Medio Ambiente
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

I **Unidad administrativa que clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT.

II **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, con número de bitácora **23/MP-0226/04/25**

III **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC, el CURP, el monto de inversión ,el domicilio particular, el número de teléfono celular y el correo electrónico de persona física en páginas 13, 14 y 34

IV **Fundamento legal y razones:** La información señalada se clasifica como confidencial con fundamentos en los artículos 113, fracción I de la LFTAIP y 116 primer párrafo de la LGTAIP Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable

V **Firma de titular:**

Ing. Yolanda Medina Gámez.

Titular de la Oficina de Representación en Quintana Roo.

VI Fecha, número e hipervínculo al acta de la sesión de Comité donde se aprobó la versión pública.

ACTA_15_2025_SIPOT_2T_2025_ART 67_FVI, en la sesión celebrada el 11 de julio de 2025.

Disponible para su consulta en:

hhttp://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXVII/2025/SIPOT/ACTA_15_2025_SIPOT_2T_2025_ART67_FVI.pdf

CAPÍTULO I

DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO “BOTÁNICA” EN LA LOCALIDAD DE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO

PAS
Proyecto Ambiental y Sustentable SC

I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1. Nombre del proyecto

Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Objetivo del trámite:

Obtener la autorización en materia de impacto ambiental a favor de la promovente CALIGO INTELIGENCIA INMOBILIARIA Sociedad Anónima de Capital Variable (S.A. de C.V.) para desarrollar las diferentes etapas del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo*, mediante la evaluación y resolución de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P), sujeta al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) quién determinará la viabilidad ambiental del proyecto propuesto.

Fundamento legal:

El proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo* y su presente MIA-P quedan sujetos al procedimiento de EIA para obtener la autorización en materia de impacto ambiental, a emitir por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con fundamento en:

- **Artículo 28** de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), fracciones:

  IX. Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;
- **Artículo 30** de la LGEEPA, el cual dispone que para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de la Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una *manifestación de impacto ambiental*.
- **Artículo 5°** del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), incisos:

  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.

- **Artículo 9°** del REIA, e el cual para el procedimiento para la evaluación del impacto ambiental dispone que los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una *manifestación de impacto ambiental*, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

- **Artículo 11** del REIA, fracción IV, el cual dispone que las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

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

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

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

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

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

El fundamento legal se estableció con base en las características del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo* a desarrollar. El proyecto consiste en construir y operar un edificio en régimen de unidad en condominio que se integrará de 17 departamentos para uso habitacional temporal o permanente, por lo que se cataloga como un bien inmueble de naturaleza habitacional-turística. La obra estará ubicada en la localidad de Puerto Morelos, un asentamiento humano bien delimitado que se desarrolló en un ecosistema costero. Actualmente, esta localidad cuenta con instrumentos normativos que regulan el desarrollo de obras dentro de la misma. El predio urbano para establecer la obra cuenta con 299.96 m^2 y su aprovechamiento no implica la afectación significativa de componentes ambientales a nivel regional, asimismo no se producirán impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran fragmentar, destruir o aislar ecosistemas naturales, corredores biológicos o comunidades vegetales del ecosistema costero a nivel regional.

En este sentido, "*Botánica*" es un proyecto inmobiliario que se construirá y operará en una localidad establecida en un ecosistema costero. Por este motivo y las características previamente señaladas, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P), ante la SEMARNAT, a fin de que la dependencia lleve a cabo el procedimiento para evaluar los posibles impactos ambientales que podrían generarse con el desarrollo del proyecto. Asimismo, a través de este documento se incluirá el análisis de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, propuestas por la promovente con el objetivo de obtener la autorización en materia de impacto ambiental para el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo.*

Descripción general del proyecto:

Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo corresponde a un nuevo proyecto inmobiliario en régimen de condominio a desarrollarse en un predio privado dentro del asentamiento humano Puerto Morelos, una localidad asentada en un ecosistema costero rodeada por diversos sistemas naturales terrestres y acuáticos, como humedales (manglar, playa y selvas inundables), palmares, selvas tropicales y el mar. Puerto Morelos cuenta actualmente con residencias, condominios, hoteles y comercios, así como equipamiento urbano e infraestructura que permite el acceso a servicios básicos municipales, como agua potable, drenaje y sistema pluvial.

En este contexto, Puerto Morelos es una zona urbanizada en la que se combina el uso de suelo habitacional y turístico. La localidad conserva en su interior elementos del ecosistema costero, no obstante, la construcción de obras civiles (permitidas) dentro del asentamiento humano no pone en riesgo la existencia de dichos elementos naturales dispersos en la comunidad y tampoco implica nueva fragmentación de ecosistemas naturales colindantes, siempre y cuando se dé cumplimiento a la normatividad ambiental que rige la zona. Por ello, es importante regular el desarrollo de nuevos proyectos en Puerto Morelos para garantizar que las actividades no afecten significativamente los componentes ambientales en buen estado dentro de la localidad y/o colindantes a esta.

En congruencia con la normatividad ambiental aplicable y los usos de suelo permitidos para Puerto Morelos, la empresa CALIGO INTELIGENCIA INMOBILIARIA S.A. DE C.V. promueve el desarrollo del proyecto denominado "*Botánica*", una obra nueva de naturaleza habitacional-turística a establecer en el interior de un predio particular de 299.96 m^2 dentro de la zona urbanizada de la localidad. "*Botánica*", consistirá en un edificio vertical de 6 niveles (Planta Baja y 5 niveles habitacionales) y un *roof top* (azotea). La Planta Baja, que albergará el estacionamiento y el lobby, contará con una huella de construcción de 252.87 m^2; al mismo nivel, se mantendrá 47.09 m^2 de áreas verdes (para jardines); es importante señalar que, de la huella de

construcción el área de estacionamiento estará conformado de adoquín ecológico, por lo tanto, en realidad se mantendrá mayor superficie permeable en el terreno del proyecto, lo cual se sumará al suelo permeable de las áreas ajardinadas. En los 5 niveles habitacionales se distribuirán 17 departamentos: el primer, segundo y tercer nivel con 4 unidades cada uno; el cuarto con 3 unidades y el quinto con 2 unidades. El *roof top* (azotea) contará con alberca y jacuzzi.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo* se desarrollará en un predio en régimen de propiedad privada ubicado en Zona 01, Supermanzana 02, Manzana 29, Lote 03, Localidad de Puerto Morelos, Municipio de Puerto Morelos, Estado de Quintana Roo, de acuerdo con el Oficio No. MPM/TM/DC-CO/0062/IV/2024 de Certificación de medidas y colindancias, emitido por la Dirección de Catastro Municipal de Puerto Morelos; en congruencia y comprobación de lo dispuesto en la Escritura Pública número P.A. 122,482, Volumen 1252 "E" 2023, inscrito bajo folio número 59571 del Registro Público de la Propiedad y Comercio de fecha 14 de julio de 2023, mediante la cual se describe y se formaliza el contrato de compraventa del predio.

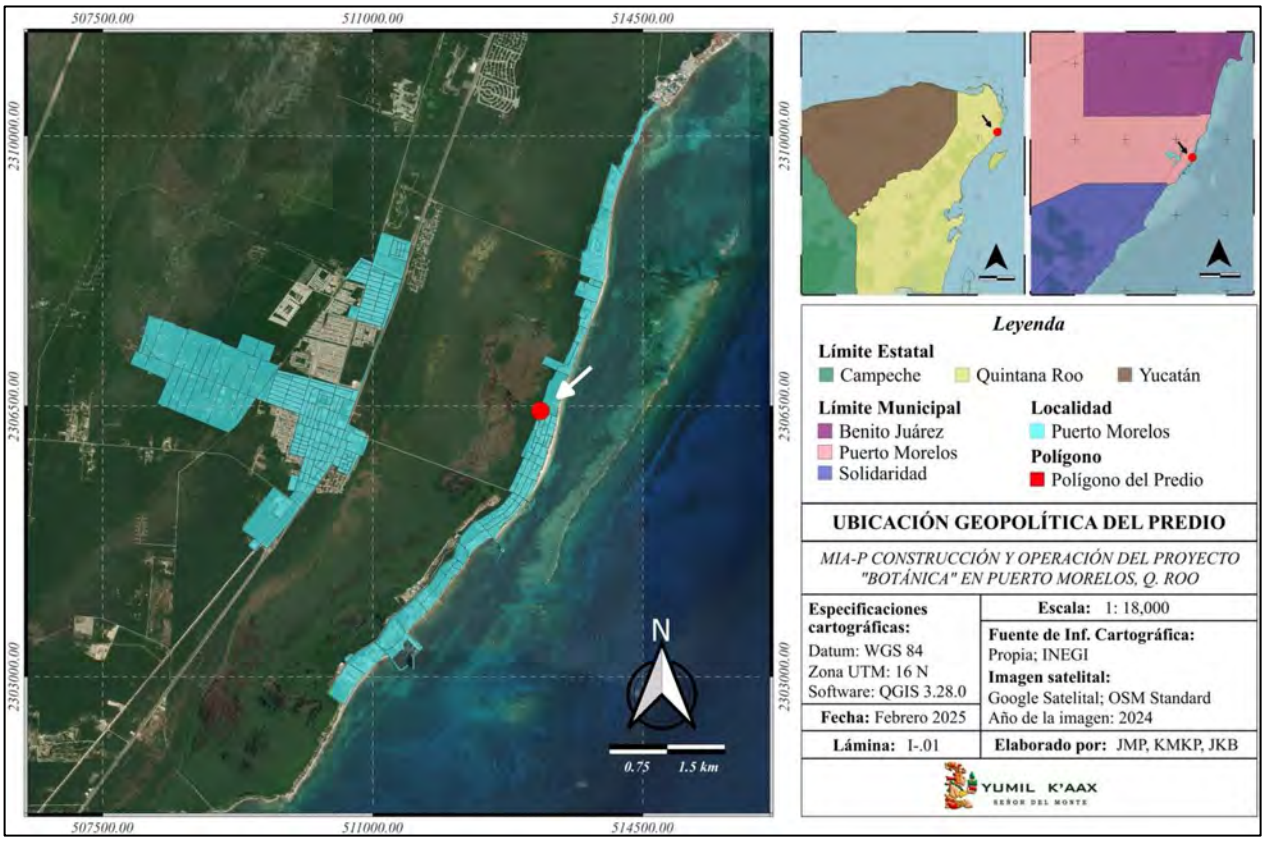


Lámina I.1. Ubicación del predio Lote 03 en la localidad de Puerto Morelos.



Lámina I.2. Ubicación del predio Lote 03 en la localidad de Puerto Morelos.

El predio seleccionado, de 299.96 m^2, posee las siguientes colindancias:

- Al norte con el Lote 02.
- Al sur con el Lote 04.
- Al este con calle Andrés Quintana Roo.
- Al oeste con Avenida Benito Juárez (en proyecto), de acuerdo con la Dirección de Catastro Municipal).

El acceso al predio donde se desarrollará el proyecto propuesto será a través de la calle Andrés Quintana Roo, una vialidad existente en la localidad, la cual brinda acceso a los residentes y visitantes de las distintas obras habitacionales, turísticas y comerciales de la zona. Por lo tanto, para desarrollar el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo* no se requiere la construcción de nuevas vías de comunicación terrestre en la localidad.



Lámina I.3. Ruta de acceso al predio Lote 03 en la localidad de Puerto Morelos.

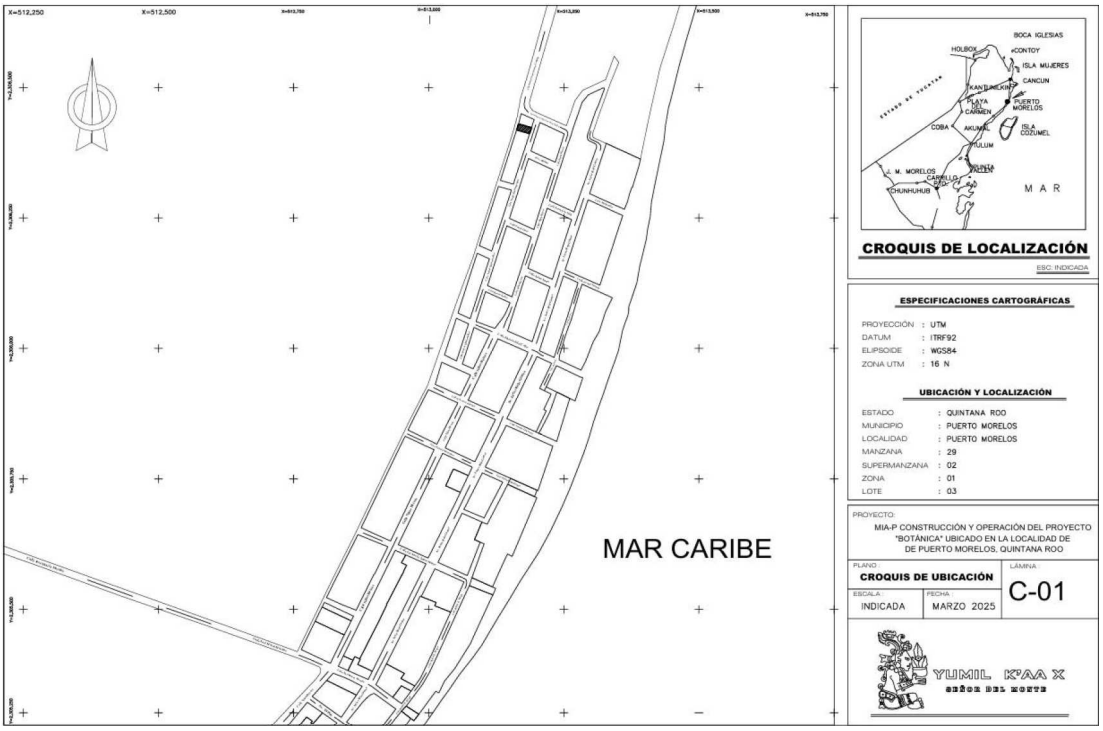


Figura I.1. Croquis de ubicación del predio para el proyecto, en la localidad de Puerto Morelos. El croquis se incluye en el anexo 2 del presente documento.

Considerando los sitios de importancia biológica, los usos de suelo del INEGI, la zonificación establecida en los programas de ordenamiento territorial de la región, la asignación de usos de suelo del programa de desarrollo urbano de la localidad y los escenarios de riesgo por fenómenos naturales y efectos del cambio climático señalados en el Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio de Puerto Morelos, el predio de interés:

- Se encuentra dentro del polígono denominado "*Asentamientos Humanos*", con base en las cartas de usos de suelo y vegetación del INEGI, serie VII.



Lámina I.4. Ubicación del predio en el polígono de "Asentamientos Humanos".

- Se ubica en la zona de influencia de tres Áreas Naturales Protegidas (ANP´s) de competencia federal:
  - del *Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos*, ubicada aproximadamente a 75 m de distancia del predio;
  - del *Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos*, localizado aproximadamente a 214 m de distancia del predio;
  - de la *Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano*, situada aproximadamente a 5 km del predio.

  Si bien, el predio no se ubica dentro del polígono de ningún ANP federal, estatal o municipal, se encuentra en una localidad costera colindante a las tres áreas naturales protegidas mencionadas, por lo que la ejecución de actividades humanas puede influir o afectar el desarrollo o permanencia de

componentes naturales de aquellas ANP´s, motivo por el que se le denomina *zona de influencia*. Considerando lo anterior, en el capítulo III de esta MIA-P se presenta el análisis de los programas de manejo de las ANP´s listadas previamente y la vinculación del proyecto con reglas aplicables.

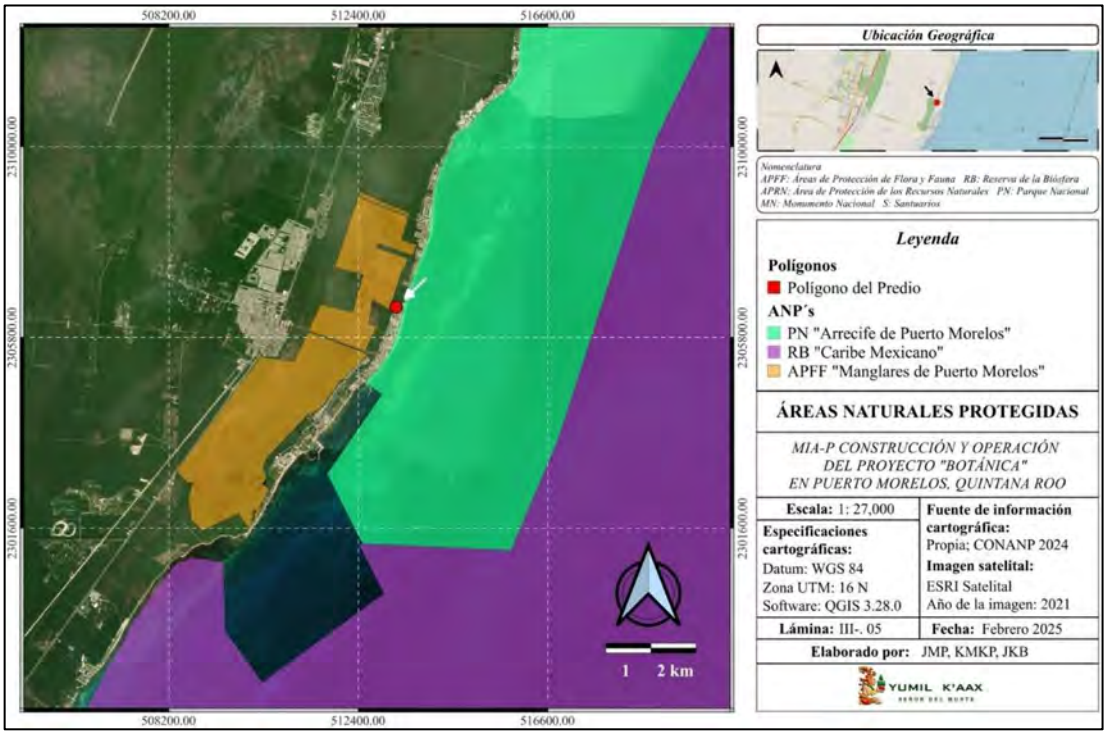


Lámina I.5. Ubicación del predio con respecto a ANP´s de competencia federal de la región.

- Se encuentra en la Unidad de Gestión ambiental (UGA) 28 denominada *Centro de Población de Puerto Morelos*, de acuerdo con el documento vigente de *Modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo, Modelo de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo*; publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo el 27 de febrero de 2014. La UGA 28 se delimitó con base en la poligonal decretada para el Centro de Población de Puerto Morelos, de acuerdo con la *Actualización del Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Puerto Morelos, Municipio de Benito Juárez, Quintana Roo* publicado en el Periódico Oficial del Estado en 2009.
- No se encuentra dentro de ningún Sitio Ramsar, siendo el más cercano el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos ubicado a 214 m de distancia del predio.
- No se encuentra en una Región Terrestre Prioritaria (RTP), siendo la más cercana la denominada Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam ubicada a 37.42 km del predio.

- Se localiza en la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) denominada Corredor Cancún-Tulum, por lo tanto, en el capítulo III se realizará la vinculación del proyecto con los lineamientos de la RHP.
- Se encuentra en la Región Marina Prioritaria (RMP) denominada Punta Maroma-Nizuc, por lo tanto, en el capítulo III se realizará la vinculación del proyecto con los lineamientos de la RMP.
- Se localiza en el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) denominada Corredor Central Vallarta-Punta Laguna, por lo tanto, en el capítulo III se presenta el análisis del proyecto y su posible impacto o no en el AICA.
- Se encuentra en el municipio de Puerto Morelos, el cual, debido a su posición geográfica posee un rango de peligro "Muy bajo" por sismos.
- Particularmente, no se encuentra en paredes de cañones, lechos ni cauces de arroyos. Asimismo, no se localiza en desembocaduras de ríos o lagunas.
- Se encuentra en un municipio que posee un índice de peligro "Bajo" para el fenómeno de Tsunamis, a pesar de que Puerto Morelos colinda con el mar.
- Se encuentra en un área con nivel de susceptibilidad "muy bajo" a colapsos del terreno. El Riesgo de daño por karsticidad es "Muy Bajo" para la zona donde se ubica el predio.
- Se ubica en una zona que posee un nivel de peligro "Muy alto" por la ocurrencia de los ciclones tropicales, fenómenos hidrometeorológicos frecuentes en el Mar Caribe Mexicano. El grado de vulnerabilidad por ciclones es "Muy alto" por presencia de mares de tormenta.
- Se encuentra en una localidad con un nivel de peligro "Medio" por inundación pluvial. El peligro por tormentas eléctricas es "Muy alto" para la localidad de Puerto Morelos. El Riesgo de daño por inundación pluvial con período de retorno de 100 años es "Muy bajo".
- Se encuentra en una zona dentro de la localidad de Puerto Morelos con una vulnerabilidad física "muy baja", debido a las características de las viviendas y construcciones del área.
- El Riesgo de daño por incendio forestal en la zona es "Muy bajo". Esto se debe a que el sitio es una zona urbanizada sin presencia de comunidades vegetales continuas, es decir, al no estar en área forestal se reduce la susceptibilidad de afectación por incendios, no obstante, este riesgo no es cero debido a que la localidad colinda con áreas forestales, con selva y manglar.

Considerando los puntos previamente expuestos, a través de los capítulos de la MIA-P se presentará información más específica referente a la ubicación del predio con respecto a sitios de importancia o interés, así como zonas de riesgo o de exposición a ciertos peligros de origen natural.

I.1.3. Duración del proyecto

Para el desarrollo de las etapas de *Preparación del sitio* y de *Construcción* del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo*, se solicitan 30 meses de ejecución. El tiempo se estimó considerando el edificio a construir, los convenios a realizar con los contratistas y los contratiempos que pudieran surgir derivado de las condiciones climáticas de la zona, ya que esta se ubica en zona costera la cual queda expuesta a imprevistos por diversos fenómenos hidrometeorológicos. Por lo anterior, **se solicita un plazo de 30 meses para edificar el proyecto.** En el plazo solicitado se aplicarán diversas medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que potencialmente se generarán con el desarrollo del proyecto. En caso de que las obras se concluyan antes del plazo estimado, se dará aviso a la Secretaría a través del *aviso de conclusión* del proyecto.

El tiempo de vida útil inicial de "*Botánica*" se estima en 60 años para su operación, la cual iniciará al concluir la etapa de *construcción* del proyecto. No obstante, debido a un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo de las obras e infraestructura de "*Botánica*" se podría extender el tiempo de vida útil estimado, por lo tanto, no se contempla un plazo definido para la etapa de *abandono del sitio*. En este sentido, se puede prever una vida útil indefinida del proyecto debido al tipo de obra civil a establecer. Sin embargo, en caso de que la autoridad ambiental requiriera, debidamente fundado y motivado, el abandono del sitio en un plazo menor al tiempo de vida útil estimado, la promovente responsable del proyecto presentará el correspondiente *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Botánica",* en el cual se incluirá la descripción de la *etapa de abandono del sitio* y los plazos de ejecución.

Para elaborar el *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Botánica",* se considerará el total y tipo de obras presentes en el predio en el momento de elaboración del documento; las actividades de desmantelamiento, demolición y retiro de obras; la clasificación y manejo de los residuos a generar con las actividades propuestas; las acciones de rehabilitación del predio para recuperar área permeable y cobertura vegetal; la limpieza del sitio; acciones de monitoreo de la rehabilitación; la vinculación con la normatividad ambiental vigente; y se plantearán pronósticos ambientales posterior al abandono del predio.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

Como parte de la información legal para brindar sustento al proyecto *Preparación del sitio* y de *Construcción* del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo*, sujeto al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, se anexan a la presente MIA-P la siguiente documentación:

Anexo 1

- Acta Constitutiva de la Sociedad Anónima de Capital Variable CALIGO INTELIGENCIA INMOBILIARIA, mediante Escritura Pública número 451 (cuatrocientos cincuenta y uno), Libro 9 (nueve), de fecha 23 de noviembre de 2022.
- Identificación Oficial del Representante Legal de CALIGO INTELIGENCIA INMOBILIARIA S.A. de C.V.: INE del C. ANTONIO PATRICIO GONZÁLEZ ALANIS.
- Escritura Pública número P.A. 122,482, Volumen 1252 "E" 2023, inscrito bajo folio número 59571 del Registro Público de la Propiedad y Comercio de fecha 14 de julio de 2023, mediante el cual se acredita la propiedad del sitio seleccionado.
- Oficio No. MPM/TM/DC-CO/0062/IV/2024 de Certificación de medidas y colindancias, emitido por la Dirección de Catastro Municipal de Puerto Morelos, de fecha 3 de abril de 2024.
- Oficio - ZCAN-DPLA/0594/2024 de la Factibilidad de otorgar el servicio de suministro de energía eléctrica a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
- Oficio No. CAPA/DBJIM/SDT/1160/2024 de la Factibilidad de otorgar el servicio de agua potable y alcantarillado a cargo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).

Anexo 2

- Planos arquitectónicos del proyecto.
- Plano de cortes del proyecto.
- Plano de fachadas del proyecto.
- Planos de instalaciones de servicios del proyecto.

Anexo 3

Archivo fotográfico con imágenes del predio y colindancias, así como elementos del Sistema Ambiental. Las fotografías incluyen evidencias de flora y fauna registrada en la zona, vistas generales del predio, vista de las vías de acceso, así como de los elementos naturales y urbanos de la zona.

Asimismo, en la copia digital de la MIA-P se incluyen archivos KML del polígono del proyecto y polígonos de interés del sistema ambiental, así como de aquellos anexos señalados en el Capítulo VIII de la MIA.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social

CALIGO INTELIGENCIA INMOBILIARIA Sociedad Anónima de Capital Variable (S.A. de C.V.).

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

CII221123FF8

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

ANTONIO PATRICIO GONZÁLEZ ALANIS

Apoderado general de acuerdo con lo establecido en el Acta Constitutiva Escritura Pública número 451.

Clave Única de Registro de Población (CURP) del representante legal

[redacted]

Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del representante legal

[redacted]

I.2.4. Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

[redacted]

Teléfonos [redacted]

Correos electrónicos: [redacted]

I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio

PROYECTO AMBIENTAL Y SUSTENTABLE S.C.

Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

PAY1111034C0

Nombre del responsable técnico del estudio

- Dr. JESÚS MARTÍN KANTÚN BALAM
  Manejo de recursos naturales e Impacto ambiental

Colaboradores:

- Biól. Karina Margael Kantún Pacheco
  Normatividad ambiental y manejo de fauna silvestre
- Biól. Aarón Jesús Pérez Cetina

Manejo integral de flora

- Aux. Téc. Jesús Martínez Pedroza
  Manejo de Sistemas de Información Geográfica (SIG)

Registro Federal de Contribuyentes del responsable técnico del estudio

[redacted]

Clave Única de Registro de Población del responsable técnico del estudio

[redacted]

Número de Cédula Profesional del responsable técnico del estudio

Cédula No. 8824794.

Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

Teléfono: [redacted] **Correo electrónico:** [redacted]

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO “BOTÁNICA” EN LA LOCALIDAD DE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO

PAS
Proyecto Ambiental y Sustentable SC

II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto denominado *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo,* el cual queda sujeto al procedimiento de evaluación del impacto ambiental a través de la presente MIA-P, consiste en la edificación de un inmueble en régimen de unidad en condominio que se integrará de 17 departamentos para uso habitacional temporal o permanente. El edificio será una obra nueva dispuesta en forma vertical, conformado por 6 niveles (Planta Baja y 5 niveles habitacionales) y un *roof top* (azotea). La Planta Baja albergará el estacionamiento, el lobby y áreas verdes (para jardines); los 17 departamentos se distribuirán en los 5 niveles habitacionales; y el *roof top* (azotea) contará con alberca y jacuzzi para uso común de los usuarios del edificio.

El sitio seleccionado para el desarrollo del proyecto corresponde a un predio urbano en régimen de propiedad privada, ubicado en la localidad de Puerto Morelos, asentada en un ecosistema costero en el estado de Quintana Roo. Puerto Morelos es conocido por sus bellos paisajes costeros, su calma, su imagen pintoresca y la variada oferta de servicios, lo que la posiciona entre los sitios preferidos para el turismo nacional e internacional que visita el norte de la entidad de Quintana Roo. Asimismo, por sus cualidades, la localidad atrae a personas que buscan una propiedad para habitar, de uso vacacional o una segunda residencia. Lo anterior, a contribuido con el incremento de la población, el desarrollo de proyectos inmobiliarios y el establecimiento de equipamiento urbano adecuado para el goce de servicios básicos municipales, como agua potable, electricidad y drenaje.

Particularmente, el predio para desarrollar el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo* se encuentra en una zona urbanizada con presencia de residencias, alojamientos temporales, hoteles, vialidades e instalaciones para el goce de agua potable, electricidad y drenaje sanitario. Por lo tanto, el edificio vertical a construir durante la ejecución del proyecto, será compatible con las obras civiles existentes en la zona y, en general, en la localidad. El predio al ser un lote urbano cuenta con acceso al equipamiento público de la localidad. Actualmente, el lote es un sitio impactado con presencia de elementos herbáceos y arbóreos, tanto nativos como exóticos, resultado de la modificación del paisaje por la urbanización del área. Por sus dimensiones y características urbanas, el sitio no se encuentra en terrenos forestales sujetos al cambio de uso de suelo; el área es parte del uso de suelo denominado "*Asentamientos Humanos*" con base en las cartas del INEGI serie VII.

El proyecto tiene como objetivo el crear un área habitacional de confort, para uso residencial y/o brindar servicio de hospedaje a personas que vacacionan por largas temporadas en la localidad de Puerto Morelos, a través de un espacio seguro que cuente con todos los servicios urbanos para una estadía de calidad.

II.1.1. Naturaleza del proyecto

El proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo* consiste en el establecimiento de un edificio vertical integrado por 17 departamentos para uso habitacional permanente o temporal, en el cual se desarrollarán actividades domésticas durante la etapa de operación del mismo. *"Botánica"* será una obra nueva con características compatibles con el tipo de uso de suelo actual de la zona donde se encuentra el predio para su construcción. En este sentido, el edificio vertical, a establecer en régimen de propiedad en condominio, se integrará al paisaje urbano que actualmente predomina en Puerto Morelos, un "*Asentamiento Humano*" en zona costera del estado de Quintana Roo.

Por las características de la obra a construir y las actividades a desarrollar en su interior, al predio se le brindará un uso de suelo de tipo habitacional, el cual albergará un edificio vertical con departamentos para uso doméstico de residentes o huéspedes que realicen estadía temporal en el sitio. Por ello, *"Botánica"* es una obra nueva de naturaleza habitacional-turística que operará en régimen de propiedad en condominio. El sitio de desplante no colinda con zona federal marítimo terrestre, zona de playa ni dunas costeras; el lote del proyecto colinda con lotes particulares, una vialidad pavimentada de la comunidad apta para paso vehicular y peatonal, y con un área con cobertura vegetal sin uso aparente prevista para el establecimiento futuro de una nueva vialidad, con base en los planes de desarrollo urbano del municipio.

Considerando la ubicación del predio seleccionado para el proyecto, la obra a construir se establecerá totalmente en superficie terrestre. Por lo tanto, con el desarrollo de "*Botánica*" no se construirán obras en zona federal marítimo terrestre ni en zona marina. Sin embargo, al situarse en una localidad asentada en zona costera del estado de Quintana Roo, la obra poseerá elementos que reduzcan la vulnerabilidad física del edificio, con el objetivo de evitar y/o reducir el daño durante la ocurrencia de fenómenos naturales, principalmente hidrometeorológicos, a los que está expuesto Puerto Morelos por temporada todos los años. Es así que, la obra poseerá ventanas de vidrios templados de alta resistencia contra vientos; se llevará a cabo la impermeabilización y aislamiento térmico del edificio que reduzcan su afectación durante temporadas de lluvias u ondas cálidas; instalación de dos pozos de absorción de agua pluvial para evitar inundaciones pluviales; instalación de iluminación LED, la orientación adecuada del edificio y la ventilación cruzada, para favorecer la eficiencia energética, entre otras medidas.

Con el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo* no se llevarán a cabo actividades altamente riesgosas. Los residuos a generar durante la construcción del proyecto serán de tipo de manejo especial, residuos sólidos urbanos y, en menor cantidad, residuos peligrosos por el uso de pinturas, aceites y materiales impregnados de los mismos. En la etapa de

operación y mantenimiento se generarán principalmente residuos de características domiciliarias, como residuos sólidos urbanos y aguas residuales que se enviarán al sistema de drenaje sanitario del municipio.

Considerando todo lo previamente señalado, el predio seleccionado posee el atractivo e idoneidad para ejecutar el nuevo proyecto propuesto. Al ser un predio colindante a una vialidad pavimentada, no se requerirá la construcción de nuevas vías de acceso, por lo que no se generará la pérdida de hábitat ni fragmentación de comunidades vegetales o corredores biológicos de la región. Asimismo, debido a que el terreno es un lote urbano previamente delimitado y registrado en el catastro municipal, no se afectarán ni fragmentarán comunidades estables de vegetación en buen estado de conservación de la zona. Para la construcción del edificio se requerirá la remoción o reubicación de plantas del predio, sin embargo, esta actividad no pondrá en riesgo la existencia o permanencia de especies nativas de flora o fauna en la región.

Se reitera que el predio se encuentra dentro de una asentamiento humano denominado Puerto Morelos, el cual se ha desarrollado con base en lineamientos de orden territorial y desarrollo urbano. En este contexto, el predio donde se desarrollará y operará el proyecto "*Botánica*" se encuentra dentro del perímetro urbano delimitado para el centro de población de Puerto Morelos. Por lo tanto, la implementación del proyecto en esta ubicación contribuirá a concentrar el crecimiento urbano dentro de los límites establecidos, evitando la expansión descontrolada de la mancha urbana y favoreciendo la conservación de ecosistemas sensibles como la zona costera y los manglares de la región. Cabe señalar que, en concordancia con el desarrollo urbano proyectado para la zona, tanto en el predio de interés como en otros lotes de la zona, se prevé la ejecución de proyectos inmobiliarios con vocación habitacional y turística, conforme a los usos de suelo permitidos y al ordenamiento ecológico territorial aplicable, así como con la proyección de crecimiento de la localidad prevista por las autoridades municipales.

Descripción de la obra "Botánica"

La obra nueva a edificar corresponde a una unidad en condominio denominada "*Botánica*", la cual fungirá como un sitio habitacional de confort para uso residencial y/o para dar servicio a gente que vacaciona por largas temporadas en Puerto Morelos. El edificio contará con todos los servicios urbanos, como electricidad, suministro de agua potable de la red municipal, sistema de drenaje sanitario de la red municipal y sistema de drenaje pluvial.

El edificio se construirá en un terreno de 12 m de frente (ancho) por 25 m de fondo (largo). El acceso principal al predio y a la futura obra civil será sobre la Calle Andrés Quintana Roo. El edificio vertical constará con 6 Niveles y una azotea: una Planta baja de Estacionamiento y lobby; 5 niveles habitacionales con 17 departamentos en total; y un *Roof top* (azotea) con áreas comunes. La distribución será la siguiente:

- **Planta Baja**: lobby, escaleras, elevador, área de estacionamiento con 8 cajones y jardines.
- **Primero, segundo y tercer nivel habitacional:** con elevador, cuatro departamentos cada nivel, con sala, cocina, comedor, cuarto de blancos, cuarto de lavado, una recámara y baño completo.
- **Cuarto nivel habitacional:** con elevador, un departamento, con sala, cocina, comedor, cuarto de blancos, cuarto de lavado, dos recámaras, dos baños completos y terraza; y dos departamentos con sala, cocina, comedor, cuarto de blancos, cuarto de lavado, una recámara y baño completo.
- **Quinto nivel habitacional:** con elevador, dos departamentos, con sala, cocina, comedor, cuarto de blancos, cuarto de lavado, dos recámaras, dos baños completos y terraza.
- ***Roof top* (azotea):** con Jacuzzi, elevador y alberca.



Figura II.1. Representación del edificio a construir en el predio seleccionado.

La distribución de las áreas de los departamento dependerá de la tipología a elegir para cada unidad. Se consideran cuatro tipos base: A, B, C y E. Con base en los planos del proyecto, cada nivel habitacional del edificio (cinco en total, sin contar el nivel de Planta Baja [PB]) tendrán los siguientes tipos y cantidades de departamentos:

- Nivel 1 con cuatro departamento: dos de tipo A y dos de tipo B.
- Nivel 2 con cuatro departamentos: uno de tipo A, dos de tipo B y uno de tipo C.
- Nivel 3 con cuatro departamentos: dos de tipo A y dos de tipo B.
- Nivel 4 con tres departamentos: uno de tipo B, uno de tipo C y uno de tipo E.
- Nivel 5 con dos departamentos: dos de tipo E.



Figura II.2. Departamento tipo A.



Figura II.3. Departamento tipo B.



Figura II.4. Departamento tipo C.



Figura II.5. Departamento tipo E.

Para el proyecto se colocará cancelería, iluminación, instalación hidrosanitaria, pluvial, instalación eléctrica, aires acondicionados e instalaciones especiales. Además, se implementarán soluciones constructivas que favorecerán la eficiencia térmica y energética, como la orientación adecuada del edificio y la ventilación cruzada. En términos de huella ambiental, la construcción considera la reducción de residuos mediante una planificación eficiente de materiales y el uso de tecnologías sostenibles. Para minimizar el impacto en el ecosistema circundante, se implementarán medidas de protección ambiental, como el manejo integral de residuos, acciones de ahorro de agua y energía eléctrica, así como el empleo de especies nativas de flora para conformar los jardines. Esto permitirá integrar el edificio en su entorno de manera armónica, garantizando un menor impacto en la comunidad y el sistema ambiental local.

Sistema estructural

La cimentación del edificio está basada en una retícula de contra trabes de concreto armado, dados y pilotes de concreto, para reducir la vulnerabilidad física de la obra debido a que el terreno se localiza en una plancha de arenisca. La planta baja se diseñó con base de marcos rígidos de concreto armado en el área de estacionamiento y con base de muros de carga. En los pisos superiores se contempla instalar marcos rígidos de concreto y muros de carga de block hueco de cemento de 15x20x40.

Por lo que respecta a las losas de los entrepisos, estas se realizarán con sistemas mixtos:

- A.- losas reticulares armadas de acero y concreto,
- B.- losas de concreto armado reforzado con doble amado y
- C.- con sistema de viguetas y bovedillas de hormigón y capa de compresión de 4 cm con malla electro soldada.

II.1.2. Ubicación y dimensiones del proyecto

El proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo* se desarrollará en un predio en régimen de propiedad privada ubicado en Zona 01, Supermanzana 02, Manzana 29, Lote 03, Localidad de Puerto Morelos, Municipio de Puerto Morelos, Estado de Quintana Roo, de acuerdo con el Oficio No. MPM/TM/DC-CO/0062/IV/2024 de Certificación de medidas y colindancias, emitido por la Dirección de Catastro Municipal de Puerto Morelos; en congruencia y comprobación de lo dispuesto en la Escritura Pública número P.A. 122,482, Volumen 1252 "E" 2023, inscrito bajo folio número 59571 del Registro Público de la Propiedad y Comercio de fecha 14 de julio de 2023, mediante la cual se describe y se formaliza el contrato de compraventa del predio. El terreno posee 12 m de frente (ancho) por 25 m de fondo (largo).

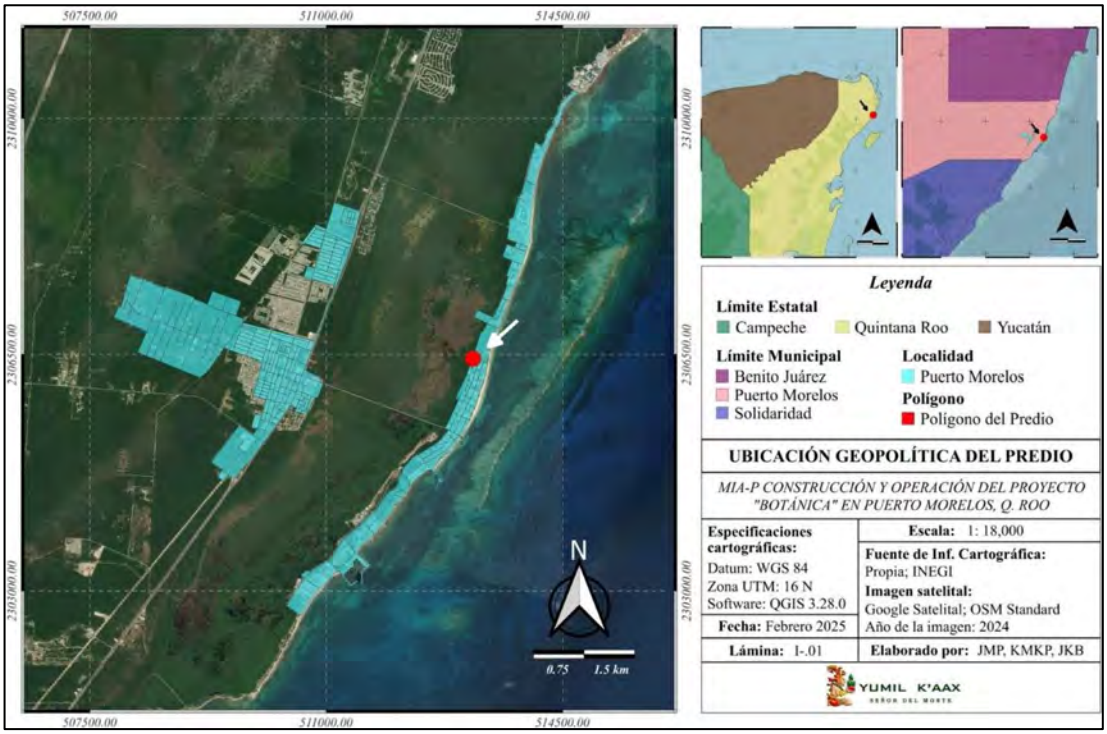


Lámina II.1. Ubicación del predio Lote 03 en la localidad de Puerto Morelos.



Lámina II.2. Ubicación del predio Lote 03 en la localidad de Puerto Morelos.

El predio seleccionado, de 299.96 m^2, posee las siguientes colindancias:

- Al norte con el Lote 02.
- Al sur con el Lote 04.
- Al este con calle Andrés Quintana Roo.
- Al oeste con Avenida Benito Juárez (en proyecto, de acuerdo con la Dirección de Catastro Municipal).

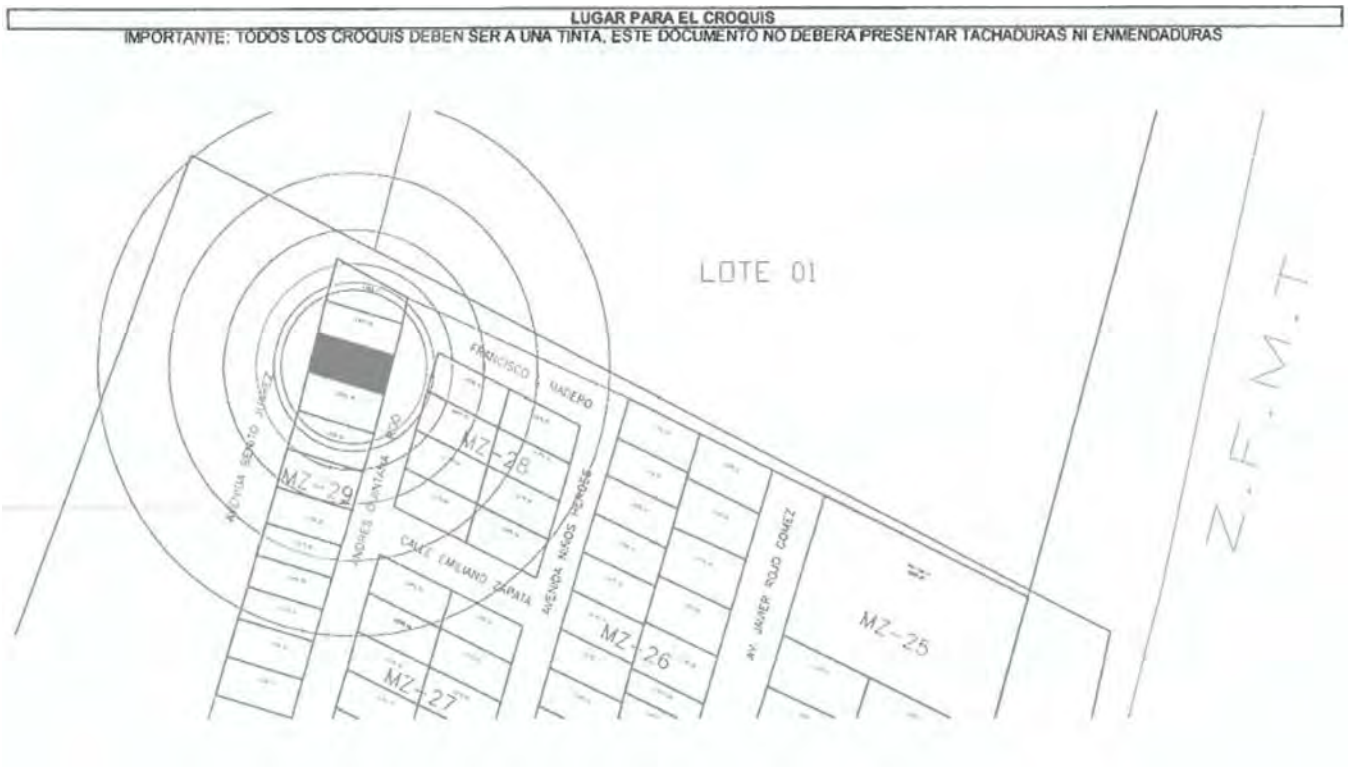


Figura II.6. Croquis de ubicación y colindancias de acuerdo con licencia de construcción PM-1568, folio 543-23, emitida por la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio.

El acceso al predio donde se desarrollará el proyecto propuesto será a través de la calle Andrés Quintana Roo, una vialidad existente en la localidad, la cual brinda acceso a los residentes y visitantes de las distintas obras habitacionales, turísticas y comerciales de la zona. Por lo tanto, para desarrollar el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo* no se requiere la construcción de nuevas vías de comunicación terrestre en la localidad.



Lámina II.3. Ruta de acceso al predio Lote 03 en la localidad de Puerto Morelos.

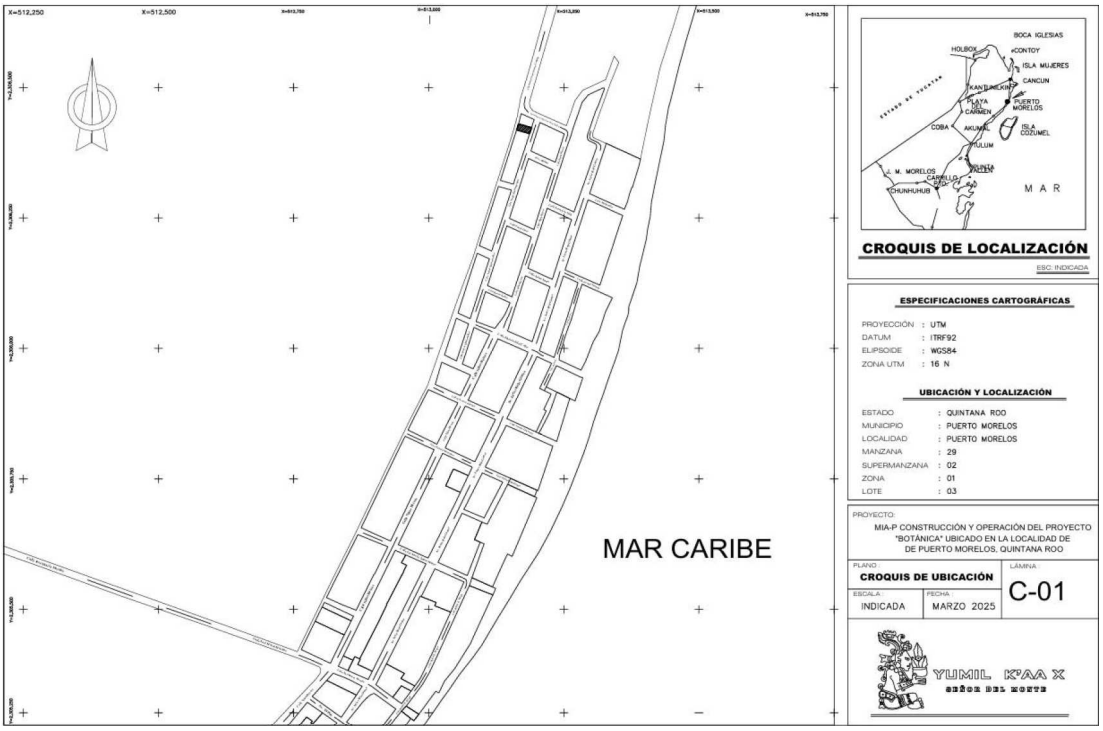


Figura II.7. Croquis de ubicación del predio para el proyecto, en la localidad de Puerto Morelos.

