áreas de conservación del predio.	% de ejemplares reubicados vivos.
	S-FFS	8	(P) Protocolo de ahuyentamiento preventivo (técnicas de ruido y luz) para permitir el desplazamiento natural hacia las áreas de conservación.	Preparación del sitio.	Dispositivos sonoros, biólogo responsable de fauna.	0 ejemplares de fauna silvestre lesionados o muertos durante el desmonte.	# de ejemplares rescatados / # incidentes.
	S-FFS	9	(P) Control estricto de residuos orgánicos y prohibición de alimentación para evitar la proliferación de fauna feral o nociva.	Operación (Permanente).	Contenedores herméticos, señalética informativa.	0 registros de especies exóticas invasoras atraídas por actividades humanas.	Registro fotográfico y registros de supervisión diaria
	S-MAC	10	(P) Delimitación física inamovible (malla sombreadora / cercado) solamente en el área de obra.	Preparación y Construcción.	Cercado de polietileno, estacas, equipo SIG actualizado.	100% de la superficie de conservación sin intrusiones de maquinaria o personal.	% de metros lineales de cercado intactos.
	S-MAC	11	(C) Implementación de una superficie de restauración y saneamiento forestal bajo el numeral 4.43 de la NOM-022.	Operación (Anual).	Cuadrillas de limpieza forestal, insumos de reforestación nativa.	Incremento medible en el vigor y salud fitosanitaria del ecosistema de manglar.	Programa de restauración

Programa	Subprograma	ID. Medida	Descripción de la medida (P, M o C)	Etapa de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado	Indicador de seguimiento
	S-MAC	12	(M) Instalación de pasos de agua y pilotes en estructuras elevadas para garantizar la conectividad hídrica del manglar (NOM-022).	Construcción.	Ingeniería hidráulica, materiales permeables.	Continuidad del flujo hídrico superficial y subterráneo verificada por monitoreo.	# de pasos de agua funcionales.
	S-MAC	13	(P) Control de contaminación lumínica (ámbar, menor a 40 W) para no afectar la anidación de tortugas marinas (Criterio URB-52 POEL BJ).	Operación (Permanente).	Luminarias filtradas, deflectores lumínicos.	0 eventos de desorientación de tortugas marinas en la zona de playa colindante.	Luxes (lx) emitidos hacia la playa.
PMA	S-CS	14	(M) Monitoreo topográfico y de estabilidad de suelos en las áreas de desplante y cimentación de los 3 módulos.	Construcción.	Equipo de topografía, estación total, ingeniero civil.	0 procesos erosivos o inestabilidad en zonas colindantes a la duna.	Variación de niveles (m) vs Línea Base.
	S-CS	15	(M) Muestreo y análisis de calidad de suelo en el área de la PTAR y pozos para detectar intrusión de contaminantes.	Construcción y Operación.	Laboratorio acreditado, perito ambiental.	Resultados conforme a la NOM correspondiente y ausencia de lixiviados.	Parámetros dentro de los LMP de las NOM correspondientes
	S-MAVC	16	(M) Instalación de estaciones de monitoreo térmico en la zona de interfase entre edificios y manglar preservado.	Operación.	Termohigrómetros digitales.	Registrar gradientes térmicos comparándolos con la línea base en el manglar.	Índice de densidad foliar / Temp (°C).
	S-MAVC	17	(M) Monitoreo fotográfico estacional para evaluar la integración del paisaje y el vigor de la paleta vegetal nativa.	Operación (Semestral).	Equipo fotográfico de alta resolución, especialista en paisaje.	100% de integración paisajística y supervivencia de la revegetación.	Reporte con registro fotográfico para comparativas

Programa	Subprograma	ID. Medida	Descripción de la medida (P, M o C)	Etapa de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado	Indicador de seguimiento
PRCC	S-CA	18	(M) Mantenimiento preventivo riguroso a maquinaria y uso de silenciadores en plantas de emergencia y equipos de desalinización.	Construcción y Operación.	Equipo de medición sónica (dB), bitácoras de mantenimiento.	Niveles de emisión dentro de los límites de la NOM-081-SEMARNAT-1994.	Niveles de decibeles (dB) registrados.
	S-CA	19	(M) Humectación de áreas de trabajo y cobertura total de camiones de transporte de materiales pétreos.	Preparación y Construcción.	Pipas de agua, lonas de cobertura, supervisión ambiental.	90% de reducción en la dispersión de partículas hacia el manglar.	Registro fotográfico y # de pipas destinadas para riego
	S-CCA	20	(P) Instalación de equipos hidrosanitarios de bajo consumo.	Operación.	Dispositivos de ahorro, medidores de flujo, ingeniería de procesos.	Reducción del 30% en la demanda proyectada de agua potable.	Relación de volumen de consumo por personal/clientes
	S-CCA	21	(M) Uso de pavimentos permeables en el camino de servicio y diseño de drenaje que no interrumpa el flujo superficial hacia el humedal.	Construcción.	Materiales permeables, diseño de ingeniería hidráulica.	Mantenimiento de la conectividad hídrica conforme a la NOM-022.	# de pasos de agua funcionales.
PSC	S-PAC	22	(P) Protocolo de respuesta ante derrames de hidrocarburos o fallas en el drenaje sanitario/PTAR.	Construcción y Operación.	Kits de control de derrames, personal capacitado, bitácoras.	100% de eventos contenidos en menos de 2 horas sin afectación al acuífero.	Bitácora de eventos
	S-EHS	23	(P) Implementación de equipo de protección personal (EPP) y capacitación en seguridad industrial para los 3 módulos.	Preparación, Construcción y Operación.	Equipo de protección, capacitador certificado, manual de seguridad.	0 accidentes incapacitantes o enfermedades laborales registradas.	Programa de seguridad del contratista

Programa	Subprograma	ID. Medida	Descripción de la medida (P, M o C)	Etapa de instrumentación	Recursos necesarios	Supervisión y éxito esperado	Indicador de seguimiento
	S-PAC	24	(M) Protocolo de rescate de fauna atrapada o herida durante contingencias o eventos meteorológicos.	Construcción y Operación.	Guantes de protección, cajas de transporte, contacto con veterinario.	100% de fauna rescatada liberada en sitios autorizados del SAR.	Bitácora de eventos
	S-PAC	25	(P) Plan de respuesta ante huracanes o lluvias torrenciales para evitar el desbordamiento de sistemas de lodos y residuos.	Operación (Permanente).	Bombas de achique, áreas de retención, sellado de contenedores.	Continuidad del flujo hídrico superficial y subterráneo verificada por monitoreo.	Bitácora de eventos

Fuente: elaboración propia.

6.11. CONCLUSIONES

La implementación del Sistema de Manejo y Gestión Ambiental (SMGA) bajo un modelo de Gestión Adaptativa garantiza la viabilidad técnica y jurídica del Proyecto "FRC-II" al transformar los impactos identificados en acciones de mitigación cuantificables. Este esquema asegura el cumplimiento estricto de las normas NOM-022 y NOM-059, protegiendo las superficies de conservación y manteniendo la conectividad hídrica del manglar mediante infraestructuras permeables y monitoreos técnicos especializados.

El programa se sustenta en un sistema de vigilancia que incluye análisis de laboratorio acreditados y levantamientos topográficos cuatrimestrales, proporcionando el seguimiento efectivo exigido por la autoridad. Finalmente, la internalización de los costos ambientales y la determinación de garantías financieras aseguran que el proyecto cuenta con la solvencia necesaria para proteger el entorno, consolidando una propuesta de desarrollo responsable que coexiste armónicamente con el Sistema Ambiental.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

Febrero de 2026

PROYECTO FRC-II

Capítulo 7. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas.

ÍNDICE GENERAL

7.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO 1
7.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO 6
7.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN.. 12
7.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL 23
7.5. EVALUACIONES Y ALTERNATIVAS 25
7.6. CONCLUSIONES..... 27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 7. 1. Análisis de imágenes Satelitales de Google Eerth 2
Figura 7. 2. Análisis de Ortofoto, generado a partir de imágenes obtenido con vuelo de dron. 5
Figura 7. 3. Imágenes del sitio. 5
Figura 7. 4.Imágenes del sitio, se observa una talud pronunciada. 6

ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla 7. 1. Análisis del escenario ambiental con el Proyecto. 7
Tabla 7. 2. Los elementos que se afectan durante las etapas del proyecto. 13
Tabla 7. 3. Alternativas de ubicación. 25
Tabla 7. 4. Alternativas de características del proyecto. 26
Tabla 7. 5. Alternativas de compensación de impactos significativos. 27

INTRODUCCIÓN

La planificación y ejecución de proyectos de infraestructura orientados al desarrollo turístico o residencial constituyen actividades estratégicas para impulsar el crecimiento económico y el bienestar social. No obstante, estos proyectos conllevan inevitablemente diversas implicaciones ambientales, ya que suelen requerir la transformación de paisajes naturales, el aprovechamiento intensivo de recursos y la modificación de los ecosistemas presentes en el área de intervención.

El contenido de este capítulo se ha elaborado a partir de los impactos identificados, con la finalidad de focalizar aquellos de carácter significativo o relevante, entendiendo por estos las alteraciones que pudieran provocar desequilibrios ecológicos o rebasar la capacidad de carga de entorno.

Para la elaboración de esta evaluación se han considerado los criterios ambientales establecidos en el marco normativo aplicable, así como la naturaleza de las obras y actividades del “Proyecto”, con el objetivo de garantizar un documento con orden lógico, objetivo y técnicamente sólido.

7.1. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO

La zona del Proyecto “FRC-II” se ubica en la franja costera del municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, aproximadamente a 3.5 km al suroeste de la localidad de Joaquín Zetina Gasca y del Puerto de Puerto Morelos. El predio se localiza en un punto estratégico donde confluyen el ecosistema de manglar y la zona de playa, lo que le confiere características ambientales particulares. El centro geométrico del sitio se ubica en las coordenadas 20° 49' 24" N y 86° 53' 58" W.

El Proyecto “FRC-II” corresponde a un desarrollo turístico, que contempla nuevas obras que ocupará una superficie de 1.40 hectáreas del predio de una superficie total de 6.99 ha (69,986.84 m²). Comprende un conjunto de obras y actividades dirigidas a la construcción y operación de un complejo hotelero de lujo con 130 habitaciones, además de servicios complementarios operativos y recreativos.

Como parte del proceso de elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental Regional (MIA-R), se realizó un análisis integral del entorno biofísico y del marco legal aplicable, con el propósito de garantizar la viabilidad ambiental del proyecto. En este capítulo se articulan la descripción técnica del desarrollo (Capítulo 2), los componentes ambientales caracterizados (Capítulo 4), y las disposiciones jurídicas aplicables (Capítulo 3). Asimismo, se integran los efectos identificados en el Capítulo 5 y las medidas de prevención y mitigación propuestas en el Capítulo 6, generando una proyección ambiental robusta para los escenarios de corto y mediano plazos.

En ausencia del proyecto, el sitio mantendría las condiciones naturales que lo caracterizan actualmente, dominadas por procesos ecológicos como la sucesión vegetal, la dinámica hidrológica costera y la biodiversidad asociada al sistema de manglar y, al sistema de dunas costeras. Para fortalecer este análisis, se retoma la información de la línea base

ambiental establecida en el Capítulo 4, conforme a la cual se identifican y evalúan los atributos físicos, bióticos y funcionales del predio.

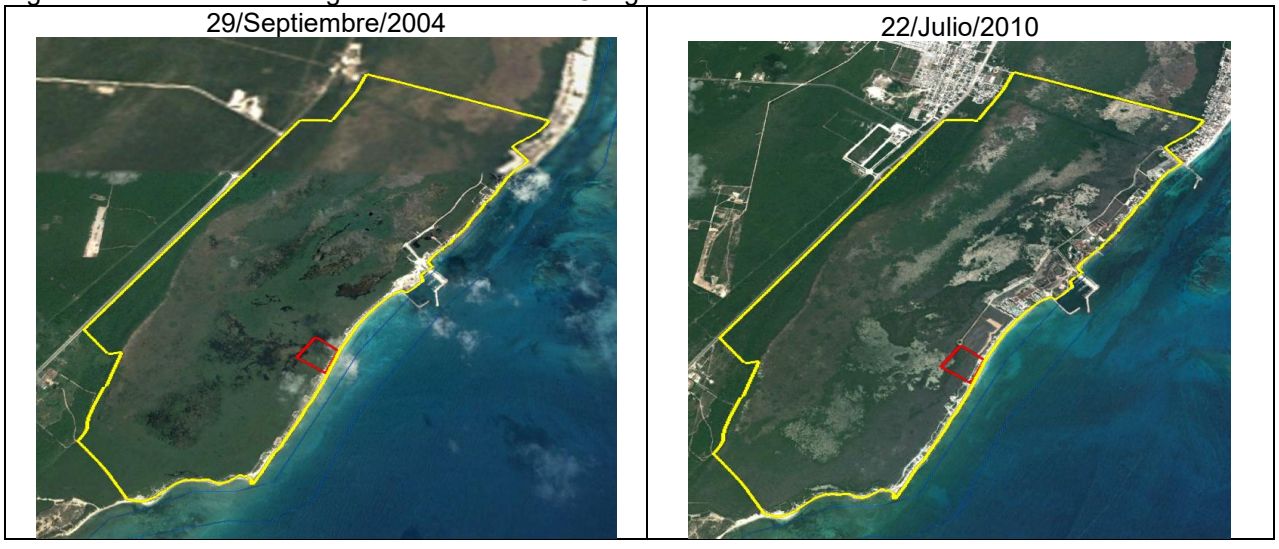
La imagen presentada incorpora dos delimitaciones relevantes para el análisis espacial:

- **El Área del Proyecto (AP)**, abarcando la superficie exacta donde se desarrollarán las obras y actividades propuestas.
- **El polígono** del **Sistema Ambiental (SA)** asociado al entorno costero y lagunar de Puerto Morelos, el cual establece el marco espacial de evaluación para la identificación de efectos acumulativos y sinérgicos.

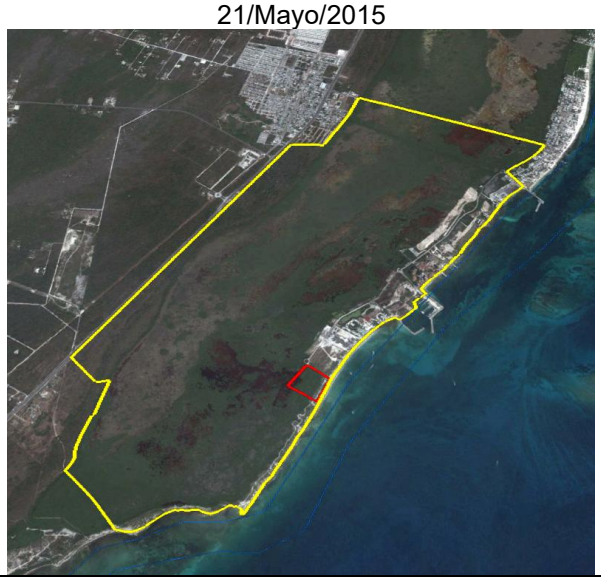
Esta representación permite contextualizar la posición del predio dentro del sistema ambiental más amplio, evidenciando la transición ecológica entre el humedal costero, el manglar y la zona marina adyacente. La superposición de los polígonos facilita, además, la evaluación comparativa entre la influencia directa del Área del Proyecto (AP) y las unidades ambientales mayores contenidas en el Sistema Ambiental (SA), esenciales para establecer la fragilidad ecológica, la conectividad funcional y los posibles impactos ambientales del proyecto.

Con base en el análisis multitemporal de imágenes satelitales de Google Earth (2004, 2010, 2015, 2019 y 2024), y considerando las delimitaciones del Sistema Ambiental (SA) y del Área del Proyecto (AP), se constata una tendencia de consolidación urbano-turística a escala regional, concurrente con variaciones interanuales de humedad y cobertura vegetal en la planicie costera. El Área del Proyecto ha venido marcando en constantes cambios y alteraciones ambientales y transformación visible, aunque ciertas áreas mantienen su función de transición ecológica entre el humedal/manglar y la franja de playa. En un escenario sin proyecto, se prevé la continuidad de los procesos naturales y aumento de cambios degradación del ecosistema, se observa la alta demanda crecimiento poblacional, en la parte noreste se observa con mayor avance, para ello se puede observar en la Figura 7. 1.

Figura 7. 1. Análisis de imágenes Satelitales de Google Eerth



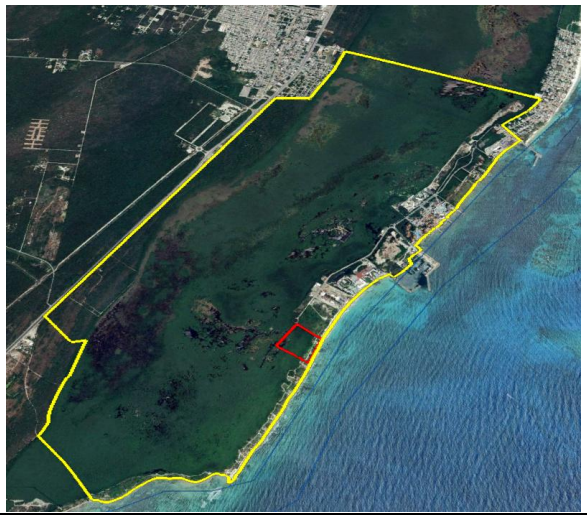
21/Mayo/2015



03/Agosto/2019



10/Noviembre/2024



Fuente: Elaboración propia, con imágenes de Google Earth.

Debido a la falta de información específica para el sitio y a la complejidad ambiental que caracteriza a las zonas costeras, fue necesario realizar una caracterización directa utilizando dos fuentes primarias: fotografías aéreas obtenidas mediante dron y observaciones a nivel de terreno. Esta aproximación permitió capturar con mayor precisión las condiciones biofísicas actuales y distinguir elementos del paisaje que no son identificables mediante insumos cartográficos convencionales o imágenes satelitales de menor resolución.

La información recolectada fue procesada para generar una ortofoto de alta precisión, con una resolución espacial de 3.8 cm/píxel, lo que posibilitó la delimitación fina de estructuras naturales, patrones de vegetación, microdepresiones inundables y rasgos

geomorfológicos propios de sistemas costeros dinámicos (Figura 7.2). A partir del análisis visual, espectral y estructural, el área en los generales en la vegetación:

- Vegetación halófila y psamófila,
- Formaciones de matorral costero,
- Pastizal húmedo o áreas encharcables,
- Suelo desnudo o zonas con remoción,
- Senderos informales y brechas,
- Transición hacia la zona rocosa y frente de playa.

En la ortofoto obtenido a partir de imágenes del vuelo de dron el 09 de julio de 2025, figura 7.2 se observan en el área específica donde se pretende desarrollar el Proyecto, claramente parches sin vegetación y compactada, sectores con pérdida de cobertura vegetal, brechas existentes. Estos elementos evidencian un paisaje sometido a presiones diversas, tanto naturales como antrópicas.

La información obtenida y la evidencia observada en la imagen muestran que, en ausencia de un proyecto formal de desarrollo con criterios ambientales, la zona costera tiende a experimentar afectaciones altamente significativas. Estas se manifiestan principalmente en:

- **1. *Fragmentación y pérdida de vegetación costera***

Sin ordenamiento ni control, el tránsito peatonal y vehicular improvisado genera senderos y brechas, como los visibles en las figuras 7.2 y 7.3. Esto provoca:

- Eliminación de vegetación nativa,
- Compactación del suelo,
- Disrupción de la continuidad ecológica,
- Incremento de la erosión eólica e hídrica.

- ***3. Erosión y degradación del borde costero***

La ausencia de planeación fomenta el uso desordenado del litoral, lo cual incrementa la erosión suelo y la franja de playa. De igual forma, caminos improvisados en paralelo a la costa aceleran la pérdida de suelo y genera cambios constantes (Figura 7.3).

- ***4. Costa de playa***

La afectación de la zona de playa como se la figura 7.4, evidencia una acumulación significativa de sargazo, acompañada de erosión visible en la duna costera y pérdida de cobertura vegetal en la parte superior del talud.