A continuación, se presentan las coordenadas UTM de referencia del polígono donde se desarrollará el proyecto "*Botánica*".

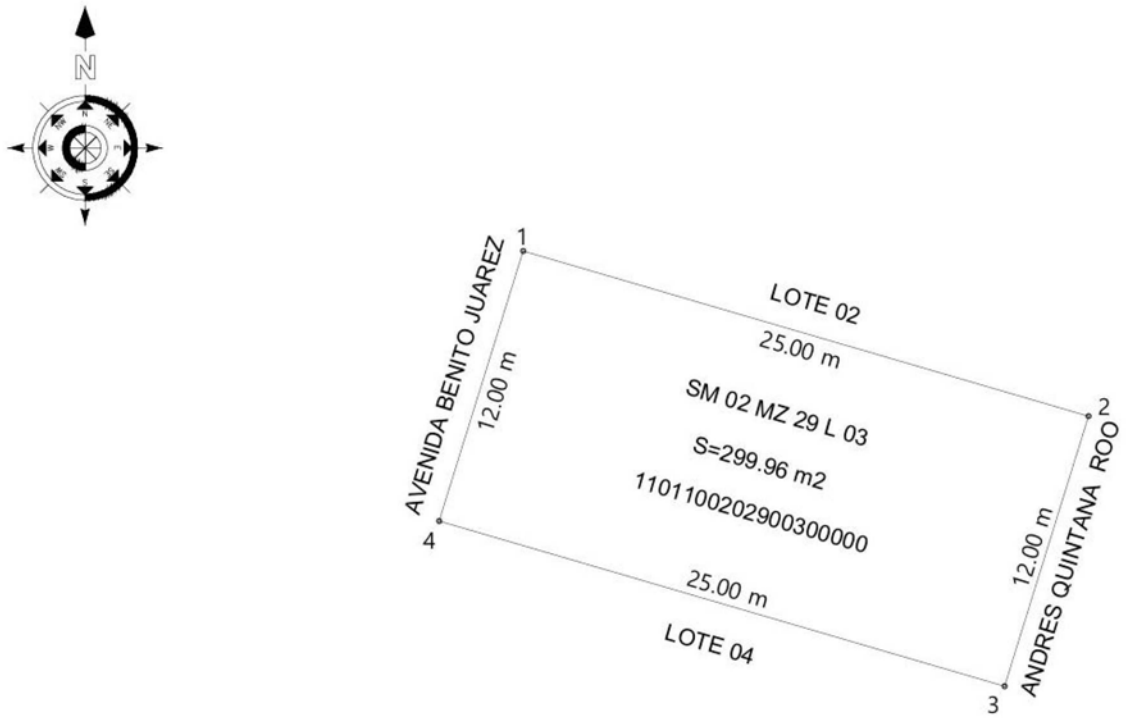


Figura II.8. Polígono con dimensiones del predio Lote 03.

Tabla II.1. Coordenadas UTM del Lote 03.

LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				1	2,306,430.013	513,166.266
1	2	S 73°43'33.87" E	25.000	2	2,306,423.008	513,190.264
2	3	S 17°17'00.71" W	12.000	3	2,306,411.549	513,186.699
3	4	N 73°43'33.91" W	25.000	4	2,306,418.555	513,162.701
4	1	N 17°16'56.29" E	12.000	1	2,306,430.013	513,166.266

El plano topográfico del predio y las coordenadas UTM de referencia en formato Excel, se incluyen en el anexo 2 del presente documento.



Imagen II.1. Predio Lote 03: arriba, vista frontal desde la vía de acceso; abajo, vista desde el interior del predio, con orientación hacia la vía de acceso.

Superficies

La huella de construcción del proyecto corresponde al área total del terreno ocupada por la edificación, la cual corresponde a 252.87 m^2 dentro del predio. Este cálculo incluye la superficie cubierta por la cimentación, muros estructurales y espacios de uso común en planta baja, como el estacionamiento, lobby y accesos. El diseño del edificio se enfoca en optimizar la distribución del espacio. También, se mantendrán áreas verdes dispuestas en forma de jardines, con una superficie de 47.09 m^2, en las que se plantarán especies nativas de la región y se reubicarán los ejemplares a rescatar dentro del predio previo a la construcción del edificio. Cabe señalar que, de la huella de construcción el área de estacionamiento (146.66 m^2) estará conformado de adoquín ecológico, por lo tanto, se mantendrá mayor superficie permeable en el terreno del proyecto, lo cual se sumará al suelo permeable de las áreas ajardinadas.

Para el proyecto no se realizará aprovechamiento de Zona Federal Marítimo Terrestre ni de zona marina; tampoco se aprovecharán terrenos ejidales. En este sentido, la obra a construir y operar se localizará en superficie terrestre, adentro de los límites de una propiedad en régimen privado.

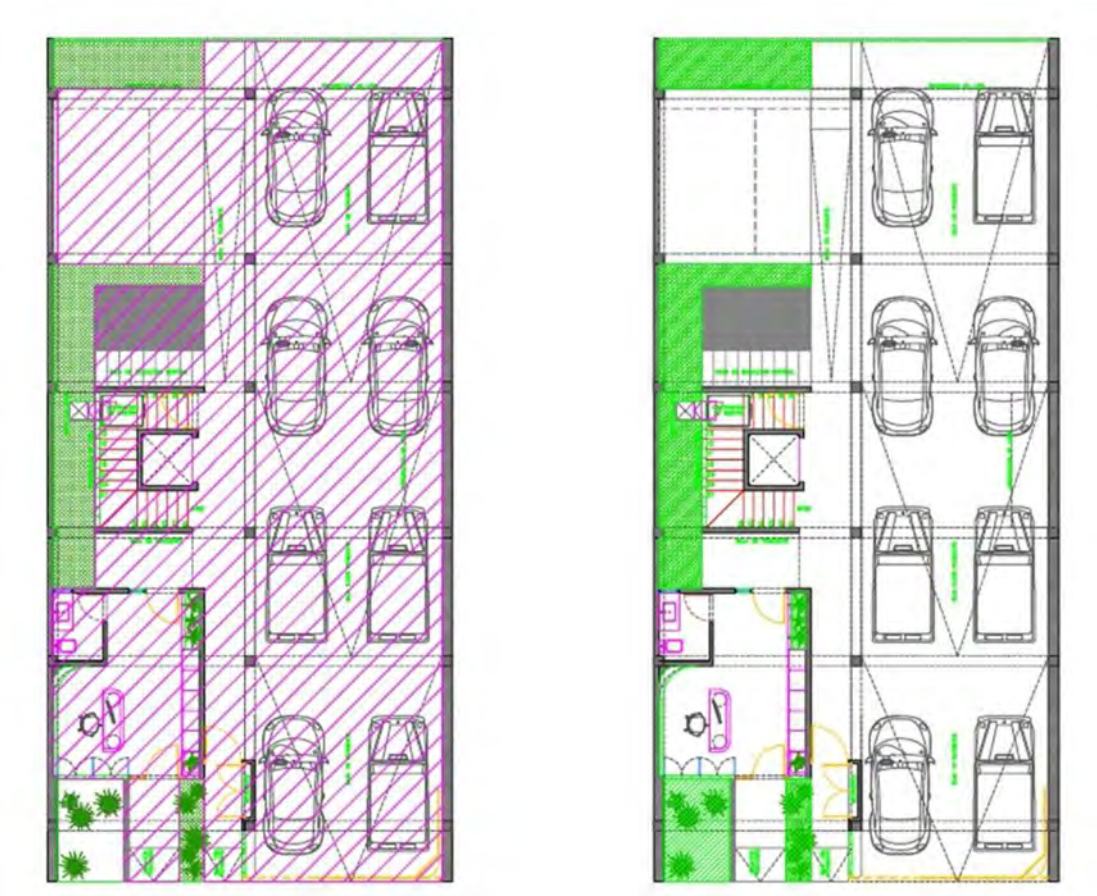


Figura II.9. Distribución de huella de obra en Lote 03 (izquierda) y áreas de jardines (derecha).

Tabla II.2. Superficies del proyecto.

Concepto	Superficie (m^2)
Huella de construcción	**252.87**
Estacionamiento con adoquín ecológico	*146.66*
Lobby, escaleras y elevador	*106.21*
Áreas verdes (jardines)	**47.09**
Total	**299.96**

El aprovechamiento del terreno se llevará a cabo en congruencia con lo autorizado por la Dirección de Desarrollo Urbano de la Secretaría Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología del municipio de Puerto Morelos, mediante la Licencia de Construcción PM-1568, folio 543-23 vigente. Se aclara que NO se ha

iniciado ninguna obra de construcción en el predio, ya que se deberá contar con la autorización en materia de impacto ambiental emitida por la SEMARNAT previo a los trabajos de construcción en el terreno. Es importante mencionar que, para realizar el aprovechamiento del predio, como medida de compensación la promovente del proyecto celebrará un convenio con el H. Ayuntamiento del municipio de Puerto Morelos para la donación de plantas para la reforestación de camellones y áreas verdes dentro de la localidad de Puerto Morelos, de acuerdo con lo que dispongan las autoridades municipales. Además, como condicionante de la Licencia de Construcción, la Dirección General de Desarrollo Urbano del municipio de Puerto Morelos señala que se deberá disponer obligatoriamente y durante el tiempo que dure la construcción de un Seguro de Responsabilidad civil contra terceros que ampare cualquier daño que ocasione la construcción.

El área de construcción del edificio, en metros cuadrados, se desglosa a continuación:

Tabla II.3. Área de construcción del proyecto.

Concepto	Área (m^2)
Planta Baja	252.87
Nivel 1	252.87
Nivel 2	252.87
Nivel 3	252.87
Nivel 4	252.87
Nivel 5	252.87
Roof top (Azotea)	13.29
Total	**1,530.51**

Descripción de la remoción de vegetación

El predio del proyecto "*Botánica*" se encuentra ubicado en el municipio de Puerto Morelos, en el estado de Quintana Roo, contando con una superficie de 299.96 m^2. De acuerdo con la Carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (Serie VII), el predio se encuentra dentro del uso de suelo correspondiente a *Asentamientos humanos*. Actualmente, el predio no cuenta con obras civiles en su interior.

Tabla II. 4. Superficies de los uso de suelo y vegetación.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN INEGI			
Uso de suelo y vegetación	**Área (m^2)**	**Área (ha)**	**%**
Asentamientos humanos	299.96	0.02	100.00
TOTAL	299.96	**0.02**	**100.00**



Lámina II.4. Uso de suelo en el predio.

El predio es un lote particular dentro de la zona urbanizada de Puerto Morelos, en la cual la vegetación del paisaje original fue modificada desde las actividades de lotificación y urbanización de la zona. Como resultado, dentro de la localidad se encuentran lotes con vegetación con elementos dispersos de plantas nativas de comunidades de selva o matorral costero, e incluso, con presencia de especies exóticas como consecuencia de los usos de los lotes y de la limpieza y mantenimiento que realizan los propietarios para evitar la acumulación de residuos o la creación de fuentes de plagas e infección. La vegetación del predio de interés actualmente cuenta con individuos arbóreos (nativos y exóticos) dispersos y elementos herbáceos.



Imagen II.2. El poblado de Puerto Morelos se encontraba delimitado para 1985. La urbanización y lotificación de la zona modificó el paisaje original. Se señala la ubicación del predio de interés (flecha amarilla), el cual, desde 1985 se aprecia como parte del poblado de Puerto Morelos.

Para determinar la vegetación por afectar en el predio seleccionado durante el desarrollo del nuevo proyecto propuesto, se realizó la visita al terreno y se llevaron a cabo muestreos por medio de los cuales se registraron las especies de plantas existentes en el sitio.

Muestreos

Debido al tamaño del predio de interés, para caracterizar la vegetación presente en el terreno se realizó un cuadrante de 300 m^2, el cual se dividió en: dos subcuadrantes de 120 m^2 (12 m x 10 m) y uno de 60 m^2 (12 m x 5 m). Para el establecimiento de los subcuadrantes de 120 m^2, una vez ubicado el punto de interés, se procedió a establecer una cuerda de 12 metros con ayuda de un GPS, posteriormente se estableció una cuerda de 10 metros formando una "L", este proceso se repite con otro par de cuerdas de 10 y 12 metros, hasta cerrar el cuadrante; una vez realizado esto, se marcaron las cuatro esquinas y se tomaron las coordenadas con un GPS. La toma de datos se realizó del centro del sitio hacia fuera, con sentido de las manecillas del reloj. Se procedió a realizar el registro de las especies vegetales con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 5 cm; otros datos dasométricos que se consideraron fue la altura total, cobertura y, si se presentaba, altura del fuste. Este mismo proceso se realizó para el establecimiento del sitio del subcuadrante de 60 m^2, utilizando un par de cuerdas de 12 m y otro par de 5 m. Con el sitio de muestreo realizado se abarcó la totalidad de la superficie del predio.

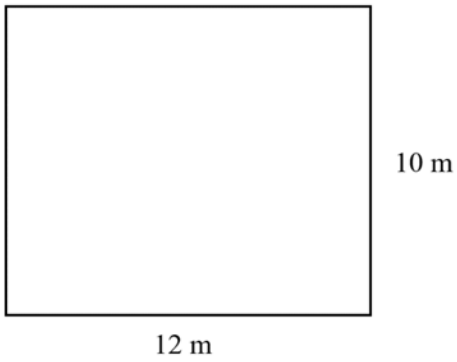


Figura. II.10. Representación de los cuadrantes de 120

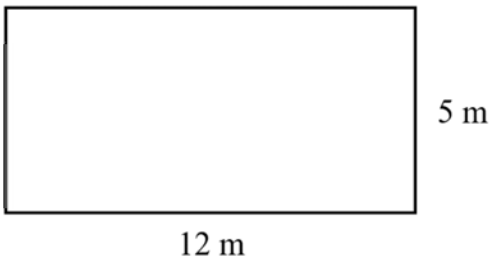


Figura. II.11. Representación de los cuadrantes de 60 m^2.

Individuos a remover

En el sitio de muestreo se registró un total de 22 individuos, pertenecientes a 8 especies. Debido a las dimensiones del predio, con el muestreo de vegetación realizado (300 m^2) se cubrió la totalidad de la superficie del mismo, por lo tanto, los datos recabados representan el número de individuos arbóreos totales que encuentran presentes en el predio del proyecto.

Tabla II.5. Número de individuos arbóreos en el predio.

No	Nombre científico	Nombre común	No. de individuos
1	*Cocos nucifera*	Cocotero	2
2	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	3
3	*Ficus cotinifolia*	Álamo	1
4	*Metopium brownei*	Chechém	4
5	*Neea psychotrioides*	Tats'i	7
6	*Sideroxylon americanum*	Mulche	3
7	*Sideroxylon salicifolium*	Chak ya	1
8	*Terminalia catappa*	Almendro	1
TOTAL			**22**

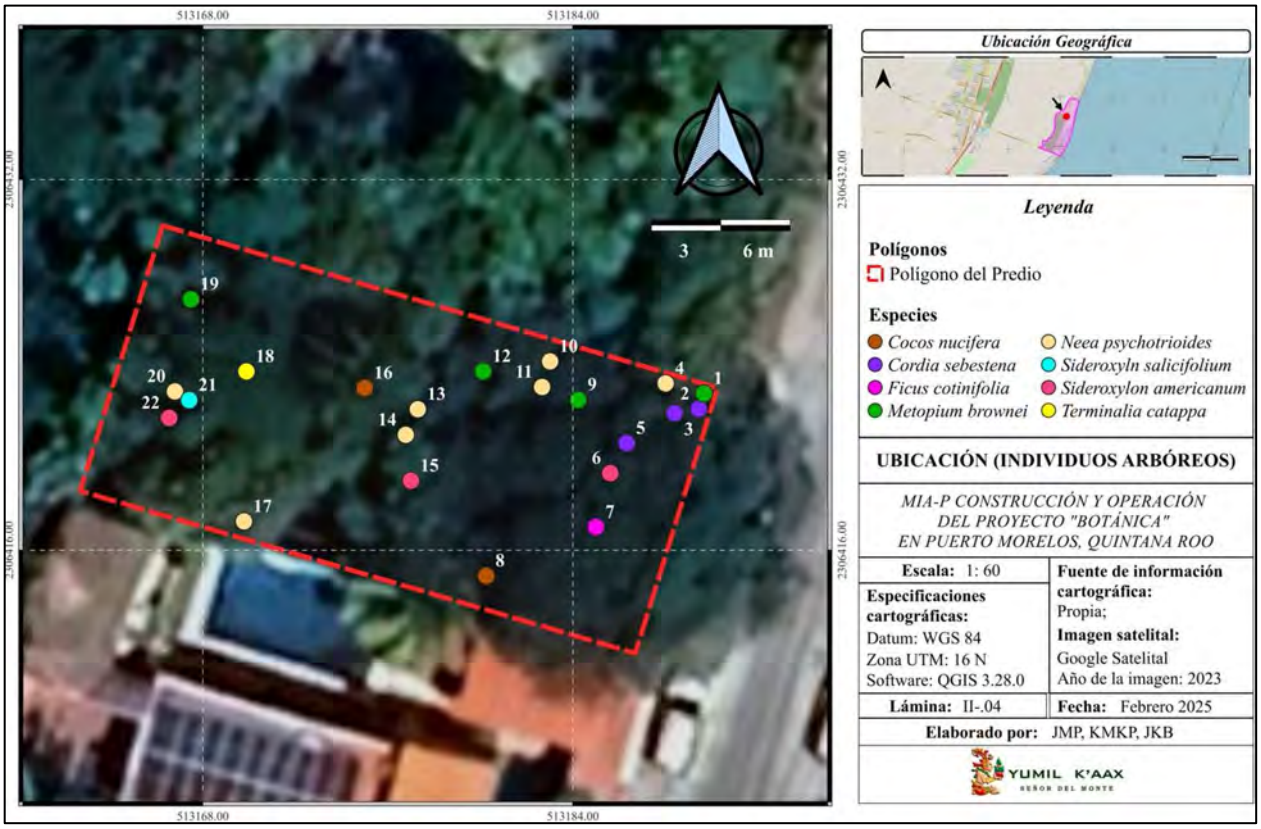


Lámina II.5. Ubicación de los individuos arbóreos en el predio.

Tabla II.6. Coordenadas UTM de los individuos arbóreos en el predio.

COORDENADAS INDIVIDUOS ARBÓREOS			
Especie	**ID**	**X**	**Y**
Cocos nucifera	16	513175.00	2306423.00
Cocos nucifera	8	513180.25	2306414.89
Cordia sebestena	5	513186.33	2306420.62
Cordia sebestena	3	513188.41	2306421.81
Cordia sebestena	2	513189.45	2306422.10
Ficus cotinifolia	7	513185.00	2306417.00
Metopium brownei	1	513189.68	2306422.75
Metopium brownei	9	513184.23	2306422.49
Metopium brownei	12	513180.13	2306423.72
Metopium brownei	19	513167.49	2306426.83
Neea psychotrioides	4	513188.02	2306423.20
Neea psychotrioides	10	513183.02	2306424.15
Neea psychotrioides	11	513182.67	2306423.04
Neea psychotrioides	13	513177.30	2306422.09
Neea psychotrioides	14	513176.78	2306420.98
Neea psychotrioides	17	513169.78	2306417.24
Neea psychotrioides	20	513166.79	2306422.85
Sideroxylon americanum	22	513166.55	2306421.71
Sideroxylon americanum	15	513177.00	2306419.00
Sideroxylon americanum	6	513185.62	2306419.33
Sideroxylon salicifolium	21	513167.41	2306422.48
Terminalia catappa	18	513169.89	2306423.72

Se removerá la totalidad de los individuos arbóreos presentes en el predio del proyecto, en donde ninguna de estas se encuentra listada baja alguna categoría de riesgo por la NOM 059 SEMARNAT-2010. Cabe mencionar que, por el aprovechamiento del predio, se celebrará un convenio con las autoridades municipales para la donación de plantas para la reforestación de camellones y áreas verdes de la localidad, conforme con lo que se disponga a través del acuerdo a llevar a cabo.

Es importante manifestar que en el predio también se encontraron plántulas pertenecientes a la especie *Thrinax radiata* (Palma chit), la cual se encuentra bajo la categoría de Amenazada (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las plántulas de esta especie serán rescatas y reubicadas en las áreas verdes del proyecto; estas áreas contarán con la presencia de especies nativas de la región. En el convenio con el municipio se considerará la presencia de esta palma en el predio, con el objetivo de compensar el aprovechamiento del terreno el cual cuenta con la distribución de la especie.

Tabla II.7. Coordenadas UTM de los individuos de *T. radiata* en el predio.

COORDENADAS PLÁNTULAS *T. RADIATA*		
ID	**X**	**Y**
1	513183.00	2306417
2	513182.00	2306418
3	513182.00	2306416
4	513182.00	2306415
5	513166.00	2306425
6	513165.00	2306419



Lámina II.6. Ubicación de las plántulas de *T. radiata* en el predio.

II.1.3. Inversión requerida

Para desarrollar las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo,* se estima un monto de inversión d[redacted]Para las acciones de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, se estima invertir un aproximado de[redacted] que podrá disminuir o incrementar conforme se realice la ejecución de las medidas ambientales propuestas

para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales; en este sentido, el costo final de este rubro dependerá de la actualización de precio de materiales y servicios a requerir para dar cumplimiento a todas las medidas ambientales propuestas por la promovente y de todas las condicionantes que establezca la Secretaría mediante el oficio de autorización del proyecto.

Para la etapa de abandono del sitio y rehabilitación del predio no se cuenta aún con un monto fijo de inversión, debido a que esto quedará sujeto a las actividades que en su momento sean propuestas mediante el *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Botánica",* en el cual se incluirá la descripción de la *etapa de abandono del sitio* y los plazos de ejecución. Cabe mencionar que, debido al tipo de obra a construir, es posible que el tiempo de vida útil del edificio sea mayor derivado del mantenimiento que se le brindará, motivando la ampliación del plazo de operación.

No obstante, para elaborar el *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Botánica",* se considerará el total y tipo de obras presentes en el predio en el momento de elaboración del documento; las actividades de desmantelamiento, demolición y retiro de obras; la clasificación y manejo de los residuos a generar con las actividades propuestas; las acciones de rehabilitación del predio para recuperar área permeable y cobertura vegetal; la limpieza del sitio; acciones de monitoreo de la rehabilitación; la vinculación con la normatividad ambiental vigente; y se plantearán pronósticos ambientales posterior al abandono del predio.

A continuación, se desglosan los montos de inversión del proyecto de acuerdo con la etapa de desarrollo.

Tabla II.8. Desglose de la inversión para ejecutar el proyecto.

Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono	Medidas de prevención, mitigación y/o compensación	Total
[redacted]	[redacted]	Operación: de acuerdo a demanda de servicios públicos para operar el edificio Mantenimiento: entre 2% y 4% de los ingresos totales brutos generados por la operación	NA[1]	[redacted]	

[1]NA=No Aplica. No se contempla el monto de inversión para esta etapa. El costo estará sujeto a lo que se manifieste en el *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Botánica"* que sea presentado ante la Secretaría.

[2]Suma total de los conceptos *preparación del sitio, construcción* y *medidas de prevención, mitigación y/o compensación.* El costo de *operación y mantenimiento* dependerá de la ocupación y demanda de servicios en los departamentos del edificio.

II.1.4. Urbanización del área, descripción de servicios requeridos y representación gráfica local

El predio donde se desarrollará el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo* es un lote localizado dentro del perímetro de Puerto Morelos, un asentamiento humano en zona costera de la porción norte del estado de Quintana Roo. Debido a su posición geográfica, la localidad cuenta con bellos paisajes costeros y una rica diversidad biológica, tanto acuática como terrestre, lo que la ha posicionado como un destino favorito del turismo estatal, nacional e internacional, favoreciendo la diversificación de servicios y el incremento en la inversión privada para desarrollos inmobiliarios habitacionales y turísticos. Cabe mencionar que, la proximidad de Puerto Morelos con el arrecife de coral que forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano, también conocido como la Gran Barrera de Coral Maya, ubicado a solo 500 metros de la playa, atrae a gran cantidad de turistas interesados en actividades acuáticas como el buceo, snorkel y windsurf.

En la actualidad, el sector Turístico es el pilar de la economía local de Puerto Morelos. La localidad ha experimentado un crecimiento sostenido en el número de visitantes, lo que favorece el incremento de la derrama económica local. En diciembre de 2022 y enero de 2023 se registraron 91,482 y 91,248 visitantes, respectivamente, cifras históricas; de julio de 2021 a julio de 2023, la infraestructura hotelera creció 2.01%. De acuerdo con la Secretaría de Turismo de Quintana Roo, en 2024 el municipio de Puerto Morelos tuvo una ocupación hotelera del 78.5%. Por su parte, el Secretario de Turismo Sustentable de Puerto Morelos, Raúl Guadarrama García, señaló en diciembre de 2024 que el destino turístico cuenta con una oferta de 67 hoteles y 6 mil 643 habitaciones, lo que mantuvo buenos números a lo largo del año, en particular en las vacaciones de invierno de ese año, reportando ocupaciones que oscilaron entre el 80 y 85 por ciento.

Asimismo, el Secretario de Turismo Sustentable señaló que "*Puerto Morelos representa el 5% de la infraestructura hotelera de Quintana Roo y tiene una gran afluencia de visitantes que no pernoctan en este destino turístico, que solo llegan para disfrutar de las experiencias que se ofrecen, como las acuáticas en la barrera arrecifal; de aventura, en la Ruta de los Cenotes, y la gastronómica, ya que hoy se cuenta con establecimientos certificados por la Guía Michelin"* (portal oficial del municipio de Puerto Morelos, 2024).

Dentro de este contexto, la construcción de nuevos desarrollos inmobiliarios puede favorecer la oferta de hospedaje en la localidad de Puerto Morelos, lo que permitirá la pernocta de turistas ya que, con más habitaciones disponibles, la localidad puede recibir a más visitantes sin saturar la infraestructura hotelera ya existente, promoviendo así la demanda de servicios e insumos locales y beneficiando al sector socioeconómico del municipio. La construcción de nuevos proyectos activa la economía local por medio de empleos directos e indirectos y, una vez operando, genera ingresos por turismo y servicios complementarios. Lo anterior, también ocurre cuando los nuevos proyectos son adquiridos para ser habitados de forma

permanente. El crecimiento ordenado de una población suele traer consigo nuevos restaurantes, comercios, tours y otras actividades. En el caso particular de Puerto Morelos, posee una identidad más tranquila y ecológica en comparación con Cancún o Playa del Carmen, por lo que resulta una gran opción para aquellos que buscan habitar lugares con un estilo de vida más relajado y rodeado de naturaleza.

Otra actividad económica y social clave que se desarrolla en la localidad de Puerto Morelos es la pesca, la cual, históricamente ha sido fundamental en el puerto. Actualmente, se ha diversificado con la cría y engorda de tilapia en granjas acuícolas. A pesar del crecimiento turístico, varias cooperativas pesqueras siguen activas y mantienen una fuente de empleo estable y durante las temporadas de veda, se implementan programas de apoyo, como la entrega de despensas a pescadores, garantizando el sustento de las familias y la conservación de los recursos marinos. La pesca es una actividad relevante en la región debido a que provee productos del mar frescos y de calidad tanto para consumo local como para el sector restaurantero y hotelero, lo cual, reduce la dependencia de productos importados o industrializados. Esto crea una sinergia entre los sectores pesquero y turístico. Por ello, la pesca forma parte de la historia e identidad de Puerto Morelos como comunidad costera.

Considerando todo lo previamente expuesto, Puerto Morelos es actualmente una localidad que cuenta con equipamiento urbano e infraestructura para el goce de servicios municipales y espacios comunes, los cuales contribuyen con el desarrollo de los pobladores y su calidad de vida. A continuación, se listan los servicios e infraestructura con la que cuenta este asentamiento humano costero:

Servicios Públicos

- Agua Potable y Alcantarillado: La localidad dispone de una red de agua potable que abastece a la mayoría de sus habitantes. Asimismo, cuenta con sistemas de alcantarillado que garantizan la correcta disposición de aguas residuales. Estos servicios están a cargo de la Comisión de agua Potable y Alcantarillado (CAPA) del municipio de Puerto Morelos. La localidad cuenta con 4 Plantas de Tratamiento de aguas Residuales (PTAR´s), siendo la más cercana al área del proyecto "*Botánica*" la PTAR Casco Antiguo, ubicada a 1.3 km del terreno.

  La promovente del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo* solicitó ante CAPA la factibilidad para brindar el servicio de suministro de agua potable y drenaje de aguas residuales al edificio. Mediante oficio No. CAPA/DBJIM/SDT/1160/2024 la Comisión brindó la factibilidad para brindar los servicios de agua potable y alcantarillado sanitario (presentado en el anexo 1 de la MIA-P).

- Energía Eléctrica: Puerto Morelos está electrificado, ofreciendo servicio de energía eléctrica a residencias, comercios y espacios públicos. El servicio está a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Con respecto a "*Botánica*", el predio donde se desarrollará cuenta con acceso a una acometida de la CFE; mediante el Oficio - ZCAN-DPLA/0594/2024 la CFE señala la Factibilidad de otorgar el servicio de suministro de energía eléctrica al nuevo edificio a construir en el sitio seleccionado.
    - Alumbrado público: el predio de interés colinda con la vialidad Andrés Quintana Roo, la cual cuenta con servicio de alumbrado público.
- Recolección de Residuos Sólidos: Se llevan a cabo labores de limpieza y mantenimiento en calles, parques y unidades deportivas, mejorando la imagen urbana y el bienestar de la comunidad. De acuerdo con el portal oficial del municipio, el Cabildo de Puerto Morelos autorizó en noviembre de 2024 otorgar a la empresa Red Recolector, S.A. de C.V., la concesión para la prestación del servicio público de recolección y transportación de los residuos sólidos urbanos generados en el municipio al sitio de disposición final ubicado en el Centro Integral de Manejo de Residuos Sólidos Intermunicipal de Benito Juárez e Isla Mujeres.

Infraestructura Vial

- Red de Vialidades: Se han pavimentado y mejorado diversas calles y avenidas, facilitando la movilidad tanto de residentes como de turistas. También, cuenta con banquetas y guarniciones en distintos puntos de la localidad. El predio de interés colinda con la calle Andrés Quinta Roo; esta calle cuenta con banquetas para tránsito peatonal, la cual será respetada con el establecimiento del proyecto propuesto, ya que no se construirá ninguna obra civil sobre esta, manteniendo así el libre el paso de los peatones.

Espacios Públicos y Recreativos

- Parques y Áreas Verdes: Se han rehabilitado y mantenido espacios como la Unidad Deportiva "Isaac Hamui" y el parque "Ventana al Mar", ofreciendo áreas de esparcimiento para la comunidad.
- Unidades Deportivas: Cuenta con canchas de fútbol, béisbol y básquetbol, así como gimnasios al aire libre, promoviendo la actividad física y el deporte entre los habitantes.

Seguridad Pública

- Centro de Control y Comando (C4): Facilita la coordinación de las fuerzas de seguridad y atención de emergencias, mejorando la seguridad ciudadana.

Educación y Cultura

- Centros Educativos: La localidad cuenta con escuelas de nivel básico y medio superior, brindando educación a la población infantil y juvenil.
- Jardín Botánico "Dr. Alfredo Barrera Marín": es reconocido como uno de los jardines botánicos más importantes de México. Fundado en 1982, abarca 65 hectáreas de selva tropical y tiene como objetivo principal la conservación de la flora y fauna regional.

Salud

- Centro de Salud: Ofrece servicios médicos básicos y de urgencias, atendiendo las necesidades primarias de salud de los habitantes.
- Clínicas Privadas: Diversas clínicas y consultorios privados complementan la atención médica en la zona.

Transporte y Movilidad

- Terminal de Autobuses: Facilita el transporte terrestre hacia otras ciudades y destinos turísticos.
- Estaciones del Tren Maya: Puerto Morelos cuenta con una estación inaugurada en 2024, conectando la localidad con otros puntos de la península de Yucatán.

Servicios Turísticos

- Puerto y Muelle: Infraestructura portuaria que permite el arribo de embarcaciones de carga y turismo, siendo un punto clave para actividades pesqueras y recreativas.
- Zonas Comerciales: Áreas dedicadas a la venta de artesanías, gastronomía local y servicios turísticos, enriqueciendo la oferta para visitantes.

Equipamiento Urbano

- Iluminación Pública: Se han implementado mejoras en el alumbrado de espacios públicos y calles, aumentando la seguridad y calidad de vida.
- Señalización Vial: La instalación de señales de tránsito y nomenclaturas facilita la movilidad y orientación dentro de la localidad.

Estas infraestructuras y servicios reflejan el compromiso de Puerto Morelos con el desarrollo integral y el bienestar de sus habitantes, buscando siempre mejorar la calidad de vida y la experiencia de quienes visitan este destino turístico. Por lo tanto, los futuros habitantes u ocupantes del edificio "*Botánica*" gozarán de

servicios públicos que les permitirán mantener una experiencia de confort y una buena calidad de vida. Cabe mencionar que, por sus características, el proyecto "*Botánica*" será compatible con las obras, imagen urbana y usos de suelo de la localidad de Puerto Morelos. Considerando la infraestructura y el equipamiento urbano de la zona, es factible desarrollar el proyecto en el predio seleccionado.



Lámina II.7. Representación gráfica regional del proyecto.

Las instalaciones hidráulicas del proyecto se diseñaron conforme a las necesidades de consumo del edificio. Se incluyen sistemas de desagüe conectados a la red municipal y dos pozos de absorción para el manejo de aguas pluviales. Se instalarán tuberías de PVC y válvulas de control en puntos estratégicos. El sistema eléctrico comprenderá canalizaciones de tubería de poliducto y cajas de conexión embebidas en muros y losas. Se instalarán tableros eléctricos en cada nivel, junto con la acometida principal. También se implementarán sistemas de aire acondicionado, voz y datos, así como iluminación LED eficiente, y pluviales que se dirigen a 2 pozos de absorción.

En el anexo 2 de la presente MIA-P se incluyen los planos de las instalaciones eléctrica, hidráulica, de drenaje sanitario y drenaje pluvial que integrarán el proyecto a construir.

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

II.2.1. Programa de trabajo

El programa de trabajo permitirá coordinar y supervisar todas las fases del proyecto de construcción para asegurar la finalización eficiente y exitosa del mismo, cumpliendo con los plazos establecidos, los estándares de calidad y las normativas de seguridad vigentes.

Como objetivos específicos se tiene:

- Establecer un cronograma detallado que incluya todas las actividades del proyecto, desde la preparación del sitio hasta la finalización y entrega de la obra.
- Asignar y gestionar los recursos necesarios, incluyendo mano de obra, materiales y equipos.
- Monitorear el progreso del proyecto diariamente para asegurar que se cumplan los plazos y se mantenga la calidad esperada.
- Realizar inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y de seguridad.
- Coordinar la entrega y el almacenamiento adecuado de materiales y equipos en el sitio de construcción.
- Optimizar el uso de recursos para evitar desperdicios y reducir costos.
- Implementar y mantener estrictas políticas de seguridad para proteger a los trabajadores y al público.
- Proveer capacitación continua en prácticas de trabajo seguro y responder a incidentes de manera efectiva.
- Mantener una comunicación fluida y efectiva entre todos los participantes del proyecto, incluyendo propietarios, contratistas, subcontratistas y autoridades.
- Documentar y reportar el progreso, problemas y soluciones implementadas.

Para el desarrollo de las etapas de *Preparación del sitio* y de *Construcción* del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo*, se solicitan 30 meses de ejecución. El tiempo se estimó considerando el edificio a construir, los convenios a realizar con los contratistas y los contratiempos que pudieran surgir derivado de las condiciones climáticas de la zona, ya que esta se ubica en zona costera la cual queda expuesta a imprevistos por diversos fenómenos hidrometeorológicos. Por lo anterior, **se solicita un plazo de 30 meses para edificar el proyecto.** En el plazo solicitado se aplicarán diversas medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales que

potencialmente se generarán con el desarrollo del proyecto. En caso de que las obras se concluyan antes del plazo estimado, se dará aviso a la Secretaría a través del *aviso de conclusión* del proyecto.

Tabla II.9. Programa de trabajo del proyecto: del mes 1 al mes 12.

Actividad	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del sitio												
Remoción de vegetación y limpieza												
Rescate y reubicación de plantas												
Acondicionamiento de patio de maniobra temporal y bodega temporal												
Trazo y nivelación												
Manejo integral de residuos												
Aplicación de medidas ambientales												
Plataformas y terracerías												
Compactación												
Construcción												
Cimentación profunda e hincado de pilotes												
Cimentación superficial												
Estacionamiento												
Columnas y castillos												
Trabes												
Pisos y firmes												
Losas y techos												
Primer nivel habitacional												
Segundo nivel habitacional												
Albañilería												
Acabados												
Manejo integral de residuos												
Aplicación de medidas ambientales												

Tabla II.10. Programa de trabajo del proyecto: del mes 13 al mes 24.

Actividad	Mes											
	13	14	15	16	14	18	19	20	21	22	23	24
Construcción												
Segundo nivel habitacional												
Tercer nivel habitacional												
Cuarto nivel habitacional												
Quinto nivel habitacional												
Albañilería												
Acabados												
Manejo integral de residuos												
Aplicación de medidas ambientales												

Tabla II.11. Programa de trabajo del proyecto: del mes 25 al mes 30.

Actividad	Mes					
	25	26	27	28	29	30
Construcción						
Quinto nivel habitacional	■	■				
Roof top (Azotea)	■	■	■			
Enriquecimiento de jardines			■	■	■	■
Albañilería	■	■	■	■	■	
Alberca					■	
Acabados	■	■	■	■	■	■
Fachadas					■	■
Manejo integral de residuos	■	■	■	■	■	■
Aplicación de medidas ambientales	■	■	■	■	■	■
Equipamiento	■	■	■	■	■	■
Limpieza para entrega						■

El tiempo de vida útil inicial de "*Botánica*" se estima en 60 años para su operación, la cual iniciará al concluir la etapa de *construcción* del proyecto. No obstante, debido a un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo de las obras e infraestructura de "*Botánica*" se podría extender el tiempo de vida útil estimado, por lo tanto, no se contempla un plazo definido para la etapa de *abandono del sitio*. En este sentido, se puede prever una vida útil indefinida del proyecto debido al tipo de obra civil a establecer. Sin embargo, en caso de que la autoridad ambiental requiriera, debidamente fundado y motivado, el abandono del sitio en un plazo menor al tiempo de vida útil estimado, la promovente responsable del proyecto presentará el correspondiente *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Botánica",* en el cual se incluirá la descripción de la *etapa de abandono del sitio* y los plazos de ejecución.

II.2.2. Representación gráfica local

El edificio vertical con 17 departamentos tendrá seis niveles en total (Planta baja y cinco niveles habitacionales) y una azotea con alberca y jacuzzi. La obra nueva será similar a obras existentes en la zona, que comprende el fraccionamiento Casco Antiguo, un área con presencia de residencias, departamentos, hoteles y comercios. Los edificios de la zona cuentan desde uno a seis niveles. Los colores predominantes de las obras son blancos, cafés y tonos terracota. El ambiente es tranquilo, seguro y con vistas agradables por la presencia de vegetación distribuida entre los lotes y obras civiles, dispuestos principalmente en forma de jardines. Toda la zona cuenta con vialidades pavimentadas y alumbrado público. Cabe señalar que, las obras existentes están distribuidas dentro del polígono del centro de población de Puerto Morelos, ya que se ha llevado a cabo un desarrollo y urbanización ordenado de la localidad, evitando de este modo la expansión urbana, medida con la cual se protegen ambientes claves del sistema natural, como manglares.

"*Botánica*" será un edificio vertical en tonos terracota, blancos y café, integrado por departamentos en los que se llevarán a cabo actividades domésticas y de descanso. Por lo tanto, la obra es compatible con las obras de la zona y el paisaje urbanizado.

Con la construcción de la obra: no se fragmentarán ni afectará la continuidad de comunidades vegetales en buen estado de conservación ni de corredores biológicos; no se modificará el paisaje natural de las superficies con cobertura vegetal en buen estado de conservación, colindantes a la localidad de Puerto Morelos; no impactará significativamente la calidad visual del sistema ambiental, debido a las dimensiones y superficie total por ocupar con la obra; por su ubicación en el límite oeste del polígono del poblado, no se afectará de forma significativa la visión de los vecinos del área, ya que no se obstruirá la vista hacia la costa desde las residencias, departamentos y hoteles cercanos; no se afectarán flujos de agua ni se obstaculizarán corrientes superficiales de agua; no se instalará nueva infraestructura urbana en la localidad debido a que se cuenta con los elementos de suministro de agua potable, electricidad, drenaje sanitario y drenaje pluvial; y no se requiere la construcción de nuevas vialidades pavimentadas.



Imagen II.3. Representación gráfica de la obra a construir. El edificio se integrará al paisaje urbanizado de la localidad de Puerto Morelos.



Imagen II.4. Representación gráfica de la obra a construir.



Foto II.1. Obras que se aprecian desde el predio. Calle Andrés Quintana Roo.



Foto II.2. Obras que se aprecian desde el predio. Vista hacia la costa.

II.2.3. Etapa de preparación del sitio y construcción

Considerando que ya se cuenta con los Estudios de Viabilidad, el diseño de la distribución de los espacios, características estructurales, sistemas de Instalaciones y acabados, así como la obtención de permisos y licencias municipales de acuerdo con la legislación vigente, se considera el siguiente proceso constructivo.

El proceso de construcción del edificio es el conjunto de etapas que se realizan de forma secuencial y organizada para llevar a cabo la edificación del mismo, considerando la provisión de materiales, mano de obra y equipos para la correcta ejecución de todas y cada una de las etapas a desarrollar.

Preparación del sitio

En esta fase se llevará a cabo la limpieza y nivelación del terreno, así como la instalación de las infraestructuras temporales necesarias para la construcción, como almacén de obra, vallas de seguridad, patio de maniobras y apile de materiales.

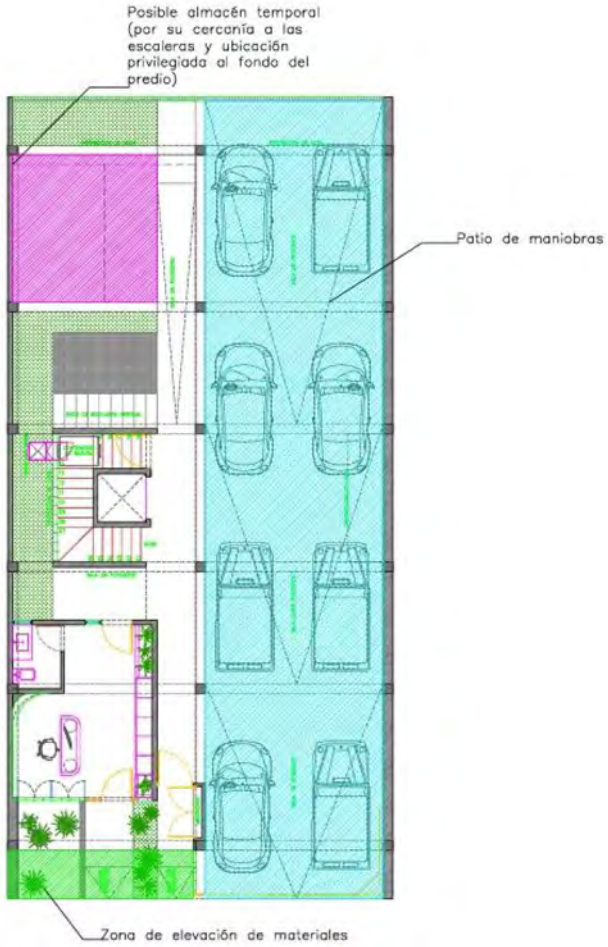


Figura. II.12. Distribución de las áreas temporales. Cabe señalar que, el almacén temporal y el patio de maniobras serán destinados para áreas civiles permanentes del edificio. La zona de acopio de materiales, parte de ella será reforestada para establecer jardines.

Actividades a realizar:

- Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: elaboración de plano, materiales, cuadrilla de topografía, equipo y herramienta.
- Limpia y desyerbe del terreno, incluye: remoción de plantas herbáceas y acopio de residuos, mano de obra, equipo y herramienta.
- Rescate y reubicación de palmas chiit con base en el Programa de Rescate y reubicación a elaborar del proyecto. Los ejemplares se removerán por medios manuales y se embolsarán para su posterior traslado a los sitios de reubicación, lo cual corresponde al área de jardines del edificio. Los individuos se plantarán durante la construcción de la Planta Baja y el primer nivel habitacional.
- Fabricación de bodega provisional de obra a base de polines 4x4" y triplay de pino de 9mm y techo de lámina de cartón, incluye suministro de material, mano de obra, equipo y herramienta.
- Despalme de terreno c/medios mecánicos en material clase "B", incluye: la extracción de todas las raíces, tocones fino, apile del material, mano de obra, equipo y herramienta
- Carga y retiro del producto fuera de la obra, incluye: carga de material retiro y descarga en tiradero autorizado, comprobantes, mano de obra, equipo y herramienta.
- Acarreo de material producto del despalme en camión al 1er km., volumen medido en banco, incluye: tiempo de espera de la carga mecánica, mano de obra, equipo y herramienta.
- Excavación por medios mecánicos para abrir caja en plataforma en terreno tipo I y II considerando afine de fondo y talud, incluye: maquinaria, mano de obra equipo y herramienta.
- Carga a máquina de material producto del corte, volumen medido suelto, incluye: maquinaria, mano de obra equipo y herramienta.
- Formación y compactación de terraplenes con material de banco al 90% p.v.s.m., incluye: extendido de material, incorporación de agua, homogenizado, compactado en capas de 20 cm de espesor, mano de obra, maquinaria y herramienta.

Construcción

- Cimentación

La cimentación se compone de pilotes de concreto y una retícula de contra trabes de concreto armado. Estos elementos garantizarán la estabilidad estructural del edificio, el volumen a excavar será de 180.00 m3, la cual se llevará a cabo con equipo pesado, como retroexcavadora y el retiro en camiones, afinándose con

personal y herramientas menores, (el volumen de excavación se analiza en la tabla II.12), para poder construir las bases y cimientos del edificio. Los cuales soportarán la carga de la estructura y deben ser adecuados a las condiciones del suelo y las características del proyecto estructural.

Tabla II.12. Análisis de volumen de excavación.

GENERADOR DE OBRA

OBRA: BOTÁNICA, PUERTO MORELOS

CONCEPTO: Excavación mediante medios mecánicos en terreno

CLIENTE:

PERIODO: 2025

LETRA: UNO

FECHA:

TRAMO	EJE	DESCRIPCIÓN	LONGITUD	ANCHO	ALTURA	CANTIDAD	UNIDAD
A	LP	Zapata aislada 2-1	1.20	2.20	2.05	5.41	m3
A	1	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
A	2	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
A	3	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
A	4	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
A	5	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
A	6	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
A	LP	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
B	1	Zapata aislada 2-2	1.40	2.40	2.05	6.89	m3
B	2	Zapata aislada 2-2	1.40	2.40	2.05	6.89	m3
B	3	Zapata aislada 2-2	1.40	2.40	2.05	6.89	m3
B	4	Zapata aislada 2-2	1.40	2.40	2.05	6.89	m3
B	5	Zapata aislada 2-2	1.40	2.40	2.05	6.89	m3
B	6	Zapata aislada 2-2	1.40	2.40	2.05	6.89	m3
C	LP	Zapata aislada 2-1	1.20	2.20	2.05	5.41	m3
C	1	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
C	2	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
C	3	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
C	4	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
C	5	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
C	6	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
C	LP	Zapata aislada 2-1	1.20	2.40	2.05	5.90	m3
A-C	1	CT-01	11.68	0.50	0.60	3.50	m3
A-C	2	CT-01	11.68	0.50	0.60	3.50	m3
A-C	3	CT-01	11.68	0.50	0.60	3.50	m3
A-C	4	CT-01	11.68	0.50	0.60	3.50	m3
A-C	5	CT-01	11.68	0.50	0.60	3.50	m3
A-C	6	CT-01	11.68	0.50	0.60	3.50	m3
LP-LP	A	CT-01	25.17	0.50	0.60	7.55	m3
LP-LP	B	CT-02	22.60	0.60	0.60	8.14	m3
LP-LP	C	CT-01	25.17	0.50	0.60	7.55	m3
					TOTAL ESTA HOJA		179.07
					ACUMULADO ESTA HOJA		

ELABORÓ: RESIDENTE

REVISÓ: COORDINADOR OBRA

REVISÓ: DIRECTOR GENERAL

Cimentación profunda

Pilote de 0.50x0.50 m de concreto premezclado de F'c=250 kg/cm2, armado con 4 varillas del No.8 y 4 varillas del No.6 estribos triples del No. 3 @ 10 cm en los extremos y a @ 20 cm al centro, incluye: suministro de materiales, acarreos, cortes, desperdicios, torón de acero de 1/2" para izado, habilitado de acero, armado, cimbrado con chaflanes en las esquinas, colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Pilote de 0.60x0.60 m. de concreto premezclado de F'c=250 kg/cm2, armado con 4 varillas del No.8 y 4 varillas del No.6 estribos triples del No. 3 @ 10 cm en los extremos y a @ 20 cm al centro, incluye: suministro de materiales, acarreos, cortes, desperdicios, torón de acero de 1/2" para izado, habilitado de acero, armado, cimbrado con chaflanes en las esquinas, colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Hincado de pilotes de 50x50 cm sin perforación previa con acarreo libre de 20 m, incluye: equipo, mano de obra y herramienta.