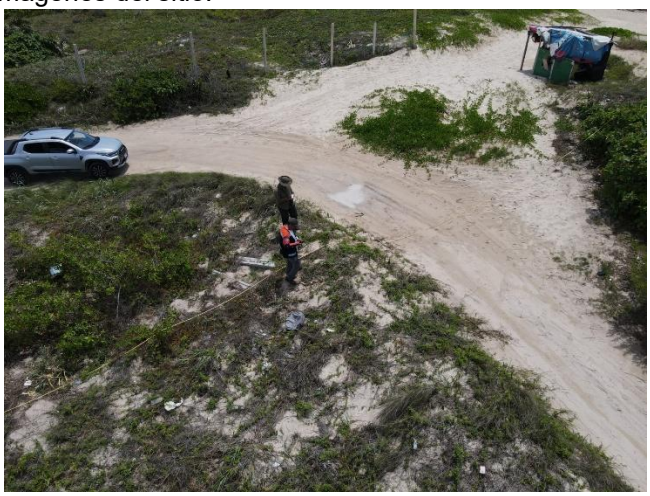
Figura 7. 2. Análisis de Ortofoto, generado a partir de imágenes obtenido con vuelo de dron.



Fuente: Elaboración propia, tomadas en campo (09/07/2025).

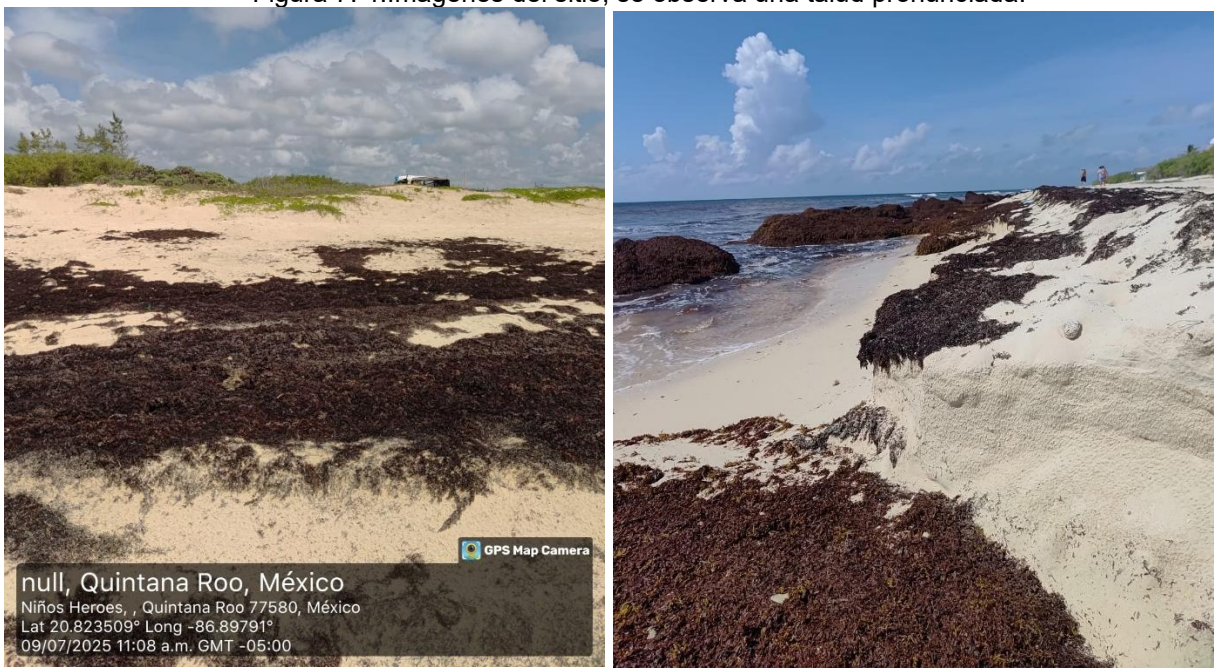
Figura 7. 3. Imágenes del sitio.





Fuente: Imágenes tomadas en campo (09/07/2025).

Figura 7. 4.Imágenes del sitio, se observa una talud pronunciada.



Fuente: Imágenes tomadas en campo (09/07/2025).

Como resultados de estos análisis

La caracterización realizada mediante dron y verificación en campo demuestra que, sin un proyecto de desarrollo formal y adecuadamente evaluado, la zona costera experimenta cambios y daños acumulativos que reducen su capacidad ecológica, afectan la integridad de la vegetación, modifican los sistemas ecológicos y aumentan la vulnerabilidad a la erosión y a fenómenos meteorológicos.

Por ello, contar con información precisa como la generada en este estudio es fundamental para justificar la necesidad de un desarrollo planificado, que incluya criterios de conservación, manejo del territorio y mitigación de impactos, evitando que las afectaciones se intensifiquen o se vuelvan irreversibles.

7.2. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO

En la Tabla 7. 1 evidencia que, sin medidas de mitigación, el proyecto generaría impactos ambientales negativos de carácter moderado a alto sobre el suelo, el agua, la hidrología, la calidad del aire, la vegetación, la fauna y el paisaje, así como efectos socioeconómicos mixtos. El documento funciona como una línea base comparativa que justifica la necesidad de implementar medidas de prevención, control y compensación para evitar el deterioro ambiental y social del área de influencia.

Tabla 7. 1. Análisis del escenario ambiental con el Proyecto.

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
Elementos	Abiótico	Suelo	Disponibilidad del recurso	Dentro del predio del Proyecto no se realizará ningún tipo de aprovechamiento de material pétreo. Sin embargo, para la construcción de obras se realizarán excavaciones para los cimientos.
			Calidad del suelo	Debido al uso de maquinaria y equipos en todas las etapas del proyecto, puede haber un inadecuado manejo de los insumos o residuos que se genere. En lo referente a las vialidades, pueden existir eventos que generen contaminación de las áreas de construcción y/o áreas aledañas a éstas, sin embargo, no se considera que impacte la calidad del suelo. Cuando las edificaciones no respetan la cresta de la duna costera, existe el riesgo de alterar su dinámica natural, especialmente en el transporte de sedimentos que garantiza su estabilidad.
			Infiltración	Sin la implementación de medidas de mitigación, la infiltración de agua en el suelo se vería severamente afectada debido a la expansión de superficies impermeables como calles, edificaciones y zonas pavimentadas. Esto provocaría una reducción significativa en la recarga natural del acuífero, ya que el agua de lluvia no podría penetrar el suelo de manera adecuada. Además, el incremento en la escorrentía podría afectar negativamente a la calidad del agua, ya que transportaría contaminantes como aceites, residuos sólidos y productos químicos provenientes de las

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
				áreas urbanizadas. En el caso de las zonas de conservación y áreas verdes, su capacidad para infiltrar agua también podría verse comprometida si no se delimitaran y protegieran adecuadamente, permitiendo posibles alteraciones por actividades humanas. Sin estas áreas funcionales y sistemas de manejo hídrico, el equilibrio hidrológico del sitio se deterioraría significativamente.
		Agua (subterránea y lagunar)	Calidad del agua	La calidad del agua en el sitio podría deteriorarse considerablemente debido a diversas actividades relacionadas con la construcción y operación del proyecto. Durante la fase de construcción, la remoción de vegetación y el movimiento de tierras generarían sedimentos que podrían ser arrastrados hacia cuerpos de agua cercanos, aumentando la turbidez y afectando a los ecosistemas acuáticos. La posible presencia de residuos de construcción, como aceites, combustibles, pinturas y solventes, podría generar derrames accidentales que contaminarían el agua superficial y, en algunos casos, las capas freáticas, especialmente si no se implementan sistemas de contención y manejo de residuos. En la etapa de operación, la ausencia de un sistema de tratamiento adecuado para las aguas residuales generadas por el proyecto podría llevar a la descarga de efluentes contaminantes con altas concentraciones de materia orgánica, nutrientes y bacterias patógenas. Esto incrementaría el riesgo de eutrofización en cuerpos de agua cercanos, afectando su

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
				biodiversidad y su capacidad para sostener la vida acuática.
		Paisaje	Calidad paisajística	La calidad paisajística del sitio se vería notablemente afectada debido a la transformación de un entorno costero modificado a uno dominado por infraestructuras humanas. La construcción de edificaciones, caminos y áreas comerciales alteraría significativamente el carácter visual del paisaje, pasando de una estética natural a una más urbana y funcional.
		Aire	Calidad del aire	La calidad del aire en el sitio podría deteriorarse significativamente durante las fases de construcción y operación del proyecto. Durante la construcción, las actividades como excavaciones, nivelación del terreno y transporte de materiales generarían emisiones de polvo y partículas suspendidas, afectando la calidad del aire local. Durante la operación del proyecto, el tráfico vehicular constante dentro y alrededor del sitio aumentaría las emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes atmosféricos. Las actividades comerciales, como la operación de generadores eléctricos de respaldo y el uso de productos químicos en el mantenimiento de jardines y áreas comunes, también contribuirían a la contaminación del aire.
			Generación de ruido y vibraciones	La generación de ruido y vibraciones en el sitio aumentaría considerablemente durante las fases de construcción y operación del proyecto. Durante la operación del proyecto, la actividad cotidiana incluiría ruido generado por el tráfico vehicular, funcionamiento de sistemas de aire acondicionado y actividades

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
				comerciales, especialmente en áreas como la marina seca y los centros comerciales. Los eventos sociales y recreativos en la zona podrían contribuir al aumento de los niveles sonoros, afectando la tranquilidad del entorno.
		Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos	La generación de empleos directos e indirectos derivados del proyecto tendría impactos positivos y negativos. Por un lado, la fase de construcción crearía empleos directos en diversas actividades, como la construcción de infraestructura y el mantenimiento de las instalaciones, beneficiando a la comunidad local con trabajos temporales y permanentes. Además, la operación del proyecto generaría empleos indirectos en sectores como el comercio, transporte, servicios turísticos y seguridad, lo que impulsaría la economía local. Sin embargo, también existen riesgos, como la posible dependencia económica de la comunidad respecto al proyecto, lo que podría resultar en vulnerabilidad ante crisis económicas o cambios en el desarrollo del mismo. Además, podría haber un desplazamiento de empleos en sectores tradicionales, como la agricultura o la pesca, si las actividades productivas locales se ven afectadas por el uso del suelo para el proyecto.
			Sitios de interés estético y humano.	Aunque no se realizan actividades culturales o recreativas de gran envergadura en el área, la pesca tradicional sigue siendo una actividad relevante para la comunidad local, y su valor humano y cultural podría verse comprometido debido a la transformación del entorno natural

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
				en un espacio urbanizado.
			Calidad de vida - Servicios	Sin medidas de mitigación, el impacto en la calidad de vida y los servicios en los colindantes podría ser mixto. Actualmente, la población enfrenta desafíos relacionados con la pobreza moderada y el acceso a servicios adecuados. El desarrollo del proyecto podría mejorar la infraestructura y crear nuevos servicios, lo que beneficiaría a los residentes del proyecto y generaría empleos. Sin embargo, también podría aumentar la presión sobre los recursos y servicios públicos existentes, como la salud y la educación, exacerbando las desigualdades sociales. El aumento de la movilidad podría generar congestión vehicular si no se planifican adecuadamente el transporte público y las vialidades. Por lo tanto, si bien el proyecto tiene potencial para mejorar la calidad de vida, también es necesario un manejo cuidadoso para evitar impactos negativos en la comunidad local y en el entorno.
	Biótico	Flora terrestre	Presencia de individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	La pérdida de los servicios ecosistémicos que estos brindan y la cobertura vegetal podría provocar la afectación de ejemplares de especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
		Fauna terrestre/Marina	Presencia de individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	La pérdida de hábitat podría provocar la afectación de ejemplares de especies protegidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010., indirectamente también se podría en riesgo la anidación de tortugas marinas que se encuentra cercana al área del proyecto.
		Biota lagunar/Laguna	Presencia de individuos de especies listadas	La pérdida de cobertura vegetal podría provocar la afectación de ejemplares de especies protegidas

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
			en la NOM-059-SEMARNAT-2010	en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
		Manglar	Estado de conservación	En el AP no abarca en el área con Manglar.
Procesos	Abiótico	Hidrología superficial/subterránea	Hidroperiodo o patrones de escorrentía	El proyecto podría alterar este equilibrio natural, modificando tanto la infiltración de aguas superficiales como el movimiento subterráneo del agua, lo que podría comprometer la calidad del agua y modificar los tiempos de residencia en la laguna. La actividad humana y el cambio climático ya están modificando los patrones hidrológicos en la región, y el proyecto, al insertar infraestructura y modificar el uso del suelo, podría intensificar estos efectos. Esto podría resultar en un impacto negativo sobre la dinámica del agua, incluyendo una mayor susceptibilidad a inundaciones y sequías, y un mayor riesgo de contaminación y sedimentación en la laguna. Sin un manejo adecuado, los procesos hidrológicos y la calidad del agua podrían verse significativamente afectados.

Fuente: Elaboración propia

7.3. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DEL ESCENARIO CONSIDERANDO LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN, COMPENSACIÓN Y/O CORRECCIÓN.

Con la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación, se prevé que la contribución del Proyecto a los cambios en los factores ambientales sea reducida al mínimo técnica y ambientalmente posible. Estas acciones se diseñan a partir de la línea base ambiental del Sistema Ambiental (SA) y del Área del Proyecto (AP), garantizando que los impactos residuales se mantengan en niveles bajos, controlados y compatibles con la capacidad de resiliencia del entorno. De esta manera, se asegura que la operación del Proyecto no rebase los umbrales ecológicos críticos identificados en la caracterización ambiental previa.

Para garantizar un seguimiento sistemático y verificable durante todas las fases del

desarrollo, se han estructurado diversos programas ambientales, los cuales se integran dentro de un Sistema de Manejo y Gestión Ambiental Adaptativo (SMGAA) capítulos 5 y 6. Este sistema permite ajustar y reforzar las acciones ambientales conforme se identifiquen nuevas condiciones, cambios en el entorno o variaciones en la magnitud de los impactos, asegurando un manejo dinámico, oportuno y basado en evidencia.

Los programas ambientales que conforman el SMGAA, cada programa aborda los impactos identificados en la evaluación ambiental del Proyecto y detalla las acciones específicas, los responsables, la temporalidad y los indicadores de seguimiento necesarios para asegurar su eficacia. En la Tabla 7.1 se presentan los componentes principales que se verán afectados sin las medidas en la Tabla 7.2 se expone el escenario del Proyecto considerando ya la aplicación de las medidas de mitigación y/o compensación, lo que permite visualizar el impacto residual y su comparación con el escenario sin medidas. Esta estructura facilita una interpretación clara de la efectividad de las acciones implementadas y su contribución a la protección y recuperación de los componentes ambientales del área de influencia.

Tabla 7. 2. Los elementos que se afectan durante las etapas del proyecto.

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
Elementos	Abiótico	Suelo	Disponibilidad del recurso	Con la implementación de medidas de mitigación, el factor "disponibilidad del recurso de suelo" se verá protegido a través de prácticas ambientales responsables durante la ejecución del Proyecto. Se aplicarán buenas prácticas para prevenir su contaminación, tales como la correcta gestión de residuos sólidos, el manejo controlado de sustancias peligrosas y la prevención de derrames mediante sistemas de contención adecuados. Además, se establecerá un reglamento ambiental específico para las actividades de obra, que incluirá lineamientos estrictos sobre el uso del suelo, almacenamiento de materiales y control de emisiones contaminantes. La supervisión ambiental será continua, asegurando el cumplimiento de las normativas establecidas y permitiendo tomar acciones correctivas inmediatas en caso de incumplimiento.

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
				Estas medidas garantizarán que el recurso suelo mantenga sus condiciones naturales en la mayor medida posible, evitando alteraciones significativas en su composición, estructura y capacidad de soporte, lo que contribuirá a la sostenibilidad del entorno durante y después del desarrollo del Proyecto.
			Calidad del suelo	Con la implementación de medidas de mitigación, la calidad del suelo en el área del Proyecto se preservará y mejorará a través de un enfoque integral que considera acciones preventivas y de manejo responsable. La elaboración e implementación de un reglamento ambiental específico, tanto para la obra como para la operación de maestro condominio, establecerá lineamientos claros para proteger el recurso suelo y prevenir cualquier tipo de contaminación derivada de las actividades constructivas y operativas. Como medida adicional, se llevará a cabo la delimitación física y el mapeo de las áreas de conservación, asegurando su protección frente a intervenciones no autorizadas. Estas áreas conservarán su valor ecológico y su función dentro del entorno natural. A su vez, la creación y el mantenimiento de áreas verdes contribuirán a la estabilidad del suelo, evitando procesos de erosión y fomentando la infiltración natural de agua. La supervisión ambiental constante permitirá verificar el cumplimiento de las medidas implementadas, mientras que el manejo adecuado de residuos sólidos y materiales de obra reducirá el riesgo de contaminación por lixiviados o desechos peligrosos. Estas

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
				acciones, en conjunto, garantizarán que la calidad del suelo no se degrade y, en su lugar, se fortalezca a largo plazo, generando un impacto positivo y sostenible en el entorno del Proyecto.
			Infiltración	La elaboración e implementación de un reglamento ambiental para obra y condominio maestro, junto con la supervisión del cumplimiento ambiental, permitirán establecer lineamientos específicos para la prevención de contaminación del suelo, asegurando que las actividades de obra se realicen con un estricto control ambiental. Adicionalmente, el manejo adecuado de residuos sólidos y líquidos mediante la separación, recolección y disposición final a cargo de empresas acreditadas evitará que los lixiviados provenientes de materiales de construcción o desechos afecten la infiltración natural del agua en el suelo. La ubicación y manejo de sedimentos o materiales producto de la excavación y el control de emisiones de polvo reducirán la compactación y contaminación superficial que pueden limitar la permeabilidad del terreno.
		Agua (subterránea y lagunar)	Calidad del agua	El reglamento ambiental de obra, junto con la supervisión ambiental continua, garantizará que las actividades de construcción y operación del proyecto no contaminen los cuerpos de agua circundantes, incluyendo el manglar y lagunar. El manejo adecuado de residuos líquidos y la implementación de sistemas de tratamiento eficientes, como la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR), evitarán la descarga de aguas residuales no tratadas en el entorno. Además, la recolección y disposición final de

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
				residuos sanitarios y la correcta gestión de aguas pluviales contribuirán a evitar la contaminación por lixiviados o vertidos accidentales. Las actividades de construcción estarán supervisadas para prevenir la acumulación de sedimentos y residuos, asegurando que la dinámica de corrientes y el patrón de movimiento de sedimentos no se vean alterados significativamente. La implementación de un sistema de monitoreo continuo de la calidad del agua y la ejecución de auditorías ambientales periódicas permitirán la detección temprana de cualquier problema relacionado con la contaminación del agua, asegurando que se tomen medidas correctivas de forma rápida y eficiente.

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
		Paisaje	Calidad paisajística	El paisaje se mantendrá en un estado adecuado, minimizando la fragmentación de los ecosistemas y promoviendo la conservación de la biodiversidad local. La delimitación física y el mapeo de las áreas de conservación garantizarán que las especies puedan seguir utilizando las áreas de hábitat de forma continua. El reglamento ambiental de obra y la supervisión ambiental también asegurarán que las actividades de construcción y operación no causen impactos negativos sobre los ecosistemas adyacentes, especialmente en las zonas sensibles y áreas con vegetación. Además, la creación y mantenimiento de áreas verdes dentro del proyecto contribuirá a incrementar la biodiversidad y a restaurar la conectividad ecológica entre los diferentes ecosistemas de la región. En términos de calidad del paisaje, el diseño del proyecto estará enfocado en respetar y mejorar las características estéticas del entorno. La integración de zonas verdes, la preservación de vistas naturales y la implementación de estrategias de paisajismo sostenible ayudarán a que el desarrollo se mezcle armónicamente con el entorno natural, minimizando el impacto visual sobre los espacios cercanos.