Demolición de cabeza de pilotes de 0.50x0.50 m, con rompedora neumática en un tramo de 80 cm y 20 centímetros de forma manual con caña y marro, incluye: limpieza del acero, mano de obra, equipo y herramienta.

Cimentación superficial

Trazo y nivelación con equipo topográfico, estableciendo ejes de referencia y bancos de nivel, incluye: materiales, cuadrilla de topografía, equipo y herramienta.

Excavación a cielo abierto en material tipo III-A, de 0.00 a -2.00 m. con martillo hidráulico, incluye: mano de obra, equipo y herramienta.

Acero de refuerzo en cimentación del No. 5 (5/8"), de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.

Acero de refuerzo en cimentación del No. 4 (1/2"), de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.

Suministro y vaciado de Concreto premezclado MR38 kg/cm2 (equivalente a F'c=250 kg/cm2,) bombeado, incluye: revenimiento 14 resistencia normal, vaciado tiro directo, colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Artesa para recibir concreto premezclado construida con triplay de pino de 19 mm, reforzada con madera de pino de 3a, incluye: suministro de materiales, mano de obra, armado y desarmado, equipo y herramienta.

Suministro y habilitado de Cimbra común en cimentación, con madera de pino de 3a superficie de contacto considerando acarreo, curado con desmoldante o Diesel yugos cachetes clavos amarres con alambre recocido calibre 18 cimbrado descimbrado incluye: material mano de obra equipo y herramienta y todo lo necesario para la correcta ejecución.

Cimbra en zapatas de cimentación, acabado común, incluye: suministro de todos los materiales necesarios, acarreos, cortes, habilitados, cimbrado, descimbrado, mano de obra, limpieza, equipo y herramienta, de acuerdo a proyecto.

Cimbra en contratrabes de cimentación, acabado común, incluye: materiales, acarreos, cortes, habilitado, cimbrado descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta

Cimbra en columnas de cimentación, acabado aparente, incluye: materiales, acarreos, cortes, habilitados, cimbrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta

Relleno con material producto de la excavación compactado con pisón de mano en capas no mayores de 20 cms. incluye: adición de agua, mano de obra, equipo y herramienta.

Impermeabilización de cimentación de concreto a base de vaportite 550, dos manos a razón de 1 lt/m2 por mano y una aplicación previa de hidroprimer, incluye: preparación de la superficie, mano de obra, equipo y herramienta.

- Estructura y Albañilería

Se inicia la edificación con marcos rígidos de concreto armado en la planta baja, mientras que los pisos superiores utilizan una combinación de muros de carga de block hueco de cemento y marcos de concreto. Las losas entre pisos se construyen mediante sistemas mixtos, incluyendo losas reticulares armadas con acero y concreto, losas de concreto armado con doble mallado y losas con viguetas y bovedillas de hormigón, utilizando materiales como concreto armado, acero y block.

Se levantan muros divisores y se aplican aplanados de mortero con acabado final de pintura vinílica. En interiores, se utilizan materiales como madera tono nogal, porcelanato, mármol y concreto tintado. Se instalan plafones falsos de tabla roca con canaletas de aluminio.

- Instalaciones

En esta Fase de la construcción se realizarán Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y Pluviales Las instalaciones hidráulicas se diseñan conforme a las necesidades de consumo del edificio. Se incluyen sistemas de desagüe conectados a la red municipal y pozos de absorción para el manejo de aguas pluviales. Se instalan tuberías de PVC y válvulas de control en puntos estratégicos.

Instalaciones Eléctricas y de Comunicaciones: El sistema eléctrico comprende canalizaciones de tubería de poliducto y cajas de conexión embebidas en muros y losas. Se instalan tableros eléctricos en cada nivel, junto con la acometida principal. También se implementan sistemas de aire acondicionado, voz y datos, así como iluminación LED eficiente, y pluviales que se dirigen a 2 pozos de absorción, Eléctricas, Especiales, de acuerdo a las memorias de cálculo que se anexan a este documento como Anexo 2 y Anexo 3.

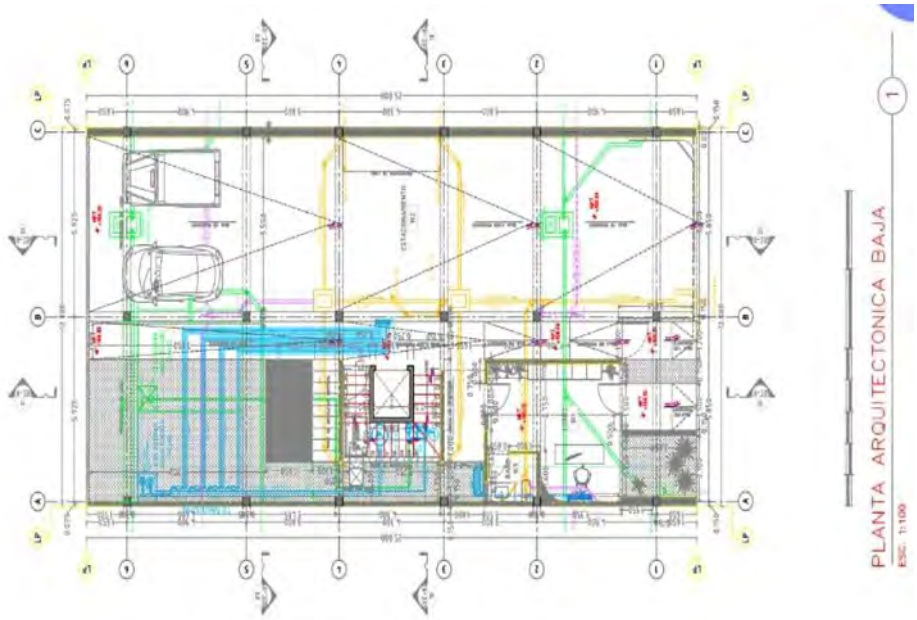


Figura II.13. Instalaciones Eléctricas y su acometida. Se incluye plano en Anexo 2.

- Acabados Interiores y Exteriores

Acabados en Pisos y Muros. Los pisos se recubren con porcelanato en departamentos, loseta tipo madera en baños y cemento pulido en áreas de servicio. En zonas comunes como pasillos y recepción, se emplea porcelanato tipo Antique. Los muros de regaderas y nichos llevan revestimiento de mármol Santo Tomás y negro, respectivamente.

Carpintería y Cancelería. Las puertas y clósets son de madera de tzalam con acabado semimate. Las cocinas cuentan con cubiertas de granito y mobiliario de encino barnizado. La cancelería es de aluminio negro con cristales de 6 y 9 mm, mientras que las ventanas tienen vidrios templados de alta resistencia.

Además, se lleva a cabo la impermeabilización y aislamiento del edificio.

- Columnas y castillos

Columna C1 de 25x25 cm. de concreto de F'c=250 kg/cm2, acabado aparente, armado con 8 varillas del No. 4 (1/2"), 8 y estribos del No. 3 (3/8") @ 20 cm. al centro y @ 10 cm. en los extremos, incluye: suministro

de materiales, acarreos, elevaciones, armado, cimbrado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Columna C2 40x40 cm. de concreto de F'c=250 kg/cm2, acabado aparente, armado con 4 varillas del No. 6 (3/4"), 4 varillas del No.4 (5/8) y estribos del No. 3 (3/8") @ 20 cm. al centro y @ 10 cm. en los extremos, incluye: suministro de materiales, acarreos, elevaciones, armado, cimbrado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Castillo K1 15x15 cm. de concreto hecho en obra de F'c=200 kg/cm2, acabado aparente, armado con 4 varillas de 3/8" y estribos del No.2 a cada 15 cm, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, armado, traslapes, amarres, cimbrado, coldado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Castillo K3 15x40 cm. de concreto hecho en obra de F'c=200 kg/cm2, acabado aparente, armado con 4 varillas de 1/2", y estribos del No.3 a cada 15 cm, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, armado, traslapes, amarres, cimbrado, coldado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Castillo K2 15x30 cm. de concreto hecho en obra de F'c=200 kg/cm2, acabado aparente, armado con 4 varillas de 1/2", y estribos del No.3 a cada 15 cm, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, armado, traslapes, amarres, cimbrado, soldado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

- Trabes

Acero de refuerzo en estructura del No. 3, de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, elevaciones, cortes, traslapes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.

Acero de refuerzo en estructura del No. 6, de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, elevaciones, cortes, traslapes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.

Acero de refuerzo en estructura del No. 8, de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, elevaciones, cortes, traslapes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.

Acero de refuerzo en estructura del No. 4, de Fy=4200 kg/cm2, incluye: materiales, acarreos, elevaciones, cortes, traslapes, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.

Cimbra en trabes y losas acabado aparente, a base de triplay de pino de 19 mm, con chaflanes en las esquinas, incluye: obra falsa, materiales, acarreos, cortes, desperdicios, habilitado, descimbrado, descimbrado, desmoldante, mano de obra, equipo, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Concreto premezclado en estructura, de F'c=250 kg/cm2, clase "A" bombeado, incluye: revenimiento, superfluidizante, colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.

- Pisos y firmes

"Losa de 15 cm. de espesor de concreto F'c=250 kg/cm2,armado con una parrilla con varilla del No.(3/8""), a cada15 cm. en ambos sentidos, incluye: suministro de materiales, acarreos, elevaciones, cimbrado acabado materiales, acarreos, elevaciones, cimbrado acabado común, armado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta".

Junta fría de 1x3 cm en pisos concreto sellado con Superseal SL (para tráfico pesado, resistente a aceites e hidrocarburos) y backer rod, incluye: mano de obra, equipo y herramienta.

Tipos:

- Piso del estacionamiento, es de Adoquín ecológico.
- Piso de recepción y pasillos es de Porcelanato Estilo: Antique.
- Pisos andadores de azotea en cemento acabado lavado fino.
- Piso general en departamentos de Porcelanato Estilo: Antique.
- Piso baños en departamentos tipo loseta simulación madera sweden tobacco.
- Pisos en regaderas con loseta tipo madera sweden tobacco.
- Pisos en áreas de servicio en cemento con acabado pulido.
- Pisos en terrazas de concreto enduelado.
- Concreto Tintado, Tono: Terracota

- Losas y techos

Losa de concreto premezclado aligerada fc,200kg/cm" de 20cm de peralte a base de sistema de vigueta y bovedilla con vigueta alma abierta con fý =6000kg/cm2 bovedilla de poliestireno 20x62x1.22 malla electrosoldada 6-6/10-10 incluye: cimbrado, descimbrado, , bombeo, colado, vibrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Losa de 15 cm de espesor de concreto F'c=250 kg/cm2, armada con varilla del No. 3 (3/8"), a cada 15 cm. en ambos sentidos, incluye: suministro de materiales, acarreos, elevaciones, cimbrado acabado aparente, armado, colado, vibrado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

- Muros

Muro de 30 cm de block de concreto de 30x20x40 cm. asentado con mezcla cemento arena 1:5, acabado común, con refuerzos horizontales a base de escalerilla a cada 2 hiladas, incluye: materiales, acarreos, mano de obra, equipo y herramienta.

Muro de 15 cm. de block de concreto de 15x20x40 cm asentado con mortero cemento arena 1:4 de 3.00 a 6.00 mts, incluye: materiales, acarreos, mano de obra, equipo y herramienta.

Muro de 10 cm. de block de concreto de 10x20x40 cm. asentado con mezcla cemento arena 1:5, acabado aparente, con refuerzos horizontales a base de alambrón a cada 2 hiladas, incluye: materiales, acarreos, mano de obra, equipo y herramienta.

Lista de acabados en muros

- Madera, Tono: Nogal
- Concreto Tintado, Tono: Terracota
- Porcelanato Estilo: Seville Olimpia White
- Celosía con tabique
- Carrizo
- Muros en regaderas con mármol Santo Tomás.
- Muros en nichos con mármol negro.
- Muros de concreto enduelado.
- Muros de tablaroca de 10 cm con canaletas y panel de yeso acabado según planos.

- Dalas y cerramientos

Dalas CR1 de 15x20 cm. de concreto hecho en obra de F'c=150 kg/cm2, acabado común, armada con armex 15x20-4, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, traslapes, amarres, cimbrado, colado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Dala CR2 10x20 cm. de concreto hecho en obra de F'c=150 kg/cm2, acabado aparente, armada con armex 12x20-4, incluye: materiales, acarreos, cortes, desperdicios, traslapes, amarres, cimbrado, colado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

- Aplanados

Aplanado acabado repellado sobre muros, con mezcla cemento arena en proporción de 1:4, incluye: suministro de materiales, acarreos, andamios, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.

Boquilla de aplanado acabado repellado, con mezcla cemento arena en proporción de 1:4, incluye: suministro de materiales, acarreos, andamios, limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.

- Firmes

Firme de 4 cm acabado común, de concreto F'c= 150 kg/cm2, incluye: suministro de materiales, acarreos, nivelación, cimbrado de fronteras, mano de obra, equipo y herramienta.

Martelinado de elementos de concreto a mano, incluye: mano de obra, equipo y herramienta.

- Rampas y escaleras

Rampa para escalera de 17 cm. de espesor, 4.31 m. de desarrollo por 1.3m. de ancho, de concreto hecho en obra de F'c=250 kg/cm2, armado con varillas y bastones del No. 3@15 cm. en el sentido longitudinal y del No. 3@15, Incluye: suministro de materiales, acarreos, elevaciones , cortes, traslapes, desperdicios, habilitado, cimbrado acabado aparente, colado, vibrado, descimbrado , limpieza, mano de obra, equipo y herramienta.

Escalones de 0.28x0.17 cm de concreto F'c=150 kg/cm2, armado con varilla de 3/8", incluye: trazo, suministro de materiales, acarreos, cimbrado, colado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

Descanso de 0.10 m de espesor, de concreto F'c=200 kg/cm2, armado con varilla de 3/8", colados sobre estructura metálica, acabado escobillado, incluye: suministro de materiales, materiales, acarreos, cimbrado, colado, descimbrado, mano de obra, equipo y herramienta.

- Registros y cisternas

Fabricación de registro sanitario exterior de 0.40 x 0.60 mts. Hasta 1.50 ms.de profundidad (medidas interiores) con muro de concreto armado de 10 cms de espesor, armado con malle electrosoldada 6x6-8/8 en fondo y muros, reforzada con4 varillas de 3/8"" en aristas de muro, cadena perimetral en remate de registro con pavimento de circulación de 15 x 15 cm armada con Armex 15-15-4, concreto H.O. F'c=200 kg/cm2 (el colado del área de circulación y cadena superior de registro tendrá que ser independiente), zarpeo y acabado pulido interior de muros de registro con mortero cemento-arena prop. 1:5, fondo media cana con firme de concreto simple fc=100 kg/cm2 tma 3/4" de 10 cms. De espesor acabado pulido, tapa con placa de acero de 3/8", refuerzos en forma de cruz bajo tapa con cuadrado de 1/2" soldados al contramarco, marco, contramarco y anclas de ángulo de 1 1/2"x1/4", agarradera tipo llave, tapa, marco y contramarco terminado con primer epóxico y pintura de poliuretano color negro (código indicado en convenio oxxgas) mca. Sherwin Williams incluye: materiales, mano de obra, equipo, herramienta y todo lo necesario para su correcta ejecución.

Cisterna de 10 m^3 de capacidad de 2.25x2.25x1.60 m, a base de muros y losa de concreto de 12 cm. de espesor, armado con varilla de 3/8" a cada 20 cms. en ambos sentidos, incluye: trazo, excavación, carga y acarreo de material sobrante fuera de la obra, plantilla, armado, cimbrado, descimbrado, colado, vibrado, relleno, cárcamo, aplanado interior acabado pulido, escalera marina, tapa registro de lámina y limpieza.

Pozo pluvial, hasta una profundidad de -6.00 m. de profundidad interior, ademe 8" de diámetro, muros 15 cm. de block asentado con mezcla cemento arena 1:5, acabado común, con aplanado acabado pulido, sobre plantilla de mampostería, sin brocal, incluye: materiales, acarreos, excavación, mano de obra, equipo y herramienta.

- Cocinas
  - Interiores de pino con barniz de poliuretano acabado tzalam semi mate.
  - Puertas y caras visibles de madera tzalam color natural acabado semi mate
  - Cubiertas de granito sesame black.
  - Las cubiertas de las cocinas del Roof Top, son de granito negro san Gabriel y el mueble de encino con barniz de poliuretano color wengue acabado semi mate.
- Carpintería
  - Puertas de acceso en triplay de madera de tzalam color natural acabado semi mate
  - Puertas y closet con triplay madera de tzalam color natural.
  - Muebles de baño de triplay de tzalam con barniz de poliuretano color natural acabado semimate y bastidores de encino color wengue semi mate y cubiertas de mármol santo tomas.
  - Puertas Plegables Tono: Nogal
- Cancelería
  - Cancelaría de aluminio color negro serie 45 y 80 cuprum o similar y cristal transparente de 6 y 9 mm.
- Plafones
  - Plafones falsos con canaletas de aluminio con tabla yeso color blanco.
  - Plafones falsos con canaletas y refuerzos para recibir madera y detalles.
- Áreas comunes

Construcción de Áreas Comunes. Se edifican jardines, alberca y jacuzzi con recubrimiento de veneciano color obsidiana y mármol gris Santo Tomás de 10x10cm. También se incluyen andadores, estacionamientos con adoquín ecológico y cuartos de máquinas para equipos de bombeo y climatización.

Inspección, Ajustes y Entrega de Obra. Una vez concluidos los trabajos, se realiza una inspección final para verificar la calidad de la construcción. Se ajustan detalles menores y se realiza la limpieza profunda antes de la entrega. Finalmente, se obtiene la certificación de cumplimiento normativo y se entrega el edificio listo para su uso.

- **Personal de obra**

A continuación, se lista el personal de obra que se empleará durante la preparación del sitio y construcción del proyecto.

Tabla II.13. Lista de personal de obra.

No.	Clave	Descripción	Unidad
1	MOCA-011	Operador equipo intermedio	jor
2	MOCA-032	Topógrafo	jor
3	MOCA-003	Cadenero	jor
4	MOCA-034	Operador de equipo mayor	jor
5	MOCA-002	Ayudante general	jor
6	MOCA-013	Cabo de oficios	jor
7	MOCA-001	Peón	jor
8	MOCA-004	Operador equipo menor	jor
9	MOCA-018	Carpintero obra negra	jor
10	MOCA-021	Colocador	jor
11	MOCA-027	Fierrero	jor
12	MOCA-016	Plomero	jor
13	MOCA-038	Ayudante plomero	jor
14	MOCA-023	Herrero	jor
15	MOCA-033	Soldador calificado	jor
16	MOCA-008	Ayudante montador y soldador	jor
17	MOCA-017	Chofer camión	jor
18	MOCA-043	Oficial tubero	jor

19	MOCA-019	Yesero	jor
20	MOCA-024	Aluminiero	jor
21	MOCA-040	Ayudante aluminiero	jor
22	MOCA-047	Oficial tornillero	jor
23	MOCA-029	Soldador	jor
24	MOCA-009	Pintor	jor
25	MOCA-050	Maniobrista	jor
26	MOCA-046	Ayudante especializado	jor
27	MOCU-042	Operador de primera para equipos mayores	jor
28	MOCA-012	Chofer de camioneta	jor
29	MOCA-015	Electricista	jor
30	MOCA-037	Ayudante electricista	jor
31	MOCA-044	Oficial carpintero de obra blanca	jor
32	MOCA-022	Ebanista	jor
33	MOCA-010	Jardinero	jor
34	MOCA-028	Vidriero	jor
35	MOCA-042	Ayudante vidriero	jor
36	MOCA-053	Instalador	jor
37	MOCA-054	Ayudante de instalador	jor
38	MOCA-036	Oficial aire acondicionado	jor
39	MOCA-045	Oficial barnizador	jor
40	MOCA-031	Montador	jor
41	MOCA-020	Tablaroquero	jor
42	MOCA-039	Ayudante tablaroquero	jor
43	MOCA-026	Chofer vehículo con grúa	jor
44	MOCA-025	Mecánico	jor
45	MOCA-005	Estadalero	jor
46	MOCU-040	Operador de primera para equipos menores	jor
47	MOCU-041	Operador de primera para equipos medios	jor
48	MOCU-043	Chofer de Primera	jor

- **Equipo, maquinaria y materiales a emplear**

Clasificación de la maquinaria.

Maquinaria Pesada

Maquinaria de grandes proporciones geométricas comparado con vehículos livianos, tienen peso y volumetría considerada; requiere de un operador capacitado porque varía la operación según la maquinaria; se utiliza en movimientos de tierra de grandes obras de ingeniería civil y en obras de minería a cielo abierto. Ejemplos Grúas, excavadoras, tractor, etc.

- Retroexcavadora

La retroexcavadora es una maquina en la cual la pluma baja y sube en cada operación; la cuchara, unida a ella, excava tirando hacia el carretón, es decir hacia atrás como se ve en la figura, en vez de empujar hacia delante, como lo hace la excavadora normal. Es fundamental que el transporte este organizado de manera tal que la excavadora no espere a los medios de transporte, la capacidad de estos debe ser múltiplo de la cuchara, para evitar que una carga tenga que vaciarse en elementos distintos, un buen sistema, siempre que sea posible en la práctica, consiste en situar los camiones alternativamente a un lado y al otro de la excavadora y lo más cerca posible del frente de ataque.

Se emplea para:

- Excavación de zanjas con taludes verticales; roca dura disgregada previamente. La excavación se
- realiza por debajo del nivel de sustentación de la excavadora sin importar el nivel freático.
- Excavaciones de cimientos
- Excavación de canales
- Limpieza y nivelación
- Desmonte, carga y descarga de materiales
- Relleno de cimientos y zanjas
- Escarificar (proceso de remover la estructura de un pavimento existente, y desgarra, remover
- terreno rocoso (Ripper).



Figura II.14. Ejemplo de retroexcavadora a emplear en la obra.

Maquinaria Semipesado

Son maquinarias de tamaño mediano utilizados generalmente en la construcción, por ejemplo: Camión volquete, carros Cisterna, camiones escalera. El peso y volumen de estas unidades es mediano.

Unidades de Acarreo o Transporte

Estas máquinas están diseñadas para el acarreo de material y su respectiva descarga. Posee una tolva cuya capacidad puede ser al ras o colmada, el peso a cargar en dicha tolva está en función del tipo de material. El volumen de carga debe definirse además por la ley de cargas considerando las vías por donde vaya a movilizarse el camión (esto para no dañar el camino existente).

Se emplea para:

- Cargar. - carga Material excedente
- Descargar. - Descargar el material en obra
- Acarrear. - Traslada volúmenes de tierra excavada



Figura II.15. Ejemplo de unidades de acarreo.

Malacate

El malacate de obra es un equipo de elevación de materiales utilizado en la construcción. Funciona mediante un motor (puede ser eléctrico o de combustión) que acciona un tambor o carrete con un cable de acero. Este cable está sujeto a una polea y un gancho, permitiendo levantar cargas pesadas como sacos de cemento, bultos de arena o herramientas a diferentes niveles de una edificación.

El operador controla el malacate mediante un sistema de frenos y un mecanismo de inversión de giro, asegurando que la carga suba o baje de manera segura y controlada. Su uso mejora la eficiencia en la obra al reducir el esfuerzo manual y agilizar el transporte de materiales.



Figura II.16. Ejemplo de unidades de malacate.

Herramientas menores

También se ocuparán máquinas pequeñas o equipos especializados; como: compresoras, bomba de agua, bomba de lodo, vibradoras, cortadoras de acero, rompe pavimentos, revolvedoras, montacargas, etc.

En esta sección se presentan las herramientas más comunes que son utilizadas en la construcción. De izquierda a derecha puede observarse un pico, una pala, tres modelos de carretillas, una de las cuales cuenta con un sistema que posibilita su transporte a través de una grúa, siendo muy utilizada en el ascenso o descenso de materiales a obras situadas a distintas alturas como es el caso de los edificios. Asimismo puede observarse una revolvedora manual cuyo motor puede ser de gasolina o eléctrico. Finalmente, un rastrillo de piedra, que comúnmente es utilizado para batear y extender el concreto.



Figura II.17. Ejemplo de herramienta menor.

En las imágenes siguientes, pueden verse diversos tipos de paletas empleadas según la actividad a realizar como poner ladrillos, alicatar con azulejos, etc... / Llanas, espátula y paleta / Capazo y espuerta / Buril / Fratás o talocha para enfoscar / Raedera para el amasado del cemento / Alcotana o piqueta / Maceta / Cortafríos / Puntero / Martillo de encofrador / Cubo / Nivel / Escuadra / Plomada / Cinta métrica / Flexómetro.



Figura II.18. Ejemplo de herramienta menor.

Se ocuparán diversos tipos de andamios: Módulo sencillo / tablón metálico / Andamio colgante de manivela / Andamio elevador automático / Andamios modulares de alta seguridad y equipo de grúa.

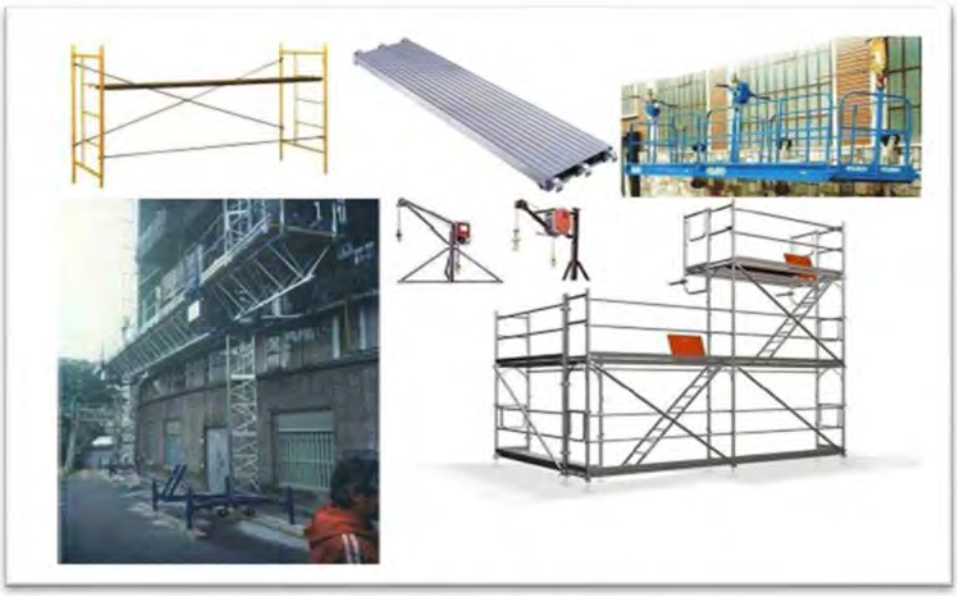


Figura II.19. Ejemplo de andamios.

Equipo de Protección Personal

Equipo básico de trabajo de un operario de la construcción. Buzo o mono / arnés de seguridad para trabajos en altura / Chaleco reflectante fundamental para trabajos en vías públicas, etc.., / Casco protector / Guantes y botas de seguridad homologadas, aislantes, antideslizantes y reforzadas en la puntera / Botas de agua para trabajos en barro, zanjas, etc.., homologadas, aislantes, antideslizantes y reforzadas en la puntera / Impermeable para trabajos bajo la lluvia



Figura II.20. Ejemplo de equipo de protección personal.

- **MEMORIA DE CÁLCULO HIDRÁULICA**

1. CAPACIDAD DE CISTERNA

DOTACION= 230 LTS X HAB X DÍA

DEMANDA POR USUARIOS						
CONCEPTO:	Ubicación:	No. de USUARIOS		Demanda Litros x usuario	No. De Habitaciones	Total LITROS
USO HABITACIONAL						
Departamento 101- 1 Rec.	Primer Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 102 - 1 Rec.	Primer Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 103- 1 Rec	Primer Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 104- 1 Rec	Primer Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 201- 1 Rec	Segundo Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 202- 1 Rec	Segundo Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 203- 1 Rec	Segundo Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 204- 1 Rec	Segundo Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 301- 1 Rec	Tercer Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 302- 1 Rec	Tercer Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 303- 1Rec	Tercer Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 304- 1 Rec	Tercer Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 401- 2 Recamaras	Cuarto Nivel	4.5	PAX	230	2	1035
Departamento 402- 1 Rec	Cuarto Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 403- 1 Rec.	Cuarto Nivel	2	PAX	230	1	460
Departamento 501 - 2 Recamaras	Quinto Nivel	4.5	PAX	230	2	1035
Departamento 502- 2 Recamaras	Quinto Nivel	4.5	PAX	230	2	1035
		41.5	HABITANTES O USUARIOS		20	Habitaciones 9545
						SUMA 9545
						Total 1

DEMANDA AREAS COMUNES			
CONCEPTO:	m2	Demanda Litros x m2	Total LITROS
Area vestibulo (acceso)	25	6	150
Area de Roof	185	6	1110
	210		1260
			Total 2

ALBERCA			
CONCEPTO:	m2	Demanda	Total LITROS
Retrolavado	1	2000	2000

Total: 12,805

Consumo Poblacion x Dotacion x 2 dias	**19090**
Consumo areas comunes x 2 dias	**2520**
TOTAL Minimo capacidad Cisterna	**21610**
m3 Solicitados para volumen de cisterna=	**21.61**

Dimensiones de cisterna en proyecto (dimensiones de ambas cisternas juntas cruda y tratada).

Ancho	Largo	Alto		M3
5.7	4.3	1.2	.=	29.412
	Asi tenemos que:			
29.412	≥	21.61		VERDADERO

La altura sugerida es ALTURA DE AGUA LIBRE, se deberá considerar al menos 15 cm más libres de altura al interior de cisterna.

2. CÁLCULO DIÁMETROS DE TUBERÍAS TOMA DOMICILIARIA

GASTO MEDIO DIARIO- PARA 14 DEPARTAMENTOS DE 1 RECÁMARA

(2pax14deptosx230dotacion)

$$Qm = \frac{\text{Litros req.}}{\text{hrs servicio municipal}} = \frac{6440}{24\ \text{hrs}} = 0.0745 \text{ L.P.S}$$

(Para calcular el gasto maximo diario son 24 horas)

GASTO MEDIO DIARIO- PARA 3 DEPARTAMENTOS DE 2 RECÁMARAS

(4.5 pax3 deptosx230dotacion)

$$Qm = \frac{\text{Litros req.}}{\text{hrs servicio municipal}} = \frac{3105}{24\ \text{hrs}} = 0.0359 \text{ L.P.S}$$

(24x60x60)= 86,400 seg

GASTO MEDIO DIARIO PARA ÁREAS COMUNES

(Area 210 x 6 Dotacion)

$$Qm = \frac{\text{Litros req.}}{\text{hrs servicio municipal}} = \frac{1260}{24\ \text{hrs}} = 0.0146 \text{ L.P.S}$$

(24x60x60)= 86,400 seg

GASTO MEDIO TOTAL

(Total litros demandados x habitantes y areas comunes)= Volumen de demanda diaria

$$Qm = \frac{\text{Litros req.}}{\text{hrs servicio municipal}} = \frac{10805}{24\ \text{hrs}} = 0.1251 \text{ L.P.S}$$

(24x60x60)= 86,400 seg

DONDE EL GASTO MÁXIMO DIARIO

(CVD = Coeficiente de variacion diaria)

Q.m.d =	0.1251	X	1.400	=	0.17508	L.P.S

DONDE EL GASTO MÁXIMO HORARIO

(CVH = Coeficiente de variacion Horaria)

Q.m.h =	0.1751	X	1.550	=	0.27138	L.P.S

Considerando un diámetro de: 13 **mm**

Tenemos:

$$r = \frac{0.013}{2} = 0.0065 \text{ mt}$$

Sabemos que:

$v = 2$ m/s maximo

$a = \P \times r2 = 0.000133$

Se tiene que:

$Q = v.a$

$Q = 2 \times 0.000133$

$Q = 0.00027$ m3.p.s.

$Q = \mathbf{0.26547}$ **lt.p.s.**

Asi tenemos que:

Q	≥	Q Medio Diario	
0.2654652	≥	0.125	VERDADERO

Asi tenemos que:

Q	≥	Q Maximo diario	
0.2654652	≥	0.175	VERDADERO

Por lo tanto, la tubería de 13 mm es correcta y suficiente.

3. CÁLCULO DE EQUIPO Y BOMBEO Y RED PRINCIPAL

DESCRIPCION AREA	WC	LAVABO	REGADERA	MIGITORIO	FREGADERO	TINA	PILETA	LAVADORA
Planta Baja	1	1						
Primer nivel	4	4	4		4		2	4
Segundo Nivel	4	4	4		4		2	4
Tercer Nivel	4	4	4		4		2	4
Cuarto Nivel	4	4	4		3	1	2	3
Quinto Nivel	4	4	4		2	2	2	2
Roof								
TOTAL DE MUEBLES	21	21	20	0	17	3	10	17
	x	x	x	x	x	x	x	x
Unidad de Consumo por Mueble	3	1	2	0	2	3	3	4
	=	=	=	=	=	=	=	=
	63	21	40	0	34	9	30	68
								265
								GRAN TOTAL

Según la tabla 2.14 de las Normas Tecnicas complementarias para Instalaciones para Diseño y Ejecucion de Obras e Instalaciones Hidraulicas
Factor pesado para considerar la demanda de agua según el tipo de accesorio o mueble sanitario
Usando como referencia Lavabo Privado como 1 UM
Considerando un flujo de 0.063 litros /seg a 0.0945 litros /seg)

Aplicando metodo de Hunter tenemos:

4.93 L.P.S. Gasto probable
64 mm diametro de suministro según nomograma de Hazen & Williams

Calculamos la carga dinamica total:

$H = hs + he + h + hm$

hs = -2
he = 16
h = 25
hm = 10

H = 49

Y se tiene que:

$$Hp = \frac{Q \times H}{76 \times n}$$

si n = eficiencia 80 %, tenemos:

$$Hp = \frac{241.57}{60.8}$$

Hp = 3.973190789

Por lo tanto, se sugiere una bomba de 1bomba de 4 H.P. la cual se sugiere en un sistema duplex de alternancia.

NOTAS DE LA RED HIDRÁULICA:

La Dotación Total considerada se calcula sobre una Dotación por habitante de 230 litros.

Para cada departamento de 1 Recámara se considera 2 hab.

Para cada departamento de 2 Recámaras se considera 4.5 hab.

Por lo que tenemos:

14 deptos de 1 rec (2 habx depto) =28 hab x 230 = 6,440 Its

3 deptos de 2 rec (4.5 habxdepto)=13.5 hab x 230 = 3,105 Its

Y considerando un total de 210 m^2 de Áreas comunes (25 m^2 en planta baja+185m^2 en *Roof* según ashurado en planos).

210 m2 x 6 litros = 1,260 Its

Dotación Total 10,805 Its

El Coeficiente de Variación Diaria es de 1.40

El coeficiente de Variación Horaria es de 1.55

Por lo que Tenemos:

El Gasto Medio Diario es de 0.1251 L/S

El Gasto Máximo Diario es de 0.1750 L/S

El Gasto Máximo Horario es de 0.2713 L/S

La capacidad de almacenamiento de la Cisterna considera el Total del almacenaje de ambas cisternas: Agua Cruda y Agua Tratada.

- **MEMORIA INSTALACION SANITARIA**

1. CÁLCULO DEL COLECTOR PRINCIPAL DE AGUAS NEGRAS

Cálculo de servicios de drenaje sanitario.

Tenemos que:

DESCRIPCION DE ÁREA	WC	LAVABO	REGADERA	REGADERA TINA		PILETA	LAVADORA
Planta Baja	1	1					
Primer Nivel	4	4	4	4		2	4
Segundo Nivel	4	4	4	4		2	4
Tercer Nivel	4	4	4	4		2	4
Cuarto Nivel	4	4	4	3	1	2	3
Quinto Nivel	4	4	4	2	2	2	2
Roof	2	2	1				
TOTAL DE MUEBLES (SUMATORIA)	23	23	21	17	3	10	17
X	X	X	X	X	X	X	X .
UNIDADES DE DESCARGA POR MUEBLE	6	1	2	2	2	2	3
SUBTOTAL	138	23	42	34	6	20	51

GRAN TOTAL: 314

Tenemos que:

(UDR)UNIDADES DESCARGA REQUERIDO SEGÚN PROYECTO			314	querido TOTAL
(UDC) UNIDADES DESCARGA SEGÚN ø TUBERIA	150	mm	700	Calculado con pendiente hasta de
(UDC) UNIDADES DESCARGA SEGÚN ø TUBERIA	100	mm	180	Calculado con pendiente hasta de

POR LO TANTO EL DIÁMETRO FINAL QUE REUNE TODO EL DRENAJE DEL CONJUNTO CON UN DIÁMETRO 150 ESTA CORRECTO, SIENDO QUE DIÁMETRO DE 100 (PARA LA RECOLECCIÓN FINAL) RESULTA INSUFICIENTE.

GASTO MEDIO DIARIO- PARA 14 DEPARTAMENTOS DE 1 RECÁMARA

(2pax14deptosx230dotacion)

$$Qm = \frac{\text{Litros req}}{\text{rvicio mur}} \quad \frac{6440}{24\ \text{hrs}} = 0.0745 \text{ L.P.S}$$

(Para calcular el gasto maximo diario son 24 horas)

GASTO MEDIO DIARIARIO- PARA 3 DEPARTAMENTOS DE 2 RECÁMARAS

(4.5 pax3 deptosx230dotacion)

Litros req 3105 = 0.0359 L.P.S

Qm = rvicio mur 24 hrs (24x60x60)= 86,400 seg

GASTO MEDIO DIARIO- PARA ÁREAS COMUNES

(Area 210 x 6 Dotacion)

Litros req 1260 = 0.0146

Qm = rvicio mur 24 hrs (24x60x60)= 86,400 seg

GASTO MEDIO TOTAL

(Total litros demandados x habitantes y areas comunes)= Volumen de demanda diaria

Litros req 10805 = 0.1251 L.P.S

Qm = rvicio mur 24 hrs (24x60x60)= 86,400 seg

Q med drenaje (75% aportacion)= 0.08754 LPS

8103.75 Litros diarios de aportacion al drenaje

II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento

La etapa de *Operación y Mantenimiento* (OyM) iniciará una vez finalizada la etapa de *Construcción* del proyecto y consistirá en el funcionamiento de los departamentos para su uso habitacional permanente o temporal. La operación de un desarrollo habitacional en modalidad de condominio vertical implica el uso continuo de las unidades privativas (departamentos) para fines residenciales, ya sea bajo régimen de propiedad individual, arrendamiento tradicional o renta vacacional. Esta etapa comprende el funcionamiento cotidiano del inmueble, incluyendo el consumo de servicios básicos como energía eléctrica, agua potable, gas, y telecomunicaciones, así como la generación y manejo de residuos sólidos urbanos conforme a la normatividad aplicable. En este sentido, durante la OyM se llevarán a cabo actividades domésticas y de descanso en cada unidad, a cargo de los residentes y/o usuarios temporales de las mismas. Asimismo, en las áreas comunes como la alberca, el jacuzzi y las terrazas se realizarán actividades recreativas que no generarán impactos adicionales en el sistema ambiental local.

El proyecto operará las 24 horas del día durante todos los días del año, debido a la naturaleza habitacional del proyecto. La operación se realizará dentro del marco normativo establecido por los reglamentos municipales de construcción, uso de suelo y protección civil, así como los lineamientos del régimen de propiedad en condominio y los reglamentos internos del mismo. Asimismo, se procurará mantener condiciones adecuadas de habitabilidad, seguridad y eficiencia en el uso de recursos, minimizando el impacto ambiental y garantizando el bienestar de los residentes.

Adicionalmente, en la etapa de OyM se llevará a cabo el mantenimiento preventivo y correctivo de las áreas comunes del edificio, tales como pasillos, escaleras, elevadores, azoteas, estacionamientos, sistemas hidráulicos y sanitarios, áreas verdes, sistemas contra incendios, luminarias, y accesos controlados. El mantenimiento contribuirá a mantener en óptimas condiciones las instalaciones y estructura general del edificio "*Botánica*". El mantenimiento cotidiano de los departamentos, como la limpieza y sustitución de mobiliario, será responsabilidad de los propietarios de las unidades. Se estima que el plazo de la etapa de OyM del proyecto será de 60 años, sin embargo, por el tipo de obra civil a construir, un adecuado mantenimiento del edificio y sus instalaciones podrá ampliar el tiempo de vida útil de la obra.

Debido a las actividades domésticas, recreativas y de mantenimiento, en la etapa de OyM los residuos a resultar tendrán características domiciliarias, por lo que se generarán: *residuos sólidos urbanos* (embalajes de plástico, cartón, papel, orgánicos como restos de alimentos y restos vegetales, vidrios, aluminio, entre otros); *residuos de manejo especial* (pilas y aguas negras; ocasionalmente equipos eléctricos y domésticos derivado de su sustitución por otras unidades nuevas); y *residuos peligrosos* (pilas, restos de aceite, restos de pintura y materiales impregnados de dichos residuos). Para esta etapa se continuará llevando a cabo el

manejo integral de residuos generados, por medio del acopio, transporte y disposición final en sitios autorizados; las aguas negras se enviarán al sistema de drenaje municipal que conecta con una PTAR local.

Considerando el uso que se le brindarán a los departamentos, no se prevé el desarrollo de actividades altamente riesgosas. Cabe mencionar que, para la preparación de alimentos en la cocina se podrá emplear fuego y gas L.P., por lo que se tomarán todas las medidas necesarias para evitar incendios o explosiones, entre ellas la revisión frecuente de las instalaciones para corroborar que no existan fugas de gas.

La operación y mantenimiento se llevará a cabo mediante actividades de bajo impacto, principalmente con herramienta manual. Los materiales, insumos, equipos, maquinaria y personal a emplear para el mantenimiento se obtendrán de la región, principalmente de Puerto Morelos y ciudades cercanas como Cancún y Playa del Carmen, las cuales cuentan con oferta de diversos servicios, mano de obra e insumos. Por lo anterior, se generarán empleos directos temporales (mantenimiento) y permanente (personal de vigilancia), así como empleos indirectos por demanda de servicios y materiales de la región.

Cabe señalar que, ante el impacto de fenómenos naturales, como fenómenos hidrometeorológicos, se realizará la inspección del proyecto de forma inmediata posterior al paso del meteoro (en cuanto las autoridades municipales y estatales declaren que las condiciones son seguras para la población), con el fin de determinar el estado del edificio y proponer las acciones de mantenimiento correctivo y sustitución de elementos estructurales en caso de requerirse.

Programa de mantenimiento

A continuación, se presenta el programa de mantenimiento a implementar durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto.

- Objetivo

Diseñar e implementar un programa de mantenimiento preventivo que incremente el rendimiento de las máquinas, manteniéndolas en condiciones seguras y eficientes para asegurar un servicio oportuno.

- Objetivos específicos
  - Elaborar diagnóstico del estado actual de los equipos.
  - Elaborar plan de acciones correctivas.
  - Elaborar la ficha técnica y la hoja de vida de cada equipo.
  - Elaborar el plan y el programa de mantenimiento preventivo para cada equipo.
  - Elaborar la caracterización del proceso de mantenimiento.

- Determinar los repuestos básicos y su nivel de stock.
- Capacitar al recurso humano encargado de las labores del departamento de mantenimiento.
- Implementar indicadores de gestión del mantenimiento.

- Definición

Consiste en un conjunto de acciones emprendidas por una organización para preservar adecuadamente sus equipos e instalaciones, manteniendo su desempeño en condiciones de fiabilidad y respetando la seguridad, salud y cuidado del medio ambiente. Estas acciones se asumen como parte del compromiso de la empresa con su propio desempeño y la optimización de costos.

- Importancia

El objetivo del mantenimiento es conservar todos los bienes que componen los eslabones del sistema, directa e indirectamente afectados por los servicios, en óptimas condiciones de funcionamiento, con un alto nivel de confiabilidad y calidad, y al menor costo posible. El área de mantenimiento no solo debe ocuparse de las máquinas, sino también de las instalaciones de iluminación, redes de computación, sistemas de energía eléctrica, agua, aire acondicionado, calles internas, pisos, depósitos, etc. Además, deberá coordinar con recursos humanos un plan de capacitación continua para mantener al personal actualizado.

- Funciones del mantenimiento

Entre las principales funciones del mantenimiento se encuentran:

- Planear, desarrollar y ejecutar los programas de mantenimiento para la maquinaria ya existente.
- Decidir por la reposición y/o modernización de los equipos actuales y llevarlas a cabo si es necesaria.
- Seleccionar el personal adecuado para llevar a cabo estas funciones.
- Solicitar herramientas y repuestos.

- Tipos de mantenimiento

Correctivo: Es el mantenimiento que se ejecuta después de ocurrida una falla en determinada máquina, por lo que se debe realizar de manera urgente. El personal encargado de avisar de las fallas es el propio usuario de la máquina y el encargado de realizar las reparaciones es el personal de mantenimiento.

Preventivo: Es un tipo de mantenimiento, que busca principalmente la detección y prevención de fallas en el funcionamiento de las máquinas y equipos de una empresa, antes que estas ocurran. Esto se hace por

medio de inspecciones periódicas y cambio de elementos en malas condiciones o dañados. Se basa principalmente en la confiabilidad de la maquinaria y equipo.

Predictivo: El mantenimiento predictivo abarca un conjunto de técnicas de inspección, análisis y diagnóstico, organización y planificación de intervenciones que no afectan al servicio del equipo, y que tratan de ajustar al máximo la vida útil del elemento en servicio al momento planificado para la intervención. El mantenimiento predictivo podría incluirse en el mantenimiento preventivo entendiéndose este último en un sentido amplio.

A continuación, se desglosan las actividades de mantenimiento por cada tipo.

Tabla II.14. Programa de mantenimiento predictivo.

Actividad	Descripción	Mes
Instalación de Sensores	Instalar sensores en maquinaria clave para monitoreo continuo.	1
Recolección de Datos	Comenzar la recolección de datos de rendimiento y uso.	2
Análisis de Datos Inicial	Analizar los datos recolectados para identificar patrones de desgaste.	3
Inspección Basada en Datos	Realizar inspecciones en maquinaria identificada como en riesgo de fallar.	4
Mantenimiento Proactivo	Realizar mantenimiento en maquinaria que muestra signos de desgaste.	5
Evaluación de Datos	Evaluar la efectividad del mantenimiento y ajustar estrategias predictivas.	6
Monitoreo Continuo	Continuar monitoreando y recolectando datos de todas las máquinas.	7
Análisis de Datos Intermedio	Analizar los datos recolectados y ajustar el mantenimiento según sea necesario.	8
Inspección Basada en Datos	Realizar inspecciones en maquinaria identificada como en riesgo de fallar.	9
Mantenimiento Proactivo	Realizar mantenimiento en maquinaria que muestra signos de desgaste.	10
Evaluación de Datos	Evaluar la efectividad del mantenimiento y ajustar estrategias predictivas.	11
Monitoreo Continuo	Continuar monitoreando y recolectando datos de todas las máquinas.	12
Análisis de Datos Avanzado	Realizar un análisis avanzado de los datos recolectados.	13
Inspección Basada en Datos	Realizar inspecciones en maquinaria identificada como en riesgo de fallar.	14
Mantenimiento Proactivo	Realizar mantenimiento en maquinaria que muestra signos de desgaste.	15
Evaluación de Datos	Evaluar la efectividad del mantenimiento y ajustar estrategias predictivas.	16

Actividad	Descripción	Mes
Revisión General	Realizar una revisión general de los datos y el estado de las máquinas.	17
Ajustes Finales	Realizar ajustes finales en el plan de mantenimiento y preparar un informe de cierre de ciclo.	18

Tabla II.15. Programa de mantenimiento preventivo.

Actividad	Descripción	Mes
Inspección Inicial y Lubricación	Inspeccionar todas las herramientas y maquinaria, realizar lubricación donde sea necesario.	1
Mantenimiento de Herramientas Manuales	Revisar y afilar herramientas manuales, reemplazar las desgastadas.	2
Mantenimiento de Maquinaria Ligera	Limpiar, lubricar y realizar ajustes en maquinaria ligera.	3
Mantenimiento de Maquinaria Pesada	Inspeccionar, lubricar y realizar ajustes en maquinaria pesada.	4
Revisión de Sistemas de Seguridad	Verificar y mantener todos los sistemas de seguridad de la maquinaria.	5
Evaluación de Desempeño	Evaluar el rendimiento de las herramientas y maquinaria, realizar ajustes necesarios.	6
Mantenimiento de Herramientas Manuales	Revisar y afilar herramientas manuales, reemplazar las desgastadas.	7
Mantenimiento de Maquinaria Ligera	Limpiar, lubricar y realizar ajustes en maquinaria ligera.	8
Mantenimiento de Maquinaria Pesada	Inspeccionar, lubricar y realizar ajustes en maquinaria pesada.	9
Revisión de Sistemas de Seguridad	Verificar y mantener todos los sistemas de seguridad de la maquinaria.	10
Evaluación de Desempeño	Evaluar el rendimiento de las herramientas y maquinaria, realizar ajustes necesarios.	11
Mantenimiento de Herramientas Manuales	Revisar y afilar herramientas manuales, reemplazar las desgastadas.	12
Mantenimiento de Maquinaria Ligera	Limpiar, lubricar y realizar ajustes en maquinaria ligera.	13
Mantenimiento de Maquinaria Pesada	Inspeccionar, lubricar y realizar ajustes en maquinaria pesada.	14
Revisión de Sistemas de Seguridad	Verificar y mantener todos los sistemas de seguridad de la maquinaria.	15
Evaluación de Desempeño	Evaluar el rendimiento de las herramientas y maquinaria, realizar ajustes necesarios.	16
Inspección General	Realizar una inspección general de todas las herramientas y maquinaria.	17
Mantenimiento Final del Ciclo	Realizar mantenimiento final y preparar un informe de cierre de ciclo.	18

Tabla II.16. Programa de mantenimiento correctivo.

Actividad	Descripción	Mes
Inspección Inicial	Revisar todas las herramientas y maquinaria para identificar problemas existentes.	1
Reparación de Herramientas Manuales	Reparar o reemplazar herramientas manuales defectuosas (martillos, destornilladores, etc.).	2
Reparación de Maquinaria Ligera	Reparar o reemplazar maquinaria ligera defectuosa (taladros, sierras eléctricas, etc.).	3
Reparación de Maquinaria Pesada	Reparar o reemplazar maquinaria pesada defectuosa (excavadoras, grúas, etc.).	4
Evaluación de Resultados	Evaluar la efectividad de las reparaciones y realizar ajustes necesarios.	5
Continuación de Reparaciones	Continuar con cualquier reparación pendiente y revisar nuevos problemas.	6
Inspección de Seguimiento	Revisar nuevamente todas las herramientas y maquinaria para detectar nuevos problemas.	7
Reparación de Herramientas Manuales	Reparar o reemplazar herramientas manuales defectuosas.	8
Reparación de Maquinaria Ligera	Reparar o reemplazar maquinaria ligera defectuosa.	9
Reparación de Maquinaria Pesada	Reparar o reemplazar maquinaria pesada defectuosa.	10
Evaluación de Resultados	Evaluar la efectividad de las reparaciones y realizar ajustes necesarios	11
Continuación de Reparaciones	Continuar con cualquier reparación pendiente y revisar nuevos problemas.	12
Inspección de Seguimiento	Revisar nuevamente todas las herramientas y maquinaria para detectar nuevos problemas.	13
Reparación de Herramientas Manuales	Reparar o reemplazar herramientas manuales defectuosas.	14
Reparación de Maquinaria Ligera	Reparar o reemplazar maquinaria ligera defectuosa.	15
Reparación de Maquinaria Pesada	Reparar o reemplazar maquinaria pesada defectuosa.	16
Evaluación de Resultados	Evaluar la efectividad de las reparaciones y realizar ajustes necesarios.	17
Continuación de Reparaciones	Continuar con cualquier reparación pendiente y revisar nuevos problemas.	18

II.2.5. Etapa de abandono del sitio

Debido a la naturaleza habitacional del proyecto no se contempla la etapa de abandono del sitio, ya que las actividades de mantenimiento pueden prolongar el tiempo de vida útil del edificio, motivo por el que se considera que el proyecto pudiera operar por tiempo indefinido. No obstante, en caso de que la Secretaría requiera el desmantelamiento de la obra y el abandono del predio, la promovente deberá desarrollar un

estudio previo para determinar las condiciones que tendrá en el momento el sitio, con ello, se establecerán las medidas más adecuadas para demoler la obra y retirar los residuos de manejo especial. Derivado de ello se elaborará un *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Botánica",* en el cual se incluirá la descripción de la *etapa de abandono del sitio* y los plazos de ejecución. El programa final generado para el abandono del sitio deberá ser presentado a la autoridad ambiental para su evaluación y aprobación, previo a su ejecución.

Para elaborar el *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Botánica",* se considerará el total y tipo de obras presentes en el predio en el momento de elaboración del documento; las actividades de desmantelamiento, demolición y retiro de obras; la clasificación y manejo de los residuos a generar con las actividades propuestas; las acciones de rehabilitación del predio para recuperar área permeable y cobertura vegetal; la limpieza del sitio; acciones de monitoreo de la rehabilitación; la vinculación con la normatividad ambiental vigente; y se plantearán pronósticos ambientales posterior al abandono del predio.

Cabe señalar que, en caso de que la construcción de la infraestructura del proyecto no sea concluida, se propone lo siguiente:

- Retirar todos los residuos sólidos generados durante el proceso de construcción y acabados generales.
- Retirar la maquinaria y remover fugas de aceite al suelo, manejándolo como residuo peligroso.
- Retirar los residuos peligrosos, como botes de pintura, estopas impregnadas con aceite, grasa y/o pintura.
- Se prohibirá la disposición de residuos sólidos en el terreno a desocupar.
- Las actividades propuestas en caso de cancelación o no conclusión del proyecto, se ejecutarán en un mes a partir de su improcedencia, asimismo, se deberá dar aviso a la Secretaría mediante un informe final para que ésta determine lo propio para la rehabilitación del predio.

En caso de no ampliarse el tiempo de vida útil del proyecto, se realizará el abandono del sitio y la rehabilitación del terreno. A continuación, se listan las actividades tentativas que se incluirán y describirán de forma más detallada en el *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Botánica":*

<u>Desalojo de ocupantes y mobiliario</u>

- Se notificará y coordinará el desalojo de los residentes. Se deberán considerar las cláusulas establecidas en los contratos de compraventa de cada unidad departamental.

- Retiro de mobiliario, electrodomésticos y equipos interiores.

Desinstalación de servicios

- Corte seguro de servicios básicos: agua, electricidad, gas y telecomunicaciones.
- Cancelación de contratos con prestadores de servicios públicos y privados.

Demolición controlada

- Evaluación estructural del edificio para determinar si reutilizará o demolerá.
- En caso de demolición, se aplicarán técnicas controladas para evitar riesgos al entorno y a la comunidad. Para la demolición se ejecutarán los siguientes pasos:

  a) Estudio previo de la estructura. Se realizará un análisis estructural para determinar el estado físico del edificio, identificar elementos portantes, materiales, zonas de riesgo y presencia de materiales peligrosos (como asbesto, plomo, etc.). Con ello, se definirá el método de demolición más adecuado (manual, mecánico o mixto) dependiendo de las condiciones del entorno urbano.

  b) Desmantelamiento de elementos no estructurales. Retiro progresivo de puertas, ventanas, barandales, cancelería, muebles empotrados, luminarias, cableado, tuberías, aires acondicionados y demás instalaciones superficiales. Posteriormente, se realizará la separación de materiales reutilizables o reciclables.

  c) Demolición estructural. Aplicación de maquinaria especializada (retroexcavadoras con martillo hidráulico, grúas, etc.) para el colapso progresivo de los niveles superiores hacia los inferiores del edificio, evitando afectaciones a edificaciones colindantes. Se deberá llevar a cabo el control de vibraciones y minimización de impactos sobre la infraestructura urbana. También, se realizará la humectación constante para evitar emisiones de polvo durante el proceso.

  d) Control de riesgos. Implementación de medidas de seguridad como señalización, cierre perimetral, rutas de evacuación y uso de equipo de protección personal. Asimismo, se realizará la supervisión técnica continua por personal capacitado en demolición y protección civil.

- Clasificación de residuos de demolición. Separación en sitio de concreto, acero, mampostería, metales, plásticos, madera, etc., para su disposición o reciclaje conforme a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR). Asimismo, se deberán elaborar manifiestos de manejo y disposición ante la autoridad competente, en caso de residuos de manejo especial o peligrosos. Para el manejo integral d ellos residuos, se realizará el correcto acopio,

separación, transporte y disposición final en sitios autorizados de la región, o se enviarán a sitios de reciclaje en caso de que los residuos sean susceptibles para ello.

Gestión de residuos

- Recolección, transporte y disposición adecuada de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y de construcción.
- Coordinación con empresas autorizadas para recolecta de residuos peligrosos (si existieran).

Desmantelamiento de infraestructura complementaria

- Retiro de cisternas, bombas hidráulicas, sistemas contra incendio, iluminación exterior, cableado y equipos eléctricos.
- Remoción de instalaciones sanitarias y pluviales.

Rehabilitación del terreno

- Nivelación del terreno y retiro de escombros remanentes.
- Análisis del suelo (en caso de contaminación potencial por hidrocarburos, solventes, etc.).
- Aplicación de medidas de restauración, como mejoramiento del suelo, siembra de vegetación nativa o cobertura vegetal temporal para evitar erosión.
- Se realizará la reforestación del sitio mediante la plantación de especies vegetales nativas de la región, para lo cual se considerará la vegetación circundante para armonizar con el entorno y se tomará en cuenta la disponibilidad hídrica, tipo de suelo y exposición solar. Esta medida busca recuperar la cobertura vegetal, prevenir la erosión y favorecer la integración del predio al entorno natural. Para asegurar el éxito del proceso, se consideran medidas de mantenimiento post-plantación, como riego temporal, protección contra fauna y reposición de ejemplares que no sobrevivan en la etapa inicial de adaptación, asegurando el éxito de la revegetación conforme a criterios de restauración ambiental establecidos por la normatividad vigente.

Medidas de seguridad y prevención

- Señalización del área durante los trabajos de desmantelamiento.
- Instalación de barreras físicas para evitar acceso no autorizado.
- Monitoreo de ruido, emisiones de polvo y vibraciones, en su caso.

Cierre administrativo

- Presentación de avisos de cierre ante autoridades municipales y ambientales (en caso de ser requerido).
- Entrega de bitácoras de retiro, manifiestos de residuos y documentos de disposición final.

Las acciones se describirán a detalle en el *Programa de desmantelamiento, abandono y rehabilitación del predio donde se ubica el proyecto "Botánica",* el cual será presentado a la Secretaría para su aprobación, previo a su ejecución.

II.2.6. Utilización de explosivos

Durante el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo*, no se utilizarán explosivos.

II.2.7. Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Durante el proceso constructivo se generarán residuos como escombros, plásticos, empaques de materiales de construcción, restos de alimentos, restos vegetales, aguas negras, pintura, materiales impregnados de aceites o pinturas, aguas negras, entre otros, por lo que, durante las etapas de *preparación del sitio* y *construcción* se implementará un *Plan de Manejo Integral de Residuos* para su adecuado acopio, separación y disposición final, además de aplicar estrategias de reducción de fuentes, transporte y valorización de residuos susceptibles a reúso o reciclaje. Para garantizar las condiciones sanitarias en la obra, se instalarán sanitarios portátiles para el acopio de aguas negras.

En la etapa de *Operación y Mantenimiento* se generarán principalmente residuos con características domiciliarias, como papel, cartón, embalajes, vidrio, aluminio, restos de comida y materia orgánica, aguas negras por uso de baños, aguas grises por uso de lavabos y regaderas, así como pilas y equipos electrónicos que ya no sirvan, los cuales se clasifican como Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y Residuos de Manejo Especial (RME). Ocasionalmente, se generarán Residuos Peligrosos (RP) por uso de aceite y pintura, así como cierto tipo de pilas, sin embargo, serán cantidades muy bajas, por lo que los habitantes del edificio y los responsables del mantenimiento, deberán disponer finalmente dichos residuos en los sitios que las autoridades ambientales determinen para tal objetivo.

Los residuos generados durante el desarrollo del proyecto tendrán un manejo adecuado desde su generación hasta su disposición final, con la finalidad de evitar la dispersión y contaminación del ambiente. El manejo de los residuos se llevará a cabo con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral del Residuos y su Reglamento; la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo; del Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en

el Estado de Q. Roo, del Reglamento Municipal para el Manejo Integral de Biorresiduos del Municipio de Puerto Morelos y Reglamento de Conservación Ambiental para el Municipio de Puerto Morelos del Estado de Quintana Roo.

En el municipio y localidades colindantes se identifican los siguientes sitios clave para la disposición final de residuos que se generen durante todas las etapas de desarrollo del proyecto:

- Puerto Morelos cuenta con 4 Plantas de Tratamiento de aguas Residuales (PTAR´s), siendo la más cercana al área del proyecto "*Botánica*" la PTAR Casco Antiguo, ubicada a 1.3 km del terreno. Esta PTAR brinda servicio a la población a través de la red municipal de drenaje sanitario. La promovente del proyecto obtuvo factibilidad Mediante oficio No. CAPA/DBJIM/SDT/1160/2024 de CAPA para recibir el servicio de suministro de agua potable y drenaje de aguas residuales al edificio.
- En Puerto Morelos se autorizó en noviembre de 2024 otorgar a la empresa Red Recolector, S.A. de C.V., la concesión para la prestación del servicio público de recolección y transportación de los residuos sólidos urbanos generados en el municipio al sitio de disposición final ubicado en el Centro Integral de Manejo de Residuos Sólidos Intermunicipal de Benito Juárez e Isla Mujeres. Por lo tanto, el sitio de disposición final de RSU es en el Centro Integral en mención.
- En la colonia Joaquín Zetina Gasca, de Puerto Morelos, se ubican dos sitios de compra de "chatarra" los cuales contribuyen con la separación de los residuos susceptibles de reciclaje, además de encargarse de su transporte y disposición final en sitios autorizados como plantas para reciclado de residuos dependiendo de su clasificación.
- La Secretaría de Ecología y Medio Ambiente (SEMA) del estado de Quintana Roo pone a disposición de la población el padrón de prestadores de servicio para el acopio de residuos de manejo especial, residuos peligrosos y de aquellos susceptibles de reciclaje.
- La empresa Sanirent brinda el servicio de renta y limpieza de sanitarios portátiles. Esta empresa cuenta con una sucursal en la ciudad de Cancún (ubicada a 38 km de Puerto Morelos), por lo cual, podrá ofrecer sus servicios a la promovente durante el desarrollo del proyecto. Cabe mencionar que, en los municipios vecinos de Solidaridad y Benito Juárez existen distintas empresas con servicios de renta y limpieza de sanitarios portátiles, por lo que será fácil acceder a las unidades para disponerlas en el predio.

Es importante manifestar que, la promovente deberá presentar ante la SEMA para su aprobación el Plan de Manejo Integral del Proyecto, por la generación y manejo de Residuos de Manejo Especial (RME); asimismo, este plan deberá incluir el manejo de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU) para registrar ante el

municipio de Puerto Morelos el documento aprobado por la SEMA, de acuerdo con lo dispuesto por la Dirección General de Medio Ambiente del municipio de Puerto Morelos.

Tabla II.17. Desglose de residuos a generar con el desarrollo del proyecto.

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
Residuos Sólidos Urbanos (RSU)	Orgánicos	Preparación del sitio y construcción	-Consumo de alimentos por parte de trabajadores. -Remoción de vegetación.	-Los residuos de alimentos que se generen serán depositados en contenedores con tapa que tendrán la leyenda de "orgánico". -Los residuos de materia vegetal serán cortados y trozados para su fácil manejo. Podrán ser reutilizados para abono de áreas verdes en el predio y la localidad; el excedente será enviado al Centro Integral de Manejo de Residuos Sólidos Intermunicipal. Estos residuos serán dispuestos ante el servicio de recolecta de residuos de la localidad de Puerto Morelos, previa contratación del servicio. El organismo recolector se encargará de su disposición final en el Centro Integral de Manejo de Residuos Sólidos Intermunicipal de Benito Juárez e Isla Mujeres .
		Operación y mantenimiento	-Consumo de alimentos por residentes. -Mantenimiento de áreas verdes.	-Los residuos de alimentos que se generen serán depositados en contenedores particulares dentro de cada departamento; posteriormente los habitantes enviarán sus residuos separados hasta el almacén colectivo del edificio, donde se mantendrán hasta su retiro por parte del servicio de recolecta de residuos municipal. Para ello, se realizará la contratación del servicio. El organismo recolector se encargará de su disposición final en el Centro Integral de Manejo de Residuos Sólidos Intermunicipal de Benito Juárez e Isla Mujeres . -El mantenimiento de áreas verdes incluye actividades como el retiro de hojas secas y la poda de individuos. Asimismo, en caso de daño o deceso de algún individuo, deberá ser sustituido. Por lo anterior, se generarán residuos de materia vegetal, los cuales deberán separarse y triturarse para su posterior dispersión en los bordes de las plantas de las mismas áreas verdes,

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
				brindando nutrientes a los ejemplares vivos. En caso de recolectar bastante cantidad de residuos vegetales, o que se recolecten individuos dañados o de deceso, se separará y pondrá a disposición dichos residuos ante el servicio de recolecta de residuos municipal, a quien se hará de su conocimiento y se pagarán los servicios correspondientes para la disposición final de los mismos, en sitios autorizados por la autoridad municipal.
	Inorgánicos	Preparación del sitio y construcción	-Adquisición de materiales e insumos. -Consumo de alimentos y actividades cotidianas de trabajadores. -Equipamiento de departamentos, lobby y áreas comunes. -Establecimiento de instalaciones. -Limpieza del predio.	-Derivado de la limpieza o adquisición de insumos, materiales y equipos, se generarán embalajes y contenedores, así como actividades de los trabajadores como consumo de alimentos. Por ello, se generarán residuos de: Cartón Papel Plástico Aluminio PET Vidrio -Los residuos serán depositados en contenedores con tapa con leyenda de inorgánicos y se priorizará separarlos de acuerdo con su tipo (cartón con papel; PET; aluminio, etc.) -Se realizará la valorización de los residuos para determinar aquellos susceptibles a ser reutilizados y reciclados. -Como estrategia, se adquirirán equipos, materiales e insumos en mayores cantidades para reducir la cantidad de embalajes y contenedores. -Se prohíbe la dispersión de residuos en áreas verdes, superficies permeables o cualquier sitio colindante del predio. -Se prohíbe la quema de residuos en el predio o colindancias. -Los residuos generados serán entregados ante el servicio de recolecta de residuos del municipio, quién se encargará de depositarlos finalmente en sitios autorizados del municipio o en el Centro Integral de Manejo de

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
				Residuos Sólidos Intermunicipal de Benito Juárez e Isla Mujeres . -Los residuos susceptibles a ser reciclados deberán separarse y llevarse a los centros de compra o depósito de residuos para reciclado.
		Operación y mantenimiento	-Adquisición de materiales y equipos domésticos. -Mantenimiento de instalaciones del edificio. -Mantenimiento particular de departamentos. -Consumo de alimentos y actividades domiciliarias de los residentes. -Actividades administrativas del edificio.	-Derivado estas las actividades domiciliarias, comerciales y administrativas, se generarán residuos de: Cartón Papel Plástico Aluminio PET Vidrio -Cada particular se encargará de realizar la separación de sus residuos generados, en contenedores dentro de los departamentos. -Los residuos serán depositados en el contenedor colectivo del edificio, del cual será retirado por el servicio de recolecta de residuos municipal, previa contratación del servicio. -Se señalarán las normas de convivencia del edificio, incluyendo las acciones de manejo de residuos: mantener las áreas comunes, áreas verdes y amenidades libre de residuos (es decir, no dispersar residuos); promover el reutilizar y llevar a reciclar residuos susceptibles a dichos fines; separar sus residuos y depositarlos en el contenedor colectivo; evitar el depósito y mezcla de residuos líquidos para no generar lixiviados; mantener limpios y libre de residuos los pasillos y entradas de departamentos; ante algún inconveniente o detección de particulares que alteren el orden del edificio mediante un mal manejo de residuos, se dispondrán a estas personas ante la administración del inmueble, quien determinará las acciones pertinentes de sanción.
Residuos de manejo	Residuos del suelo	Preparación del sitio y construcción	-Excavaciones.	-Los residuos del suelo, producto de las excavaciones en el predio, se

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
especial (RME)				reutilizarán para el relleno y nivelación del terreno. -Los residuos del suelo, previo a ser reutilizados, se acopiarán en el área de maniobras del terreno, donde serán cubiertos con lonas o humedecidos con agua para evitar la dispersión y suspensión de partículas en la atmósfera. -Los residuos del suelo no podrán ser mezclados con otros tipos. -Previo a reutilizar estos residuos en el relleno y nivelación del terreno, deberá verificarse que no posea derrame de aceites o hidrocarburos y que no cuente con residuos sólidos dispersados. -En caso de resultar un excedente de este residuo y que no pueda ser reutilizado, será separado y llevado a sitios de disposición final autorizados por el municipio o en municipios colindantes como Solidaridad y Benito Juárez.
	Residuos de construcción	Preparación del sitio y construcción	-Derivado de la construcción de las obras.	-Los residuos de construcción como escombro, serán acopiados en un espacio dentro del área de maniobras, donde serán tapados o humedecidos para evitar la dispersión y suspensión de partículas finas en la atmósfera. -Los residuos generados deberán ser entregados/transportados a las empresas autorizadas para recibir/comprar residuos de construcción. -Se prohíbe desechar o dispersar los residuos generados en áreas colindantes del predio o sitios no autorizados para tal fin. -Estos residuos no podrán ser mezclados con otro tipos de residuos generados.
	Aguas negras y aguas grises	Preparación del sitio, construcción y Operación y mantenimiento	-Uso de sanitarios portátiles. -Uso de baños. -Uso de lavabos y regaderas.	- Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales serán acopiadas en sanitarios portátiles los cuales estarán sujetos a limpieza por la empresa arrendadora de las unidades; esa empresa será responsable del transporte y disposición final de las aguas

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
				negras recolectadas en las unidades sanitarias. -En la etapa de operación y mantenimiento, las aguas negras y grises se enviarán al sistema de drenaje sanitario del municipio, el cual dispone esos residuos líquidos en una Planta local para su Tratamiento. En la PTAR se le brinda el manejo final de las aguas tratadas,
Residuos peligrosos (RP)	Tóxico e inflamable	Preparación del sitio y construcción	-Residuos de pintura, sus contenedores e impregnados. -Aceites usados para equipos y maquinarias.	-De generar residuos de pintura, objetos impregnados con estos o sus contenedores, deberán separarse en un espacio destinado para acopio de residuos peligrosos, dentro del área de maniobras temporal. -Se deberá etiquetar el contenedor y atender las especificaciones de la NOM-052-SEMARNAT-2005, mediante la cual se clasifican los residuos peligrosos. -En caso de generar residuos de aceites usados de maquinarias, impregnados y contenedores, deberán disponerse en contenedores debidamente etiquetados y separados del resto de residuos. -Para evitar la generación de residuos de aceites, las maquinarias se enviarán a sitios especializados el municipio o municipios vecinos para realizar el cambio de aceites en dichos lugares. En caso de ser necesario hacerlo dentro del predio del proyecto, se deberán utilizar lonas o charolas para evitar derrames sobre el suelo. -Los residuos peligrosos serán dispuestos a las empresas autorizadas para la recolección, transporte y disposición final de los mismos. Se realizará la contratación del servicio de recolecta y se llenarán las hojas de manifiesto de entrega.
		Operación y mantenimiento	-Residuos de pintura, sus contenedores e impregnados. -Aceite de cocina usado.	-De generar residuos de pintura, objetos impregnados con estos o sus contenedores, durante el mantenimiento del proyecto, se deberá separar dichos residuos y ser transportados el mismo día a los sitios de disposición final autorizados. -El contenedor de acopio deberá ser etiquetado y atender las

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
				especificaciones de la NOM-052-SEMARNAT-2005, mediante la cual se clasifican los residuos peligrosos.

A través del manejo integral de residuos, se evitará la contaminación del suelo, agua y atmósfera de la zona. Considerando que en una ocupación total de los departamentos habrá hasta 42 habitantes, más 3 personas de administración y limpieza general, y considerando que en México se estima la generación de 1 kilo de residuos sólidos por persona al día, se tiene que durante la operación del proyecto se generarán 45 kilos de residuos al día, en un supuesto de ocupación total; equivalente a 1,350 kilos al mes y 16,200 kilos al año. Por lo tanto, será importante implementar estrategias de reducción de fuentes generadoras de residuos y de reúso o reciclaje de los residuos sólidos.

En cuanto a los Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP) se generarán conforme se desarrolle el proyecto, variando en cantidad; la generación será y, de forma extraordinaria ante el impacto de un fenómeno hidrometeorológico que afecte significativamente las obras y requieran reparación o sustitución de elementos estructurales. Las estimaciones de RME y RP se incluirán en el Plan de Manejo Integral de Residuos del proyecto que se presentará ante el SEMA del estado.

I.2.8. Generación de Gases Efecto Invernadero

Los componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y resultantes de la actividad humana, que absorben y emiten radiación infrarroja, se les denominan Gases de Efecto Invernadero (GEI), ya que esta propiedad causa el efecto invernadero. El efecto invernadero es un fenómeno de regulación de la temperatura del planeta, gracias a la presencia de una capa de gases en la atmósfera que absorbe y emite radiación infrarroja provocando un incremento en la temperatura media en la superficie de la Tierra, sin la cual prevalecerían temperaturas frías o bajo cero.

El efecto invernadero es un proceso físico natural a través del cual los gases de la atmósfera absorben la radiación de la Tierra y la recibida del Sol, reteniendo parcialmente energía y dispersando una cantidad al espacio exterior, propiciando el aumento de temperatura, lo que permite la vida en el planeta terrestre. Sin embargo, debido al aumento acelerado de gases en la atmósfera, la radiación y calor recibida es superior a la cantidad que logra dispersarse en el exterior, provocando una mayor retención de energía que deriva en el aumento progresivo de la temperatura en la superficie del planeta Tierra.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático reconoce seis GEI principales: bióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC),

perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6). Lo anterior, debido a que el cambio climático ocurre por una exacerbada acción del efecto invernadero, resultado del incremento de las concentraciones de los GEI, es decir, de la cantidad y variedad.

Los GEI que se pueden encontrar naturalmente en la atmósfera son principalmente el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). Por lo que se pueden inyectar a la misma por actividad humana, la que también incluye ciertos gases que solamente se generan de forma antrópica; entre los más importantes, se destacan los hidrofluorocarbonos (HFC), el perfluorocarbono (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6). Una gran cantidad de emisiones de GEI a la atmósfera derivan de la actividad humana, lo que ha cambiado ligeramente la composición de la misma, incrementando la concentración de varios de los GEI, lo que agrava el fenómeno del efecto invernadero, generando la variabilidad del clima mundial con tendencia al incremento de temperatura, dicha variabilidad es conocida como cambio climático.

De los GEI identificados, los que han contribuido principalmente al efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), de los cuales el dióxido de carbono es el más importante, aumentando la concentración debido al uso de combustibles fósiles y, en menor medida, a los cambios en los usos de la tierra. El metano es una emisión derivada de la actividad agropecuaria, principalmente por la producción del ganado y el cultivo de arroz, junto al procesamiento, almacenaje y transporte de carbón y gas natural. El óxido nitroso se relaciona con el uso de fertilizantes, quema de biomasa y transporte carretero. Otros GEI denominados como indirectos, por contribuir indirectamente al forzamiento radiativo debido a la química atmosférica, son el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOX), bióxido de azufre (SO_2) y compuestos volátiles distintos del metano (COVDM). El CO, NOX y los COVDM son agentes que participan en la formación de ozono en la atmósfera baja, mientras que los SO2 lo hacen en la contaminación local, como lluvia ácida y smog.

En 2015, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en Quintana Roo fueron de 10,4 TgCO2e, según el Climate Group. Se proyecta que para 2030 las emisiones aumenten a 15,9 TgCO2e y para 2050 a 33,4 TgCO2e. Las principales fuentes de GEI son la Combustión de combustibles fósiles y residuos sólidos, Actividades agrícolas e industriales, Uso del suelo y el Tratamiento de aguas residuales. Las actividades que más destacan por generación de GEI´s en el estado son:

- Suministro de energía: La dependencia del estado de Quintana Roo a los combustibles fósiles es del 94%, lo que implica que la mayor parte de su energía proviene de fuentes no renovables. Esta dependencia contribuye significativamente a las emisiones de CO_2.

- Transporte: La creciente demanda de transporte, tanto turístico como local, incrementa las emisiones de GEI debido al uso de vehículos motorizados que queman combustibles fósiles.
- Sector industrial: Las actividades industriales en Quintana Roo requieren una cantidad significativa de energía, a menudo proveniente de fuentes fósiles, lo que genera emisiones adicionales de GEI.

En el municipio de Puerto Morelos, las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) provienen principalmente de las siguientes fuentes:

- Transporte vehicular: El uso de vehículos motorizados es una de las principales fuentes de emisiones de CO_2 en la región. A nivel global, se estima que el transporte representa aproximadamente el 25% de las emisiones de GEI.
- Turismo y actividades hoteleras: El sector turístico, especialmente los hoteles, contribuye significativamente a las emisiones de GEI. Por ejemplo, en Quintana Roo se estima que un huésped por noche emite en promedio 31.47 kilogramos de CO_2.

Con base en un levantamiento de datos realizado en 2008 por CONUEE con apoyo de BASE y Transenergie, en promedio los hoteles de playa consumen 466 kWh/m^2 al año y los hoteles de ciudad 303 kWh/m^2 al año. Con fines ilustrativos, si el 10% de los hoteles en México se plantearan reducir el 30% su consumo de energía, el potencial de mitigación de CO_2 que se podría alcanzar sería de 287 mil Ton de CO_2 eq. al año.

Se ha estimado que una vivienda requiere 166.6 kWh/m2 al año y genera hasta 79.5 kg de CO_2/m^2 al año lo cual puede incrementar por el tipo de vivienda y la demanda de energía para actividades doméstica y de mantenimiento. Dentro de una vivienda se considera que la cocina es el espacio que genera mayor cantidad de CO_2 en una residencia, por el uso de electrodomésticos para las actividades cotidianas.

Tan solo en la cocina, se calculó una emisión de 808 kgCO_2e, por el uso de energía eléctrica para calentar o conservar alimentos. Entre otros electrodomésticos que generan GEI, se encuentra el refrigerador, el cual puede liberar 161 kgCO_2e de forma ininterrumpida; los televisores pueden emitir entre 112 y 29 kgCO_2e; una lavadora emite entre unos 62 kgCO_2e de CO_2; los microondas y equipos como consolas de videojuegos, emiten entre 56 y 11 KgCo_2e. Por ello, con la finalidad de reducir las emisiones de CO_2 en una vivienda se recomiendan acciones como: desconectar equipos que no estén en uso; usar lo menos posible electrodomésticos como microondas; usar la lavadora con mayor carga de ropa y el agua a temperatura ambiente; emplear un refrigerador de acuerdo a las necesidades y tratar de almacenar la mayor cantidad de alimentos y tener bien cerrada la puerta para mantener mejor la temperatura; disminuir el uso de televisores y desconectarlos al término de su uso.

Dentro de este contexto, la generación de CO_2 en una residencia está relacionado con la demanda de energía, la cual adopta diversas modalidades al depender de múltiples factores, entre ellos las necesidades de las personas que ocupan la vivienda lo que está determinado por la preparación de alimentos, la iluminación, la refrigeración, el transporte, el entretenimiento, producción de bienes de consumo cotidiano o duradero, entre otros. En este sentido, las emisión de GEI como el CO_2, se vincula con la condición social de las personas, su organización familiar y comunitaria, los gustos y preferencias, las características del hábitat, la cultura ambiental, las dimensiones de la localidad, entre otros (Cruz, 2016).

Un departamento promedio en México puede emitir entre 1.5 y 3 toneladas de CO_2 al año, considerando:

- Ubicación (clima cálido o frío)
- Consumo eléctrico
- Uso de gas LP o natural
- Tipo de construcción (aislamiento térmico, ventilación)
- Número de habitantes

Tabla II.18. Desglose típico de emisiones (por año) en un departamento.

Fuente	Emisiones aproximadas
Electricidad (1,200 kWh/año)	0.6 – 1.0 t CO_2
Gas LP (300 kg/año)	0.75 t CO_2
Agua caliente (termoeléctrico)	0.2 – 0.4 t CO_2
Residuos generados (orgánicos, plásticos, etc.)	0.3 – 0.5 t CO_2

Si consideramos, por ejemplo, un departamento de 70 m² en Puerto Morelos (con clima cálido), habitado por dos personas y que hagan uso de aire acondicionado, uso moderado de gas y de lavadora y refrigerador eficientes, podrían emitir ~2.2 toneladas de CO_2 al año, solo por el uso doméstico.

Considerando las siguientes cantidades a emitir (estimada) con la operación de los departamentos de "*Botánica*".

Tabla II.19. Promedios para consumo doméstico en climas cálidos (por departamento).

Categoría	Emisiones por depa/año (toneladas CO_2)
Electricidad	~1.0 t CO_2
Gas LP	~0.75 t CO_2
Agua caliente	~0.3 t CO_2
Residuos	~0.4 t CO_2
Total	**~2.45 t CO_2 por depa/año**

Y considerando una ocupación total de los mismos, por 42 personas distribuidas en los 17 departamentos que conformarán el edificio, se tiene lo siguiente:

Total para los 17 departamentos:

2.45 t CO_2 × 17 departamentos = ~41.65 toneladas de CO_2 al año

Total por persona:

41.65 t CO_2 ÷ 42 personas ≈ 0.99 t CO_2 por persona/año

Esto es solo considerando el consumo dentro de las unidades habitacionales. No incluye transporte, consumo personal (ropa, tecnología), viajes, entre otros rubros.

Cabe señalar que, el CO_2 es exclusivamente el dióxido de carbono, que es el principal gas de efecto invernadero emitido por actividades humanas (como electricidad y combustibles). A diferencia, el CO_2e (equivalente) es una medida que incluye todos los GEI (como CH_4, N_2O, HFCs), convertidos a su equivalente en CO_2 según su potencial de calentamiento global (PCG). Por lo tanto, se debe identificar la generación de otros GEI´s con el desarrollo del proyecto propuesto. La operación de los 17 departamentos también generaría otros GEI relevantes, adicionales al CO_2, principalmente debido a combustión, refrigeración y manejo de residuos. Entre los GEI´s posiblemente a generar están:

Tabla II.20. GEI´s a generarse con la operación del proyecto.

Emisión	Generación en los departamentos	Potencial de calentamiento global (PCG, vs CO_2)
Metano (CH_4)	- Descomposición de residuos orgánicos (basura en vertederos sin captación de gas). - Posibles fugas en tanques de gas LP (en menor medida).	~28–36 veces más potente que el CO_2
Óxidos de nitrógeno (N_2O)	- Uso de calentadores de agua (si hay combustión incompleta). - Algunas emisiones menores por procesos de tratamiento de aguas residuales (si aplica en sitio).	~265 veces más potente que el CO_2
Gases refrigerantes (HFCs)	- Fugas en aires acondicionados o refrigeradores mal mantenidos (ej. HFC-134a, HFC-32, etc.).	Hasta 1,000–4,000 veces más potente que el CO_2
Monóxido de carbono (CO)	- Producto de combustión incompleta (estufas, calentadores mal ventilados).	No es GEI principal, pero precursor de ozono troposférico
Ozono troposférico (O_3)	- Se forma indirectamente por reacciones entre contaminantes (precursores como CO, NO_x y VOCs) en presencia de luz solar.	GEI indirecto con efectos regionales

El Potencial de Calentamiento Global (PCG) es una medida que compara la capacidad de los gases de efecto invernadero (GEI) para retener calor en la atmósfera, comparándola con la capacidad del dióxido de carbono (CO_2), que tiene un PCG de 1.

Considerando que se operarán 17 departamentos, se tiene que al año se generarían las siguientes cantidades de GEI´s:

Tabla II.21. GEI´s a generarse con la operación de los departamentos.

Gas	Emisión anual (aprox.) para 17 departamentos
CH_4	~0.3 a 0.5 toneladas (residuos orgánicos)
N_2O	~0.05 toneladas (combustión, si aplica)
HFCs	~0.1 a 0.3 toneladas (fugas, si hay equipos viejos)
CO	Variable – depende del mantenimiento y ventilación
O_3 (troposférico)	Indirecto, no cuantificable fácilmente

En resumen, por la operación de los 17 departamentos a construir de generará la siguiente cantidad de toneladas de CO_2 equivalente (t CO_2e) usando el Potencial de Calentamiento Global (PCG) de cada gas:

Tabla II.22. GEI´s generados por el proyecto en un plazo anual.

Gas	Emisión estimada	PCG (vs CO_2)	Emisión en CO_2e	Fuente principal
Dióxido de carbono (CO_2)	41.65 t	1	41.65 t	Electricidad, gas LP, agua caliente
Metano (CH_4)	0.018 t	28	0.50 t	Residuos orgánicos (desechos doméstica)
Óxido nitroso (N_2O)	0.0002 t	265	0.053 t	Combustión en estufas o calentadores
HFCs (ej. HFC-134a)	0.0001 t	1,300–1,400	~0.14 t	Fugas en A/C y refrigeradores
Monóxido de carbono (CO)	—	—	No aplica*	Combustión incompleta (precursor de ozono)
Ozono troposférico (O_3)	—	—	No cuantificable*	Reacción atmosférica indirecta

En total, con la ocupación total del edificio y operación de los 17 departamentos, se generaría CO_2e = ~42.34 toneladas/año (sumando CO_2 + CH_4 + N_2O + HFCs).

Para disipar la generación de los GEI´s durante la operación del proyecto, se deben implementar acciones que reduzcan las fuentes de emisiones de dichos gases. Entre las medidas a considerar están:

Tabla II.23. Estrategias para disipar GEI's en el proyecto.

GEI	Fuente Principal	Causa o Actividad	Estrategias de Mitigación
CO_2	Electricidad, gas LP, agua caliente	Uso de energía en A/C, iluminación, estufas, calentadores	- - Iluminación LED - Aislamiento térmico - Equipos eficientes
CH_4	Residuos orgánicos	Descomposición en tiraderos o rellenos sanitarios	- Separación de residuos - Compostaje comunitario

GEI	Fuente Principal	Causa o Actividad	Estrategias de Mitigación
			- Evitar mezclar con residuos secos
N_2O	Combustión doméstica (estufas, calentadores)	Combustión incompleta de gas LP	- Mantenimiento a estufas y boilers - Cambio a calentadores solares o eléctricos
HFCs	Aires acondicionados y refrigeradores	Fugas de gases refrigerantes (HFC-134a, R410a, etc.)	- Revisión anual de equipos - Sustitución por unidades nuevas - Buen manejo de refrigerantes

Aunado a estas acciones se deberán aplicar otras medidas ambientales que, en conjunto, contribuyan con la protección de los componentes ambientales del sistema natural circundante al predio.

Etapa de Construcción

Para la etapa de construcción, se considera la generación de los siguientes GEI´s.

Tabla II.24. GEI´s generados en la etapa de construcción y sus fuentes.

GEI	Fuente durante la construcción	Potencial de Calentamiento Global (PCG)
CO_2	- Combustión de diésel en maquinaria (retroexcavadora, volquetes y otra maquinaria). - Fabricación de cemento, acero, vidrio. - Transporte de materiales e insumos.	1
CH_4	- Emisiones fugitivas menores de combustible fósil. - Degradación de residuos orgánicos mal gestionados (comida y aguas negras de sanitarios portátiles).	28–36
N_2O	- Emisiones indirectas por combustión de diésel (a baja eficiencia). - Procesos en motores mal mantenidos.	265
CO (Monóxido de carbono)	- Subproducto de combustión incompleta en motores diésel y gasolina.	No se mide en CO_2e directo
O_3 troposférico	- Se forma en la atmósfera a partir de NOx, VOCs y CO en presencia de luz solar.	GEI indirecto

Tabla II.25. Estimación proporcional por tipo de GEI (en % del total de CO_2e).

GEI	% estimado en construcción
CO_2	85–90%
CH_4	3–5%
N_2O	2–4%
Otros	<1% (incluye CO y ozono)

Para reducir las emisiones de GEI's durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- **Uso de Materiales Sostenibles:** Optar por materiales con menor huella de carbono, como acero reciclado. Priorizar el empleo de materiales locales para reducir las distancias de transporte y, por ende, el uso de maquinaria y vehículos que emplean combustible de fuentes fósiles.
- **Eficiencia Energética en Maquinaria:** Utilizar maquinaria de construcción eficiente en combustible o, si es posible, maquinaria eléctrica. Además, brindar mantenimiento regular de retroexcavadoras, volquetes, mezcladoras para aumentar la eficiencia y reducir el N_2O y CH_4.
- **Optimización del Transporte:** Planificar rutas y horarios de transporte para minimizar el consumo de combustible y las emisiones asociadas.
- **Gestión de Residuos:** Implementar prácticas de reducción, reutilización y reciclaje de residuos de construcción. Reutilizar material sobrante o usarlo en obra implica llevar a cabo menos vueltas de transporte y menos demanda de nuevos insumos.
- **Diseño bioclimático de obra:** considerar orientación del edificio para aprovechar ventilación cruzada y así hacer menor uso de A/C futuro. Además, planificar espacios para azoteas verdes desde el diseño, permitirá una mitigación post-obra.

Con estas medidas, se busca mitigar la generación de emisiones de GEI en el proyecto. La emisión de CO_2 es inevitable en asentamientos humanos o proyectos habitacionales, por ello, la mejor medida de mitigación es la que propicie una reducción de su generación.

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN SOBRE USO DEL SUELO

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO “BOTÁNICA” EN LA LOCALIDAD DE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO

PAS
Proyecto Ambiental y Sustentable SC

Como parte de la elaboración de la presente MIA-P se deben identificar los instrumentos jurídicos que regulan el proyecto y su desarrollo, para determinar la congruencia y cómo se ajustan las obras y actividades a realizar, con lo dispuesto en dichos instrumentos. Lo anterior permite reconocer si el proyecto en cuestión es viable legalmente, lo cual complementa la evaluación en materia de impacto ambiental realizada por la Secretaría, con el fin de otorgar la autorización para el desarrollo del proyecto y sus actividades.

Durante este capítulo, se presenta la vinculación del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo*, con los distintos instrumentos normativos y de planeación que regulan las obras y actividades que lo integrarán. Para el análisis se consideró el tipo de proyecto, la zona y superficie en la que se ejecutará, las actividades a realizar y los elementos naturales que conforman el área. El proyecto se vinculó con instrumentos normativos de diferentes niveles de especificidad, como leyes y reglamentos (federales, estatales y municipales), programas o planes de ordenamiento ecológico del territorio y normas oficiales mexicanas aplicables al tipo de obra a desarrollar.

El proyecto "*Botánica*" consiste en la edificación de un inmueble en régimen de unidad en condominio que se integrará de 17 departamentos para uso habitacional temporal o permanente. El edificio será una obra nueva dispuesta en forma vertical, conformado por 6 niveles (Planta Baja y 5 niveles habitacionales) y un *roof top* (azotea). La Planta Baja albergará el estacionamiento, el lobby y áreas verdes (para jardines); los 17 departamentos se distribuirán en los 5 niveles habitacionales; y el *roof top* (azotea) contará con alberca y jacuzzi para uso común de los usuarios del edificio. El predio para desarrollar el proyecto se encuentra en una zona urbanizada con presencia de residencias, alojamientos temporales, hoteles, vialidades e instalaciones para el goce de agua potable, electricidad y drenaje sanitario. Por lo tanto, el edificio vertical a construir será compatible con las obras civiles existentes en la zona y, en general, en la localidad. Por sus dimensiones y características, el sitio no se encuentra en terrenos forestales sujetos al cambio de uso de suelo; el área es parte del uso de suelo denominado "*Asentamientos Humanos*" (INEGI, serie VII).

La obra a construir no ocasionará fragmentación del hábitat, ya que el predio se encuentra dentro del perímetro urbano delimitado para el centro de población de Puerto Morelos. Por lo tanto, la implementación del proyecto en esta ubicación con tribuirá a concentrar el crecimiento urbano dentro de los límites establecidos, evitando la expansión descontrolada de la mancha urbana y favoreciendo la conservación de ecosistemas sensibles como la zona costera y los manglares de la región. Cabe señalar que, en concordancia con el desarrollo urbano proyectado para la zona, tanto en el predio de interés como en otros lotes de la zona, se prevé la ejecución de proyectos inmobiliarios con vocación habitacional y turística, conforme a los usos de suelo permitidos y al ordenamiento ecológico territorial aplicable, así como con la proyección de crecimiento de la localidad prevista por las autoridades municipales.

III.1. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y TERRITORIAL

De acuerdo con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) el Ordenamiento Ecológico es un "…*instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos*", por ello, a través de este se establece un marco básico de gestión integral del territorio y sus recursos.

Como instrumento de planeación, el ordenamiento territorial se concreta en programas de ordenamiento ecológico de diferentes clasificaciones (general del territorio, regionales, locales y marinos), los cuales fungen como modelos de ordenamiento ecológico y poseen las estrategias ecológicas aplicables al mismo, conforme con lo dispuesto en el Reglamento de la LGEEPA en materia de ordenamiento ecológico. Mediante estos programas se lleva a cabo el ordenamiento ecológico del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, por lo tanto, contienen la regionalización y la determinación de las zonas ecológicas, así como los lineamientos ecológicos aplicables al área de estudio y las estrategias ecológicas aplicables al modelo de ordenamiento ecológico del sitio.

Con base en lo previamente expuesto, se presenta la vinculación de las obras y actividades contempladas para la ejecución del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo*, con los criterios de regulación general y específica de los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial de distinto nivel de aplicación que rigen la zona en la que se desarrolla la obra, por lo tanto, se realiza la vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (POEMyRGMyMC) y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez , Quintana Roo (POEL del Benito Juárez).

III.1.1. Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

El POEGT tiene por objeto la regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, a partir del diagnóstico de las características, disponibilidad y demanda de los recursos naturales, así como de las actividades productivas que en ellas se desarrollen y, de la ubicación y situación de los asentamientos humanos existentes. Mediante este instrumento se establecen los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, así como para la localización de actividades productivas y de los asentamientos humanos.

A través del POEGT se estableció la regionalización ecológica comprendida por unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico (clima, relieve, vegetación y suelo). Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), derivado de compartir la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Cada UAB posee lineamientos y estrategias ecológicas específicas, y tienen como objetivo orientar la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales. Así, la propuesta del programa de ordenamiento ecológico general del territorio está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial), los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Considerando la regionalización establecida en el POEGT, se identifica que el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo*, se ejecutará en un predio que se encuentra en la UAB (Unidad Ambiental Biofísica) número 62 denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo.