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
		Aire	Calidad del aire	La calidad del aire en la zona del proyecto se verá mejorada y controlada, minimizando las emisiones contaminantes durante las fases de construcción y operación. La gestión adecuada de emisiones de partículas, gases y otros contaminantes se asegurará mediante el uso de equipos adecuados, la instalación de sistemas de control de emisiones y la reducción de actividades que generen polvo o gases nocivos. El reglamento ambiental de obra y la supervisión ambiental permitirán el monitoreo constante de las fuentes de emisión, asegurando que se mantengan dentro de los límites permitidos por las normativas locales y federales. Las medidas específicas como el uso de cubiertas en materiales almacenados, el riego de áreas para evitar la emisión de polvo, y el control de tráfico vehicular en el sitio, reducirán significativamente los impactos negativos sobre la calidad del aire. Además, la creación y mantenimiento de áreas verdes dentro del proyecto contribuirá positivamente a la calidad del aire, ya que las plantas actúan como sumideros de carbono y ayudan a filtrar contaminantes. Las áreas de conservación también fomentarán la recuperación de vegetación autóctona que favorecerá la purificación del aire.
			Generación de ruido y vibraciones	El reglamento ambiental de obra y la supervisión constante garantizarán que las obras de construcción se realicen conforme a las normativas establecidas, minimizando el impacto acústico en el entorno. Las áreas verdes y la zona de conservación fungirán como una

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
				barrera acústica en las áreas críticas, especialmente cerca de zonas sensibles como áreas residenciales. Además, se promoverá el uso de maquinaria y equipos de bajo impacto sonoro, y se limitará el uso de equipos de alto nivel de ruido en horarios sensibles para evitar molestias a la comunidad y fauna local. La supervisión ambiental asegurará que los niveles de vibración se mantengan dentro de los límites aceptables.
		Lagunar	Calidad del suelo	No se realizarán actividades en la zona lagunar, se implementará vigilancia en la zona para evitar alguna intervención.
		Flora terrestre	Disponibilidad del recurso	Se espera que la disponibilidad de la flora terrestre en el área del proyecto se mantenga en las áreas de conservación y, en ciertos casos, se mejore, en las áreas verdes. Se contempla la delimitación y protección de áreas de conservación, lo que asegura la preservación de los ecosistemas naturales y la flora que se encuentra en el sitio, particularmente en las zonas sensibles que son esenciales para la biodiversidad local. Además, se llevará a cabo una reforestación y mantenimiento de áreas verdes, lo que contribuirá al aumento de la cobertura vegetal, favoreciendo la regeneración de especies locales y mejorando la conectividad ecológica. La creación de espacios verdes no solo preserva la flora existente, sino que también fomenta la restauración de ecosistemas alterados y la creación de nuevos hábitats para diversas especies.
		Socioeconómico	Generación de empleos directos e indirectos	Durante la fase de construcción, se promoverá el empleo local mediante la contratación de mano de obra para tareas específicas,

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
				como la instalación de infraestructura, el manejo de residuos, y la rehabilitación de áreas verdes, lo que reducirá el impacto en la economía local y favorecerá el desarrollo de la comunidad. A lo largo de la operación del proyecto, se espera que la generación de empleos directos se mantenga en áreas como el mantenimiento de las instalaciones, y la supervisión de las actividades ambientales, lo cual generará un impacto positivo sobre la calidad de vida de los residentes locales. Además, la actividad generará empleos indirectos en sectores como el turismo, la venta de productos y servicios relacionados, y el transporte, que contribuirán a diversificar y fortalecer la economía de la región. Se impulsarán programas de capacitación laboral para la comunidad, lo que permitirá que los trabajadores adquieran nuevas habilidades, mejorando sus oportunidades laborales a largo plazo. En conjunto, estos esfuerzos asegurarán que el proyecto sea una fuente significativa de empleo sostenible, promoviendo un desarrollo económico equilibrado y con un enfoque de inclusión social.
			Sitios de interés estético y humano.	En el área del proyecto experimentarán una mejora en su accesibilidad y en la integración con las actividades culturales y económicas locales. Si bien el proyecto no afectará negativamente los sitios de interés, se crearán espacios adecuados y el fortalecimiento de la conexión con la laguna. Esto incluirá la habilitación de mercados tradicionales temporales, donde los pescadores locales podrán

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
				vender sus productos directamente, promoviendo así el consumo de productos frescos y locales dentro del proyecto.
			Calidad de vida y Servicios	Se espera una mejora en la calidad de vida y en los servicios disponibles para la población local y los residentes del proyecto. La creación de infraestructura y la optimización de los servicios básicos, como el acceso al agua potable, la disposición adecuada de residuos, contribuirán a un entorno más saludable y funcional. Además, la supervisión ambiental y el cumplimiento con el reglamento ambiental garantizarán que las actividades del proyecto no afecten negativamente los servicios esenciales de la comunidad, como el acceso a transporte, educación y salud. El proyecto también fomentará la creación de empleo tanto directo como indirecto, lo cual beneficiará directamente la economía local, generando oportunidades para el desarrollo personal y profesional de los habitantes.
	Biótico	Flora terrestre	Presencia de individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Los programas de biodiversidad y de monitoreo ambiental contribuirán a disminuir el riesgo de pérdida de riqueza de especies mediante las acciones de rescate y reubicación de ejemplares. Un programa que atienda específicamente el monitoreo, vigilancia y el cuidado de la Tortuga Marina por la cercanía del proyecto.
		Fauna terrestre	Presencia de individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Los programas de biodiversidad y de monitoreo ambiental contribuirán a disminuir el riesgo de pérdida de riqueza de especies mediante las acciones de rescate y reubicación de ejemplares.

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
		Laguna	Presencia de individuos de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Se reitera que esta zona no intervendrá con el proyecto, sino quedando como área de conservación.
Ecosistema		Manglar	Estado de conservación	En el AP no contempla construcción de obra o actividad en la zona de manglar, sino llega hasta los límites o colindantes. Se reconoce la importancia ecológica del manglar y, por ello, el promovente se compromete a implementar un programa de restauración para mejoramiento y que beneficiará la vegetación de manglar presente del polígono general predio del proyecto, con el objetivo de promover la recuperación y conservación de los manglares en la región. Además, se llevará a cabo una supervisión ambiental constante para asegurar que las actividades relacionadas con el proyecto no afecten negativamente los posibles vestigios de manglar o la regeneración de estos ecosistemas, asegurando que la preservación y restauración del manglar sea una prioridad en el manejo ambiental del área.
		Ambiente laguna	Estado de conservación	El proyecto incluye medidas de mitigación que se enfocan en la conservación y protección de estos ambientes, con el fin de reducir los impactos de las actividades humanas y mejorar las condiciones de estos ecosistemas marinos. Estas medidas incluirán la implementación de monitoreos.

Nivel	Tipo	Componente	Factores Ambientales	Descripción
Procesos	Abiótico	Hidrología superficial/subterránea	Patrones de escorrentía	Dado que el área presenta pendientes prácticamente nulas y el flujo hidrológico superficial no tiene influencia significativa, será necesario estudiar de manera específica los procesos hidrológicos naturales del sitio. Para ello, se implementarán monitoreos de calidad del agua, con el objetivo de establecer una línea base que permita comparar las variaciones en la dinámica lagunar y detectar oportunamente cualquier cambio asociado a contaminantes o agentes externos. Esta información permitirá ajustar las acciones de manejo conforme se identifiquen tendencias o alteraciones, asegurando que el ecosistema lagunar conserve su funcionalidad ecológica y que las actividades del proyecto no generen impactos negativos sobre la dinámica del agua. En caso de ocurrir un vertimiento accidental sobre el suelo, se procederá de inmediato a contener y evitar la dispersión del contaminante, seguido del retiro del material y suelo afectado. El responsable de la supervisión ambiental coordinará a una brigada equipada para realizar la contención, recolección y retiro seguro del contaminante presente en el medio.

Fuente: Elaboración propia

7.4. PRONÓSTICO AMBIENTAL

La evaluación de los tres escenarios estado actual, con el proyecto y con el proyecto implementando medidas de mitigación, permite comprender de manera integral la magnitud, naturaleza y distribución espacial de los impactos ambientales asociados al desarrollo propuesto en el Área del Proyecto (AP) y en su entorno inmediato dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) de Puerto Morelos, Quintana Roo. El análisis comparativo entre escenarios constituye una herramienta esencial para identificar los

elementos ambientales más sensibles, así como para determinar la eficacia y suficiencia de las medidas de manejo propuestas.

En el escenario actual, el AP presenta condiciones ambientales propias de una matriz costera en transición entre ecosistemas de humedal (particularmente manglar) y ambientes dunares o litorales. La vegetación de matorral y secundaria dominante refleja procesos previos de perturbación, así como la presencia de especies invasoras, mientras que la influencia de actividades urbanas y turísticas del corredor costero se manifiesta en la presencia de claro de vegetación. El sistema lagunar mantiene su funcionalidad hidrológica, pero está sujeto a alteraciones por intervenciones históricas, lo que afecta la biodiversidad asociada y el equilibrio sedimentario. Asimismo, se identifican afectaciones puntuales del suelo y zonas con presencia de residuos, factores que reducen la calidad ecosistémica de la zona y condicionan el estado base previo al desarrollo.

En el segundo escenario, correspondiente al proyecto sin la implementación de medidas de mitigación, los impactos negativos se intensificarían de forma significativa. La ejecución de obras sin control ambiental generaría alteraciones directas en la estructura y dinámica de los ecosistemas presentes, especialmente en lo referente a la calidad del agua, el flujo hidrológico, la cobertura vegetal y la fauna asociada. La remoción de vegetación y el movimiento de suelos modificarían el patrón natural de infiltración y escurrimientos superficiales, afectando la conectividad ecosistémica entre el manglar, la planicie costera y la zona de playa. Se incrementaría la movilización de sedimentos, la fragmentación de hábitat y el deterioro de la infraestructura ambiental natural que regula procesos como el control de inundaciones, la filtración y la retención de nutrientes. A ello se sumarían los impactos propios de la fase constructiva, como generación de ruido, vibraciones, emisiones atmosféricas y aumento de residuos, que afectarían la calidad del ambiente y el bienestar de las comunidades cercanas.

En contraste, el escenario con el proyecto y con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas muestra una reducción sustancial de los impactos ambientales potenciales. La integración de un Sistema de Gestión Ambiental Adaptativo establecidas en el Capítulo 6, el respeto a las zonas ambientalmente sensibles, la protección de áreas de conservación, y la implementación de medidas específicas como el manejo adecuado de residuos, la restauración de la dinámica hidrológica y el uso de vegetación nativa en áreas verdes contribuyen a conservar la calidad del agua, mejorar la estabilidad del suelo y mantener la continuidad funcional entre los ecosistemas. Asimismo, las estrategias de amortiguamiento, control de escurrimientos, reforestación y restauración ecológica favorecen la conectividad biológica, reducen el riesgo de fragmentación y permiten una transición equilibrada entre las áreas naturales y las zonas transformadas. La disminución de emisiones atmosféricas, ruido y vibraciones mediante buenas prácticas constructivas repercute de manera directa en el mejoramiento de la calidad de vida de la población local y en la preservación de la integridad ambiental del territorio.

La aplicación rigurosa de las medidas de prevención, mitigación y compensación no solo atenúa los efectos adversos derivados del desarrollo, sino que posibilita una integración armónica del proyecto con el entorno natural y social de Puerto Morelos. Esto resulta fundamental para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de los ecosistemas costeros, así

como para promover beneficios compartidos entre el medio ambiente, la comunidad y la actividad turística que caracteriza a la región.

7.5. EVALUACIONES Y ALTERNATIVAS

La evaluación se desarrolla con base en: la línea base del Sistema Ambiental (SA) y del Área del Proyecto (AP), los escenarios evaluados (sin proyecto; con proyecto; con proyecto y medidas), los programas del SMGAA (monitoreo, indicadores y correctivos), y el cumplimiento normativo.

Alternativas de ubicación

El proyecto turístico “FRC-II” se emplaza en un predio costero de 6.99 ha, con una ocupación prevista de 1.04 ha para las obras principales; el Área del Proyecto (AP) no abarca manglar, aunque el manglar está presente en el entorno del Sistema Ambiental y su integridad hidrológica es una condición crítica de conservación.

Tabla 7. 3. Alternativas de ubicación.

Alternativas (A)	Descripción	Ventajas	Riesgos/limitantes	Decisión
A-1 (Seleccionada)	Mantener la localización en el AP actual (diseño de baja huella; respeto a corredores de flujo; sin intervención en manglar y laguna).	Compatibilidad con vocación turística; control de huella por diseño y gestión.	Requiere control estricto de escorrentía e infiltración.	Preferente
A-2	Reubicar dentro del SA hacia áreas más próximas al manglar.	Menor distancia a frente costero.	Riesgo de afectar la integridad del flujo hidrológico del manglar; alto riesgo normativo.	Descartada
A-3	Trasladar fuera del SA (otro polígono regional).	Reduce riesgos hidrológicos locales.	Incongruente con objetivos del promovente y planeación turística.	Descartada

Fuente: Elaboración propia

Conclusión de ubicación: Alternativa-1 es preferente: viabilidad técnica y de gestión, riesgo normativo muy bajo frente a manglar (al evitar su zona de influencia), y posibilidad de minimizar impactos en fuente mediante diseño y tecnologías.

Alternativas de tecnología (procesos, métodos y técnicas)

Se comparan alternativas para saneamiento, drenaje pluvial, cimentación/obra civil, aire/ruido y biodiversidad.

Opciones (O)	Sistema	Alternativa	Síntesis técnica	Desempeño ambiental	Viabilidad
O-A (Seleccionada)	Saneamiento	PTAR con compartido con el complejo contiguo	Evita descargas sin tratamiento; controla DBO/DQO/N-P y coliformes.	Minimiza riesgo de eutrofización/turbidez en ambientes lagunares.	Alta
O-C (Seleccionada)	Cimentación/obra civil	Pilotajes/locales y cortes/rellenos mínimos	Mantiene microdrenajes y reduce compactación.	Menor alteración del flujo sub-superficial e hidroperiodo.	Media-Alta
O-D	Aire/ruido	Buenas prácticas constructivas + atenuación acústica	Control de PM y LAeq en obra/operación.	Cumplimiento de umbrales.	Alta
O-E (Seleccionada)	Biodiversidad	Iluminación <3000 K apantallada; revegetación nativa	Evita deslumbramiento y conecta hábitats.	Favorece conectividad y reduce perturbación de fauna.	Alta

Fuente: Elaboración propia

Alternativas de reducción de la superficie a ocupar

No es viable reducir la superficie destinada al proyecto, ya que una disminución del área propuesta obligaría a incrementar la densidad de ocupación en un espacio más reducido. Esto generaría efectos adversos tanto en términos de seguridad estructural y operativa, como en la estabilidad del suelo, al concentrar mayores cargas, servicios y flujos en un espacio limitado. Asimismo, una reducción de superficie aumentaría la presión sobre el terreno, incrementando el riesgo de compactación, pérdida de infiltración natural y afectaciones a la funcionalidad ambiental del sitio, lo que resultaría en impactos más altos e incompatibles con una gestión ambiental adecuada.

Alternativas de características del proyecto (dimensiones, cantidad y distribución de obras/actividades)

Tabla 7. 4. Alternativas de características del proyecto.

Variable	Alternativa (seleccionada salvo indicación)	Descripción y control	Efecto ambiental esperado
Trazado vial	V-1 (Seleccionada): red mínima y/o perimetral única	Menos cortes de flujo y superficies impermeables.	Escorrentía y arrastre de sedimentos.
Altura/volumetría	A-2 (Seleccionada):	Menor ocupación por	Remoción de vegetación y

	concentración de niveles	planta.	sellado.
Distribución de edificaciones	D-1 (Seleccionada): bloques compactos + corredores	Conserva conectividad hidrológica/biológica.	Continuidad ecosistémica.
Zonas verdes	Z-1 (Seleccionada): nativas + buffers/biofiltros	Aumenta infiltración y filtro de nutrientes.	Calidad de agua

Fuente: Elaboración propia

Alternativas de compensación de impactos significativos

Tabla 7. 5. Alternativas de compensación de impactos significativos.

Opción	Medida	Objetivo ambiental	Implementación
O-1 (Preferente)	Restauración de corredores ecológicos con nativas	No-pérdida neta de cobertura y conectividad.	Metas de cobertura/supervivencia; monitoreo SMGAA.
O-2 (Preferente)	Mejoras hidrológicas no intrusivas (pasos/control de sedimentos)	Mantener integridad del flujo hacia/desde manglar.	Sin intervenir manglar; cumplimiento LGVS 60 TER.
O-3	Rescate y reubicación de flora/fauna; revegetación	Proteger especies y hábitats sensibles.	Conforme a NOM-059-SEMARNAT-2010.
O-4 (Contingente)	Compensación fuera del sitio (dentro del SA)	Beneficio medible sobre conectividad regional.	Aplicar solo si hay impacto residual significativo.

Fuente: Elaboración propia

7.6. CONCLUSIONES

El capítulo integra adecuadamente el contraste de escenarios (sin proyecto, con proyecto, con proyecto con medidas) y la evaluación de alternativas (ubicación, tecnología, reducción de superficie, características/diseño y compensación), apoyado en la línea base AP y SA, el análisis multitemporal 2004–2024 y la estructura del SMGAA (programas, indicadores y acciones correctivos). Con ello, el estudio demuestra la capacidad de pronosticar y gestionar los efectos relevantes del proyecto en su área de influencia.

Se confirma que la alternativa de ubicación seleccionada, mantener el proyecto dentro del Área del Proyecto ya definida es la opción es viable, evita la intervención directa en manglar, mantiene la zona de influencia hidrológica libre de obra y posibilita el control de la huella mediante diseño y operación. Las opciones que desplazan el proyecto hacia áreas próximas al manglar incrementan el riesgo de interferir su integridad hidrológica y por ello fueron descartadas.

Las alternativas tecnológicas seleccionadas (PTAR compartido con el complejo contiguo): pavimentos permeables, pilotajes y cortes/rellenos mínimos; iluminación y revegetación nativa) y las decisiones de trazo/diseño (compacidad, red vial mínima, corredores ecológicos, permiten reducir en fuente la mayoría de los impactos potenciales sobre suelo,

hidrología e hidrodinámica lagunar, calidad de agua, biodiversidad, aire/ruido y paisaje.

Bajo el escenario con medidas, el pronóstico muestra que los impactos se mantienen en niveles bajos y compatibles con la funcionalidad del sistema costero:

Las medidas compensatorias priorizadas restauración con vegetación nativa, mejoras hidrológicas no intrusivas (pasos y control de sedimentos) y rescate/revegetación aseguran no pérdida neta de cobertura y mantenimiento de flujos desde el manglar, sin intervenirlo. Su aplicación reduce el riesgo de impactos residuales significativos y fortalece la resiliencia del sistema ambiental local.

Con la alternativa integral adoptada el “Proyecto FRC-II” resulta ambientalmente viable, toda vez que, evita afectación directa al manglar y preserva su zona de influencia hidrológica, mantiene la conectividad hidrológica y biológica dentro del AP y hacia el SA, controla los impactos críticos (suelo, agua, aire/ruido, paisaje) a niveles bajos y verificables mediante indicadores y auditorías, aporta beneficios socioeconómicos (empleo, servicios, derrama local) sin rebasar la capacidad de carga del entorno cuando opera con las medidas y el programa de vigilancia establecidos.

La evidencia técnica del capítulo acredita que, con el diseño y las medidas propuestos, el proyecto puede ejecutarse y operar de manera ambientalmente compatible con el sistema costero de Puerto Morelos.

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

Febrero de 2026

PROYECTO FRC-II

Capítulo 8. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información presentada en la Manifestación de Impacto Ambiental.

ÍNDICE GENERAL

8.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN 1
8.1.1. CARTOGRAFÍA 1
8.1.2. FOTOGRAFÍAS 2
8.1.3. CARACTERIZACIÓN DE DUNAS 3
8.1.4. ESTUDIO DE MANGLAR (OPINIÓN TÉCNICA) 5
8.2. OTROS ANEXOS 6
8.2.1. MEMORIAS 6
8.3. 8.3 BIBLIOGRAFÍA 10

8.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El presente capítulo reúne de manera ordenada todas las metodologías empleadas y las fuentes de información consultadas para la obtención de datos utilizados en cada uno de los estudios particulares desarrollados para el Proyecto Finest en adelante, el Proyecto. Dichos elementos metodológicos y documentales constituyen el fundamento técnico que respalda las conclusiones expuestas a lo largo de esta Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular.

8.1.1. CARTOGRAFÍA

La cartografía se elaboró en la Programa o Software del Sistema de Información Geográfica ArcGIS Pro, integrando información proveniente de diversas instituciones públicas, principalmente Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Atlas de Riesgo y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN), así como datos generados durante el trabajo de campo realizado para la caracterización biótica del SAR. Toda la información fue georreferenciada utilizando la proyección UTM, zona 16, con el datum de referencia WGS84. Se presentan en cada capítulo de los productos generados como anexos de dichas cartográficas.

El 09 de julio de 2025 se realizó un levantamiento fotográfico de la propiedad a 100 m de altura con un dron modelo DJI Phantom 4. Fueron procesadas por medio del programa Pix4Dmapper vision 4.8.4 para obtener un fotomosaico ortorectificado con una resolución de pixel de 5 cm.

Las especificaciones técnicas del levantamiento de fotografía por dron se incluyen a continuación:

- Imágenes georreferenciadas (latitud, longitud y altitud).
- Imágenes georreferenciadas (latitud, longitud).
- Tamaño de las fotografías: 5472 x 3648 pixeles.
- Espectro de color: RGB.
- Distancia focal: 8.8 mm.
- Tiempo de exposición: 1/640 s.
- Punto F: 6.3.
- ISO 100.
- Velocidad 10 m/s.
- Traslape 70 %.

Figura 8. 1. Ortofoto del predio, generado con fotografías aéreas.