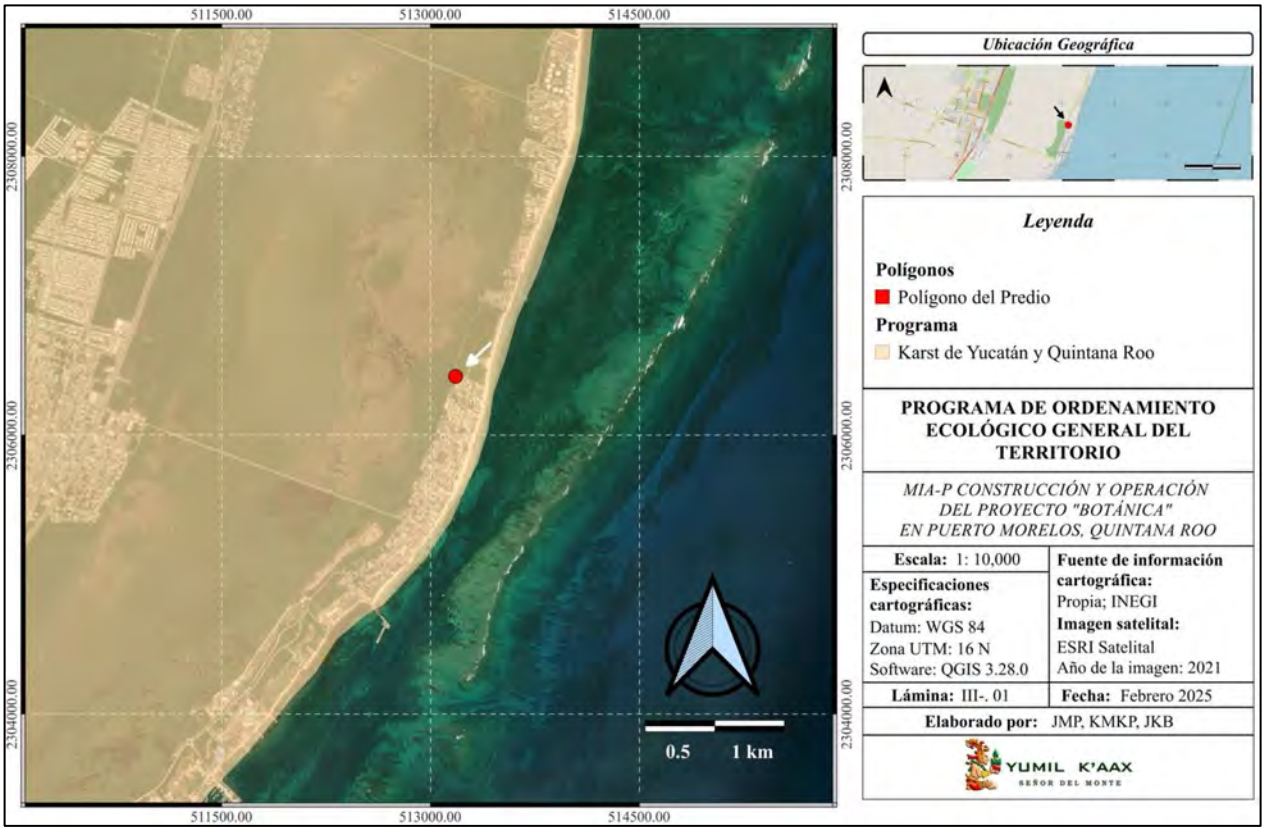
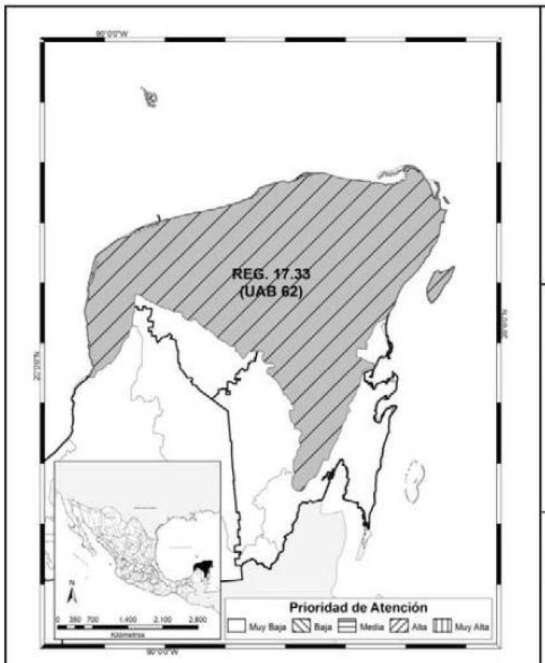


Lámina III.1. Ubicación del predio Lote 03 en la UAB número 62-Karst de Yucatán y Quintana Roo.

Tabla III.1. Características de la Unidad Ambiental Biofísica 62.

REGIÓN ECOLÓGICA: 17.33						
Unidad Ambiental Biofísica 62- Karst de Yucatán y Quintana Roo						
Localización	**Política ambiental**	**Rectores del desarrollo**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**	**Estrategias sectoriales**
Oeste, centro, norte y este de Yucatán. Centro, norte y noreste de Quintana Roo	Restauración, protección y aprovechamiento sustentable	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
Prioridad de atención:	Alta					



REGION ECOLOGICA: 17.33
Unidad Ambiental Biofísica que la compone:

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:	**Población Total:**	**Población Indígena:**
59,542.35 Km²	2,982,494 hab	Maya

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	**Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto.** No presenta superficie de ANP's. 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

Figura III.1. Características de la UAB 62.

La *Política ambiental* para esta UAB se clasifica en tres áreas: Restauración, protección y aprovechamiento sustentable. De acuerdo con el POEGT, las Políticas ambientales son las "*disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo".* Considerando lo anterior, el desarrollo del proyecto "*Botánica"* se ajusta a las políticas ambientales señaladas de la siguiente forma:

- **Restauración:** en el municipio de Puerto Morelos se han llevado a cabo diversas acciones en materia de protección de ecosistemas naturales y restauración de sitios degradados, como dunas costeras y manglares. Una de las acciones más relevantes para contribuir con la protección de los sistemas ambientales y la conservación de la biodiversidad, es mantener la conectividad del paisaje del ecosistema costero en el municipio, a través de la planeación territorial, lo cual, en consecuencia también permitirá la restauración de comunidades vegetales en cierto estado de degradación.

  Por ello, el desarrollo de todas las etapas del proyecto "*Botánica*" al llevarse a cabo en el predio seleccionado y con apego a los lineamientos de construcción dispuestos en reglamentos y programas de ordenamiento territorial locales, contribuyen con la protección del ambiente al mantener la ejecución de obras y actividades humanas dentro del perímetro de la localidad de Puerto Morelos. De este modo, al evitar la expansión urbana, se previene la deforestación, pérdida del hábitat y fragmentación de las comunidades vegetales colindantes al asentamiento humano de Puerto Morelos. Esto permitirá la recuperación y restauración de sitios degradados y vulnerables como los manglares de la región.

  Es importante señalar que, en el predio no se distribuye ningún ejemplar de manglar, sin embargo, el terreno se ubica a 75 m del *Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos*, por lo tanto, el proyecto se situará a menos de 100 metros de la comunidad vegetal de manglar de la zona. Por ello, para el desarrollo del proyecto se dará cumplimiento a las disposiciones jurídicas en materia de protección de humedales y manglares, entre ellas, las contenidas en 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.

  La especificación 4.16. NOM-022-SEMARNAT-2003 establece que *las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberán dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo*. Considerando lo dispuesto, el proyecto no se ajusta a la especificación 4.16. Sin embargo, la especificación 4.43. señala que *la prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el*

informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso, se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.

Por lo tanto, para exceptuar la prohibición de la especificación 4.16, la promovente presenta una medida de compensación por el aprovechamiento del predio que se encuentra a menos de 100 m de la comunidad de manglar. Las medidas de compensación ambiental contribuyen a contrarrestar los efectos negativos de actividades como la deforestación, el desarrollo de infraestructura y la extracción, entre otros. Estas medidas se aplican en sitios distintos a donde se manifestó el impacto, el cual se considera irreversible.

Con base en lo anterior, la propuesta de la promovente para cumplir con la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, consiste en crear un convenio con la autoridad ambiental municipal o la CONANP, para llevar a cabo la reforestación de un área degradada de manglar dentro del municipio de Puerto Morelos o en el APFF Manglares de Puerto Morelos, equivalente al doble de la superficie del predio donde se desarrollará el proyecto, es decir, un total de 599.92 m^2. Aunque la ejecución de la obra NO implica la remoción de manglar y la construcción del proyecto no influirá negativamente en el desarrollo de la comunidad de mangle más cercana debido a que se aplicarán medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, se implementará la medida de compensación propuesta para dar cumplimiento a la especificación 4.43. de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

- **Protección:** proteger los componentes ambientales de un sistema natural contribuye a conservar la biodiversidad y servicios ambientales del ecosistema, lo cual beneficia el desarrollo de las comunidades humanas cercanas, como la localidad de Puerto Morelos, inmersa en un ecosistema costero con una rica diversidad biológica y componentes ambientales clave. La protección de los componentes del territorio se da a través del aprovechamiento responsable de un sitio; el manejo integral de residuos; el ahorro y disminución de consumo de energía eléctrica; el uso responsable del agua; el mantener corredores biológicos y la conectividad de las comunidades vegetales en buen estado; evitar la contaminación; y participar en eventos que promuevan la concientización ambiental.

  Dentro de este contexto, la implementación de medidas para la prevención, mitigación y compensación ambiental durante el desarrollo del proyecto "*Botánica*" contribuirá con la protección de componentes naturales del sistema costero. Entre las acciones a llevar a cabo están: realizar la construcción de la obra dentro del predio dando cumplimiento a los lineamientos autorizados por la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio de Puerto Morelos, a través de la licencia de construcción otorgada; realizar el manejo integral de todos los residuos generados en las distintas etapas de desarrollo del proyecto; el diseño y orientación del edificio ayudará a la ventilación cruzada, favoreciendo la eficiencia energética;

se emplearán luces Led y equipos ahorradores de energía; se emplearás unidades sanitarias ahorradoras de agua; las aguas negras y grises serán enviadas al drenaje sanitario del municipio, encargado de transportar los residuos líquidos a una planta para su tratamiento y posterior disposición final en sitios autorizados, evitando así la contaminación del suelo o cuerpos de agua circundante a la localidad; al aprovechar el predio seleccionado, un sitio previamente impactado, se evitará la afectación de comunidades vegetales en buen estado de conservación y/o de corredores biológicos; no se removerá ningún ejemplar de manglar de la región; se realizará el rescate y reubicación de los individuos de Palma chit (*Thrinax radiata*) registrados en el predio, al encontrarse en una categoría de riesgo de la NOM-050-SEMARNAT-2010; se capacitará a trabajadores de la obra para implementar correctamente las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales; se alentará a los habitantes del edificio en llevar a cabo buenas prácticas ambientales y a participar en eventos locales en materia de concientización ambiental; asimismo, se celebrará un convenio con las autoridades municipales para la donación de plantas para reforestar camellones y áreas verdes de la localidad, fungiendo como medida de compensación por el aprovechamiento propuesto del lote 03.

- **Aprovechamiento sustentable**: para lograr un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y el territorio, se necesita realizar un uso racional y responsable de estos, considerando su capacidad de renovación, con el objeto de cubrir las necesidades actuales del ser humano sin comprometer la disponibilidad de los mismos para las generaciones futuras. Para lograr el objeto del aprovechamiento sustentable durante el desarrollo del proyecto "*Botánica*", se consideró la ubicación y características del predio seleccionado, así como la normatividad ambiental vigente aplicable, para determinar el diseño y distribución de le obra a establecer. Entre los elementos del proyecto que contribuyen a un aprovechamiento sustentable de la superficie están:

  - Construir el edificio en un lote urbano previamente impactado, para evitar la afectación de nuevos sitios con vegetación en buen estado de conservación.

  - Realizar la construcción de la obra en un predio dentro de la poligonal del centro de población de Puerto Morelos, para evitar la expansión de la mancha urbana, favoreciendo de este modo la protección de comunidades vegetales en buen estado de conservación o de sitios vulnerables del ecosistema costero en el cual se sitúa la localidad.

  - Realizar el manejo integral de los residuos a generar para evitar la contaminación del suelo y cuerpos de agua de la región. En la etapa de operación, el sistema sanitario del edificio se conectará al drenaje sanitario del municipio, a través del cual las aguas residuales se enviarán a

una planta de tratamiento de aguas residuales local, posteriormente su disposición final estará a cargo de la empresa que administra la planta.

- Se implementarán ecotecnias que favorezcan la eficiencia energética, la reducción de emisiones de gases invernadero y el uso responsable del agua.
- La construcción de departamentos en un edificio vertical permite un mejor aprovechamiento del territorio y una menor afectación al entorno, ya que es posible establecer más unidades habitacionales en un espacio reducido, en comparación con desarrollos horizontales de una o dos plantas. De esta manera, se puede ofrecer una mayor cantidad de departamentos sin ocupar tanta superficie de suelo natural en el ecosistema costero. Además, al alojar a más personas en un mismo terreno, se contribuye a disminuir la expansión urbana.
- Para el proyecto se aprovecharán las instalaciones y equipamiento público urbano existente en la localidad de Puerto Morelos, con ello se minimiza el impacto ambiental al reducir la cantidad de obras a construir. Por su ubicación, para acceder al predio no se necesita construir nuevas vialidades. Con lo anterior, no se producirá nueva fragmentación de comunidades vegetales.
- Los departamentos en edificios altos pueden compartir paredes, lo que ayuda a conservar energía en calefacción y refrigeración, favoreciendo la eficiencia energética.
- El suministro de agua potable y el servicio de drenaje sanitario, lo proporcionará previa contratación la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA), organismo que emitió la factibilidad de brindar el servicio al proyecto, considerando que puede cubrir la demanda del recurso hídrico para 17 departamentos y las necesidad de tratar las aguas residuales generados durante la operación de los mismos (los cálculos de demanda de agua y generación de residuos líquidos se presentan en el capítulo II de la presente MIA-P).

Considerando lo previamente expuesto, el proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo*, es congruente con las políticas ambientales de la UAB #62.

A continuación, se presenta la vinculación de las obras y actividades a realizar durante la construcción del proyecto "*Botánica*" con los distintos lineamientos y estrategias ecológicas del POEGT a los que debe apegarse el promovente para el desarrollo la obra propuesta.

Lineamientos y estrategias ecológicas

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para el Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales

que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional. Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. Los lineamientos ecológicos establecidos en el POEGT, con los que se vincula el proyecto, son los siguientes:

Tabla III.2. Lineamientos ecológicos del programa.

N°	LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
1	Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.	Los patrimonios naturales y culturales son un conjunto de bienes heredados por la sociedad. Estas riquezas son señaladas y delimitadas como patrimonios por la autoridad correspondiente con el objetivo de protegerlos y utilizarlos de manera responsable. México posee una gran diversidad de patrimonios naturales (parques y reservas) y culturales (colecciones y sitios). Con el desarrollo del proyecto no se afectará ningún patrimonio natural o cultural, ya que el predio no se localiza en ninguna Área Natural Protegida (ANP) ni en zonas de patrimonio natural o cultural. Cabe mencionar que, el proyecto, al establecerse dentro de un asentamiento humano bien delimitado desde hace más de 40 años, reducirá la generación de impactos sobre el sistema ambiental, ya que se aprovechará un sitio previamente impactado con lo cual no se producirá modificación de paisajes naturales del municipio y no se fragmentarán comunidades vegetales o corredores biológicos en buen estado de conservación de la región. Aunado a ello, se aplicarán estrategias de protección de los componentes ambientales y se dará cumplimiento a las disposiciones de los instrumentos jurídicos aplicables, así como las de los Programas de Ordenamiento Territorial que rigen la zona.
2	Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.	Este lineamiento es competencia de las autoridades gubernamentales, sin embargo, la promovente y los involucrados con el desarrollo del proyecto deben apegarse a los criterios de regulación de los programas de ordenamiento territorial que rigen la zona donde se encuentra el polígono seleccionado, para llevar a cabo de forma ordenada la ejecución de la obra y actividades propuestas, en beneficio del sector ambiental, social y económico.

N°	LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
3	Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.	La promovente, como parte de la población, asume su responsabilidad y conciencia ambiental, por lo que incluyó elementos de desarrollo del proyecto que sean más armónicos con el entorno donde se construirá el edificio propuesto. Durante la ejecución del proyecto se implementarán medidas de manejo ambiental para prevenir y mitigar impactos ambientales; estas deberán ser informadas a los trabajadores de obra mediante la capacitación del personal para asegurar que se llevan a cabo de forma correcta. En la etapa de operación, se establecerá un reglamento interno en el condominio para que los habitantes implementen buenas prácticas ambientales, como manejo integral de residuos, ahorro de energía y agua, para reducir las emisiones de GEI, por ejemplo. Asimismo, Puerto Morelos es una localidad en la que es frecuente que se realicen actividades de educación y concientización ambiental públicos, a los cuales podrán acceder los habitantes del edificio a construir. Por lo tanto, tanto trabajadores como habitantes formarán parte de una población con conciencia ambiental. El proyecto se planeó bajo un esquema de menor impacto sobre el ambiente, que genere un beneficio económico regional, lo cual directa e indirectamente contribuye al sector social con la generación de empleos y empleo de insumos locales.
4	Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.	Este lineamiento es de competencias de las autoridades gubernamentales, sin embargo, bajo el criterio de responsabilidad ambiental, la promovente aplicará distintas medidas de regulación establecidos por los tres niveles de gobierno que rigen la zona donde se desarrollará el proyecto. Asimismo, se realizó el análisis de leyes federales, estatales y reglamentos municipales para determinar que no se contravienen las disposiciones jurídicas que regulan el tipo de obras a desarrollar. De este modo, la promovente coadyuva con el gobierno con la protección del ambiente y conservación del capital natural. Aunado a todo lo anterior, la celebración de convenios con las autoridades municipales y/o federales, para la aplicación de medidas de compensación por el aprovechamiento del Lote 03, a través de donación de plantas y actividades de reforestación, la promovente contribuirá con acciones de protección, conservación y restauración de capital natural del municipio de Puerto Morelos.
5	Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.	Como parte de la sociedad civil, los responsables del desarrollo del proyecto deberán aplicar medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, lo que contribuirá a la protección de la vida silvestre de la zona. Para protección de la fauna se ahuyentará para evitar su afectación directa y se prohibirá la extracción de ejemplares de vida libre; la fauna ahuyentada podrá desplazarse a predios colindantes y a comunidades vegetales colindantes al oeste del predio, incluyendo el APFF Manglares de Puerto Morales. Actualmente, se registraron escaso ejemplares de fauna silvestre en el terreno de interés, dominando la presencia de aves, animales que fácilmente se pueden desplazar a otros sitios por medio del vuelo. Aunado a ello, la remoción de ejemplares de flora no

N°	LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
		representará una afectación significativa a las poblaciones regionales de las distintas especies registradas, ya que la remoción de individuos representa una remoción parcial de las poblaciones, en este sentido, las especies continuarán presentes en la región. En la actualidad, la vegetación del predio se integra de escasos ejemplares de especies nativas y exóticas, por lo que su remoción no pondrá en riesgo la existencia o permanencia de las poblaciones de dichas especies en la región. Particularmente, los ejemplares de *Thrinax radiata* serán rescatados y reubicados en las áreas verdes (jardines) del proyecto; esta especie de palma es común en la localidad y las comunidades vegetales colindantes de Puerto Morelos, por lo que, su reubicación no pondrá en riesgo la permanencia de la especie en la región. La probabilidad de supervivencia de los individuos de palma chit al ser reubicados será alta, porque se mantendrán las condiciones ambientales similares a las de los puntos de rescate.
6	Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.	El capital natural comprende los recursos y componentes naturales del sistema ambiental que producen bienes y servicios ecosistémicos, brindando un beneficio social y económico a la población de un lugar. Con base en lo anterior, el capital natural del municipio de Puerto Morelos se distribuye principalmente afuera del polígono del asentamiento humano, el cual brinda servicios ecosistémicos que contribuyen a una sano desarrollo y buena calidad de vida de los pobladores de la localidad. La selva, la vegetación de las dunas costera y el manglar, brindan servicios como fijación del suelo, hábitat de especies de fauna silvestre que contribuyen a mantener la vegetación, regulación de temperatura, sombra y captación de CO_2. Para contribuir con la protección de ese capital natural, la promovente implementará medidas de manejo ambiental a través de las cuales se pueda prevenir: la contaminación de los componentes ambientales, la pérdida del hábitat, la fragmentación de comunidades vegetales, la explotación con fines extractivos de flora y fauna silvestre, la sobre explotación del acuífero, la pérdida de sumideros de carbono y la degradación de comunidades claves. Cabe mencionar que, el aprovechamiento de un predio previamente impactado dentro de una zona urbanizada, reduce la afectación de sitios naturales al prevenir la expansión de la mancha urbana.
7	Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.	La información presentada en el capítulo IV de la presente MIA-P contiene datos actualizados de condiciones ambientales del polígono del proyecto y áreas colindantes. Los datos presentados pueden contribuir con el conocimiento del área y para futuras tomas de decisiones para el ordenamiento territorial, esto último a cargo de las autoridades gubernamentales y ambientales correspondientes.
8	Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.	Este lineamiento es de competencia del sector público, no obstante, el proyecto formará parte del sistema económico regional, el cual está dominado por la actividad turística, es decir, del sector terciario. El desarrollo del proyecto es compatible con el uso de suelo de la región, en los que además de la turística se

N°	LINEAMIENTO	VINCULACIÓN
		encuentra la vocación habitacional y comercial. A través del desarrollo del proyecto se generarán empleos directos e indirectos, por la oferta de puestos laborales en la obra y por la demanda de insumos y servicios especializados locales.
9	Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.	Con el desarrollo del proyecto no se establecerán áreas prioritarias para la preservación que puedan ser registradas en el SINAP, por ello, este lineamiento no es aplicable.
10	Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	La tendencia de deterioro ambiental en la región es la erosión de playas en la línea de costa del estado de Quintana Roo. Dichas zonas son vulnerables por la presencia de obras civiles y desarrollo de actividades humanas que modifican la línea de costa, interfieren el transporte de sedimentos y afectan la duna costera. Para el proyecto no se contempla establecer obras en las zonas de playa del estado. El predio de interés se ubica en la zona urbanizada de Puerto Morelos, el cual cosiste en un lote privado que colinda con otros lotes con vocación de uso de suelo habitacional y, a nivel de zona, también con vocación turística. Por lo tanto, el predio seleccionado para el proyecto es un lote que está incluido en el perímetro urbano y forma parte del área delimitada oficialmente para el desarrollo urbano de la localidad. En este contexto, el aprovechamiento del sitio de interés no propiciará la degradación de sistemas naturales claves del ecosistema costero; además, la aplicación de medidas ambientales contribuirá a prevenir la contaminación de hábitats naturales cercanos y la extracción de biodiversidad, de este modo, se reducen las fuentes de presión que propician la degradación ambiental.

A continuación, se presentan las estrategias aplicables al proyecto y su vinculación:

Tabla III.3. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 62.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio	
A) Preservación 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto propuesto se desarrollará en el interior de un lote ubicado en el perímetro urbano de la localidad de Puerto Morelos. Para su ejecución, se aprovechará infraestructura urbana existente como vialidades, acometida de suministro de energía eléctrica, sistema de suministro de agua potable y de drenaje sanitario de la red municipal. Por ello, la construcción del proyecto en un predio urbano no implicará la pérdida de hábitat o fragmentación de comunidades vegetales en buen estado de conservación de la región. Asimismo, la promovente aplicará medidas de prevención y mitigación de impactos sobre el ambiente, además de realizar supervisión ambiental durante la ejecución del

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	proyecto para vigilar la aplicación de las medidas de manejo ambiental, entre ellas, el rescate y reubicación de las plántulas de *Thrinax radiata* (guano de costa) registradas en el predio y que se encuentra bajo categoría de Amenazada (A) según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Para la protección de la fauna, se ahuyentarán a los ejemplares que transiten el terreno, estos podrán desplazarse a comunidades de vegetación cercanas y colindantes al predio. Mediante las acciones previamente señaladas, la promovente se sumará al sector de la población que contribuye con la conservación in situ de los componentes ambientales del ecosistema costero y su biodiversidad, manteniendo sin afectación o aprovechamiento los hábitats naturales que rodean a la localidad de Puerto Morelos.
B) Aprovechamiento sustentable 4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de recursos forestales 8. Valoración de los servicios ambientales	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en régimen de condominio, por ello, no se prevé aprovechar de forma extractiva especies de vida silvestre de la región. El polígono para la construcción del proyecto, es un lote en zona urbanizada dentro de la localidad de Puerto Morelos; este predio será aprovechado de forma responsable, empleando técnicas y componentes que contribuyan a proteger los componentes del sistema ambiental en el que se ejecutará. El aprovechar el terreno en congruencia con los usos de suelo permitido, la vocación de uso de suelo predominante en la actualidad, los lineamientos de construcción permitidos y considerando el aprovechamiento de la infraestructura y equipamiento urbano existente en la localidad, lo cual facilitará la construcción del edificio propuesto, contribuirá a conservar elementos de los hábitats naturales que rodean la localidad, manteniendo servicios ambientales e interacciones ecológicas que brindan sostén al ecosistema costero y favorecen el sano desarrollo de la comunidad humana. Debido a su condición de lote urbano, actualmente con uso rústico por no poseer obras civiles en su interior, y por sus dimensiones, el predio no se encuentra en terrenos forestales. El paisaje original, que abarcó una zona forestal, fue modificado con la lotificación de la localidad de Puerto Morelos. El sitio seleccionado fue establecido desde la conformación del centro urbano de Puerto Morelos; con el tiempo, los lotes colindantes y

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	cercanos fueron ocupados con obras civiles de naturaleza habitacional, turística, comercial y mixta. Actualmente, permanecen pocos lotes con potencial de aprovechamiento que aún no han sido utilizados, pero que, desde su delimitación se previeron para su uso habitacional o turístico, en congruencia con la planificación urbana de la localidad. Por ello, el predio de interés se localiza en un asentamiento humano y no fue aprovechado para uso agrícola o pecuario. La protección de los servicios ambientales que propicia un ambiente sano y favorece el desarrollo humano, se centran en acciones de conservación de los hábitats naturales y comunidades vegetales que rodean a la localidad de Puerto Morelos. Por ello, la construcción en un lote urbano mantiene la concentración de la mancha urbana y evita su expansión, contribuyendo a mantener en sus condiciones actuales las comunidades vegetales colindantes, como manglares, selvas y vegetación de duna costera.
C) Protección de los recursos naturales 9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos. 11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El agua para la construcción del proyecto será suministrada a través de vehículos de transporte (pipas) de proveedores autorizados por la Comisión del Agua para tal fin. En la etapa de operación, el agua se suministrará desde la red municipal de agua potable, para lo cual se realizará el contrato de servicio; CAPA otorgó la factibilidad de encontrarse en condiciones de poder suministrar el agua que demanda el proyecto para el funcionamiento del edificio, según los cálculos realizados para cubrir las necesidades de los futuros habitantes de los departamentos. Considerando lo previamente señalado, se concluye que no se realizará la explotación de pozos de extracción de agua en el predio. El agua se obtendrá de suministros existentes regulados por CAPA, quienes poseen la concesión de uso y aprovechamiento de los pozos de extracción de agua local. Esta Comisión se encarga de no sobreexplotar el acuífero para mantener la disponibilidad de agua que cubrirá la demanda del recurso hídrico para las actividades dentro de la localidad. Cabe mencionar que, se aplicarán medidas de prevención de contaminación de suelos y cuerpos de agua, a través del manejo integral de residuos, para evitar el vertimiento de sustancias peligrosas, lixiviados o aguas negras en el sistema natural.

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	Para el mantenimiento de los jardines del proyecto no se utilizarán agroquímicos que pudieran afectar las especies presentes, se priorizará el manejo de técnicas de mantenimiento que eviten el uso de químicos. Cabe señalar que, el predio no se localiza en un área geográfica en la que existan presas administradas por CONAGUA.
D) Dirigidas a la Restauración 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El predio se localiza dentro del Asentamiento Humano de Puerto Morelos. Por lo tanto, el predio no cuenta con suelos agrícolas actualmente y no está situado en ecosistemas forestales; al pertenecer a una localidad urbanizada y por las dimensiones del terreno, las condiciones naturales del sitio han sido modificadas a través del tiempo, por la urbanización de la zona y la limpieza del área, esto ha derivado en que, las áreas verdes de la zona (jardines), así como en terrenos cercanos, exista vegetación con especies nativas y exóticas dispersas. Con base en lo anterior, el predio no se considera un sitio apto para la reforestación de terrenos, ya que el predio se encuentra entre predios impactados por obras de naturaleza habitacional y turística. Es importante señalar que, debido al impacto del predio por la construcción del edificio, la promovente celebrará convenios con las autoridades ambientales municipales para la donación de plantas para la reforestación de camellones y áreas verdes de la localidad; y un convenio con el municipio o la CONANP para la reforestación de manglar de un área equivalente al doble del terreno seleccionado, por situarse la obra a menos de 100 m de la comunidad de manglar más cercana, atendiendo así lo dispuesto en la NOM-022-SEMARNAT-2003. Con lo anterior, se contribuye a la restauración de sitios impactados.
E) 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. 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).	Las actividades señaladas deben ser llevadas a cabo por las autoridades municipales. Sin embargo, la promovente se apegará a lo dispuesto a través de lo siguiente: ▪ La construcción del proyecto se realizará en congruencia con los criterios de planeación urbana de la localidad y de los lineamientos de construcción aprobados por la Dirección de Desarrollo Urbano del municipio. ▪ Durante la construcción y operación del proyecto, se hará consumo de productos locales, lo que beneficia la producción del municipio, al mantener

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	la oferta-demanda de los insumos, favoreciendo la economía loca. ▪ El proyecto se construirá con el objeto de brindar espacios de confort a personas de estancia permanente o temporal en la zona, por lo que contribuirá con la oferta de nuevos sitios habitacionales, lo que contribuye a sostener y diversificar el turismo y las residencias en la localidad de Puerto Morelos, siendo compatible con los objetivos de desarrollo del municipio.
GRUPO II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables. Bien estructuradas y menos costosas. 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.	Para el desarrollo del proyecto se aprovechará la infraestructura y equipamiento urbano de la localidad de Puerto Morelos, lo que facilitará el proceso constructivo de la obra y reducirá el impacto ambiental al no construir nuevas obras en la región, ya que, por ejemplo, no será necesario abrir nuevos caminos y, por ello, no se fragmentarán nuevos sitios con comunidades vegetales en buen estado de conservación. El edificio a construir poseerá los elementos estructurales y de diseño que brinden confort a los usuarios. Su establecimiento dentro de una zona urbanizada contribuirá a no realizar el cambio de usos de suelo en terrenos forestales de la región y a mantener la concentración del asentamiento humano, importante para que no se produzca la expansión de la mancha urbana y con esto, se conserven en condiciones originales los hábitats naturales que rodean al poblado. En este contexto, la planeación urbana de la localidad de Puerto Morelos ha ayudado a frenar la expansión desordenada del poblado en el centro, dotando de suelo apto para el desarrollo urbano donde se han establecido obras de naturaleza habitacional y turística. La ejecución del proyecto se suma a otros sectores que impulsan el desarrollo regional por medio de la oferta laboral temporal y permanente, así como la demanda constante de diversos productos y servicios locales, en especial en la etapa de operación a cargo de los habitantes de los departamentos a construir.
E) Desarrollo 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 integral que permita	El desarrollo social está a cargo de iniciativas públicas de los dirigentes del municipio de Puerto Morelos, en coordinación con las autoridades del estado de Quintana Roo. Sin embargo, la promovente desarrollará el proyecto propuesto en congruencia con

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
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. 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. 41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	los objetivos de desarrollo del municipio y fungiendo como un elemento que se suma a lograr el desarrollo social de la localidad, a través de lo siguiente: ▪ Para el desarrollo del proyecto se empleará mano de obra de la localidad y, en su caso, de municipios cercanos, como Benito Juárez y Solidaridad. ▪ Se empleará personal de distintos géneros y se brindará oportunidad de trabajo a todas las personas con la capacidad de laborar en la obra y el tipo de actividades a realizar, incluyendo a sectores considerados como vulnerables. ▪ Durante todas las etapas de desarrollo del proyecto se realizará la demanda de alimentos e insumos locales, lo cual contribuye a mantener la demanda de los productos generados por las cooperativas de la localidad. Esto beneficia a las familias que dependen del sector primario para su subsistencia. ▪ La oferta de trabajo favorece la economía local y contribuye puntualmente a la mejora de la calidad de vida de las personas en puestos laborales con salarios dignos y condiciones de trabajo seguras. ▪ Con el desarrollo del proyecto no se obstruirán vialidades de acceso a centros de salud, a sitios de asistencia y protección social, y por su ubicación, no interfiere en el desarrollo de las actividades de los adultos mayores en la localidad, en este sentido, no impacta negativamente en la dinámica social de Puerto Morelos.
GRUPO III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.	
A) Marco jurídico 42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Con el desarrollo del proyecto no se afectará la propiedad rural ni los derechos de los pobladores. El predio para el desarrollo del proyecto es un lote urbano particular, en este sentido, es un terreno en régimen de propiedad privada.
B) Planeación del ordenamiento territorial. 43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos. 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 predio donde se desarrollará el proyecto se ubica en la localidad de Puerto Morelos, un asentamiento humano situado en zona costera, por lo que está rodeada de sistemas naturales que brindan diversos servicios ambientales y sostienen la biodiversidad de la zona. Por ello, el desarrollo de obras y actividades en esta comunidad debe apegarse a los criterios de los planes de desarrollo y la normatividad ambiental aplicable, para garantizar la protección de los componentes del ecosistema costero. Cabe mencionar que, además de los servicios ambientales de soporte, provisión y regulación, los sistemas naturales que

ESTRATEGIA	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
	rodean la comunidad Puerto Morelos brindan servicios culturales de suma relevancia que mantienen la fluencia del turismo, por lo que la conservación de los componentes naturales no solo beneficia el desarrollo humano y de la vida silvestre, sino que favorece la dinámica social y económica de la localidad al mantener el atractivo principal para los turistas: los paisajes naturales, la biodiversidad y los espacios para actividades en contacto con la naturaleza. Por ello, el desarrollo regulado de la población y evitar la expansión de la zona urbana, es una acción fundamental para la conservación de los sistemas naturales colindantes a Puerto Morelos.

Por su escala y alcance, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso del suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales. Se establece en él que cada sector tiene sus prioridades y metas. Sin embargo, en su formulación e instrumentación, los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región, en congruencia con los programas locales o regionales vigentes. Asimismo, cabe aclarar que la ejecución de este programa es independiente del cumplimiento de la normatividad aplicable a otros instrumentos de política ambiental, entre los que se encuentran: las Áreas Naturales Protegidas y las Normas Oficiales Mexicanas.

El contenido de las políticas establecidas en el Programa es congruente con la protección del medio ambiente; dado que impulsa la preservación y protección de los recursos naturales, su aprovechamiento sustentable a través del fomento a las actividades de producción y servicios que fortalezcan el desarrollo regional. Con lo anterior, el proyecto a desarrollar no contraviene los lineamientos y criterios establecidos en este programa, resultando factible su ejecución.

III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y el Caribe

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe, se describe la Área Sujeta a Ordenamiento Ecológico (ASO), el cual está integrada por dos componentes, conforme la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA):

- Área Marina, que comprende las áreas o superficies ubicadas en zonas marinas mexicanas, incluyendo zonas federales adyacentes del Golfo de México y Mar Caribe.

• El Área Regional, que abarca una región ecológica ubicada en 142 municipios con influencia costera (SEMARNAT-INE, 2007) de 6 entidades federativas (Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz y Tamaulipas).

De acuerdo con este programa, el predio para el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo,* se encuentra en la Unidad de Gestión Ambiental #138-Benito Juárez. Para la UGA #138 se debe dar cumplimiento a criterios generales y criterios específicos.

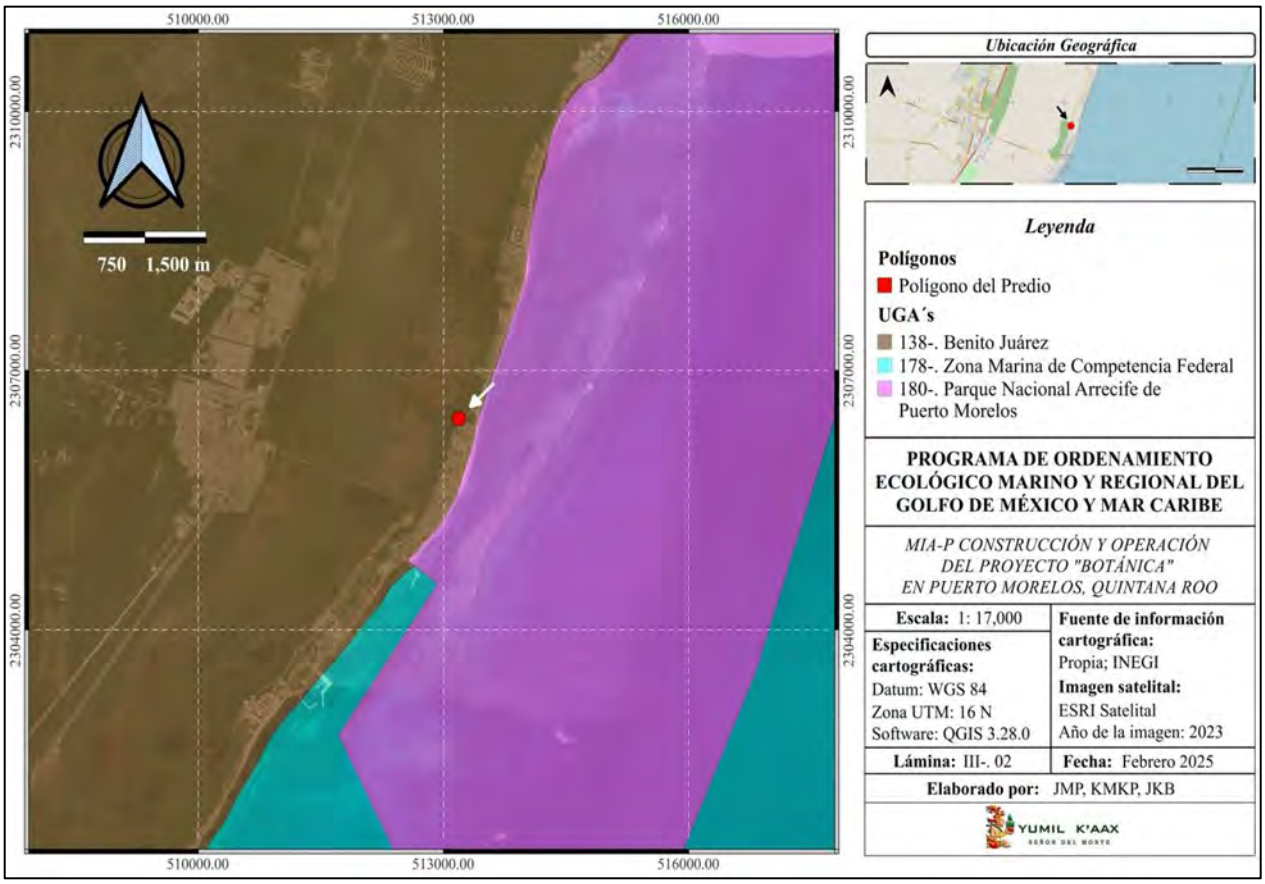


Lámina III.2. Ubicación del predio con respecto a la UGA #138 del programa.

Tabla III.4. Características de la UGA #138.

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Benito Juárez
Municipio:	Benito Juárez
Estado:	Quintana Roo
Población:	573,325 Habitantes
Superficie:	225,770.386 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios de Zona Costera Inmediata Mar Caribe
Islas:	
Puerto Turistico	Presente
Puerto Comercial	Presente
Puerto Pesquero	Presente
Nota:	

Mapa

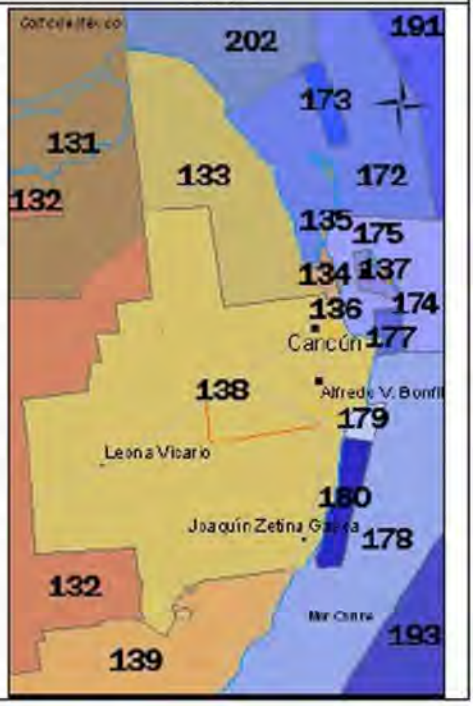


Tabla III.5. Acciones específicas de la UGA #138.

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

NA = NO APLICA

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las acciones de regulación para esta UGA:

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con los criterios generales.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
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.	Para el proyecto, se empleará agua durante la construcción del proyecto y la operación del mismo. En la etapa de construcción, el agua será transportado mediante pipas y garrafones, solicitando el servicio de abasto a proveedores autorizados en el municipio de Puerto Morelos. En la etapa de operación y mantenimiento, el agua será suministrado a través de la red de agua potable del municipio; la promovente obtuvo la factibilidad por parte de CAPA que señala que puede suministrar la cantidad de agua solicitada para la demanda que se llevará a cabo en la operación de los 17 departamentos, considerando un número de hasta 42 personas habitando simultáneamente el edificio a construir, en los casos de ocupación total de la obra. Considerando lo anterior, para el desarrollo de la obra no se construirán nuevos pozos de extracción de agua. Para el uso eficiente del agua potable, se implementarán estrategias de ahorro, como instalar unidades sanitarias e hidráulicas de menor consumo de agua, así como el mantenimiento preventivo y correctivo para evitar fugas del recurso hídrico.
G002	Promover el establecimiento del pago por servicios ambientales hídricos en coordinación con la CONAGUA y las demás autoridades competentes.	Este criterio es de competencia de las autoridades gubernamentales y ambientales. Con el proyecto no se realizará la extracción directa de agua del acuífero mediante pozos, ya que el agua será suministrada por medio de pipas y garrafones en la etapa de construcción, y por medio de la red hidráulica municipal en la etapa de operación y mantenimiento.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. El proyecto no contempla el comercio de especie de vida silvestre.
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-Listade Especies en Riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010).	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional que se establecerá en un lote en zona urbanizada de la localidad de Puerto Morelos. El predio seleccionado posee escasos elementos arbóreos de especies nativas y exóticas, así como plántulas de la palma chit, (*Thrinax radiata*) y elementos herbáceos, resultado de las actividades de lotificación y urbanización del asentamiento humano, lo que propició la modificación del paisaje original. Aunado a ello, la limpieza de lotes urbanos ha brindado el estado que actualmente poseen los predios en la comunidad, tales como el sitio de interés. Por lo anterior, la construcción del proyecto en el predio seleccionado no causará pérdida de hábitats naturales ni la fragmentación de comunidades vegetales en buen estado de conservación que rodean a Puerto Morelos.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		Para garantizar la protección de la flora y fauna silvestre del sistema ambiental, se realizarán las siguientes acciones: ▪ Rescate y reubicación en los jardines del proyecto, de las plántulas de *Thrinax radiata.* ▪ Ahuyentar a la fauna que transite por el predio durante la construcción. Los animales podrán desplazarse a las comunidades vegetales colindantes al terreno. ▪ Capacitar a los trabajadores para que implementen adecuadamente las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales. ▪ Prohibir la extracción a los trabajadores de flora y fauna del sistema ambiental. ▪ Los residuos de materia vegetal deberán ser triturados para su reúso como abono en áreas verdes o, en su caso, el excedente ser dispuesto a la empresa concesionada para la recolecta de los RSU en el municipio. ▪ Por el aprovechamiento del predio y la remoción de la vegetación, se celebrará un convenio con las autoridades municipales para la donación de plantas para la reforestación de camellones y áreas verdes de la localidad. ▪ Debido a que el predio se encuentra a menos de 100 metros de la comunidad de manglar del APFF Manglares de Puerto Morelos, la promovente realizará un convenio con el municipio o la CONANP para la reforestación de manglar en una superficie equivalente al doble del terreno por impactar; esto contribuirá a la restauración de sitios deteriorados en el municipio.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	La promovente aplicará medidas de mitigación para reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), como el manejo integral de los residuos; verificar que la maquinaria y vehículos garanticen generar emisiones por debajo de los límites máximos permisibles en las normas oficiales mexicanas aplicables; mantenimiento de equipos eléctricos y uso de mejores tecnologías que emitan menor cantidad de GEI's; uso de eoctecnias para el diseño del edificio que contribuyan a la eficiencia energética (a través de ventilación cruzada, orientación adecuada de la obra, impermeabilización del edificio y empleo de luces ahorradoras de energía); disposición de aguas residuales en el sistema de red de drenaje sanitario municipal, encargado de enviar las aguas negras y grises a la planta de tratamiento de la localidad.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas	Este criterio queda a cargo de las autoridades públicas. Sin embargo, como acciones voluntarias para reducir las

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	emisiones de GEI´s, la promovente llevará a cabo el manejo integral de residuos; favorecerá la eficiencia energética en el proyecto; realizará mantenimiento a equipos, maquinaria y unidades que emitan gases a la atmósfera para asegurar que no tengan fugas y reducir la cantidad de emisión, envío de aguas residuales al sistema de drenaje sanitario municipal y empleo de electrodomésticos de bajo consumo de energía.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. No se contempla el uso de Organismos Genéticamente Modificados.
G009	Planificar las acciones de construcción de infraestructura, en particular la de comunicaciones terrestres para evitar la fragmentación del hábitat.	La construcción del proyecto no generará fragmentación de hábitats naturales de la región, debido a que la obra se desarrollará en un lote dentro del asentamiento humano de Puerto Morelos. Este sitio se incluye dentro de la planificación urbana como un área para construcción de obras civiles de tipo habitacional. Para edificar la obra no se requiere la construcción de nuevas vías de comunicación, ya que se hará uso de la vía existente, la calle Andrés Quintana Roo, un camino pavimentado y apto para el tránsito de vehículos compactos, transporte y maquinaria; su uso como vía de acceso al predio no provocará su deterioro significativo, por lo que no modificarán patrones de flujo de vehículos de transporte de los pobladores y turistas del área.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. No se contempla el uso de áreas agropecuarias y no se desarrollarán actividades de producción.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	Una acción de gran relevancia para reducir la afectación de los ecosistemas costeros es la planificación urbana, con la finalidad de evitar la expansión de los asentamientos humanos hacia zona con sistemas naturales en buen estado de conservación. Por ello, construir obras en predios situados adentro de una zona urbanizada y en congruencia con los usos permitidos, favorece la concentración de las comunidades humanas y evita el aprovechamiento de nuevos sitios naturales colindantes. Asimismo, la demanda de recursos como el agua, no debe exceder la capacidad de suministro de las fuentes, asegurando el acceso igualitario en la comunidad. Para el proyecto, se solicitó a CAPA la factibilidad de suministro de agua potable al proyecto, considerando las unidades departamentales a establecer y la cantidad de personas estimadas por habitarlos. La comisión señaló contar con infraestructura y factibilidad de brindar es servicio de suministro de agua. Por lo tanto, se asegura que no existe una sobreexplotación del recurso que propicie la afectación significativa del ecosistema costero y sus componentes naturales.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		Asimismo, durante el desarrollo del proyecto se implementarán medidas ambientales para prevenir y mitigar impactos al ecosistema costero en el que se sitúa Puerto Morelos. Con el desarrollo de la obra propuesta no se afectará ninguna comunidad de manglar, ya que no se removerán individuos de mangle de la región y no se obstruirán las fuentes de agua que alimentan a sus poblaciones.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de las coberturas vegetales nativas.	Con el desarrollo del proyecto no se realizará la introducción de especies exóticas o invasoras. Las plantas de los jardines serán especies nativas y ejemplares rescatados en el mismo predio.
G014	Promover la reforestación en los márgenes de los ríos.	El proyecto no se encuentra en los márgenes de un río, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G015	Evitar el asentamiento de zonas industrialeso humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El proyecto no se ubica en los márgenes de cauces naturales de ríos, por ello, no se vincula con el presente criterio.
G016	Reforestar las laderas de las montañas con vegetación nativa de la región.	El proyecto no se ubica en laderas de montañas, por ello, no se vincula con el presente criterio.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G018	Recuperar la vegetación que consolide las márgenes de los cauces naturales en el ASO, de conformidad por lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto a desarrollar no se ubicará en márgenes de cauces naturales de ríos. Por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G019	Los planes o programas de desarrollo urbano del área sujeta a ordenamiento deberán tomar en cuenta el contenido de este Programa de Ordenamiento, incluyendo las disposiciones aplicables sobre riesgo frente a cambio climático en los asentamientos humanos.	El proyecto se apegará a lo dispuesto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez, el cual considera otros planes de ordenamiento territorial y legislación en materia de protección ambiental.
G020	Recuperar y mantener la vegetación natural en las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El proyecto no se encuentra en márgenes o riberas de ríos o zonas inundables. Por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Con el proyecto se aplicarán medidas de manejo integral de residuos para evitar la creación de focos de infección o de generación de plagas.
G024	Promover la realización de acciones de forestación y reforestación con restauraciónde suelos para incrementar el potencial de sumideros forestales de carbono, como medida de mitigación y adaptación de efectos de cambio climático.	Con el desarrollo del proyecto y en cumplimiento de la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT2003, se implementará la medida de compensación que consiste en crear un convenio con las autoridades municipales o la CONANP para reforestar una superficie de manglar equivalente al doble de la superficie total del predio por aprovechar. En convenio con el organismo público se elaborará el programa de reforestación y se dispondrán las cláusulas de ejecución, en beneficio de las comunidades de manglar de la zona, las cuales fungen como sumideros de carbono. Asimismo, proporcionan otros servicios ambientales como fijación del suelo en zona de manglar, el cual también contribuye a la captación de carbono; protección contra vientos y amortigua inundaciones ante fuertes tormentas y ciclones tropicales, los cuales se han intensificado resultado del cambio climático. Por ello, la reforestación de zonas de manglar degradados se suma a las acciones de mitigación y adaptación de la comunidad de Puerto Morelos ante los efectos del cambio climático.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	Para el establecimiento de áreas verdes se emplearán especies nativas de la región, priorizando aquellas que se distribuyen de forma natural en la zona, lo que contribuirá a aumentar sus probabilidades de supervivencia al ser especies adaptadas a las condiciones climáticas y las características del suelo de la región.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El combustible se empleará únicamente para uso de vehículos y maquinarias, los cuales, hasta ahora, hacen uso de combustibles de origen fósil. Las autoridades públicas deben crear políticas y estrategias que permitan el acceso a nuevos combustibles de no origen fósil y la entrada al mercado de vehículos eficientes en el consumo de combustible.
G028	Promover el uso de energías renovables.	Con el proyecto se emplearán equipos de ahorro de energía, para minimizar el consumo de energía eléctrica. Conforme pase el tiempo, la promovente podrá emplear nuevos equipos con mayor eficiencia y ahorro de energía, conforme vaya siendo ofertado en el mercado. El suministro de energía eléctrica será a través de la fuente convencional que administra la CFE, quien otorgó la factibilidad de proveer el servicio al proyecto, considerando la demanda de energía requerida para la operación del edificio. La promovente considerará como opciones el uso de paneles solares a futuro, para reducir la demanda de energía de la fuente convencional.
G029	Promover un aprovechamiento sustentablede 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.	El empleo de combustible se realizará con el uso de maquinaria y vehículos. Los contratistas de las unidades deberán garantizar que éstas se encuentren en óptimas