Fuente: Elaboración propia

8.1.2. FOTOGRAFÍAS

En las áreas de estudio se realizaron vuelos de dron en distintos horarios con el propósito de obtener información base precisa y actualizada para su análisis. Esta estrategia permitió captar variaciones en iluminación, sombras y condiciones ambientales que suelen influir en la interpretación de elementos superficiales. Asimismo, los vuelos sucesivos fueron necesarios debido a que el terreno no presenta una geometría uniforme ni estabilidad constante, lo que hacía indispensable generar múltiples perspectivas para asegurar una cobertura completa y confiable del sitio. Dichas evidencias fotografías se han integrado por capítulo a fin de que ubicación se eficiente.

Figura 1. Imágenes del sitio.



Fuente: Imágenes tomadas en campo (09/07/2025).

8.1.3. CARACTERIZACIÓN DE DUNAS

Metodología aplicada

La caracterización de dunas se realizó mediante trabajo de campo y levantamiento topográfico de alta precisión, siguiendo criterios de la NMX-AA-120-SCFI-2016 y definiciones SEMARNAT.

1. Reconocimiento inicial del sitio
    - Identificación de accesos y condiciones del terreno y localización de mojoneras para validar precisión.

2. Georreferenciación y control
    - Instalación de dos puntos GPS enlazados a la Red Geodésica Nacional Activa (INEGI) para control horizontal.
    - Control altimétrico referenciado al NBMI mediante punto de la API Puerto Morelos.
3. Levantamiento topográfico con RTK GNSS
    - Equipo: RTK Hi-Target (base + rover).
    - Método: secciones transversales perpendiculares a la costa para obtener perfiles altimétricos y planimétricos de alta precisión.
    - Producto: modelo detallado del relieve dunar y continuidad del cordón.
4. Identificación y clasificación geomorfológica
    - Delimitación en campo de crestas, taludes de sotavento y valles interdunares.
    - Clasificación según NMX-AA-120 (duna embrionaria, primaria, secundaria, terciaria, transgresiva).
    - Para la península de Yucatán se tomó la duna terciaria como límite de duna costera.
5. 2. Muestreos realizados

1. Puntos de control GNSS
    - PPB 01 GIH-GNSS
    - APM 02 GIH-GNSS
    - Estación CHET (INEGI) Incluyen coordenadas UTM y cotas oficiales.
2. Muestreo topográfico (RTK en campo)
    - Toma densa de puntos en cada sección transversal.
    - Incluyó zonas con sargazo y áreas erosionadas.
    - Permitió definir: berma, mesoplaya, supraplaya, cresta de duna, talud y valles interdunares.
3. Registro fotográfico
    - Fotografías terrestres y aéreas para verificar morfología y afectaciones (caminos, campamentos).
4. Resultados morfológicos clave
    - Ancho promedio de la duna frontal: ≈30 m.
    - Identificación de alteraciones antrópicas que interrumpen continuidad (caminos/campamentos).

- Clasificación final: duna frontal (SEMARNAT) y duna terciaria (NMX) como límite de duna costera.

Ver Capitulo 4 en Anexo 4.1.

Todos los temas metodológicos empleados para el desarrollo del Capítulo 4 fueron definidos de manera estructurada y se establecieron conforme a puntos específicos de cada apartado del temario. Cada componente como microtopografía, calidad del agua, parámetros fisicoquímicos, análisis de sedimento y estructura forestal se abordó mediante técnicas reconocidas y procedimientos estandarizados, asegurando así la obtención de datos precisos, replicables y congruentes con los objetivos del estudio. Esta organización metodológica permitió que cada eje temático contara con su propio esquema de muestreo, herramientas, criterios de medición y procedimientos analíticos claramente delimitados, garantizando consistencia técnica en toda la caracterización.

8.1.4. ESTUDIO DE MANGLAR (OPINIÓN TÉCNICA)

Se realizó el estudio conforme lo siguiente:

Diseño de muestreo y rodales

Delimitación del polígono (7.4 ha) y trazado de rodales: vegetación de duna (R1), manglar de cuenca mixto (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus*) (R2–R4), lagunas de inundación con *R. mangle* (R5), zona intermareal (R6) y caminos (R7).

Perfiles microtopográficos e hidroperiodo

Dos transectos **duna - manglar de cuenca/lagunas** con método de “manguera de nivel” (microtopografía <5 ha) para **curvas de nivel de inundación** y **zonación por especie**. Se registraron niveles de inundación por especie y variación estacional (lluvias/estiaje).

Calidad de agua (nutrientes N–P)

Colecta intersticial (dos puntos) y superficial (un punto) en julio-2025; filtrado GF/F y análisis en laboratorio (NO_2^-, NO_3^-, NH_4^+, PO_4^{3-}) por métodos estándar (Strickland & Parsons; Solórzano).

Parámetros fisicoquímicos in situ

Salinidad (refractómetro), temperatura y pH (peachímetro), O_2 disuelto (Winkler) en los mismos puntos (intersticial y superficial).

Sedimento

Dos sitios (laguna de inundación y manglar de cuenca): M.O., nutrientes (NO_3^-, PO_4^{3-}), CE, granulometría (Boyoucos), densidad aparente, potencial redox (ORP) y sales (Na^+, Cl^-, SO_4^{2-}, NaCl ppm). Profundidad de extracción ~50–80 cm.

Estructura forestal (fisonomía y composición)

Método de Cuadrantes Centrados en un Punto (20 puntos = 80 árboles): densidad, DAP, área basal, dominancia, frecuencia e IVI; tipificación fisonómica (cuenca, borde-cuenca, ribereño, sobre-inundado, matorral/enano).

Marco normativo y contexto regional

Vinculación con NOM-022-SEMARNAT-2003 (numerales 4.14, 4.16 y excepción 4.43), NOM-059-2010 y art. 60 TER LGVS; ubicación respecto a RHP Corredor Cancún–Tulum, APFF Manglares de Puerto Morelos (fuera del polígono) y Sitio Ramsar 1343 (a ~1.18 km).

Ver Capitulo 4 en Anexo 4.2.

8.2. OTROS ANEXOS

8.2.1. MEMORIAS

En cada capítulo se integran como anexos los documentos de los estudios:

Se anexan documentación que respalda o da soporte los diagnósticos, indicadores, evaluación de impactos, medidas y escenarios, y que fueron efectivamente utilizados en los Capítulos V, VI y VII y sus anexos.

8.2.1.1 Metodologías de evaluación y matrices

1. Matriz de identificación e interacción (Leopold modificada)

- Uso para cruzar obras/actividades por factores y subfactores ambientales (aire, agua, suelo, flora, fauna, paisaje, hidrología, socioeconómico); identificación de signo (±) y etapa; base para jerarquizar medidas. Ver Tablas 5.6–5.11.

2. Modelo de incidencia/índice de significancia (Gómez-Orea, 2002)

- Cálculo del Índice de Incidencia con atributos C, A, S, T, Rv, Pi, Pm, Rc, estandarización (0–1) y clasificación (D, NS, S); base de la jerarquización de impactos y su correspondencia con las líneas estratégicas del SMGAA. Ver Tablas 5.8–5.10 y matriz 5.9.

3. Listas de chequeo por etapa (preparación, construcción—con/sin cimentación—, operación).

- Identificación sistemática de interacciones previsibles y sus indicadores (calidad de aire/agua/suelo, ruido, cobertura vegetal, disponibilidad, hidroperiodo, calidad paisajística, empleo/servicios), Tablas 5.3–5.5 y 5.7.

4. Juicio de expertos y verificación en campo

- Integración interdisciplinaria (biodiversidad, hidrología/hidrogeología, suelos/geoformas, paisaje, SIG) para resolver incertidumbres de métodos cualitativos y validar asunciones en línea base y evaluación.

Justificación normativa: La Guía de MIA-P reconoce estas metodologías (matrices,

indicadores, juicio de expertos y SIG) como técnicas convencionales para la identificación, caracterización y evaluación de impactos y para construir escenarios con/ sin medidas.

8..2.2 Análisis geoespacial y multitemporal

- Serie multitemporal (2004–2010–2015–2019–2024) de imágenes satelitales para tendencias de cobertura, humedad, y presiones; ver Fig. 7.1.
- Ortofotos de dron (GSD≈3.8 cm) para detalle de microdepresiones, parches sin vegetación, brechas, borde-duna; ver Fig. 7.2.
- Planos de vegetación de detalle (clasificación por unidades internas del predio) usados en Cap. V para cotejar plan maestro vs. tipos de vegetación afectados.

Productos entregados (Anexos A-2 a A-4): mosaicos ortorrectificados, shapefiles/geoJSON de SA, AP, vegetación, hidrología, suelos, infraestructura, con metadatos (sistema de referencia, resolución, fecha de adquisición, método de rectificación).

VIII.2.3 Indicadores ambientales e instrumentos de seguimiento

- Indicadores de impacto (p. ej., calidad del aire; ruido LAeq; calidad y disponibilidad de agua; calidad y disponibilidad de suelo; pérdida/ganancia de cobertura; hidroperiodo/escorrentía; fragilidad/calidad paisajística; empleo/derrama; presencia de especies NOM-059) establecidos en Tabla 5.7, vinculados a líneas estratégicas del PVA/SMGAA del Capítulo VI (Tablas 6.3–6.6 y subprogramas).
- Indicadores de efectividad para medidas (p. ej., % residuos segregados y con manifiesto; cumplimiento PTAR; tasa de supervivencia de revegetación nativa; niveles de ruido; monitoreo térmico en interfase edificio-manglar; conectividad hidrológica verificada por pasos/pilotes), conforme a las fichas del PVA y subprogramas S-MIRS, S-MIRL, S-MIRP, S-MAC, S-FFS, S-CS, S-MAVC, S-CA, S-CCA.

VIII.2.4 Programas y medidas (SMGAA) con memorias de cálculo

- Programa de Manejo y Gestión Ambiental Adaptativo (SMGAA): estructura de programas/subprogramas, cronogramas, responsables, recursos, indicadores y ajuste por desempeño (ciclo de mejora continua). Ver Cap. VI.
- Memorias:
    - Residuos (capacidades de contención, rutas, manifiestos, diques, trampas de grasas; volúmenes y frecuencias);
    - Hídrico (independencia sanitaria/pluvial; parámetros de descarga/reúso NOM-003 para riego; cargas hidráulicas de trampas; metas de % reúso);

- Biodiversidad (criterios NOM-059; ahuyentamiento/rescate/reubicación; paleta nativa; iluminación ≤3000 K con apantallamiento; buffers y biofiltros; conectividad).