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		condiciones,. Lo cual contribuye a reducir el consumo de combustible; asimismo, se crearán estrategias para el suministro de insumos con la finalidad de reducir las vueltas de los vehículos de transporte y por ende, reducir el consumo de combustible. Actualmente, las estaciones de servicio de la localidad proveen combustibles de origen fósil y no se cuenta con fácil acceso a combustibles limpios.
G032	Promover la generación y uso de energía a partir de hidrógeno.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G033	Promover la investigación y desarrollo entecnologías limpias.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	Como parte del diseño del proyecto, se contemplan elementos que favorezcan la eficiencia energética a través de la ventilación cruzada, el aislamiento térmico, el uso de luces LED y de equipos ahorradores de energía. De este modo, se reduce la demanda de energía eléctrica al minimizar el uso de aires acondicionados, calefactores, biolers, además de utilizar electrodomésticos de menor requerimiento de energía para su funcionamiento.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	El diseño de la obra reducirá el consumo de energía eléctrica, a través de ecotecnias que permitan la ventilación cruzada, el aislamiento térmico y el aprovechamiento de la luz natural en el mayor tiempo posible, además de que se emplearán equipos ahorradores de energía.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones industriales existentes.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G037	Elaborar modelos (sistemas mundiales de zonificación agro-ecológica) que permitan evaluar la sostenibilidad de la producción decultivos; en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría ambiental.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G041	Fomentar la elaboración de Programas de Desarrollo Urbano en los principales centros de población de los municipios.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. El proyecto se apegará a los lineamiento del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Benito Juárez. Actualmente, aún se encuentra en proceso de elaboración y publicación del Programa de Ordenamiento

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		Ecológico del municipio de Puerto Morelos. Cabe señalar que, Puerto Morelos es uno de los municipios más "jóvenes" del estado de Quintana Roo; anteriormente su territorio pertenecía al municipio de Benito Juárez, motivo por el cual los criterios de regulación del POEL de ese municipio aun se encuentran vigentes para la localidad de Puerto Morelos.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G043	LA SEMARNAT, considerará el contenido aplicable de este Programa. En su participación para la actualización de la Carta Nacional Pesquera, Asimismo, lo considerará en las medidas tendientes a la protección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especial de protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G044	Contribuir a la construcción y reforzamiento de las cadenas productivas y de comercialización interna y externa de las especies pesqueras.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G046	Fomentar la ampliación o construcción de infraestructuras que liberen tránsito de paso, corredores congestionados y mejore el servicio de transporte.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. La vía de acceso al predio es un camino pavimentado poco concurrido debido a que se encuentra en una colonia en la que predomina el uso de suelo habitacional. De forma temporal, con el proyecto se incrementará el tránsito de vehículos de transporte como volquetes, y de maquinarias, sin embargo, esto concluirá al término de la obra. Por ello, no se modificarán patrones de tránsito vehicular de la zona. En la operación, los vehículos de los habitantes de los departamentos son los que se sumarán al tránsito vehicular de la zona.
G047	Impulsar la diversificación de actividades productivas.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G048	Instrumentar y apoyar campañas para la prevención ante la eventualidad de desastres naturales.	Durante el desarrollo del proyecto, se dará cumplimiento a las medidas que Protección Civil establezcan, con la finalidad de reducir la vulnerabilidad y exposición a peligros de origen natural. Cabe mencionar que, se hizo un análisis estructural para diseñar la obra resistente ante la incidencia

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		de fenómenos naturales como ciclones tropicales, reduciendo la vulnerabilidad estructural. Los desastres naturales se dan cuando se generan grandes afectaciones por pérdidas económicas y humanas en un lugar determinado, por ello, construir obras reforzadas y que soporten la incidencia de peligros ambientales contribuye a crear sitios menos vulnerables y con menor riesgo a ser afectado por fenómenos de origen natural. Además, debido a la frecuencia de la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos en la región, lo cual sucede año tras años, el municipio cuenta con planes de acción ante contingencias ambientales y también lleva a cabo acciones de limpieza de calles, poda de árboles, mantenimiento de alcantarillas y pozos de absorción, y emite comunicados que mantienen alerta a la comunidad, medidas que contribuyen a reducir la vulnerabilidad social de Puerto Morelos. Aunado a ello, la conservación de ecosistemas claves como dunas y manglares, favorecen el amortiguamiento de los efectos de los fenómenos naturales, al regular inundaciones y proteger contra vientos a la comunidad.
G049	Fortalecer la creación o consolidación delos comités de protección civil.	Este criterio corresponde a las autoridades públicas, no obstante, la promovente se apegará a las disposiciones en materia de protección civil que emitan las autoridades correspondientes.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes aeventos hidrometeorológicos.	Para el diseño del proyecto se realizó un análisis de los peligros a los que está expuesta la zona, determinando así el tipo de materiales a emplear y reducir con ello la vulnerabilidad estructural de la obra.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Con el proyecto se realizará el manejo integral de residuos generados, en cumplimiento de los dispuesto en las leyes en materia de prevención y gestión de residuos, así como de economía circular. La promovente, trabajadores y habitantes, involucrados en el proyecto, podrán participar en campañas de concientización del manejo adecuado de residuos en la localidad. Asimismo, deberán apegarse a las prácticas de manejo de residuos que favorezcan la prevención de la contaminación del suelo y cuerpos de agua de la zona.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura, etc.).	Como parte de las acciones que las autoridades municipales llevan a cabo para la protección del ambiente y atención de contingencias ambientales, se encuentra la limpieza de calles, mantenimiento de alcantarillas y pozos de absorción, así como la descacharrización. La promovente, trabajadores y habitantes del proyecto, participarán en las campañas por medio de la ejecución de prácticas que aseguren un manejo adecuado de los residuos, a través del correcto acopio, separación, transporte y disposición final de los mismos.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Las aguas residuales del proyecto tendrán el siguiente manejo: en etapa de construcción, se acopiarán en sanitarios

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	portátiles y su retiro del área, tratamiento y disposición final estarán a cargo de la empresa que lleve a cabo la limpieza de las unidades. En la etapa de operación, las aguas residuales de los departamentos serán transferidos al drenaje sanitario del municipio, a través del cual se enviarán a una planta de tratamiento local a cargo de CAPA, responsables de la disposición final de las aguas tratadas.
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.	El predio donde se desarrollará el proyecto se encuentra en el polígono de Asentamientos Humanos de Puerto Morelos, de acuerdo con las cartas de usos de suelo y vegetación del INEGI, serie VII. Por las características del lote y la zona donde se ubica, no se requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La construcción del proyecto deberá apegarse a los criterios de construcción permitidos para la zona. Debido a que se removerá la escasa vegetación arbórea del predio, conformada por especies nativas y exóticas, se celebrará un convenio con la autoridad municipal para la donación de plantas para la reforestación de camellones y áreas verdes de la localidad.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G057	Promover los estudios sobre los problemas de salud relacionados con los efectos del cambio climático.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G058	La gestión de residuos peligrosos deberá realizarse conforme a lo establecido por la legislación vigente y los lineamientos de la CICOPLAFEST que resulten aplicables.	El manejo integral de residuos peligrosos se apegará a lo dispuesto en la legislación ambiental aplicable, así como en la CICOPLAFEST.
G059	El desarrollo de infraestructura dentro de un ANP, deberá ser consistente con la legislación aplicable, el Programa de Manejo y el Decreto de creación correspondiente.	El proyecto no se desarrollará dentro de un Área Natural Protegida (ANP), sin embargo, debido a que se encuentra en la zona de influencia de tres ANP´s, se realizará el análisis de los programas de manejo de esas áreas protegidas para evidenciar que no se contraviene lo dispuesto en aquellos.
G060	Ubicar la construcción de infraestructura costera en sitios donde se minimice el impacto sobre la vegetación acuática sumergida.	La construcción del proyecto no afectará vegetación acuática sumergida, ya que la obra se establecerá en zona terrestre.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalasy su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	No se desarrollarán actividades dentro de ninguna Área Natural Protegida.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los criterios específicos de cada UGA, la #138:

Tabla III.7. Vinculación del proyecto con los criterios específicos de la UGA #138.

Clave	Criterios específicos	Observaciones
A005	Fomentar la reducción de pérdida de agua durante los procesos de redistribución de la misma.	Para el proyecto se instalará un sistema de abastecimiento de agua eficiente que evite la pérdida de agua, asimismo, se le brindará mantenimiento para evitar las fugas o daños que generen pérdida de agua.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	Las aguas residuales serán enviadas al drenaje sanitario local, a través del cual serán transferidos a una planta de tratamiento municipal, donde se realizará la disposición final de las aguas tratadas, por lo que la promovente no cuenta con opción directa de reúso de las aguas posterior a su tratamiento. Cabe mencionar que, por el tamaño del predio y dimensiones de la obra a construir, no se considera factible el establecimiento de un biodigestor y no es viable la instalación de una PTAR, motivo por el cual, se solicitará el servicio de drenaje sanitario a la autoridad pública; CAPA brindó la factibilidad de proporcionar el servicio de drenaje que requiere el proyecto. En cuanto al suministro de agua se obtendrá de la fuente de agua potable de la red municipal. La captación de agua pluvial se realizará para redirigirla a los jardines y a los dos pozos pluviales del proyecto. Se permitirá que el agua pluvial también escurra en los bordes del edificio para que sean absorbida en el suelo natural de terrenos colindantes.
A007	Promover la constitución de áreas destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Clave	Criterios específicos	Observaciones
	ecosistemas naturales.	
A008	Evitar las actividades humanas en las playas de anidación de tortugas marinas, salvo aquellas que estén autorizadas en los programas de conservación,	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no colinda con playas, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. Las actividades de los habitantes del proyecto, deberán seguir las indicaciones de las autoridades públicas durante su visita a las playas del puerto.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no colinda con playa, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. Los programas deberán ser impulsados por las autoridades públicas para frenar y revertir el avance de la frontera agropecuaria.
A012	Promover la preservación de las dunas costeras y su vegetación natural, a través de la ubicación de la infraestructura detrás del cordón de duna costera.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no colinda con dunas costeras, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Con el desarrollo del proyecto y en cumplimiento de la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT2003, se implementará la medida de compensación que consiste en crear un convenio con las autoridades municipales o la CONANP para reforestar una superficie de manglar equivalente al doble de la superficie total del predio por aprovechar. En convenio con el organismo público se elaborará el programa de reforestación y se dispondrán las cláusulas de ejecución, en beneficio de las comunidades de manglar de la zona.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A016	Establecer corredores biológicos para conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. La construcción del proyecto en un lote urbano evitará la fragmentación de nuevos sitios con cobertura de vegetación en buen estado de conservación.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Con el desarrollo del proyecto y en cumplimiento de la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT2003, se implementará la medida de compensación que consiste en crear un convenio con las autoridades municipales o la CONANP para reforestar una superficie de manglar equivalente al doble de la superficie total del predio por aprovechar.
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	

Clave	Criterios específicos	Observaciones
	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).	En convenio con el organismo público se elaborará el programa de reforestación y se dispondrán las cláusulas de ejecución, en beneficio de las comunidades de manglar de la zona. Cabe mencionar que, las cuatro especie de manglar que se distribuyen en la región se encuentran en categoría de Amenazada (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo tanto, la reforestación de una población degradada de cualquiera de las cuatro especies de mangle de la región, contribuirá a la protección y recuperación de especies en categoría de riesgo.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	Se vigilará que los vehículos y maquinaria se encuentren en buen estado para que sus emisiones estén dentro de los límites máximos permisibles. En cuanto a las aguas residuales, en etapa de construcción se acopiarán en sanitarios portátiles, y el tratamiento de esas aguas negras será responsabilidad de la empresa arrendadora de las unidades que proporcione la limpieza. En la operación, el agua negra se enviará a la plata de tratamiento local a través de la red de drenaje sanitario de la localidad.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	La zona no se encuentra afectada por hidrocarburos. Además, no se construirá el proyecto en zona marina.
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.	Con el proyecto se aplicarán medidas de manejo integral de residuos, para evitar la generación de fuentes contaminantes que afecten los elementos naturales del sistema. Se acopiarán los residuos en contenedores de forma temporal; su disposición final será en sitios autorizados para tal fin. Las aguas residuales serán tratadas a través de la empresa arrendadora de sanitarios portátiles, en etapa de construcción. Durante la operación, se enviará a la planta de tratamiento de aguas residuales local, por medio de la red de drenaje sanitario de la localidad. Los residuos peligrosos como residuos de pintura y aceites, serán almacenados en contenedores de acuerdo con los lineamiento de la NOM-052-SEMARNAT-2005 y transferidos a los sitios de disposición final autorizados en el municipio.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A025	Promover la participación de las industrias en acciones tendientes a una gestión adecuada de	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente

Clave	Criterios específicos	Observaciones
	residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A027	Mantener al mínimo posible la superficie ocupada por las instalaciones de infraestructura en las playas para evitar su perturbación.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no colinda con playa, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A028	Promover las medidas necesarias para que la instalación de infraestructura de ocupación permanente sobre el primero o segundo cordón de dunas evite generar efectos negativos sobre su estructura o función ecosistémica.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no colinda con dunas costeras, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no colinda con playa, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	No se construirán obras en zona marina, por lo tanto, no se afectará el patrón de transporte de sedimentos ni el patrón de circulación de aguas costeras.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no colinda con barras arenosas, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no colinda con playa ni dunas costeras, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A033	Fomentar el aprovechamiento de la energía eólica, excepto cuando su infraestructura pueda afectar corredores de especies migratorias.	Por la ubicación del proyecto, no es viable utilizar equipo de aprovechamiento de energía eólica, por la presencia de aves en el lugar que pudieran ser afectadas con su funcionamiento.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El proyecto aprovechará energía del sistema eléctrico a cargo de la CFE. El polígono cuenta con un registro de electricidad, debido a que la zona se encuentra urbanizada. La promovente considerará la opción de incluir paneles solares a futuro, para reducir el consumo por el medio convencional.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Clave	Criterios específicos	Observaciones
	cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A046	Incentivar el cumplimiento de los mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A049	Contribuir a la construcción, modernización y ampliación de la infraestructura portuaria de apoyo a la producción pesquera y turística para embarcaciones menores.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. Actualmente, las autoridades municipales se encuentran en proceso de actualización del Programa de Desarrollo Urbano del centro de Población de Puerto Morelos.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A052	Promover el uso sostenible de la tierra/agricultura (cultivos, ganado, pastos y praderas, y bosques) y prácticas de manejo y tecnología que favorezcan la captura de carbono.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A054	Promover la sustitución de tecnologías extensivas por sus correspondientes intensivas en las actividades acordes a la aptitud territorial, utilizando esquemas de manejo y tecnología adecuada para minimizar el impacto ambiental.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A055	Coordinar los programas de gobierno que apoyan a la producción para actuar sinérgicamente sobre el territorio y la población que lo ocupa.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 se establecerá en un sitio fuera de riesgo industrial, susceptible de inundación pluvial o de derrumbe. Tampoco se afectarán humedales o zonas de restauración. El manglar de la región no será afectado con el desarrollo de la obra. Cabe mencionar que, todo el estado de Quintana Roo se encuentra en una zona de alto peligro por impacto de huracanes y tormentas tropicales, por ello, para reducir la vulnerabilidad estructural, para la obra se emplearán materiales resistentes de vientos de hasta

Clave	Criterios específicos	Observaciones
		250 km/h. En caso de generarse daños estructurales en la obra por impacto de ciclones, deberán aplicarse medidas de mantenimiento correctivo. Cabe mencionar que, durante todas las etapas de desarrollo del proyecto se dará cumplimiento a las indicaciones de Protección Civil previo, durante y posterior a la ocurrencia de un fenómeno natural.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	El proyecto se ubicará en una zona urbanizada, donde existen otras viviendas y departamentos. Los habitantes de esta zona han afrontado la ocurrencia de fenómenos hidrometeorológicos de intensidad baja a media, evidenciando que es factible permanecer en la zona ante ciertos peligros naturales. No obstante, ante la incidencia de fenómenos de gran intensidad como ciclones tropicales de categoría 4 y 5, los habitantes del edificio deberán evacuar la unidad y transportarse a los refugios más cercanos del municipio. En caso de que las autoridades de Protección Civil señalen evacuación total de la localidad, los habitantes deberán transportarse a otras localidades que estén fuera de riesgo de desastre natural ante la ocurrencia del fenómeno natural.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El proyecto se ubicará en una zona urbanizada, donde actualmente se promueve el desarrollo de proyecto más amigables con el ambiente, orientados a la sustentabilidad. Puerto Morelos cuenta con infraestructura y equipamiento urbano que podrán aprovecharse durante la construcción del proyecto, con lo cual se reduce la cantidad de nuevas obras a establecer en la zona, minimizando el impacto ambiental. Asimismo, la construcción de la obra en un predio urbano, contribuye a evitar la expansión de la población hacia sitios naturales donde podría afectarse negativamente comunidades vegetales en buen estado de conservación o humedales.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Durante la construcción y operación del proyecto se seguirán las indicaciones de protección civil. Se aplicarán las medidas preventivas como reforzamiento de estructuras, desconectar sistemas que pudieran ser fuentes de incendios o explosiones, remover los residuos sólidos y no exponer la seguridad de ninguna persona. Posterior al impacto del fenómeno hidrometeorológico se deberá revisar las condiciones del sitio y a partir de ello aplicar medidas correctivas y limpieza del área.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en la localidad de Puerto Morelos, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Clave	Criterios específicos	Observaciones
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento	El proyecto se conectará al sistema de drenaje sanitario del municipio, a través del cual se enviarán las aguas residuales a una planta de tratamiento de aguas residuales del municipio, donde se llevará a cabo su disposición final. La promovente obtuvo la factibilidad de CAPA de recibir el servicio de drenaje sanitario, señalando que cuenta con infraestructura urbana en la localidad para tal fin.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. Las alcantarillas y construcción de pozos de absorción están a cargo de las autoridades municipales. La promovente y los habitantes del edificio podrán contribuir a mantener en funcionamiento los pozos de absorción de la calle más cercanos al predio, por medio de un manejo integral de los residuos, ya que evitar la dispersión de residuos sólidos previene la obstrucción de las alcantarillas y sitios de absorción pluvial.
A068	Promover el manejo integral de los residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial para evitar su impacto ambiental en el mar y la zona costera.	Como parte del proyecto se realizará el manejo integral de residuos, aplicando estrategias de acopio, separación, recolección y valorización de aquellos susceptibles de reciclaje y reúso. Se implementará un Plan de manejo integral de residuos que deberá ser aprobado por la SEMA del estado de Quintana Roo, para su ejecución. Ese mismo plan deberá ser registrado ante la Dirección General de Medio ambiente del municipio de Puerto Morelos, con base en lo señalado por esa Dirección y el artículo 128 de la Ley de hacienda del municipio de Puerto Morelos.
A069	Promover el tratamiento o disposición final de los residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial para evitar su disposición en el mar.	Se realizará un manejo integral de los residuos generados. Los residuos sólidos urbanos se dispondrán ante los encargados de recolecta de basura municipal para trasladarlo al Centro Integral de Residuos Intermunicipal y evitar su dispersión en el sistema ambiental. Los residuos peligrosos se dispondrán en sitios autorizados para tal fin. Los de manejo especial se acopiarán temporalmente en el polígono y posteriormente se transferirán a los sitios autorizados para tal fin.
A070	Realizar campañas de colecta y concentración de residuos sólidos en la zona costera para su	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente

Clave	Criterios específicos	Observaciones
	disposición final.	criterio.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. Sin embargo, los trabajadores y habitantes del edificio deberán implementar medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, con el fin de proteger los componentes naturales del sistema natural de la región. Las actividades turísticas que realicen en la localidad los habitantes del proyecto, tendrán que alinearse a las reglas establecidas por los prestadores de servicio de dichos servicios.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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, modelaciones predictivas y programas de monitoreo, que garanticen la no afectación de los recursos naturales.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Tabla III.8. Vinculación del proyecto con los criterios aplicables a la Zona Costera Inmediata al Mar Caribe.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
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	No se construirán obras en zona marina, por lo tanto, no se afectarán comunidades arrecifales de la región marina.
ZMC-02	Dado que los pastos marinos representan importantes ecosistemas para la fauna marina, debe promoverse su conservación y preservación, por lo que se debe evitar su afectación y pérdida en caso de alguna actividad o proyecto. La evaluación del impacto ambiental correspondiente deberá realizarse conforme a lo dispuesto en la Ley	No se desarrollarán obras en zona marina, por ello, no se afectarán praderas de pastos marinos.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
	General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	
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.	No se prevé realizar aprovechamiento extractivo de fauna silvestre. En caso de requerir la reubicación de ejemplares de fauna, se deberá dar cumplimiento a un programa de rescate y reubicación previamente autorizado por la Secretaría.
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 se construirá en zona terrestre y no se afectarán zonas coralinas.
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 normativa aplicable.	No se realizará recolección, remoción o trasplante de organismos vivos o muertos en las zonas arrecifales.
ZMC-06	La construcción de estructuras promotoras de playa deberá estar avaladas por las autoridades competentes y contar con los estudios técnicos y específicos que la autoridad requiera para este fin.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	No se realizará vertimientos de hidrocarburos o productos químicos en el mar. Los residuos peligrosos serán dispuestos finalmente en sitios autorizados para tal fin.
ZMC-08	Con el objeto de coadyuvar con la preservación de las especies de tortugas marinas que año con año arriban en esta zona costera, es recomendable que las actividades recreativas marinas eviten llevarse a cabo en el ocaso y en el amanecer, esto en temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no colinda con playa, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	No se desarrollarán actividades en zona marina, por ello no se afectarán comunidades arrecifales.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
	ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	
ZMC-11	Se requerirá en caso de alguna actividad relacionada con obras de canalización y dragado debidamente autorizados, se utilicen mallas geotextiles y otras tecnologías que eviten la suspensión y dispersión de sedimentos, en el caso de que no exista el riesgo de que se afecten o resulten dañados los recursos naturales por estas obras.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
ZMC-12	La construcción de proyectos relacionados con muelles de gran tamaño (para embarcaciones mayores de 500 TRB [Toneladas de Registro Bruto] y/o 49 pies de eslora), deberá incluir medidas para mantener los procesos de transporte litoral y la calidad del agua marina, así como para evitar la afectación de comunidades marinas presentes en la zona.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
ZMC-14	Para 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's regionales correspondientes (UGA139, 152 y 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 proyecto se encuentra en la UGA #138, por lo tanto, el presente criterio no aplica.

De acuerdo con la vinculación presentada, el proyecto a desarrollar no contraviene los criterios generales y específicos de regulación de obras y actividades en la UGA #138. Por lo tanto, se considera el proyecto es factible para establecer en el sitio seleccionado.

III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Benito Juárez , Quintana Roo

El ordenamiento ecológico es un instrumento de política ambiental, el cual tiene por objeto regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con la finalidad de proteger el ambiente, preservar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales, partiendo del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. El conocimiento del estado actual de los ecosistemas, las perspectivas sociales, económicas y el uso del suelo del municipio Benito Juárez, han permitido proponer estrategias de manejo y administración de los recursos naturales de la zona, permitiendo también el planteamiento de prácticas de conservación de los ecosistemas y el mantenimiento de procesos ecológicos clave, a través de la regulación de los usos del suelo.

De acuerdo con el POEL, el predio para el desarrollo del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 28-Centro de Población de Puerto Morelos, la cual tiene como Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable. Esta UGA posee una superficie de 5,740.85 ha, y está delimitada con base en la poligonal decretada para el Centro de Población de Puerto Morelos, de acuerdo al programa de Desarrollo Urbano de 2009, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado. Asimismo, los usos compatibles, los usos incompatibles y los parámetros de aprovechamiento están sujetos a lo establecido en ese Programa de Desarrollo Urbano.

La UGA 28 tiene como objetivo: *"Regular el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano, dentro de los límites del centro de población, con el fin de mantener los ecosistemas relevantes y en el mejor estado posible, así como los bienes y servicios ambientales que provee la zona, previo al desarrollo urbano futuro".*

Considerando que la construcción de la obra se realizará en un predio urbano, dentro del asentamiento humano de Puerto Morelos, la ejecución del proyecto es congruente con el objetivo de la UGA 28, al realizar el aprovechamiento del territorio dentro de los límites del centro de población, con lo cual se previene la pérdida de hábitat y fragmentación de sistemas naturales relevantes y en mejor estado de conservación del municipio. Con lo anterior, se contribuye a proteger el ecosistema costero y sus componentes naturales que brindan diversos servicios ambientales que favorecen el desarrollo humano y de la vida silvestre.

La problemática de esta UGA es: "*Presión sobre los recursos naturales y riesgo de contaminación al acuífero por el incremento de asentamientos irregulares; Incremento en la incidencia y recurrencia de*

Incendios Forestales; Carencia de servicios de recolección y disposición final de los Residuos Sólidos Urbanos; Incompatibilidad entre instrumentos de planeación urbana y ambiental; Necesidades de infraestructura en zonas urbanas del municipio; Cambios de Uso de Suelo no autorizados".

Para no incrementar la problemática ambiental de la UGA durante la construcción del proyecto, se realizarán las siguientes acciones:

- Manejo integral de los residuos para prevenir la contaminación del acuífero.
- Construcción dentro de los límites del centro de población de Puerto Morelos para no incrementar asentamientos irregulares.
- El predio no posee vegetación que pueda propiciar un incendio forestal. Para prevenir incendios forestales en comunidades vegetales colindantes, se realizará el manejo integral de residuos para evitar la dispersión de objetos que pudieran ser factor de inicio de fuego.
- Los residuos generados se dispondrán finalmente en los sitios autorizados para tal fin. Los residuos sólidos urbanos serán recolectados por la empresa concesionada para el transporte de aquellos hasta el Centro Integral de Manejo de Residuos Intermunicipal, previa contratación del servicio.
- Se llevará a cabo la obra con base en los lineamientos de construcción autorizados por el municipio, los cuales no contravienen las disposiciones del presente programa.
- El predio se encuentra en una zona de la localidad con acceso a infraestructura y equipamiento urbano, para el goce de servicios básicos municipales, como agua, drenaje sanitario, drenaje pluvial y electricidad, por lo que no se requiere la construcción de obras adicionales en la localidad durante el desarrollo del proyecto propuesto.
- El predio se encuentra en un asentamiento humano en la que el paisaje original y los terrenos forestales fueron modificados desde la lotificación y urbanización de la zona, por ello, en la actualidad, el sitio elegido para construir la obra no requiere el cambio de uso de suelo ya que la vocación de uso de suelo es habitacional y turísticas en la comunidad.

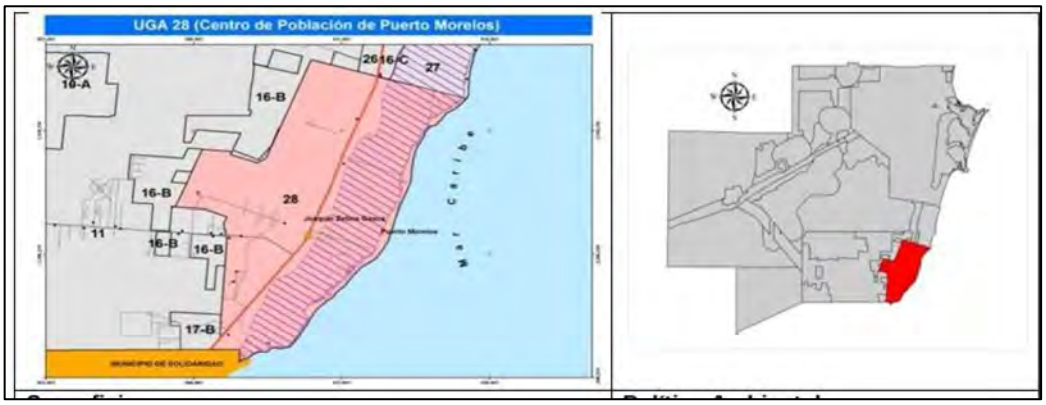


Imagen III.1. Ubicación de la UGA 28, de acuerdo al POEL de Benito Juárez.

En la tabla siguiente se señala la política y los usos para la UGA 28.

Tabla III.9. Criterios de Regulación Ecológica para la UGA 21.

Recursos y procesos prioritarios	Clave	Criterios de Regulación Ecológica											
Agua	URB	01	02	03	04	07	08	09	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							

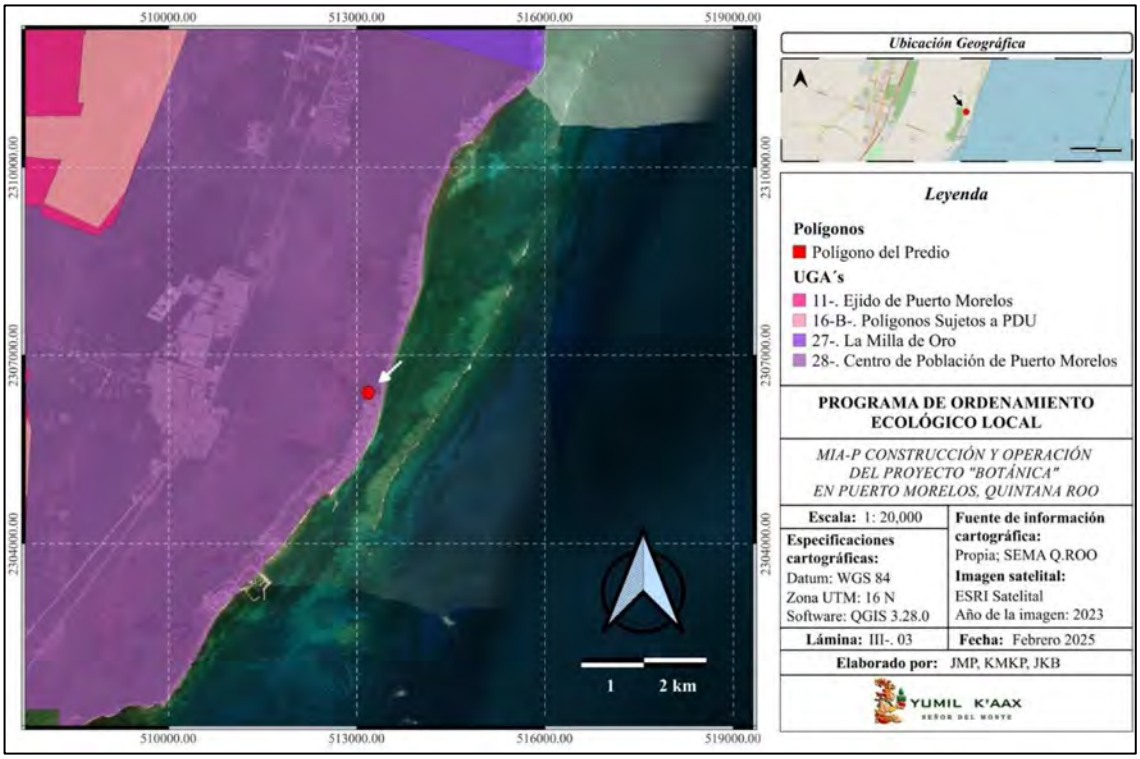


Imagen III.2. Ubicación del predio en la UGA 28.

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

Tabla III.10. Criterios Ecológicos de Aplicación General.

Criterio	Criterios Ecológicos de Aplicación General	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).	Se aplicará mantenimiento a las áreas verdes dispuestas a manera de jardín en el proyecto. Se monitoreará que no se generen plagas, no obstante, de detectar la presencia de alguna, se dará cumplimiento a lo señalado en el presente criterio.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	Las áreas verdes del proyecto serán enriquecidas con especies nativas de la región. Además, en estas áreas se reubicarán los ejemplares de *Thrinax radiata* rescatados en la superficie del predio en la que se construirán el edificio.
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.	El drenaje sanitario será a través de un sistema que no se mezclará con el sistema pluvial de la del predio. El agua pluvial de techos se permitirá escurran hacia los bordes del edificio y también en parte se redireccionará hacia los dos pozos pluviales a construir en el área de estacionamiento del edificio. También, se dirigirá agua pluvial a las áreas verdes del proyecto. El sistema de suministro de agua potable y de drenaje sanitario se conectarán a la red municipal, por lo que estarán separados del drenaje pluvial.
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 artículo en mención dispone que para predios con superficie de 101 a 500 metros cuadrados, deberán mantener como mínimo el 20% de la superficie como área permeable, preferentemente como área verde (por lo que no es limitativa). Con el desarrollo del proyecto se mantendrá un 15.69% como áreas verdes con suelo permeable, al cual se le sumará un 48.89% de superficie que corresponderá al estacionamiento, área conformada con adoquín ecológico y permitirá que la superficie sea

Criterio	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación
		permeable. En total se tendrá 64.58% de área permeable en el terreno, hacia donde se redirigirán aguas pluviales, siendo el estacionamiento donde se ubicarán los pozos pluviales a construir.
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 con vegetación secundaria o acahual.	La totalidad del Lote 03 consiste en una superficie previamente impactada, con la vegetación original modificada desde la lotificación y urbanización de la zona. Este predio se encuentra entre otros lotes con presencia de obras civiles y algunos sin uso aparente dentro del mismo perímetro urbano. Por ello, su aprovechamiento no propiciará pérdida de hábitat ni fragmentación de ninguna comunidad de vegetación. Tampoco provocará aislamiento de poblaciones de vida silvestre, ya que los animales se desplazan principalmente en la vegetación de terrenos colindantes, los cuales se mantendrán aún con la construcción de la obra. En el caso de la flora, las especies a remover están bien representadas en el sistema ambiental, por lo que no se pone en riesgo las poblaciones estables de la región; en el caso de las plántulas de *Thrinax radiata*, al ser una especies en categoría de Amenazada (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, serán rescatadas y reubicadas en los jardines del proyecto.
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.	El predio se ubica en una zona urbanizada previamente lotificada, por lo que, su aprovechamiento no propiciará la interrupción de la conectividad ecosistémica del sistema ambiental. La fauna silvestre podrá continuar circulando en predios cercanos que conservan vegetación en buen estado. El grupo más común en el área es el de las aves, las cuales se desplazan fácilmente entre predios y comunidades vegetales a través del vuelo, motivo por el que la presencia de la obra no modificará sus patrones de distribución. Se registró que las aves utilizan postes de luz y cables de energía eléctrica como sitios de percha y anidación; asimismo, al ser vasta la vegetación de las comunidades colindantes al oeste del predio, los animales tienen hábitat donde podrán alimentarse, reproducirse y refugiarse. En este sentido, no se requieren pasos de fauna en el proyecto.
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 terreno para el proyecto no cuenta con cuerpos de agua superficiales, petenes, rejolladas, humedales ni áreas de prioridad para la conservación de biodiversidad.

Criterio	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación
CG-09	Salvo en las UGA's 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.	El proyecto se ubicará en la UGA 28, zona urbana del centro de población de Puerto Morelos. Por lo tanto, la superficie de ocupación del suelo queda sujeto a los lineamientos del programa de desarrollo urbano y de lo autorizado por la Dirección de desarrollo urbano del municipio de Puerto Morelos, a través de la licencia de construcción.
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.	La zona cuenta con vías de acceso, por lo tanto, no se prevé construir nuevos caminos o vías de acceso.
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 predio se encuentra en el centro de población de Puerto Morelos y es un lote previamente impactado con elementos arbóreos dispersos, tanto nativos como exóticos, por lo tanto, no posee comunidades de vegetación estables que propicien la fragmentación del hábitat por el aprovechamiento del predio. La ocupación del suelo se apega a lo dispuesto en la planificación urbana por el municipio, además a manera de compensación por el aprovechamiento del terreno, se llevará a cabo un convenio con el municipio para la donación de plantas para la reforestación de camellones y áreas verdes en la localidad de Puerto Morelos, por lo que se incrementará la cobertura vegetal en ciertas áreas comunes.
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 se desarrollan varios usos de suelo en el terreno.
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.	La promovente presentará un programa de rescate y reubicación de flora y fauna, en cumplimiento del presente criterio. En ese documento se incluirá la metodología del rescate y reubicación de la palma chit (*Thrinax radiata*), especies en categoría de Amenazada (A), según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
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 construirá con base en los límites de ocupación del terreno con base en lo aprobado en la licencia de construcción del proyecto emitido por el municipio de Puerto Morelos. El predio es un lote urbano dentro de la localidad, por lo que su aprovechamiento no implica la afectación de terrenos forestales ni la fragmentación de corredores biológicos.
CG-15	En los ecosistemas forestales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como	El predio es un lote urbano dentro de la comunidad de Puerto Morelos. Por sus

Criterio	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación
	invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) que representen un riesgo de afectación o desplazamiento de especies silvestres. El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	características y el uso de suelo asignado por el INEGI, no consiste en un terreno forestal. La vocación de uso de suelo actual es de tipo habitacional, por lo que su aprovechamiento para edificar un condominio con 17 departamentos es compatible con los usos permitidos.
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".	No se introducirán palmeras de coco en las áreas verdes del proyecto.
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 dispersión o distribución al medio natural. 5. Deberán estar dentro de una Unidad de Manejo Ambiental o PIMVS.	No se prevé el manejo o introducción de especies exóticas en el proyecto.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. Para acceder al predio será a través de la calle Andrés Quintana Roo, vía pavimentada de libre tránsito en la localidad.
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 se desarrollará en un predio que no cuenta con cenotes, rejolladas, zonas inundables o cuerpos de agua.
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.	En el sitio del proyecto no existen vestigios arqueológicos.
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 utilizar el derecho de vía de los tendidos de energía eléctrica.
CG-23	La instalación de infraestructura de conducción de energía eléctrica de baja tensión y de comunicación	Este criterio se respetará para la instalación del sistema eléctrico del proyecto.

Criterio	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación
	deberá ser subterránea en el interior de los predios, para evitar la contaminación visual del paisaje y afectaciones a la misma por eventos meteorológicos extremos y para minimizar la fragmentación de ecosistemas.	
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.	El polígono para establecer el proyecto colinda con una vía de acceso previamente establecida, sin embargo, no presenta taludes, por lo que no requiere acciones de reforestación.
CG-25	En ningún caso la estructura o cimentación de las construcciones deberá interrumpir la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea.	La cimentación de las obras civiles no interrumpe la hidrodinámica natural superficial y/o subterránea del terreno. El escurrimiento del agua pluvial podrá continuar ocurriendo en los predios colindantes y comunidades de vegetación cercana. El suministro de agua potable se obtendrá de proveedores autorizados y de la red municipal, por lo tanto, no se construirán pozos de extracción de agua.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 contengan residuos sólidos urbanos, así como aquellos que puedan ser catalogados como peligrosos por la normatividad vigente	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
CG-29	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse en los sitios previamente aprobados para tal fin.	Los residuos sólidos generados se pondrán a disposición del servicio municipal de recolecta de residuos, quien se encargará de transportar

Criterio	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación
		dichos residuos al Centro Integral de Residuos Intermunicipal.
CG-30	Los desechos biológico infecciosos no podrán disponerse en el relleno sanitario y/o en depósitos temporales de servicio municipal.	No se prevé generar desechos biológicos-infecciosos durante el desarrollo del proyecto. En etapa de operación, los residuos de este tipo serán separados por los habitantes de los departamentos y llevados a los sitios de transferencia autorizados para su disposición final. Estos residuos pueden ser jeringas y agujas, así como material impregnado con sangre (gazas, algodones, telas, etc).
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
CG-32	Se prohíbe la quema de basura, así como su entierro o disposición a cielo abierto.	La promovente realizará el manejo integral de los residuos. No se realizará quema de residuos y tampoco se enterrará en el terreno. Su disposición será en sitios autorizados para tal fin; el acopio temporal en el terreno se realizará en contenedores con tapa.
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.	Los residuos en etapa de construcción se dispondrán en las áreas de maniobras temporales; en etapa de operación se dispondrán en los contenedores dentro de las instalaciones y posteriormente se juntarán en un contenedor de acopio del condominio. Los residuos recolectados en ambas etapas, se dispondrán al servicio de recolecta municipal, quienes se encargarán de su disposición final.
CG-34	El material pétreo, sascab, piedra caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, que se utilice en la construcción de un proyecto, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados.	Los insumos y materiales para la construcción del proyecto provendrán de fuentes y bancos autorizados de la región.
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.	Para la construcción del proyecto se prevé realizar excavaciones para la cimentación de la obra. Esta no afectará ríos subterráneos. El material producto de dichas excavaciones se reutilizará para nivelación de terreno y compactación en las bases de las estructuras posterior a la cimentación.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
CG-37	Todos los proyectos que impliquen la remoción de la vegetación y el despalme del suelo deberán realizar	Posterior a la remoción de vegetación y excavaciones se realizará la separación de las

Criterio	Criterios Ecológicos de Aplicación General	Vinculación
	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.	partículas de suelo que se adhieren a las raíces de las plantas. Se verificará que se realice la separación del suelo de los residuos vegetales generados. En caso de reubicación, el suelo se mantendrá en las raíces de las plantas con fines de no afectar a los individuos. El material producto de excavaciones se reutilizará en la nivelación y compactación de bases de estructuras dentro del proyecto.
CG-38	No se permite la transferencia de densidades de cuartos de hotel, residencias campestres, cabañas rurales y/o cabañas ecoturísticas de una unidad de gestión ambiental a otra.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional con 17 departamentos, por lo que no rebasa la densidad autorizada para el predio.
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.	Para el desarrollo del proyecto no se requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Actualmente, el sitio está en un asentamiento humano con vocación de uso de suelo de tipo habitacional y turístico.

Tabla III. 11. Criterio Ecológicos de Aplicación Urbana.

Criterio	Criterios ecológicos de aplicación urbana	Vinculación
Recurso Agua		
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 competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables en la materia.	El proyecto contará con un sistema de drenaje que se conectará a la red de drenaje sanitario de la localidad, a través del cual se transferirán las aguas residuales a una planta de tratamiento de Puerto Morelos. Por ello, no se contempla la instalación de sistemas de tratamiento individual dentro del proyecto.
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.	No se contempla el uso de biodigestores, ya que en la zona existe conexión a la red de drenaje sanitario del municipio, a cargo de CAPA, quien otorgó la factibilidad de brindar el servicio al proyecto.
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	La promovente cuenta con la factibilidad de recibir el servicio de drenaje sanitario, emitido por CAPA. Motivo por el cual, la promovente conectará el sistema sanitario del proyecto al

Criterio	Criterios ecológicos de aplicación urbana	Vinculación
	tal conexión, se podrán utilizar sistemas de tratamiento debidamente certificados y contar con la autorización para la descargas por la CONAGUA.	drenaje municipal para transferir las aguas residuales a la PTAR local.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	Las aguas residuales en etapa de construcción y operación no serán dispuestas a cuerpos de agua de la zona. Las aguas negras generadas serán acopiadas en sanitarios portátiles durante etapa de preparación del sitio y construcción. En etapa de operación las aguas negras serán dirigidas por un sistema de drenaje a la red de drenaje sanitario de la localidad, por donde serán enviadas a una PTAR local para su tratamiento y disposición final.
URB -08	En las zonas urbanas y sus reservas del Municipio de Benito Juárez se deberán establecer espacios jardinados que incorporen elementos arbóreos y arbustivos de especies nativas.	Las áreas verdes del proyecto incorporarán especies nativas de la región, priorizando aquellas que se distribuyan en comunidades de vegetación cercanas al predio. Asimismo, se rescatarán y reubicarán dentro de estas áreas verdes, los ejemplares de palma chit distribuidos en zonas de construcción del terreno.
URB -09	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, 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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. El equipamiento urbano está a cargo del ayuntamiento municipal. No obstante, por el aprovechamiento del predio seleccionado, se celebrará un convenio con el municipio para la donación de plantas para la reforestación de camellones y áreas verdes de la localidad, lo cual se sumará a la vegetación que brinda servicios ambientales al poblado.
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	En el polígono del proyecto no existen cenotes, rejolladas inundables o cuerpos de agua, por ello, el presente criterio no aplica.
URB -11	Para el ahorro del recurso agua, las nuevas construcciones deberán implementar tecnologías que aseguren el ahorro y uso eficiente del agua.	Se implementarán sistemas de ahorro de agua para el funcionamiento de los departamentos, como sanitarios ahorradores; asimismo se dará mantenimiento a la alberca para reducir la cantidad de agua que se usará para su funcionamiento. Un buen mantenimiento puede prolongar hasta un tres años el uso del mismo agua de una alberca. El servicio de

Criterio	Criterios ecológicos de aplicación urbana	Vinculación
		mantenimiento de estas obras es frecuente en hoteles, por ello, la promovente podrá acceder a este servicio fácilmente porque Puerto Morelos se localiza en la Riviera Maya, una región con presencia de varios complejos turísticos que tienen albercas, jacuzzis y cuerpos de agua artificiales.
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 malos olores dentro del predio que se encuentren dichas instalaciones.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	El agua pluvial a canalizar hacia los jardines del proyecto y a los 2 pozos de absorción pluvial a ubicar en el estacionamiento, será filtrada por trampas de sólidos, para prevenir la contaminación del subsuelo y evitar la obstrucción del sistema de canalización.
URB -14	Los crematorios deberán realizar un monitoreo y control de sus emisiones a la atmósfera.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 polígono del proyecto no se encuentra en una zona con existencia de boca de tormentas. Por ello, el presente criterio no aplica.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
URB-18	Adicional a los sitios de disposición final autorizados de RSU, se debe contar con un área de acopio y retención de Residuos Especiales, en caso de contingencia, a fin de evitar que se introduzcan en la(s) celda(s).	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
Recurso Suelo y Subsuelo		
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	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Criterio	Criterios ecológicos de aplicación urbana	Vinculación
	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 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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no posee los sistemas ambientales señalados en el presente criterio, por lo tanto, no se vincula con 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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
URB-23	Para reincorporar las superficies afectadas por extracción de materiales pétreos a las actividades económicas del municipio, deberá realizarse la rehabilitación de dichas superficie en congruencia con los usos que prevean los instrumentos de planeación vigentes para la zona.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	Para el desarrollo del proyecto, la promovente deberá presentar un programa de manejo integral de residuos para ejecutar en la etapa de construcción y de operación del edificio, donde se incluirán estrategias de acopio, separación, manejo y disposición final o transferencia.
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 jardinadas 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	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Criterio	Criterios ecológicos de aplicación urbana	Vinculación
	serán proporcionales, pudiéndose construir incluso en predios distintos al fraccionamiento.	
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
Recurso flora y fauna		
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.	El terreno donde se establecerá el proyecto no se considera zona inundable, sin embargo, ante un evento meteorológico de gran intensidad, la zona se encuentra en riesgo de inundación por lo que se ha considerado el empleo de materiales que reduzcan la vulnerabilidad estructural, permitiendo que ante un fenómeno de gran fuerza, este no afecte significativamente al edificio. La construcción del proyecto se llevará a cabo dentro de un predio urbano en Puerto Morelos. Por lo tanto, no se generará fragmentación de comunidades de vegetación de la región. Asimismo, se mantendrán las poblaciones de vida silvestre de la zona, ya que las especies de árboles y plantas herbáceas a remover están bien representadas en el sistema ambiental, aunado a que serán escasos ejemplares a retirar. Se contempla el rescate y reubicación de la palma chit.

Criterio	Criterios ecológicos de aplicación urbana	Vinculación
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.	Por el tamaño de los individuos de árboles a retirar y considerando que existen especies exóticas, los ejemplares removidos serán trozados y sus residuos servirán de enriquecimiento del suelo en áreas verdes del predio y la localidad, con base en el convenio que se establezca con las autoridades municipales. Las palmas chit a rescatar se reubicarán en los jardines del mismo predio. Solo en caso de que las autoridades municipales lo condicionen, se podrá rescatar los individuos más grandes y ser trasplantados a áreas verdes que ellos mismos señalen. En cuanto a la fauna, esta podrá desplazarse a los sitios colindantes con vegetación, incluyendo al ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, ubicado a menos de 100 metros del predio.
URB-32	Deberá preverse un mínimo de 50% de la superficie de los espacios públicos jardinados para que tengan vegetación natural de la zona y mantener todos los árboles nativos que cuenten con DAP mayores de 15 cm, en buen estado fitosanitario y que no representen riesgo de accidentes para los usuarios.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en un terreno privado, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 programa de rescate de flora y fauna a presentar señalará los sitios de reubicación de los individuos rescatados. Se prevé reubicar las palma chit en los jardines del proyecto.
URB-35	No se permite introducir o liberar fauna exótica en parques y/o áreas de reservas urbanas.	No se liberará fauna exótica en el polígono del terreno ni en ANP´s.
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.	En la actualidad, la comunidad de manglar colindante al oeste de la localidad de Puerto Morelos, integra el ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, en el que están condicionados las actividades humanas. Con el desarrollo del proyecto propuesto no se removerá vegetación del ANP y no se construirá ninguna obra dentro de su polígono. Si bien, Puerto Morelos está en la zona de influencia de dicha ANP, la construcción de obras en la localidad no influye negativamente sobre las poblaciones de vida silvestre del área protegida, siempre y cuando la construcción sea dentro del polígono del centro de población y que se apliquen medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.