La Guía exige que las medidas indiquen mecanismo, implementación, duración, O&M, indicadores y correctivos, y que el grado de abatimiento del impacto se estime con referencia a línea base y NOM aplicables; la integración en el SMGAA cumple ese estándar.

VIII.2.5 Pronósticos y evaluación de alternativas

- Construcción de escenarios (sin proyecto; con proyecto; con proyecto y medidas) con base en línea base y matriz de impactos; inclusión de tendencias e insumos SIG para contraste espacial. Ver Cap. VII.
- Alternativas: de ubicación (A-1 preferente por evitar manglar y preservar integridad hidrológica del SA), de tecnología (PTAR compartida, cimentaciones con pilotaje, atenuación acústica, iluminación ámbar y revegetación nativa), de diseño (trazado vial mínimo, bloques compactos con corredores, zonas verdes nativas/biofiltros) y compensación (corredores nativos, mejoras hidrológicas no intrusivas, rescate/revegetación, compensación off-site contingente). Tablas 7.3–7.5.
- Conclusión metodológica: la combinación de análisis SIG + matrices + indicadores + juicio de expertos sustenta que, con medidas, los impactos se mantienen bajos y compatibles con la funcionalidad costera (conectividad hidro-biológica; control de suelo/agua/aire/ruido; beneficios socioeconómicos controlados). Cap. 7.6.

VIII.2.6 Estudios técnicos y de soporte (listado)

Se integran como Anexos Técnicos (con su clave de referencia en el índice de anexos):

- AT-HID-01 Hidrología/Hidrogeología: microdrenajes, escorrentía, hidroperiodo; lineamientos de conectividad (pasos y pilotajes).
- AT-SUE-01 Suelos/Geoformas: estabilidad de cortes, erodabilidad, balance de masas en obra (remoción vs. rellenos)
- AT-BIO-01 Biodiversidad: criterios NOM-059, rescate y reubicación, revegetación nativa, conectividad y buffers; control de exóticas/nocivas.
- AT-PAI-01 Paisaje: lineamientos de integración y control lumínico; monitoreo fotográfico estacional.
- AT-RES-01 Residuos: PMIR (RSU, RME, RP), especificaciones de almacenamiento, manifiestos y trazabilidad.

VIII.2.7 Modelos, proyecciones y análisis estadísticos

- Modelos de valoración: índice de incidencia estandarizado; clasificación de significancia; pruebas de coherencia por escenarios;
- Proyecciones: metas e indicadores del SMGAA y PVA (metas de cobertura vegetal, % reúso de agua, LAeq, % residuos valorizados, etc.);
- Estadística: series multitemporales para tendencias; conteos/porcentajes de cobertura; tasas de supervivencia de revegetación; series de ruido/aire/agua vs. NOMs aplicables en operación.

8.3. 8.3 BIBLIOGRAFÍA

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (2012, 07 de septiembre) Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). Diario Oficial de la Federación. Disponible en el link https://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos_bitacora_oegt/dof_2012_09_07_poegt.pdf.

“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 (Continúa de la Segunda Sección)”. Diario Oficial de la Federación, Tercera Sección, Disponible en el link https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279088&fecha=24/11/2012#gsc.tab=0

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 (Continúa de la Segunda Sección)”. Diario Oficial de la Federación, Tercera Sección, Disponible en el link https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279084&fecha=24/11/2012#gsc.tab=0.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010, 30 de diciembre) NOM-059-SEMARNAT- 2010. Protección Ambiental- Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/134778/35.-_NORMA_OFICIAL_MEXICANA_NOM-059-SEMARNAT-2010.pdf.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2019, 14 de noviembre). MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo, publicada el 30 de diciembre de 2010. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5578808&fecha=14/11/2019#gsc.tab=0.

Diario Oficial de la Federación, Tercera Sección, (2012, 24 de noviembre), 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 (Continúa de la Segunda Sección). https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5279088&fecha=24/11/2012#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SIORE. 2024. https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Última Actualización 2023, 17 de octubre. “Regiones terrestres prioritarias de México”. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/regiones-terrestres-prioritarias-de-mexico

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Primera Edición 2000. “Regiones Terrestres Prioritarias de México”.

https://bioteca.biodiversidad.gob.mx/janium/Documentos/1036.pdf

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.2015. 2" Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves". http://avesmx.conabio.gob.mx/AICA.html

Poder Ejecutivo de la Federación. (2019,12 de julio) "Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024".https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0

Cámara de Diputados. (2020, 07 de diciembre), "Ley de Puertos", DOF, https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/65_071220.pdf

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2022, 11 de marzo) NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5645374&fecha=11/03/2022#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1998, 03 de junio) NOM-002-SEMARNAT- 1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4881304&fecha=03/06/1998#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1998, 21 de septiembre) NOM-003-SEMARNAT-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se rehúsen en servicios al público. Diario Oficial de la Federación.http://siga.jalisco.gob.mx/Assets/documentos/normatividad/nom003semarnat1997.htm

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2003, 10 de abril). NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=697013&fecha=10/04/2003#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2015, 10 de junio) NOM-041-SEMARNAT-2015, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Diario Oficial de la Federación. https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5396063&fecha=10/06/2015#gsc.tab=0.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (1993, 22 de octubre). NOM-043-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas. Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2006, 12 de octubre).NOM-044-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de

hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipadas con este tipo de motores. Diario Oficial de la Federación. https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4934189&fecha=12/10/2006#gsc.tab=0

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales, (2028, 08 de marzo), NOM-045-SEMARNAT-2017, Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Diario Oficial de la Federación https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5515481&fecha=08/03/2018#gsc.tab=0

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2010, 10 septiembre) NOM-138-SEMARNAT/SSAI-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. http://www.ordenjuridico.gob.mx/Federal/PE/APF/APC/SEMARNAT/Normas/Oficiales/29032005(1).pdf

Congreso de la Unión. (2026, 03 de marzo). “Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos”. DOF. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf

Cámara de Diputados. (2024, 24 de enero) “Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. DOF. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGEEPA.pdf

Cámara de Diputados. (2021, 20 de mayo). “Ley General de Vida Silvestre”. DOF. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146_200521.pdf

Cámara de Diputados. (2024, 01 de abril). “Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable”. DOF. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGDFS.pdf

Cámara de Diputados. (2023, 08 de mayo) “Ley de Aguas Nacionales”. DOF. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf

Cámara de Diputados. (2023, 08 de mayo) “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos”. DOF. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR.pdf

Cámara de Diputados. (2023, 15 de noviembre). “Ley General de Cambio Climático”. DOF. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGCC.pdf

Cámara de Diputados. (2014, 31 de octubre) “Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de la Evaluación del Impacto Ambiental”. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_MEIA_311014.pdf

Cámara de Diputados. (2014, 09 de mayo). Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre. DOF. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGVS.pdf

Cámara de Diputados. (2020, 09 de diciembre) Reglamento de la Ley General de

Desarrollo Forestal Sustentable. DOF. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGDFS_091220.pdf

Cámara de Diputados. (2014, 31 de octubre) Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. DOF. https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGPGIR_311014.pdf

Suprema Corte de Justicia de la Nación. 2024. Plataforma de la SCJN: “Instrumentos Jurídicos Internacionales en Materia Ambiental Suscritos por México. https://jurislex.scjn.gob.mx/#/13000/tab

SCJN. 2024. “Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente Como Hábitat de Aves Acuáticas, hecha en la Ciudad de Ramsar, Irán, el 2 de Febrero de 1971” https://legislacion.scjn.gob.mx/Buscador/Paginas/wfArticuladoFast.aspx?q=CB4dgiYBzZhhA5+ZhJducMPuDNb4Bh0pFHn4RYa7KSbR8WcQvv8ebQIMpDPVr3xUoohIhwaAcT7OhSg8FiD1AQ==

SCJN.2024. Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna Y Flora Silvestres, Adoptada en la Ciudad De Washington D.C., El 3 De marzo De 1973 (CITES). https://legislacion.scjn.gob.mx/Buscador/Paginas/wfOrdenamientoDetalle.aspx?q=yBr2tTSjXm7EvAg1ecUIv3Dk8zNENeB/sdBoTD7cFmKTmNbokPGGxyNCLysEvPEt.

SCJN.2024. Convención Marco de las Naciones Unidas Sobre el Cambio Climático, Adoptada en la Ciudad de Nueva York, N.Y., El 9 de Mayo de 1992 (CMNUCC). https://legislacion.scjn.gob.mx/Buscador/Paginas/wfArticuladoFast.aspx?q=V95NcogKxHpUN4bFbjWt9s6f2HKG+sQinybfZFuojQ2rYoWUts9UJ5ZD/+13y5wEYiIwCkAzBCESgQKoyhQ97A==.

Organización de las Naciones Unidas. 2024. “Objetivos de Desarrollo Sostenible”. https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/

CEPAL, Organización de las Naciones Unidas. (2018) “La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible Una oportunidad para América Latina y el Caribe.” Santiago, Chile. https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content

IUCN. 2023. The IUCN Red List of Threatened Species.

Bartllori-San Pedro et al. 1999 citado en Vazquez. Criterios Ecológicos de la Calidad del Agua 1989

http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior
https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas/INE 1986

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI). 2014. Guía para la interpretación de cartografía-edagología: escala 1:250,000: serie III/INEGI. México

Massey, F. J. (1951). "The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit." Journal of the

American Statistical Association, 46(256), 64-73

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2024. SNIARN, Consulta Temática. Consultado el 30 de julio de 2024 de: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_AIRE04_01&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce

Servicio Meteorológico Nacional de CONAGUA. s.f. Información histórica: Ciclones tropicales en el océano Pacífico. Consultado el 30 de julio de 2024 de: https://smn.conagua.gob.mx/es/ciclones-tropicales/informacion-historica

Tenorio F. L. 2015. Hidrodinámica mareal y submareal de una laguna costera tropical. Tesis doctoral. Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California.

Vázquez-Lule A.D., Reyes-Castellanos J.E., Agraz-Hernández A., Adame M.F. 2009. Caracterización del sitio de manglar Progreso. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica. CONABIO, México.

Atlas del Estado de Quintana Roo.

Herrera-Silveira, J. A., Capurro, F. L., Comin, S. A., Aranda, C. N., 2007, Los usos y abusos de la zona costera en la península de Yucatán, Centro de Estudios del Instituto Politécnico Nacional (IPN), Unidad Mérida, Instituto Pirenaico de Ecología, p. 388-396.

Demás bibliografía se integra en cada capítulo