Criterio	Criterios ecológicos de aplicación urbana	Vinculación
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 contará con 8 cajones de estacionamiento en la planta baja del edificio. Por lo tanto, el estacionamiento será cubierto. Las plantas nativas se incorporarán en los jardines de la obra.
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.	Con el desarrollo del proyecto no se propiciará el crecimiento del área urbana de Puerto Morelos, ya que la obra se construirá en un lote privado dentro de la localidad. Ese lote está incluido dentro del polígono sujeto a la planeación urbana del municipio, con vocación de uso de suelo de tipo habitacional.
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.	Entre el predio seleccionado y el ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, se distribuye una franja de vegetación de transición, con una comunidad densa de plantas de las comunidades de selva y chital. Por lo anterior, no es necesario llevar actividades de reforestación, ya que no son sitios en proceso de degradación.
URB-42	Los desarrollos turísticos y/o habitacionales deberán garantizar la permanencia del hábitat y las poblaciones de mono araña *Ateles geoffroyi*, mediante la regulación de los horarios de usa del sitio, mantenimiento de la disponibilidad natural de alimento y sitios de pernocta y de reproducción, así como con otras acciones que sean necesarias.	El proyecto se desarrollará en un predio particular de 299.96 m^2 en el cual no se registró la presencia de mono araña. Asimismo, no hubo evidencia de tránsito de mono araña en el predio o lotes colindantes. Por lo tanto, el desarrollo de la obra no afectará poblaciones ni el hábitat de este mamífero.
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.	En el proyecto se instalarán contenedores de acopio de residuos sólidos y residuos peligrosos en etapa de construcción; en etapa de operación existirán contenedores para depósito de residuos sólidos en las áreas comunes. En los departamentos, cada habitante se hará responsable de poseer contenedores suficientes para el acopio de residuos sólidos. En la preparación del sitio y la construcción, las aguas residuales se acopiarán en sanitarios portátiles. En etapa de operación y mantenimiento, las aguas residuales serán dispuestas en el sistema de drenaje sanitario de la red municipal. Se prohibirá el fecalismo al aire libre en el predio o sitios colindantes. La maquinaria a emplear deberá respetar horarios diurnos de trabajo para no afectar las actividades nocturnas de los vecinos. Asimismo, los decibeles de ruido deberán encontrarse por debajo de los límites máximos permitidos en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

Criterio	Criterios ecológicos de aplicación urbana	Vinculación
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional en un predio que no colinda con zona federal marítimo terrestre, por lo tanto, no se vincula con 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 manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	Como medida de compensación, se celebrará un convenio con el municipio para la donación de plantas para la reforestación de camellones y áreas verdes de la localidad. Las especies de las plantas a donar serán nativas y se obtendrán de viveros autorizados para el aprovechamiento extractivo; también, podrán donarse ejemplares de árboles del predio en caso de que el municipio lo requiera y cuente con los equipos y herramientas necesarias para el trasplante de ejemplares grandes.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. En las áreas verdes se trasplantarán las palmas chit rescatadas del predio previo al inicio de construcción del edificio. No se identifican árboles que coincidan con esas áreas. Para compensar el aprovechamiento del predio, se realizará un convenio con el municipio para la donación de plantas para la reforestación de camellones y áreas verdes de la localidad.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en un predio que no colinda con playas, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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*	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Criterio	Criterios ecológicos de aplicación urbana	Vinculación
	gnaphalodes, Suriana maritima y Coccoloba uvifera y Palmas Thrinax radiata, Coccothrinax readii.	
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. *Las dunas rehabilitadas deberán ser reforestadas.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no colinda con playas, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en un predio que no posee dunas costeras, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Criterio	Criterios ecológicos de aplicación urbana	Vinculación
	hábitat de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en zona terrestre que no colinda con dunas costeras, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
URB-55	La construcción de infraestructura permanente o temporal debe quedar fuera de las dunas pioneras (embrionarias).	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional en un predio que no posee dunas costeras, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
URB-58	Se prohíbe la extracción de arena en predios ubicados sobre la franja litoral del municipio con cobertura de matorral costero.	El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional, por lo tanto, no se vincula con 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 vegetales generados de la remoción de plantas, podrán triturarse y esparcirse entre los jardines del predio y donar el excedente al municipio para incorporar en las áreas verdes públicas. En caso de que no se pueda donar, los residuos excedentes serán dispuestos ante el recolector de residuos del municipio, quien se encargará de transportarlo hasta los sitios de disposición final en el centro integral de residuos intermunicipal.

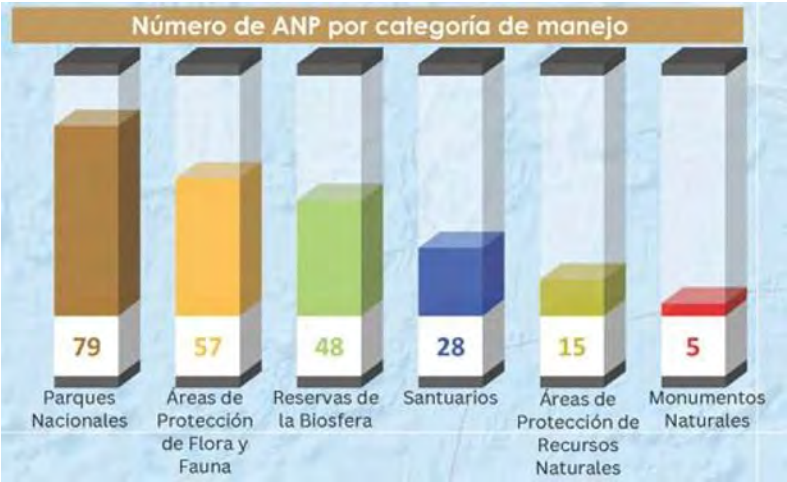
Con la vinculación del proyecto con los criterios de regulación general y urbana de la UGA 28, se observa que el proyecto no contraviene lo dispuesto en el programa sujeto de análisis, siendo una obra factible para su desarrollo en el sitio seleccionado.

III.2. DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LAS ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

III.2.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP's)

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son herramientas que permiten la conservación de los ecosistemas costeros, marinos y terrestres, que facilitan la conectividad ecosistémica. Son territorios geográficamente delimitados que, además de asegurar la protección de biodiversidad y belleza paisajística, permiten el desarrollo de las comunidades locales a partir de los diferentes servicios ecosistémicos que brindan, como producir oxígeno, filtrar el agua, la captación de dióxido de carbono, la retención del suelo y nutrientes, la polinización, así como la provisión de recursos que van desde alimentos hasta materiales de construcción y medicamentos. Además, las ANP tienen una gran importancia económica, ya que permiten el mantenimiento de medios de vida, la producción de alimentos y artesanías, la pesca y el turismo, además de contribuir al desarrollo sostenible (Cubash et al., 2013).

De acuerdo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, actualmente administra 232 áreas naturales protegidas de carácter federal que representan 98,000,719 hectáreas y apoya 602 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 1,233,890 hectáreas. De la superficie total de ANP´s 23,096,563.19 hectáreas corresponden a superficie terrestre protegida, lo que representa el 11.76% de la superficie terrestre nacional; de la superficie marina se protegen 74,904,155.39 hectáreas, lo que corresponde al 23.78% de la superficie marina del territorio nacional.



Gráfica III.1. División de Áreas Naturales Protegidas federales. Fuente: CONANP, actualizado en octubre de 2024.

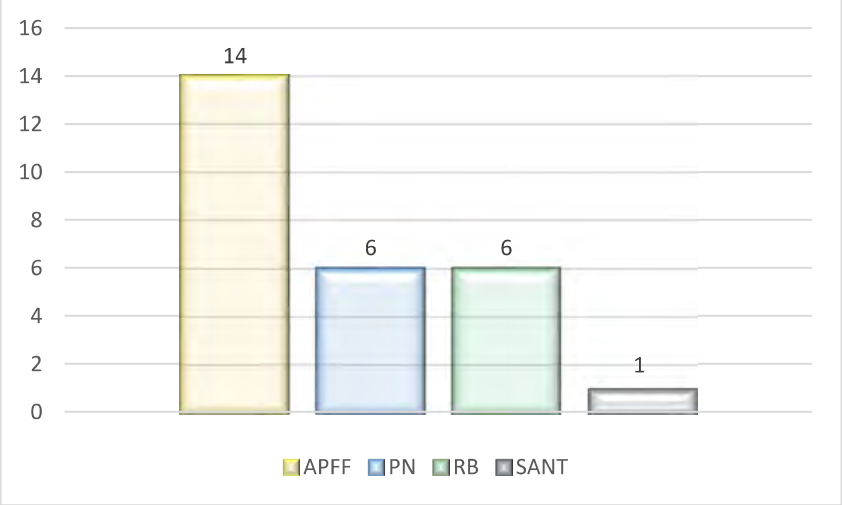
En el estado de Quintana Roo actualmente están decretadas 27 ANP´s: 25 en territorio estatal, 1 compartida con el estado de Yucatán y 1 compartida con Yucatán y Campeche. La entidad ocupa el puesto número 11 a nivel nacional de los estados con mayor territorio mexicano protegido, al poseer 758,428 ha de superficie sujeta a protección federal.

Tabla III.12. ANP's en el estado de Quintana Roo.

N°	Nombre	Clasificación	Estado	Municipio
1	Bala'an K'aax	APFF	Quintana Roo, Yucatán y Campeche	Quintana Roo: Bacalar y José María Morelos; Yucatán: Tekax; Campeche: Hopelchén
2	Cenote Aerolito	APFF	Quintana Roo	Cozumel
3	Chunyaxché	APFF	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto
4	Felipe Carrillo Puerto	APFF	Quintana Roo	Solidaridad, Cozumel, Tulum
5	Jacinto Pat	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez
6	Jaguar	APFF	Quintana Roo	Tulum
7	La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel	APFF	Quintana Roo	Cozumel
8	Manglares de Nichupté	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez
9	Manglares de Puerto Morelos	APFF	Quintana Roo	Puerto Morelos
10	Otoch Ma'ax Yetel Kooh	APFF	Quintana Roo	Solidaridad y Lázaro Cárdenas
11	Playa Delfines	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez
12	San Buenaventura	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez
13	Uaymil	APFF	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto y Bacalar
14	Yum Balam	APFF	Quintana Roo	Lázaro Cárdenas e Isla Mujeres
15	Arrecifes de Cozumel	PN	Quintana Roo	Cozumel
16	Arrecife de Puerto Morelos	PN	Quintana Roo	Benito Juárez
17	Arrecifes de Xcalak	PN	Quintana Roo	Costa caribe de Othón P. Blanco
18	Costa Occ. de I. Mujeres, Pta. Cancún y Pta. Nizuc	PN	Quintana Roo	Isla Mujeres y Benito Juárez
19	Isla Contoy	PN	Quintana Roo	Isla Mujeres
20	Tulum	PN	Quintana Roo	Tulum
21	Arrecifes de Sian Ka'an	RB	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto y Tulúm

N°	Nombre	Clasificación	Estado	Municipio
22	Banco Chinchorro	RB	Quintana Roo	Frente a las costas de Othón P. Blanco
23	Caribe Mexicano	RB	Quintana Roo	Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco
24	Ría Lagartos	RB	Yucatán y Quintana Roo	Yucatán: San Felipe, Río Lagartos y Tizimín; Quintana Roo: Lázaro Cárdenas
25	Sian Ka'an	RB	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad y Bacalar
26	Tiburón Ballena	RB	Quintana Roo	Frente a las costas del norte de Quintana Roo
27	Playas de Isla Contoy	SANT	Quintana Roo	Isla Mujeres

PN=Parque Nacional; APFF=Área de Protección de Flora y Fauna; RB=Reserva de la Biosfera; SANT=Santuario.



Gráfica III.2. Áreas Naturales Protegidas en el estado de Quintana Roo.

El predio seleccionado no se ubica en ningún ANP, sin embargo, se localiza en la zona de influencia de tres Áreas Naturales Protegidas (ANP´s) de competencia federal:

- del *Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos*, ubicada aproximadamente a 75 m de distancia del predio;

- del *Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos*, localizado aproximadamente a 214 m de distancia del predio;
- de la *Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano*, situada aproximadamente a 5 km del predio.

Si bien, el predio no se ubica dentro del polígono de ningún ANP federal, estatal o municipal, se encuentra en una localidad costera colindante a las tres áreas naturales protegidas mencionadas, por lo que la ejecución de actividades humanas puede influir o afectar el desarrollo o permanencia de componentes naturales de aquellas ANP´s, motivo por el que se le denomina *zona de influencia*.

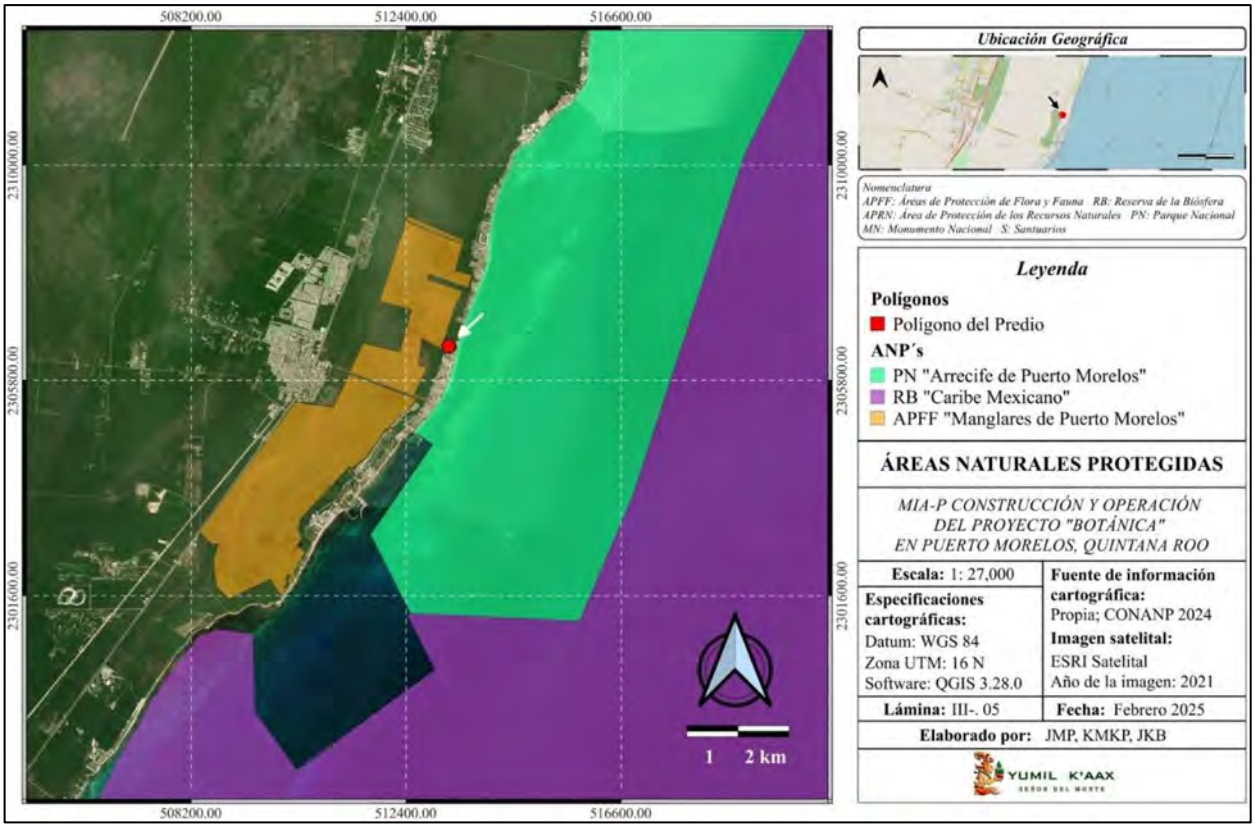


Lámina III.3. Áreas Naturales Protegidas en el estado de Quintana Roo.

El área de influencia de un área natural protegida está definida como aquella zona colindante a la poligonal de un ANP que sostiene una interacción cercana en los ámbitos sociales, económicos o ecológicos con ésta. Por ello, es importante regular las actividades en la zona de influencia para evitar que los impactos en ésta repercutan sobre el ANP de forma negativa y significativa. De acuerdo con el Plan de Manejo del ANP Caribe Mexicano, la zona de influencia de la reserva abarca la totalidad del estado de Quintana Roo, por lo tanto, deben regularse las actividades en toda la costa de la entidad, lo cual se logra a través del cumplimiento de las disposiciones jurídicas en materia ambiental aplicables, la protección y conservación de los elementos

bióticos y abióticos del sistema natural, así como la aplicación de medidas de manejo ambiental que eviten, mitiguen, reduzcan y/o compensen los impactos ambientales a producirse con el desarrollo de algún proyecto de interés en la zona de influencia.

En particular, el Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano y el Programa de Manejo del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos no establecen medidas específicas, ni condicionan el desarrollo de actividades, en la zona de influencia. No obstante, por la interacción de ésta zona con las Reservas, deberán garantizarse la protección de los elementos bióticos y abióticos del ambiente. Para lo anterior, la promovente del proyecto dará cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable al tipo de obras por operar e implementará medidas de manejo ambiental que contribuyan a evitar la contaminación del agua, del suelo y/o el aire; y que no se afecten o pongan en riesgo la integridad de especies de vida silvestre que transitan entre la zona del proyecto y las ANP´s en mención.

En el caso del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, aún no cuenta con Programa de Manejo. El Decreto oficial señala únicamente que se deberá delimitar el área de influencia en el programa de manejo. No obstante, con el conocimiento de la importancia de los humedales de manglar para el ecosistema costero y en vista que el predio del proyecto se ubica a menos de 100 metros de la superficie con mangle, se dará cumplimiento a la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003 para compensar el aprovechamiento del terreno mediante lo cual no se da cumplimiento a la especificación 4.16 de la misma NOM. En el último apartado del presente capítulo, se presenta la vinculación del proyecto con las especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003 y se enuncia la medida de compensación a aplicar. Con lo anterior, se evidenciará que el desarrollo del proyecto no afectará la comunidad de manglar del ANP.

III.2.2. Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), se delimitaron con el objetivo de determinar unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional; dichas áreas contienen una riqueza ecosistémica y específica mayor a la de otras zonas del resto del país, asimismo, poseen una integridad ecológica funcional relevante con oportunidades de conservación reales. El proyecto sujeto a evaluación no se encuentra en ninguna región terrestre prioritaria, siendo la más cercana la Región Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam ubicada a 37.42 km del predio. Debido a la distancia, no se afectará ningún ecosistema de dicha región y no se tiene influencia sobre la misma.

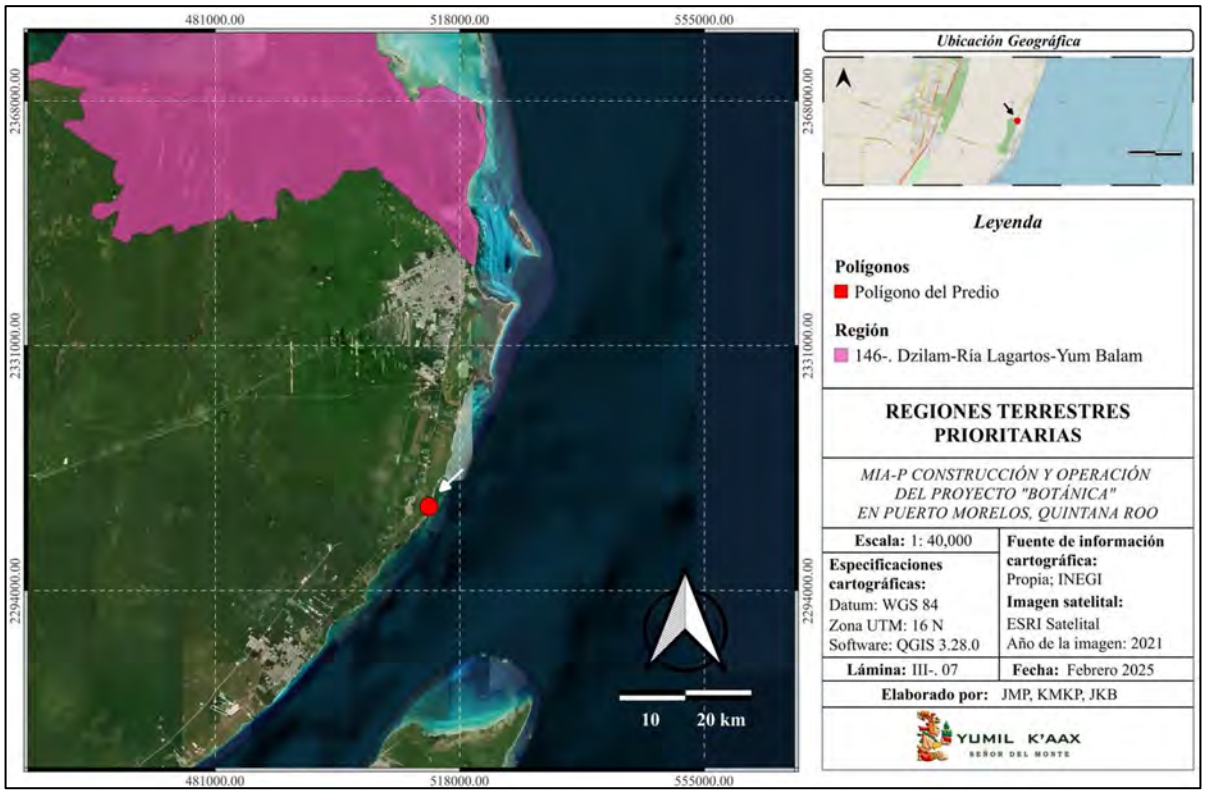


Lámina III.4. Ubicación del predio con respecto a la RTP más cercana.

III.2.3. Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), es una comisión intersecretarial que tiene como objetivo coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica de México, a través de actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, la comisión 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.

Derivado del programa, se elaboraron mapas del territorio nacional 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. Con lo anterior, se identifican 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. También se identifican 29 áreas que son importantes biológicamente, pero carecen de información científica suficiente sobre su biodiversidad.

Con el análisis de la información de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y su ubicación, se observa que el predio para desarrollo del proyecto se encuentra dentro del polígono de la RHP 105 "Corredor Cancún-Tulum", una región que abarca una extensión de 1,715 km^2. Entre sus principales poblados están Cancún, Playa del Carmen, Puerto Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha. Las actividades económicas principales es el turismo, lo forestal y la pecuaria. Posee Recursos hídricos principales: lénticos: lagunas de Chakmochuk y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales**;** y entre los lóticos: aguas subterráneas.

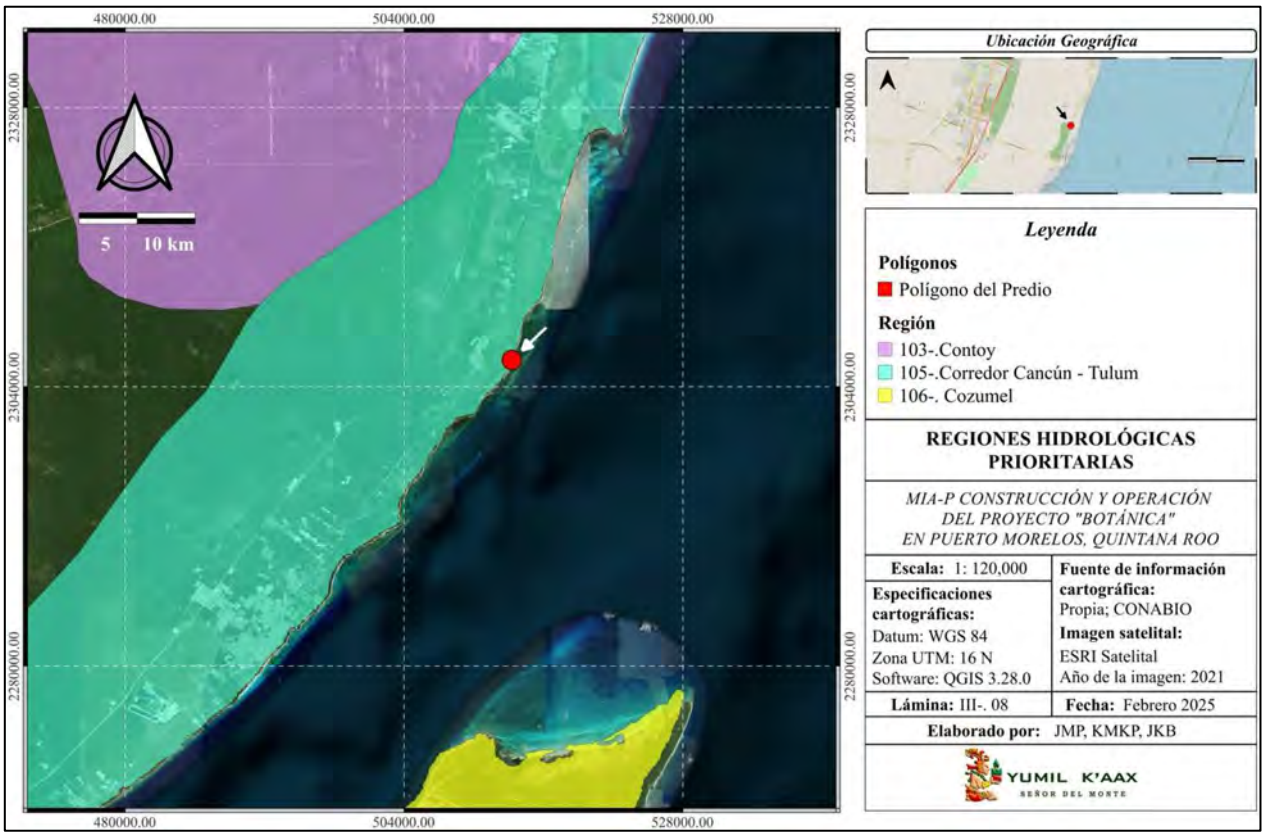


Lámina III.5. Ubicación del predio en la Región hidrológica prioritaria #105.

Las problemáticas para esta región, son las siguientes:

- *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 implicará la modificación de sistemas naturales de la zona ni de la región hidrológica prioritaria, debido a que la obra se construirá en un predio dentro del área urbana consolidada de Puerto

Morelos, en donde las comunidades vegetales y el paisaje original del ecosistema costero fue modificado con la lotificación y urbanización del centro de población. Actualmente, el predio posee algunos elementos arbóreos de especies nativas y exóticas, así como plántulas y plantas herbáceas de otras especies de la región. La remoción de vegetación en el sitio no pondrá en riesgo la existencia de las poblaciones de especies a remover, ya que se encuentran bien representadas en la zona y las comunidades vegetales cercanas. Incluso las especies exóticas se encuentran en otros jardines de residencias d la localidad. Debido a que el lote de interés colinda con una residencia, la nueva obra formará parte de la "hilera" de obras de la manzana 29, motivo por el que su construcción no fragmentará corredores biológicos ni comunidades vegetales en buen estado de conservación. Además, no se requiere la construcción de nuevas vías de comunicación porque el acceso será a través de la calle Andrés Quintana Roo. El desarrollo de la obra no contempla la remoción de manglar en ningún sistema naturales de la región.

- *Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.*

  Durante el desarrollo del proyecto se llevará a cabo el manejo integral de los residuos a generar, mediante la separación, clasificación, acopio, valoración de residuos susceptibles a reúso y reciclaje, así como su disposición final en sitios autorizados para tal fin. Principalmente se generarán residuos sólidos urbanos derivado de las actividades clasificadas como domiciliarias a ejecutar en los departamentos, por ello, los residuos como embalajes, PET, aluminio, vidrio, papel y cartón, se dispondrán ante el recolector de residuos del municipio, encargado de transportarlos hasta el centro integral de manejo de residuos sólidos intermunicipal de Benito Juárez e Isla Mujeres, lugar de disposición final de los residuos del municipio de Puerto Morelos. Se realizará la identificación de los residuos susceptibles a reúso y reciclaje, para realizar una disposición final en sitios autorizados en los que se les brinde otro uso o se reciclen.

  Las aguas residuales se acopiarán en sanitarios portátiles en la etapa de construcción y su disposición final estará a cargo de la empresa que realice la limpieza de las unidades. En la etapa de operación, las aguas residuales de los departamentos serán transferidos al sistema de drenaje sanitario del municipio, al que se conectará la obra bajo contrato del servicio; a través de este sistema se enviarán las aguas residuales a plantas de tratamiento a cargo de CAPA, quien dispondrá finalmente las aguas tratadas en pozos de inyección autorizados o para su reúso. Con todo lo anterior, se podrá prevenir la contaminación de los componentes ambientales.

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

Como parte del proyecto no se considera realizar actividades de pesca ni plantación de coco.

Considerando lo previamente expuesto, el proyecto a desarrollar no contribuye significativamente con el aumento de las problemáticas identificadas para la RHP 105 "Corredor Cancún-Tulum", de este modo, se propicia la protección de componentes ambientales de la región.

III.2.4. Regiones Marinas Prioritarias (RMP)

Debido a la amplitud de los ecosistemas marinos del país, se tiene poco conocimiento sobre los elementos e interacciones que los integran. Sin embargo, el poco conocimiento no le ha impedido al humano la sobreexplotación de dichos sistemas naturales, lo cual crea una problemática relevante al no tener una noción exacta de las afectaciones generadas sobre estas. Por lo anterior, existe la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) instrumentó el Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México (RMPM), con 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). Con este programa se delimitaron y caracterizaron 70 áreas costeras y oceánicas, consideradas prioritarias por su alta diversidad biológica, por el uso de sus recursos y por su falta de conocimiento sobre biodiversidad. Derivado del análisis de la ubicación del sitio para el proyecto, se encontró que éste se encuentra dentro de la Región Marina Prioritaria número 63-Punta Maroma-Nizuc.

Esta RMP posee las siguientes problemáticas:

- *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.*
- *Contaminación: por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.*
- *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.*
- *Especies introducidas de Cassuarina spp y Columbrina spp.*

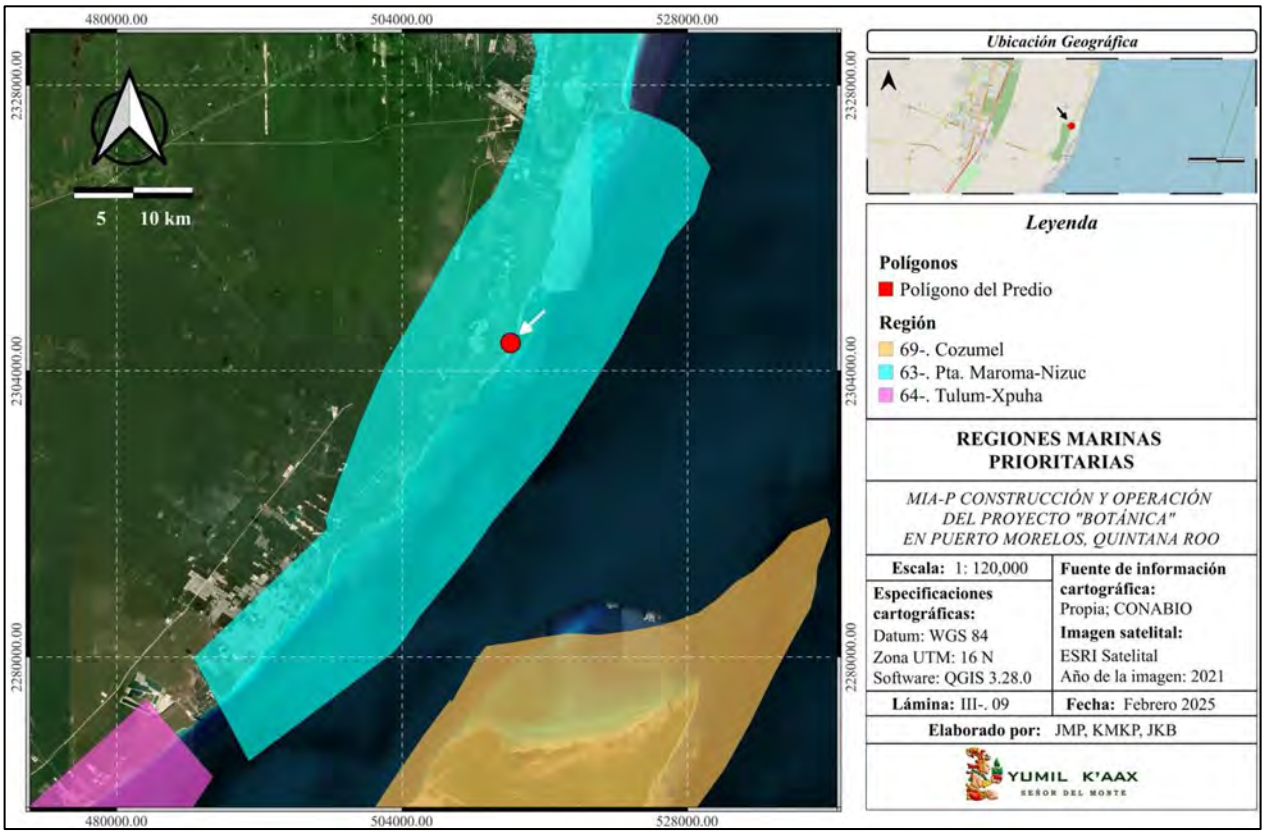


Lámina III.6. Ubicación del predio en la Región Marina Prioritaria #63.

El proyecto no contribuirá al incremento de las problemáticas identificadas, por lo siguiente:

- No se realizará tala de manglar en ningún sitio de la región; particularmente, el predio seleccionado no cuenta con manglar presente.
- No se llevará a cabo el relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra); no se removerán pastos marinos; no se construirán obras civiles sobre bocas; y no se modificarán barreras naturales.
- El proyecto se desarrollará en zona terrestre y su ejecución no requerirá el empleo de embarcaciones pesqueras, mercantes o turísticas.
- Se realizará el manejo integral de los residuos a generar. Las aguas residuales durante la operación se enviarán a través del drenaje sanitario municipal hacia la planta de tratamiento local.
- No se realizarán actividades de pesca y no se establecerán campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.

Considerando lo previamente expuesto, el proyecto no realizará acciones que incrementen las problemáticas ambientales identificadas para la RMP 63-Punta Maroma-Nizuc.

III.2.5. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

De acuerdo con el sitios oficial de AVESMX de la CONABIO, el programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Se establecieron 219 AICAS, las cuales quedaron clasificadas dentro de alguna de las 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves; dichos criterios resultaron de discusiones trilaterales (México, Canadá y Estados Unidos) y se adaptaron a partir de los utilizados por BirdLife International. Igualmente se concluyó una lista de cinco áreas de prioridad mayor por Región, en donde se identificaron los grupos locales capaces de implementar un plan de conservación en cada AICA. Los nuevos mapas se digitalizaron a escala 1:250 000.

Dentro de las 274 AICAS es posible observar al 94.53% de las aves de México, 97.29% de las especies incluidas en alguna categoría de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y todas las especies endémicas, semiendémicas y cuasiendémicas consideradas en la publicación "Conservación de aves: Experiencias en México" de Gómez D., H., y D. A. Oliveras (eds). La ficha de cada AICA tiene una descripción técnica que incluye características bióticas y abióticas y un listado avifaunístico que incluye las especies registradas y probables para la zona, categorías de riesgo, endemismo y su estacionalidad. Toda la información antes detallada forma parte del primer directorio de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México.

El predio donde se desarrollará el proyecto se localiza en el Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) 177 denominada Corredor Central Vallarta-Punta Laguna. Esta AICA posee una superficie de 176,424.84 ha y es una zona de remanentes de selvas medianas subperennifolias y Akalchés (selvas inundables) continuos. Es el área más norteña de ocurrencia de especies incluidas en la NOM-059 y CIPAMEX con registros recientes, como *Ciccaba nigrolineata.* Funciona como un corredor de enlace entre la Reserva de Sian Ka'an en Quintana Roo y el estado de Yucatán. La porción más occidental de este tipo de vegetación funciona como reserva ejidal reconocida regionalmente y está propuesta para ser incluida en el SINAP. En la zona existen colonias del mono araña (población restringida a Punta Laguna). En esta área se han registrado 254 especies de aves, y cuenta con las categorías G-2 de 1999 y A1 y A3 de Birdlife 2007.

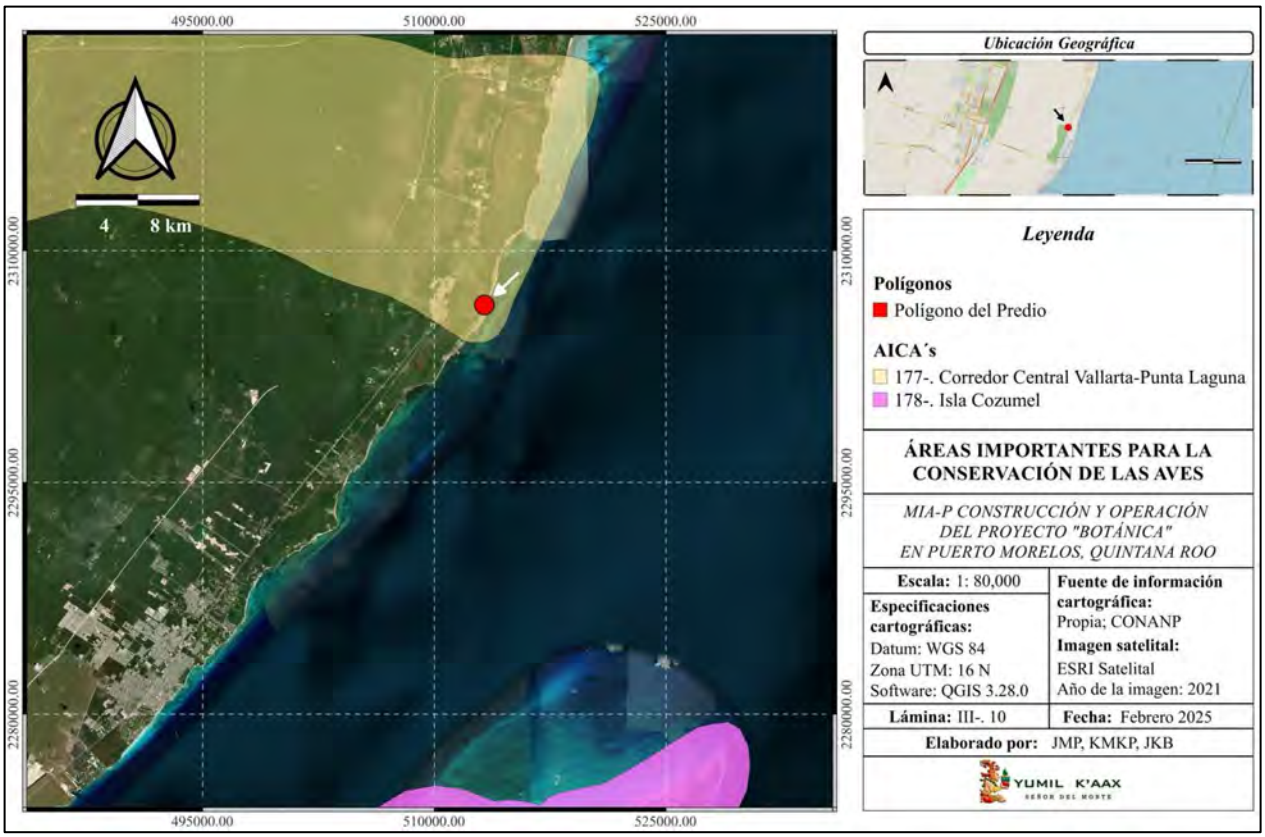


Lámina III.7. Ubicación del predio en el AICA 177- Corredor Central Vallarta-Punta Laguna.

El predio se encuentra en la zona del extremo este del AICA. En esa zona las aves más comunes son las denominadas aves marinas, que se desplazan entre la playa y los humedales, como el manglar. Particularmente, en el predio se registró una riqueza baja de aves, predominando especies adecuadas a entornos urbanizados y que toleran la presencia humana, como el *Quiscalus mexicanus, Mimus gilvus, Streptopelia decaocto* y *Pitangus sulpguratus.* El bajo número de aves se debe a la vegetación de la localidad entre un paisaje urbanizado, con elementos dispersos de especies de flora nativa y exóticos. Asimismo, al existir tan cerca de la localidad humedales y comunidades vegetales en buen estado de conservación, las especies de aves tienen la opción de desplazarse hacia esos sitios, donde accederán al alimento, refugio y sitios de reproducción, en los cuales no son perturbados por los humanos al no poder acceder tan fácilmente a esos sitios.

Las especies registradas en el predio transitaban entre este y lotes colindantes. Por lo tanto, aunque se remueva la vegetación del predio, las aves mantendrán las disponibilidad de parches de vegetación para alimentarse, refugiarse y reproducirse. En las colindancias, gran parte de los lotes ya cuentan con obras civiles, sin embargo, poseen jardines que aparentemente no se modificarán al ser áreas delimitadas de obras

residenciales o turísticas ya concluidas. En este sentido, las aves podrán continuar en la zona donde aprovechan plantas de jardines e incluso postes de luz y cables de transporte de corriente. Por ello, el desarrollo del nuevo proyecto no modificará los patrones de distribución de las aves de la región. Asimismo, al no realizar remoción de vegetación en comunidades colindantes en buen estado de conservación, no se generará pérdida de hábitats ni fragmentación del ecosistema, lo cual favorece el desarrollo de las aves.

III.2.6. Sitios Ramsar

De acuerdo con el sitio oficial ramsar.org, los sitios Ramsar se designan porque cumplen con los Criterios para la identificación de Humedales de Importancia Internacional. El primer criterio se refiere a los sitios que contienen tipos de humedales representativos, raros o únicos, y los otros ocho abarcan los sitios de importancia internacional para la conservación de la diversidad biológica. Estos criterios hacen énfasis en la importancia que la Convención concede al mantenimiento de la biodiversidad.

Las Partes Contratantes confirmaron en 2005 que su visión para la Lista de Ramsar es "crear y mantener una red internacional de humedales que revistan importancia para la conservación de la diversidad biológica mundial y para el sustento de la vida humana a través del mantenimiento de los componentes, procesos y beneficios/servicios de sus ecosistemas". En la actualidad, la Lista de Ramsar es la red más extensa de áreas protegidas del mundo. Hay más de 2.400 sitios Ramsar que abarcan más de 2,5 millones de kilómetros cuadrados en los territorios de las 172 Partes Contratantes en todo el mundo.

En México entró en vigor la Convención sobre los Humedales Ramsar el 4 de noviembre de 1986. Actualmente el país posee 144 sitios Ramsar que abarcan una superficie de 8,721,911 ha. En el estado de Quintana Roo se localizan 13 sitios Ramsar.

De acuerdo con la ubicación del predio, no se encuentra dentro de ningún sitio Ramsar, siendo el más cercano el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos ubicado a 214 m de distancia del predio.

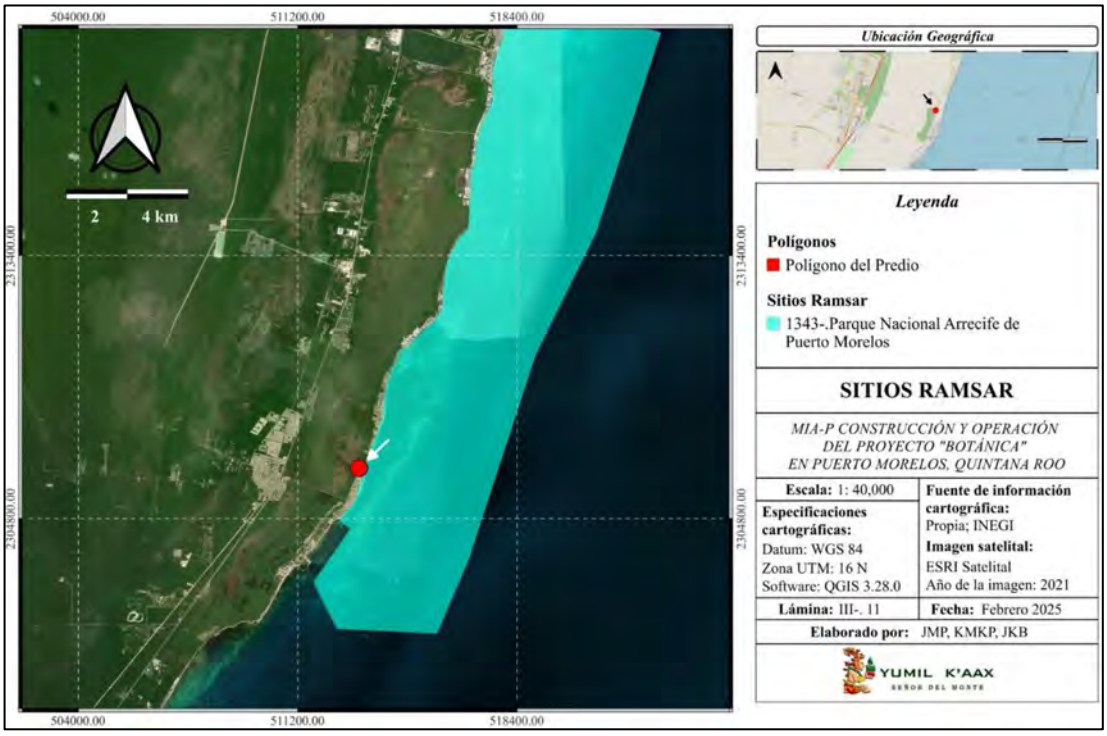


Lámina III.8. Ubicación del predio con respecto al sitio Ramsar más cercano.

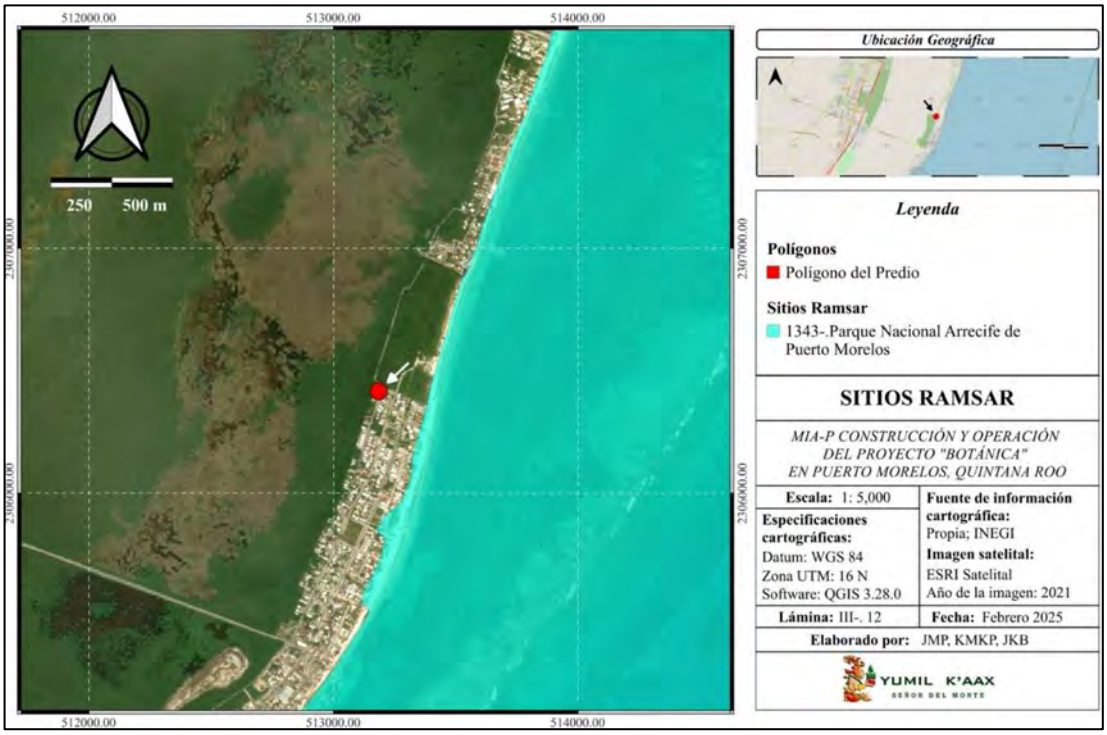


Lámina III.9. Ubicación del predio con respecto al sitio Ramsar más cercano.

III.3. PLANES O PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO MUNICIPALES (PDU)

III.3.1. Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población Puerto Morelos

El programa vigente de desarrollo urbano de la localidad de Puerto Morelos es la ACTUALIZACIÓN DEL PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL CENTRO DE POBLACIÓN DE PUERTO MORELOS, MUNICIPIO DE BENITO JUÁREZ, QUINTANA ROO 2008-2023, publicado en 2009 en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo.

El área de aplicación del Programa del Centro de Población de Puerto Morelos tiene una extensión de 5,714.02 hectáreas. De acuerdo a la Estrategia planteada en el presente Programa se ha estimado un total de 3,350.20 hectáreas se destinarán a usos habitacionales y turísticos, 1,946.96 hectáreas de conservación de los manglares, 44.11 hectáreas para equipamiento y 372.75 hectáreas de vialidades primarias. De acuerdo a la zonificación habitacional definida se estima las siguientes áreas urbanas conforme a las densidades definidas.

De acuerdo con la zonificación primaria, el predio se encuentra en un Área Urbanizada, la cual corresponde a la mancha urbana del centro de población con servicios de infraestructura, equipamientos, construcciones e instalaciones urbanas y turísticas. Con base en la zonificación secundaria, el predio de interés se localiza en una zona habitacional de densidad media. La reglamentación en Zonas habitacionales comprende los siguientes objetivos:

- Regular densidades y edificaciones en cada zona con el fin de proteger las áreas de excesiva concentración de habitantes, señalando la dotación mínima de espacios abiertos que aseguren espacios de descanso y recreación; se permitirán usos que complementen la actividad habitacional para garantizar la autosuficiencia de éstas y evitar de desplazamientos de los habitantes a otras zonas.
- Salvaguardar la privacidad con el control de separación y altura de las construcciones; asegurar un acceso adecuado de luz, sol, aire a los espacios interiores que generen un ambiente higiénico y saludable.
- Proteger las zonas habitacionales de eventos producidos por usos de suelo incompatibles (explosiones, emanaciones tóxicas, vibraciones, humos, malos olores y otros riesgos nocivos); evitar zonas de tráfico pesado y congestionamiento vial por usos incompatibles.
- Permitir la creatividad y aportación arquitectónica que genere una deseable diversidad de formas de edificación sin afectar las existentes con valor paisajístico y cultural; Preservar áreas que por sus características y valor fisonómico tradicional e histórico aporten y mejoren la fisonomía de Puerto Morelos en cuanto a escala y configuración de las edificaciones controladas, de acuerdo al contexto regional.

El predio se encuentra en la zona H2-Zona habitacional de densidad media. Esta posee los siguientes lineamientos de construcción:

- La densidad máxima será de 160 habitantes por hectárea, lo que representa 40 viviendas por hectárea;
- La superficie mínima del lote será de 250 metros cuadrados;
- El frente mínimo del lote no será menor de 10 metros lineales;
- El coeficiente de ocupación del suelo (COS) no será mayor de 0.5 y, consecuentemente, la superficie edificable no deberá ocupar más del 50 por ciento de la superficie total del lote.
- El coeficiente de utilización del suelo (CUS) no deberá ser superior a 1.2, consecuentemente, la superficie edificable no deberá ocupar más del 120 por ciento de la superficie total del lote.
- El coeficiente de modificación del suelo no deberá ser superior al 60 por ciento del total del lote, debiendo tener un mínimo del 40 por ciento como área verde del total del lote;
- La altura máxima de las edificaciones será la que resulte de aplicar los coeficientes de ocupación y utilización del suelo; no debiendo exceder de tres niveles o 9 metros de altura. Para determinar la altura, ésta se considerará a partir de la intersección del perfil natural del terreno con el nivel establecido de la vía pública, referenciado al paramento edificado de mayor altura hasta el nivel de cumbrera en techos inclinados o al pretil de azotea en techos planos;
- Se deberá tener dentro del lote un área de estacionamiento con la capacidad mínima especificada en la norma correspondiente;
- La restricción frontal o a la vía pública será de cinco metros.
- Las restricciones laterales serán de 2.0 metros en una de las colindancias laterales; está superficie será conservada totalmente como área verde;
- La restricción posterior será de 3.0 metros;
- En las áreas de restricción por colindancia con la vía pública podrán construirse elementos no sólidos como pérgolas, respetando siempre el mínimo de área verde indicada a conservar.

Los lineamientos presentados permiten la regulación de la construcción de las obras, no obstante, el municipio posee la autonomía y facultad de ajustar los criterios de construcción para el establecimiento de obras civiles en la localidad de Puerto Morelos. Particularmente, el proyecto de "*Botánica*" se apegará al cumplimiento de los criterios de construcción autorizados a través de la Licencia de Construcción PM-1568 con No. de Folio 543-23 emitida por la Dirección de Desarrollo Urbano, de la Secretaría Municipal de Desarrollo Urbano y Ecología del municipio de Puerto Morelos, que cuenta con vigencia hasta noviembre de 2025 (adjunto al anexo 1).

Tabla II.13. Características autorizadas por el municipio para la obra a construir.

SM: 02	MZ: 29	LTE: 03	INT. ----------		
CALLE: ANDRES, QUINTANA ROO	CLAVE CATASTRAL:110110020290030000				
DATOS DEL PROPIETARIO / POSESIONARIO					
NOMBRE:	DAVID DANIEL BERMUDEZ ELIZONDO				
DOMICILIO:	SM-02, MZA-29, LT 03 AV. ANDRES QUINTANA ROO				
REPRESENTANTE LEGAL:					
SUPERFICIE A CONSTRUIR:					
	OBRA NUEVA	OBRA EXTERIOR	------	------	
SOT.	252.87	17.10			
P.B.	252.87				
MZE.					
1.	252.87				
2.	252.87				
3.	252.87				
4.	252.87				
5.	252.87				
6.	13.29	142.97			
7.					
8.					
Total m²	1,530.51	160.07			I.A.D.S.
P.U.					10%
IMPORTE					

DESCRIPCION ESPECIFICA DE OBRA:
EDIFICIO QUE CONSTA EN PLANTA BAJA DE CAJONES DE ESTACIONAMIENTO,
LOBBY, MEDIO BAÑO, ESCALERAS, ELEVADOR,
PLANTAS DE PRIMERO, SEGUNDO Y TERCER NIIVEL CON 4 UNIDADES, COCINA,
COMEDOR, SALA DE ESTAR, RECAMARA, CLOSET, BAÑO COMPLETO Y TERRAZA.
CUARTO NIVEL CON 2 UNIDADES DE UNA RECAMARA, CLOSET, BAÑO COMPLETO,
SALA DE ESTAR Y COCINA Y 1 UNIDAD DE DOS RECAMARAS, SALA Y COCINA.
QUINTO NIVEL DE 2 UNIDADES DE DOS RECARAS COMPLETAS, COCINA, SALA DE
ESTAR, COMEDOR Y TERRAZA CON JACUZZI.
P.R.O. ING. ENRIQUE ANTONIO RAMIREZ RODRIGUEZ

CED. PROF. 3026091	No. PRO-CPIC-007	TEL: 984 128 48 89
DAVID DANIEL BERMUDEZ ELIZONDO PROPIETARIO.	REVISO.	

Para llevar a cabo el aprovechamiento del predio seleccionado y construir la obra conforme a los criterios autorizados por la Dirección de Desarrollo Urbano, la promovente celebrará un convenio con las autoridades municipales para ejecutar una medida de compensación que consiste en la donación de plantas para la reforestación de camellones y áreas verdes de la localidad de Puerto Morelos. Esta medida compensa la remoción de árboles en el predio y la ocupación del suelo mayor al porcentaje originalmente autorizado para la zona, lo que implicará una menor superficie de áreas verdes. A través del convenio se definirán las siguientes cláusulas:

- Objeto del convenio
- Especificaciones de la donación, en el que se determinará la cantidad de plantas y especies a donar. Se priorizará la donación de especies nativas de la región con características que permitan su adecuado desarrollo en camellones y áreas verdes de la localidad, sin que estas representen un riesgo físico para la infraestructura y equipamiento urbano de Puerto Morelos.

La cantidad de plantas a donar dependerá de los metros cuadrados a aprovechar para la huella de construcción (252.87 m^2) y la cantidad de árboles a remover del predio (20 elementos arbóreos y 2 palmas de coco; ninguno en categoría de riesgo).

- Destino de las plantas.
- Entrega y recepción.
- Responsabilidades del receptor.
- Vigencia del convenio.

Asimismo, se deberá definir el alcance de la participación de la promovente para las actividades de reforestación con las plantas en donación.

La ejecución del convenio compensará el aprovechamiento del predio seleccionado y la remoción de la vegetación. Cabe recordar que, las medidas de compensación se ejecutan en otros sitios distintos del predio seleccionado, ya que se considera que no se podrá mitigar o prevenir el impacto ambiental en ese terreno.

III.3.2. Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Quintana Roo

Este programa funge como estrategia del Gobierno del estado de Quintana Roo, el cual inició desde hace algunos años una serie de acciones para enfrentar tanto los requerimientos de reducción de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) como los efectos adversos del cambio climático en la población del estado y en las principales actividades productivas del mismo, en particular el turismo. El Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático de Quintana Roo (PEACCQR), retoma muchas de las acciones, estrategias y recomendaciones vertidas desde hace una más década en diferentes instrumentos para ligarlas en un Plan de acción de mediano plazo orientado de manera específica para brindar alternativas de solución a los problemas consecuencia de los efectos del cambio climático que ya hoy se presentan en el estado y al mismos tiempo sentar las bases de un manejo de los recursos en un contexto que prevea los efectos de dicho cambio climático sobre la población, las actividades económicas y los recursos naturales de Quintana Roo.

Los objetivos del PEACC-QR son:

- Establecer estrategias y líneas de acción en corto, mediano y largo plazos para prevenir y mitigar los efectos adversos del Cambio Climático en Quintana Roo.
- Elaborar y actualizar periódicamente los Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero para el Estado.
- Generar, articular y orientar la instrumentación de las acciones de mitigación de emisiones de GEI y de adaptación al Cambio Climático en las dependencias de los tres órdenes de gobierno en el estado de Quintana Roo.

- Articular, coordinar y orientar las acciones y medidas de mitigación y adaptación al cambio climático entre sector gubernamental, académico, iniciativa privada, sociedad civil y organizaciones no gubernamentales.

Emisiones de GEI

De acuerdo con el programa emitido en 2013, sectorialmente las emisiones más importantes en el Estado de quintana Roo se encuentran asociadas con el turismo como principal actividad económica y le siguen en importancia las relacionadas con actividades agropecuarias, es decir, las emisiones se reportan en las categorías que dan soporte a estas actividades que son energía y manejo de desechos para el caso del turismo y agricultura y uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura para el caso de las actividades agropecuarias. En el caso de energía, la tendencia es a un incremento lento de las emisiones, en mucho debido al aumento en las necesidades de transporte que dentro de la categoría son de los aspectos más pesados para el Estado, así el crecimiento de la población y del turismo contribuyen a esta tendencia. Para reducir las emisiones en este sector, se deberán producir algunos cambios tecnológicos pero en especial debe haber un proceso de optimización del uso de la energía disponible.

Derivado de lo anterior, se realizó la propuesta de las medidas que pueden contribuir de manera más significativa en la reducción de GEI en el consumo energético de la población en general, las cuales deberá implementar la promovente con la operación y mantenimiento del proyecto:

- ***Propuesta de cambio de focos incandescentes por focos ahorradores***

Una de las mayores fuentes de consumo de energía eléctrica es por la iluminación en los hogares y su consumo por focos incandescentes, como una respuesta a esto, se ha establecido el programa de cambio de focos incandescentes por focos ahorradores promovido por el FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de la Energía) a través del programa conocido como luz sustentable.

Un kilowatt-hora es lo que consume un foco de 100 Watts en 10 horas. Un kilowatt-hora de electricidad requiere de un tercio de litro de petróleo para ser generado. Quemar un litro de petróleo implica emitir cerca de un kilo de bióxido de carbono. Por lo tanto, el uso de un foco de 100 Watts por 100 horas resulta en la emisión de hasta tres kilos de bióxido de carbono.

Si se sustituyen los focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas (ahorradoras), se tendría un consumo de electricidad de hasta cuatro veces menor y su vida útil puede ser de hasta diez veces más.

Diez focos incandescentes de 100 W prendidos en promedio 5 horas al día generan 0.95 tCO2/año mientras que diez focos ahorradores (fluorescentes) de 25 W prendidos en promedio la misma cantidad de tiempo

producen 0.24 tCO2 al año lo que representa un ahorro de hasta 0.70 tCO2 al año, se deberá promover la continuidad del programa de cambio de focos ahorradores por focos incandescentes en el Estado.

- ***Cambio de Refrigeradores viejos por Refrigeradores Nuevos***

El FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de la Energía), la CFE y la SENER diseñaron un programa de apoyo y ahorro de energía a través del cambio de refrigeradores este programa buscaba sustituir refrigeradores de o equipos de aire acondicionado con diez o más años de uso por aparatos nuevos más eficientes en su consumo de energía.

Un refrigerador de 14 a 26 pies cúbicos de volumen y con antigüedad de menos de 8 años emite 0.22 tCO2 al año, mientras que uno más viejo de entre 18 y 22 pies cúbicos emite 0.72 tCO2 por año. Por cada refrigerador que se cambie se ahorra 0.50 tCO2 al año. Este programa se dio por terminado en el 2012. Se deberá buscar que se reactive al menos en el Estado este programa de cambio de refrigeradores y equipos de aire acondicionado por equipos nuevos y más eficientes. En un punto intermedio entre las necesidades de energía eléctrica de la población y la industria turística y el consumo de combustibles diferentes a la electricidad se encuentra una parte de la población en áreas rurales y suburbanas que actualmente aún hacen uso de la leña como combustible para la cocina y el baño en mayor o menor medida por lo cual se incluyen medidas para controlar dicho fenómeno.

- ***Reforestación***

Las actividades de reforestación son una de las acciones más importantes para la captura de carbono atmosférico, los bosques y selvas funcionan como sumideros de carbono al mantener en sus troncos follaje y raíces CO2, además de permitir que parte de este carbono se fije en el suelo a través de la descomposición de la materia orgánica ya que al momento de caer la hojarasca al suelo, una parte del carbono se fija al suelo y otra parte es liberada a la atmósfera. Por cada tonelada de madera o de biomasa en un bosque representa alrededor de 0.35 ton de CO2 atmosférico. Esto quiere decir que por cada 100kg de madera seca podemos obtener entre 35 a 40 kg de carbono. Se deberán establecer programas de reforestación en áreas abandonadas o siniestradas par que de esta manera se mantengan como sumideros de carbono.

Entre las medidas de adaptación a los efectos del cambio climático, se debe considerar el diseño y reforzamiento de estructuras que contribuya a disminuir la fragilidad de las mismas, para soportar diversos impactos por fenómenos naturales. Considerando que la zona donde se encuentra el predio se ubica en un área de peligro alto-muy alto por impacto de fenómenos hidrometeorológicos, los trabajadores y habitantes deberá estar atento a las campañas de prevención y atención de contingencias hidrometeorológicas, asimismo, dará cumplimiento a las recomendaciones y medidas que dicte Protección Civil.

III.3.3. Estrategia Nacional de Cambio Climático

La Estrategia Nacional de Cambio Climático derivada del Programa Nacional de Desarrollo y de la Ley General de Cambio Climático, es el instrumento rector de la política nacional en el mediano y largo plazo para enfrentar los efectos del cambio climático y transitar hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono. Como instrumento rector, describe los ejes estratégicos y líneas de acción a seguir con base en la información disponible del entorno presente y estimaciones a futuro, para orientar las políticas de los tres órdenes de gobierno, al mismo tiempo que fomenta la corresponsabilidad con los diversos sectores de la sociedad al respecto.

De acuerdo con la Estrategia Nacional de Cambio Climático, los principios rectores de la Política Nacional de Cambio Climático, son, entre otros, los siguientes:

1. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y recursos naturales;

2. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad;

3. Prevención de los daños al medio ambiente y preservación del equilibrio ecológico;

4. Participación ciudadana efectiva;

5. Responsabilidad ambiental

6. Compromiso con la economía y el desarrollo económico sin vulnerar la competitividad frente a los mercados internacionales.

Teniendo en cuenta tales principios, podemos destacar que el proyecto propuesto se ajusta a estos, dado que se plantearon medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, coadyuvando con la preservación del medio ambiente. Asimismo, se implementarán acciones que mitiguen impactos para evitar generar desequilibrio ecológico. En específico, entre los efectos producto del cambio climático se encuentra el incremento del nivel del mar y el aumento de incidencia de tormentas y ciclones tropicales por las variaciones en la temperatura y el clima, así como inundaciones derivadas de dichos fenómenos hidrometeorológicos. Para atender los efectos del cambio climático señalados, se implementarán las siguientes medidas:

- Emplear materiales de calidad que permitan resistir al edificio la incidencia de un fenómeno hidrometeorológico de máxima intensidad de la zona, la cual, de acuerdo con las variaciones en el clima serán cada vez más intensas con el paso de los años.
- El proyecto no se encuentra en un sitio que colinde con playas, por lo tanto, la erosión de la costa por el incremento del nivel del mar no afectará directamente al proyecto. No obstante, deberá observarse

las variaciones en la zona para que, a futuro puedan establecerse medidas de adaptación ante los efectos del cambio climático.

- Se equipará al edificio con electrodomésticos y equipos eléctricos de bajo consumo, ahorradores de energía, lo que permitirá reducir las emisiones de CO_2 a la atmósfera.
- Establecimiento de áreas verdes dentro del proyecto en las que se plantarán especies de flora nativa de la región.
- Manejo integral de los residuos generados durante la construcción y operación de la obra, para evitar la contaminación de ecosistemas naturales que pudieran propiciar su degradación y afectación de comunidades vegetales de la región, las cuales contribuyen con la captura de CO_2 y regulación de temperatura.

Asimismo, para reducir las emisiones de GEI's durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- **Uso de Materiales Sostenibles:** Optar por materiales con menor huella de carbono, como acero reciclado. Priorizar el empleo de materiales locales para reducir las distancias de transporte y, por ende, el uso de maquinaria y vehículos que emplean combustible de fuentes fósiles.
- **Eficiencia Energética en Maquinaria:** Utilizar maquinaria de construcción eficiente en combustible o, si es posible, maquinaria eléctrica. Además, brindar mantenimiento regular de retroexcavadoras, volquetes, mezcladoras para aumentar la eficiencia y reducir el N_2O y CH_4.
- **Optimización del Transporte:** Planificar rutas y horarios de transporte para minimizar el consumo de combustible y las emisiones asociadas.
- **Gestión de Residuos:** Implementar prácticas de reducción, reutilización y reciclaje de residuos de construcción. Reutilizar material sobrante o usarlo en obra implica llevar a cabo menos vueltas de transporte y menos demanda de nuevos insumos.
- **Diseño bioclimático de obra:** considerar orientación del edificio para aprovechar ventilación cruzada y así hacer menor uso de A/C futuro. Además, planificar espacios para azoteas verdes desde el diseño, permitirá una mitigación post-obra.

Considerando lo anterior, para el proyecto se implementarán distintas acciones y medidas que contribuyan a enfrentar los efectos del cambio climático, así como contribuir a reducir las emisiones de GEI.

III.4. LEYES Y REGLAMENTOS FEDERALES

III.4.1. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es una norma que rige al país, siendo la "Ley suprema" del sistema jurídico mexicano. Promulgada el 5 de febrero de 1917 y entrando en vigor el 1ro de mayo del mismo año. La constitución contiene los principios y objetivos de la nación, establece la existencia de órganos de autoridad, sus facultades y limitaciones, así como los derechos de los individuos y las vías para hacerlos efectivos. Por lo anterior, y debido a que de ella emanan todas las leyes y reglamentos del país, de forma que no se contravenga a lo señalado en la Constitución, resulta de gran importancia realizar el análisis y vinculación del proyecto con dicho ordenamiento, para evidenciar que las obras y actividades no se contraponen a lo dispuesto en la Constitución.

Tabla III.14. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 4o. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano 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.	El proyecto a construir no generará impactos significativos sobre el ambiente, ya que será establecido en un lote dentro de un área urbana consolidada, con presencia de obras civiles similares (residencias, departamentos y hoteles). Por ello, y considerando que el predio posee 299.96 m^2 y formará parte de un conjunto lineal de edificios en la manzana 29, la construcción del nuevo edificio no generará pérdida de hábitats naturales en buen estado de conservación y tampoco fragmentará comunidades vegetales ni corredores biológicos de la zona. Además, el aprovechamiento del predio no provocará la pérdida de conectividad entre los sistemas naturales que colindan con la localidad de Puerto Morelos. Lo anterior contribuirá a mantener servicios ambientales que brindan sostén al ecosistema costero regional y que también benefician el desarrollo humano y mejoran su calidad de vida al mantener un ambiente sano. Las medidas de mitigación de impactos ambientales por la construcción y operación del proyecto prevén el manejo integral de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, para evitar la contaminación del sistema ambiental y de este modo garantizar un ambiente sano. Asimismo, se verificará que el equipo y maquinaria cumplan con los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera según las normas oficiales mexicanas aplicables. Las aguas residuales generadas en la etapa de construcción debido a los sanitarios portátiles serán tratadas previo a su disposición final, a cargo de la empresa arrendadora de las unidades; en cuanto a las aguas residuales en la etapa de operación, se enviarán a la red de drenaje sanitario existente en la localidad para que sean transferidas a una planta de tratamiento de

Artículo	Vinculación
	aguas residuales previo a su disposición final. Con todo ello, se contribuye a mantener un entorno saludable y se evita el deterioro ambiental.

III.4.2. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es reglamentaria 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 que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar.

Por ello, los interesados en desarrollar obras y actividades dentro del territorio nacional y zonas de su jurisdicción, que por su naturaleza pudieran causar impactos sobre el ambiente, tendrán qué apegarse a las disposiciones de esta Ley, con el fin de proteger el medio ambiente y evitar generar desequilibrio ecológico.

Tabla III.15. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 1o. La presente Ley es reglamentaria 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 que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para: I.- Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar; …IV.- La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas; …V.- El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas; …VI. - La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo; …VII.- Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;	Para garantizar un ambiente sano, durante el desarrollo del proyecto se implementarán medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, con el fin de evitar efectos significativos que puedan afectar la calidad del sistema ambiental. De esta manera, se contribuirá a prevenir el desequilibrio ecológico y, positivamente, se permitirá mantener un entorno saludable para el bienestar de los habitantes de la zona. Entre las medidas consideradas, se incluye la instalación de sanitarios portátiles para el acopio de aguas residuales durante la etapa de construcción, con el objetivo de prevenir la dispersión y contaminación del suelo o cuerpos de agua cercanos. Además, se verificará que toda la maquinaria utilizada esté en buenas condiciones y haya pasado por un mantenimiento previo al inicio de las labores, lo cual evitará posibles fugas o derrames de hidrocarburos en el suelo. También se controlarán las emisiones de humo para garantizar que se mantengan dentro de los límites permisibles establecidos en las normativas correspondientes. Durante toda la etapa de construcción, se llevará a cabo un manejo integral de los residuos generados, para prevenir la contaminación del medio ambiente. En la etapa de operación, se continuará con el manejo integral de los residuos generados en las instalaciones del proyecto, los cuales tendrán características domiciliarias. Las aguas residuales provenientes del uso

Artículo	Vinculación
	de baños, lavabos y regaderas serán dirigidas a la red de drenaje sanitario municipal, a través del cual se enviarán a una planta de tratamiento de aguas negras local.
Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: …IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;…	Con base a la fracción IX, se elaboró la presente MIA-P para obtener la autorización en materia de impacto ambiental del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo,* para su ejecución en el sitio seleccionado, un predio de régimen de propiedad privada. El proyecto se establecerá en régimen en propiedad de condominio y estará conformado por 17 departamentos distribuidos en un edificio vertical de 6 niveles (Planta baja y cinco niveles habitacionales) y un *roof top* (azotea). Por lo tanto, es un proyecto inmobiliario que se desarrollará en un predio en una localidad asentada en el ecosistemas costero del estado de Quintana Roo, por ello se somete el proyecto al procedimiento de evaluación del impacto ambiental ante la autoridad ambiental federal.
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. Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.	En cumplimiento de la disposición señalada, se ingresa a evaluación la presente manifestación de impacto ambiental, modalidad particular. El documento contiene los apartados señalados por la Ley y la guía de elaboración de la MIA-P puesta a disposición por la SEMARNAT vía electrónica.
Artículo 88. Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios: I. Corresponde al Estado y a la sociedad la protección de los ecosistemas acuáticos y del equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico; II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico; III.- Para mantener la integridad y el equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico, se deberá considerar la protección de suelos y áreas boscosas y selváticas y el mantenimiento de caudales básicos de las corrientes de agua, y la capacidad de recarga de los acuíferos, y IV.- La preservación y el aprovechamiento sustentable del agua, así como de los ecosistemas acuáticos es	Durante el desarrollo del proyecto se llevará a cabo el aprovechamiento de agua potable de la siguiente forma: En la etapa de construcción se obtendrá por medio de pipas de empresas autorizadas de la región para suministrar agua potable. En la etapa de operación se obtendrá el recurso potable de la red municipal de suministro de agua potable administrado por CAPA. Para garantizar el tratamiento de las aguas residuales generadas y evitar la contaminación del sistema ambiental y sus elementos, se realizará los siguiente: Instalación de sanitarios portátiles en etapa de construcción para acopio de aguas negras; su tratamiento y disposición final estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades. En etapa de operación, las aguas negras generadas serán dirigidas a la red de drenaje sanitario municipal, a través del cual se enviarán a una planta de tratamiento de aguas negras local.

Artículo	Vinculación
responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.	
ARTÍCULO 92.- Con el propósito de asegurar la disponibilidad del agua y abatir los niveles de desperdicio, las autoridades competentes promoverán el ahorro y uso eficiente del agua, el tratamiento de aguas residuales y su reúso.	En etapa de operación, las aguas negras generadas serán dirigidas a la red de drenaje sanitario municipal, a través del cual se enviarán a una planta de tratamiento de aguas negras local. Asimismo, los departamentos se equiparán con unidades de ahorro de agua, por ejemplo, inodoros modernos que aprovechan de 5 a 6 L de agua por descarga, frente a los inodoros convencionales que usaban 10 L o más de agua por descarga.
ARTÍCULO 117.- Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios: III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas; IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y	Para garantizar el tratamiento de las aguas residuales generadas y evitar la contaminación del sistema ambiental y sus elementos, se realizará los siguiente: Instalación de sanitarios portátiles en etapa de construcción para acopio de aguas negras; su tratamiento y disposición final estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades. En etapa de operación, las aguas negras generadas serán dirigidas a la red de drenaje sanitario municipal, a través del cual se enviarán a una planta de tratamiento de aguas negras local.
ARTÍCULO 120.- Para evitar la contaminación del agua, quedan sujetos a regulación federal o local: VI. Las infiltraciones que afecten los mantos acuíferos; y VII.- El vertimiento de residuos sólidos, materiales peligrosos y lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales, en cuerpos y corrientes de agua.	No se realizará vertimiento de aguas residuales en el suelo o cuerpos de agua de la región. Las aguas residuales serán dirigidas a la red de drenaje sanitario municipal, a través del cual se enviarán a una planta de tratamiento de aguas negras local. Los residuos de manejo especial como los lodos y los de clasificación peligrosa como aceites, diésel, etc. serán destinados a sitios especiales para su manejo y disposición final.
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.	Las aguas residuales generadas por el uso de los baños del proyecto serán dirigidas a la red de drenaje sanitario municipal, a través del cual se enviarán a una planta de tratamiento de aguas negras local. Por lo anterior, no se verterán residuos ni lodos en el suelo, subsuelo o cuerpos de agua de la región.
ARTÍCULO 155. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica, luz intrusa y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica, luz intrusa,	Durante las etapas de construcción y operación del proyecto se supervisará que el ruido, vibraciones y demás emisiones a la atmósfera y al ambiente no rebasen los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Artículo	Vinculación
ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	

III.4.3. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la LGEEPA, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal, por lo tanto, es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones del ordenamiento:

Tabla III.16. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 5o.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: Q) Desarrollos Inmobiliarios que Afecten los Ecosistemas Costeros: Construcción y operación de hoteles, condominios, villas, desarrollos habitacionales y urbanos, restaurantes, instalaciones de comercio y servicios en general, marinas, muelles, rompeolas, campos de golf, infraestructura turística o urbana, vías generales de comunicación, obras de restitución o recuperación de playas, o arrecifes artificiales, que afecte ecosistemas costeros, con excepción de: c) La construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en los ecosistemas costeros.	El proyecto consiste en la construcción y operación de un desarrollo inmobiliario de uso habitacional en un predio asentado en un ecosistema costero. Por lo anterior, el proyecto se apega a lo dispuesto en el inciso Q, siendo de competencia federal, motivo por el cual se ingresa la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, para solicitar autorización en materia de impacto ambiental para la ejecución del proyecto.
Artículo 9o.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.	En cumplimiento del artículo 9° se presenta la manifestación de impacto ambiental modalidad particular para solicitar la autorización del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo.*
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.	Se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular.
Artículo 11.- Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;	Se presenta una manifestación de impacto ambiental en modalidad particular debido a lo siguiente: ▪ El predio para establecer el proyecto se encuentra en un asentamiento humano denominado Puerto Morelos. ▪ El predio no se sitúa en parques industriales ni granjas acuícolas. ▪ La superficie del terreno es de 299.96 m^2.

Artículo	Vinculación
II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento; III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.	▪ El proyecto consiste en la construcción de un edificio habitacional. ▪ Se construirá un edificio dentro del perímetro de una localidad en zona costera. ▪ El proyecto no consiste en un plan urbano o programa parcial de desarrollo urbano. ▪ Por las dimensiones de la obra, no se afectarán componentes ambientales a nivel regional. ▪ Los impactos ambientales a generarse son similares a los impactos existentes en la zona por la presencia de otras obras civiles, como residencias, departamentos y hoteles. ▪ La construcción del proyecto en un predio urbano favorece la contención de la urbanización, evitando la expansión de los asentamientos humanos y, con ello, se asegura que no se generará nueva fragmentación de hábitats naturales o del ecosistema costero en general. ▪ El predio se sitúa en el extremo norte de la manzana 29 y el edificio se integrará al conjunto lineal de casas existente. Por lo tanto, el aprovechamiento del predio en un sitio previamente impactado y delimitado, evitará la afectación de comunidades vegetales continuas de la región. Al no generarse fragmentación del hábitat, no existe riesgo de aislar sistemas naturales de la zona. Considerando los puntos previos, no se cumple el supuesto para presentar una MIA en modalidad regional, por lo tanto, se ingresa un manifiesta en modalidad particular.

III.4.4. Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Los preceptos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental son reglamentarios del artículo 4to Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. Por lo tanto, mediante esta Ley se regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos, mecanismos y procedimientos correspondientes.

Tabla III.17. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 6°. - No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas,	El desarrollo del proyecto podría generar impactos sobre el ambiente, por lo que se implementarán medidas de

Artículo	Vinculación
afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	prevención y mitigación para minimizar dichos efectos. No obstante, bajo el principio de responsabilidad ambiental y con el objetivo de evitar daños al entorno, la promovente presenta la MIA-P para someterla al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, con el fin de identificar los posibles impactos y proponer las medidas de mitigación correspondientes, en cumplimiento con la fracción I del artículo 6º de la Ley. El proyecto ha sido diseñado de manera compatible con el medio ambiente, por lo que, durante su desarrollo, se aplicarán diversas medidas de manejo ambiental con el propósito de evitar la generación de daños irreversibles a los elementos naturales del sistema. Entre estas medidas, se incluyen las siguientes: ▪ Manejo integral de los residuos que pudieran generarse. ▪ Control de las emisiones a la atmósfera apegado a los lineamientos de las normas aplicables. ▪ Verificación de la maquinaria y equipo para evitar fugas de gases y sustancias peligrosas. ▪ Capacitar a los trabajadores en materia de prevención y mitigación de impactos. ▪ Asegurar que las aguas residuales sean enviados a los sitios de tratamiento y no sean vertidos en sistemas naturales sin ser tratadas, para prevenir la contaminación del suelo y el acuífero.

III.4.5. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la LGEEPA, en lo que se refiere a la prevención y control de la contaminación de la atmósfera, por lo tanto, es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las disposiciones del ordenamiento:

Tabla III.18. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 10.- Serán responsables del cumplimiento de las disposiciones del Reglamento y de las normas técnicas ecológicas que de él se deriven, las personas físicas o morales, públicas o privadas, que pretendan realizar o que realicen obras o actividades por las que se emitan a la atmósfera olores, gases o partículas sólidas o líquidas.	Durante el desarrollo del proyecto se hará uso de maquinaria que, por sus características generará emisiones a la atmósfera mediante humos, asimismo, con el uso de material fino deberá evitarse la suspensión de partículas finas en el aire. Por lo anterior, el proyecto deberá apegarse a las disposiciones jurídicas en materia de regulación de emisiones a la atmósfera y no deberá rebasar los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas en materia de ruido y emisiones de gases y partículas a la atmósfera.

Artículo	Vinculación
Artículo 13.- Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios: I.- La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y II.- Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.	La calidad del aire en Puerto Morelos se considera buena a moderada, según los informes de los programas encargados de evaluar y monitorear las condiciones atmosféricas de la región. Con el fin de asegurar que las emisiones generadas por el proyecto no afecten la calidad del aire, la promovente se compromete a verificar el correcto funcionamiento de los vehículos y equipos de combustión utilizados, garantizando que las partículas de polvo y contaminantes en la atmósfera no superen los límites establecidos por las normas oficiales mexicanas. En caso de detectar unidades que generen emisiones por encima de los límites permitidos, se coordinará con los contratistas para que las unidades sean sometidas a mantenimiento en talleres especializados o, si es necesario, se procederá con la sustitución de los equipos empleados en el predio, asegurando así que las emisiones atmosféricas se mantengan dentro de los parámetros establecidos.
Artículo 28.- Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y liquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la Secretaría en coordinación con las secretarías de Economía y de Energía, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	La promovente se asegurará del buen funcionamiento y mantenimiento de aquellos vehículos o equipos de combustión, procurando que las partículas de polvo y contaminantes en la atmósfera no excedan los límites establecidos en las normas oficiales mexicanas.

III.4.6. Ley General de Vida Silvestre

Ley que establece las disposiciones para el aprovechamiento sustentable, protección y conservación de la vida silvestre y su hábitat en el país y las zonas en las que la Nación ejerce su jurisdicción. 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.

Tabla III.19. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 4o.- 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 se desarrollará en un predio previamente impactado con presencia de 22 elementos arbóreos y predominancia de elementos herbáceos. Por ello, no cuenta con presencia de comunidades de fauna silvestre estables, observando escasos animales de tallas pequeñas y rápido desplazamiento, como lagartijas y aves. Para asegurar la protección de los individuos que transiten en el predio y de los que hagan uso de los predios colindantes, durante el desarrollo del proyecto se deberán aplicar medidas como el ahuyentar o prohibir la

Artículo	Vinculación
	extracción de fauna, para garantizar la protección de los organismos animales que se distribuyen en la región.
Artículo 12.- Las personas que pretendan realizar cualquier actividad relacionada con el hábitat, especies, partes o derivados de la vida silvestre y que conforme a la ley requieran licencia, permiso o autorización de la secretaria, presentarán la solicitud correspondiente en los formatos que para tal efecto establezca la secretaría.	Para el proyecto no se realizará el aprovechamiento extractivo de vida silvestre de la región. Sin embargo, se llevará a cabo el rescate y reubicación de 6 ejemplares de plántulas de *Thrinax radiata* (Palma chit), la cual se encuentra bajo la categoría de Amenazada (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las plántulas de esta especie serán rescatas y reubicadas en las áreas verdes del proyecto; estas áreas contarán con la presencia de especies nativas de la región. Por lo tanto, se elaborará el Programa de Rescate y Reubicación de flora y fauna silvestre del proyecto, en el que se especificarán las acciones de rescate, ahuyentamiento, reubicación y monitoreo de la vida silvestre. El programa deberá ser aprobado por la Secretaría previo a su ejecución.

III.4.7. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Ley reglamentaria de las disposiciones de la Constitución que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano 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.

Tabla III.20. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano 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, así como establecer las bases para: I. Aplicar los principios de valorización, responsabilidad compartida y manejo integral de residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, los cuales deben de considerarse en el diseño de instrumentos, programas y planes de política ambiental para la gestión de residuos;	-Durante el desarrollo del proyecto se dará cumplimiento al presente artículo por medio de la identificación y clasificación de los diferentes tipos de residuos que puedan generarse en la construcción y operación de la obra, así como sus fuentes generadoras. -Identificar las fuentes generadoras de residuos también permitirá reducir la emisión de los mismos. La clasificación de los residuos permitirá su manejo adecuado. -Se instalará la infraestructura necesaria para el acopio de los residuos. -Durante la etapa de construcción, se instalarán sanitarios portátiles para el acopio de aguas residuales, las cuales serán retiradas por la empresa encargada del arrendamiento de las unidades. Esta empresa se hará responsable del tratamiento y disposición final de las aguas residuales generadas. En la etapa de operación, las aguas residuales provenientes del uso de baños, lavabos y regaderas serán dirigidas a la red de drenaje sanitario municipal a través del cual se enviarán a una planta de

Artículo	Vinculación
II. Determinar los criterios que deberán de ser considerados en la generación y gestión integral de los residuos, para prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y la protección de la salud humana: …IV. Formular una clasificación básica y general de los residuos que permita uniformar sus inventarios, así como orientar y fomentar la prevención de su generación, la valorización y el desarrollo de sistemas de gestión integral de los mismos; V. Regular la generación y manejo integral de residuos peligrosos, así como establecer las disposiciones que serán consideradas por los gobiernos locales en la regulación de los residuos que conforme a esta Ley sean de su competencia; VII. Fomentar la valorización de residuos, así como el desarrollo de mercados de subproductos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica y económica, y esquemas de financiamiento adecuados; VIII. Promover la participación corresponsable de todos los sectores sociales, en las acciones tendientes a prevenir la generación, valorización y lograr una gestión integral de los residuos ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable, de conformidad con las disposiciones de esta Ley;	tratamiento de aguas residuales de la localidad. Allí, se realizará su tratamiento y se dispondrá finalmente en los sitios autorizados para tal fin. Los lodos generados se dispondrán finalmente en sitios autorizados para este fin en la región. -Los residuos sólidos urbanos generados serán acopiados en contenedores con tapa y, posteriormente, se dispondrán ante el servicio de recolecta de residuos del municipio de Puerto Morelos, quien se encargará de transportar y disponer finalmente los residuos generados al Centro Integral de Manejo de Residuos Intermunicipal. -Los residuos peligrosos como podrían ser aceite usado, pintura, pilas o diésel recibirán un manejo adecuado conforme a lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005. -Los residuos no podrán ser vertidos o dispersados en sitios no autorizados o áreas naturales. - Se llevará a cabo la valorización de los residuos susceptibles de ser reutilizados y reciclados, los cuales serán separados del resto para su adecuado aprovechamiento, según el tipo de valorización que les corresponda.
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Se dará cumplimiento al presente criterio, teniendo en cuenta la clasificación básica de los residuos en orgánicos e inorgánicos. A su vez, los residuos inorgánicos se separarán por tipo de material como vidrio, PET, aluminio, cartón y papel, etc. Esta clasificación facilita el manejo de los residuos al fungir como una separación primaria y secundaria. Cabe recalcar que, el proyecto contará con un Programa de Manejo Integral de Residuos el cual garantiza que la disposición final de los residuos y su manejo estarán regulado de acuerdo a las leyes y reglamentos aplicables.
Artículo 20.- La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.	El proyecto cuenta con medidas para el manejo integral de los residuos, en el cual la clasificación se ha establecido de acuerdo con lo estipulado en normas, reglamentos y leyes aplicables. Entre los residuos sólidos urbanos se generarán orgánicos e inorgánicos (PET, aluminio, vidrio, papel y cartón), entre los de manejo especial se generarán lodos y residuos de materiales de construcción. Todos estos deberán ser dispuestos finalmente en sitios autorizados para tal fin. Debido a que se generarán residuos de manejo especial, la promovente deberá presentar ante la SEMA el Plan de Manejo Integral de Residuos para su aprobación, lo cual es un requisito en el estado de Quintana Roo. Asimismo, ese plan, una vez aprobado por la SEMA, deberá inscribirse en la Dirección General de Medio ambiente del municipio de Puerto Morelos.

Artículo	Vinculación
Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.	Durante el desarrollo de este proyecto, y especialmente en la fase de construcción, se dispondrá de la infraestructura adecuada para garantizar un manejo adecuado de los residuos. Para ello, se establecerá un área específica con contenedores destinados a la clasificación de residuos peligrosos, conforme a la normativa vigente en materia de manejo de residuos peligrosos y la NOM-052-SEMARNAT-2005. En la etapa de operación, los residuos serán separados por cada usuarios de los departamentos. Sin embargo, se acopiarán en un contenedor colectivo del edificio, asegurando que los residuos se mantengan separados por tipo. Los residuos peligrosos se dispondrán en un espacio exclusivo, destinado únicamente a este tipo de residuos, en cumplimiento con las especificaciones de la NOM-052-SEMARNAT-2005. El asegurar el transporte y la disposición final de estos residuos será responsabilidad de la administración del edificio, con el fin de garantizar que no sean vertidos en espacios naturales o áreas no autorizadas.
Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes. Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.	Contar con un Plan de Manejo Integral de Residuos para el desarrollo del proyecto posibilita el control, la reducción y la prevención de la contaminación de los recursos naturales que componen el entorno. En este contexto, las acciones definidas en el plan deben ser cumplidas por el promotor para asegurar la protección de estos recursos. Si se llegara a generar contaminación ambiental, el promotor será responsable de diseñar y llevar a cabo un programa de remediación del suelo, así como otras acciones que se establezcan en la normativa vigente.
Artículo 95.- La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	Este proyecto dará cumplimiento con el presente artículo y se apegará a las estipulaciones de la normatividad aplicable como lo son: leyes federales y sus reglamentos, leyes estatales y municipales, Programas de Ordenamiento Ecológico del Territorio y Normas Oficiales Mexicanas

III.4.8. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Ordenamiento que rige todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción. Tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

Tabla III.21. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 17.- Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las	El proyecto dispondrá de un plan integral para el manejo de residuos, el cual será presentado ante la autoridad ambiental para su validación previo a su ejecución. Este

Artículo	Vinculación
normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.	programa se desarrollará y pondrá en práctica conforme a la normas legales vigentes.

III.4.9. Ley General de Cambio Climático

Ley reglamentaria de las disposiciones de la Constitución, en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico. Esta norma es de observancia en todo el territorio nacional y contiene las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático.

Tabla III.22. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 2°. Esta Ley tiene por objeto: I. 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; II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para que México contribuya a lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenos peligrosas en el sistema climático considerando, en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; …VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad;	Para el desarrollo del proyecto se dará cumplimiento a distintas disposiciones jurídicas en materia de prevención y atención de los efectos del Cambio Climático. Se implementarán estrategias a fin de reducir las acciones que generan gases de efecto invernadero o que afectan los ecosistemas amortiguadores del cambio climático. Entre las medidas para la reducción de la emisión de gases a la atmósfera, se encuentra el verificar que los vehículos de transporte de materiales y equipos del proyecto, se encuentren en buenas condiciones y cumplan con los límites máximos permisibles de las emisiones de gases a la atmósfera. En caso de detectar maquinaria en mal estado, se le solicitará a la empresa encargada de dichos vehículos y maquinarias, que realice el mantenimiento pertinente de las unidades o que las sustituya por otras que cumplan con los parámetros establecidos de control de emisión de gases. Los departamentos serán equipados con electrodomésticos o equipos electrónicos de bajo consumo y ahorradores, lo cual contribuirá a reducir la generación de CO_2, ya que la principal fuente de este es el consumo de energía para actividades humanas; asimismo, la verificación de la maquinaria para respetar los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera contribuirá a regular la emisión de CO_2.
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático; III. Precaución, cuando haya amenaza de daño grave o irreversible, la falta de total certidumbre científica no deberá utilizarse como razón para posponer las medidas de mitigación y adaptación para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático; IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y	El desarrollo del proyecto, y su operación, cumple con los principios señalados en el artículo 26 de la LGCC: - La promovente, al cumplir con los criterios de regulación para el desarrollo de la obra civil prevista, asume junto al Estado la responsabilidad de proteger el sistema ambiental y sus elementos naturales. Asimismo, dado que la obra se localiza en una zona expuesta a fenómenos hidrometeorológicos de gran intensidad, cuya frecuencia ha aumentado debido al cambio climático, el diseño del proyecto contempla el uso de materiales resistentes a las condiciones climáticas de la región. Además, la distribución y el diseño del edificio estarán orientados de manera que favorezcan el paso de

Artículo	Vinculación
preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático; …VII. Participación ciudadana, en la formulación, ejecución, monitoreo y evaluación de la Estrategia Nacional, planes y programas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático; VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause; … …XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad; … …Al adoptar medidas para hacer frente al cambio climático, se deberán respetar irrestrictamente los derechos humanos, el derecho a la salud, los derechos de los pueblos indígenas, las comunidades locales, los migrantes, los niños, las personas con discapacidad y las personas en situaciones de vulnerabilidad y el derecho al desarrollo, así como la igualdad de género, el empoderamiento de la mujer y la equidad intergeneracional.	los vientos, lo que reducirá la resistencia ante vientos de alta velocidad derivados de tormentas tropicales o huracanes. -Con el proyecto no se modificarán, fragmentarán o deforestarán superficies con comunidades estables de vegetación de la región, por lo que se garantiza mantener la cobertura vegetal que aporta diversos servicios ambientales en la zona, para beneficio de los habitantes y visitantes del área donde se encuentra el predio del proyecto. Entre estos, se encuentra la captura de CO_2, la regulación de temperatura y la barrera protectora contra vientos y erosión del suelo. Lo anterior funge como medida de adaptación al contribuir con la protección de ecosistemas naturales y su biodiversidad. -Como medida de mitigación, se reducirá la emisión de CO_2 mediante el respeto de los límites máximos permisibles establecidos en las normas oficiales mexicanas para el control de emisiones a la atmósfera. Asimismo, los departamentos se equiparán de electrodomésticos y equipos eléctricos de bajo consumo y ahorradores de energía, lo cual contribuye con la reducción de emisiones de CO_2 por actividades domésticas.
Artículo 29. Se considerarán acciones de adaptación: I. La determinación de la vocación natural del suelo; II. El establecimiento de centros de población o asentamientos humanos, así como en las acciones de desarrollo, mejoramiento y conservación de los mismos; III. El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos; IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación; V. Los programas hídricos de cuencas hidrológicas; VI. La construcción y mantenimiento de infraestructura; VII. La protección de zonas inundables y zonas áridas; VIII. El aprovechamiento, rehabilitación o establecimiento de distritos de riego; IX. El aprovechamiento sustentable en los distritos de desarrollo rural; X. El establecimiento y conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos; XI. La elaboración de los atlas de riesgo; XII. La elaboración y aplicación de las reglas de operación de programas de subsidio y proyectos de inversión; XIII. Los programas de conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad;	El proyecto integrará acciones de adaptación a los efectos del cambio climático, de la siguiente forma: -El proyecto se establecerá en un predio en el que se respetará la vocación natural del suelo el cual es de tipo habitacional. Con ello, se evita la fragmentación de ecosistemas naturales de la región, importantes para hacer frente a los efectos del cambio climático. -El proyecto se establecerá en un Asentamiento Humano y su construcción no implica la expansión de la mancha urbana actual de la localidad de Puerto Morelos; en este sentido, el lote seleccionado se encuentra en una zona en la que fue prevista el desarrollo de obras de naturaleza habitacional y turística. -El desarrollo del proyecto no implica la afectación de playas o línea de costa de la región. - El agua potable necesaria durante la operación del proyecto será obtenida mediante un convenio con CAPA para el suministro del recurso a través de la red municipal de agua potable. Se implementará medidas de ahorro de agua para ayudar a disminuir la explotación del acuífero, que se ve afectado por el cambio climático, generando estrés hídrico. Aunque el ahorro de agua en el proyecto no tendrá un impacto significativo por sí solo, se suma a los esfuerzos de otros proyectos regionales que también adoptan medidas similares para la conservación del recurso hídrico. En conjunto, la acumulación de estas iniciativas produce un impacto positivo considerable,

Artículo	Vinculación
XIV. Los programas del Sistema Nacional de Protección Civil; XV. Los programas sobre asentamientos humanos y desarrollo urbano; XVI. Los programas en materia de desarrollo turístico; XVII. Los programas de prevención de enfermedades derivadas de los efectos del cambio climático, y XVIII. La infraestructura estratégica en materia de abasto de agua, servicios de salud y producción y abasto de energéticos.	contribuyendo a una reducción significativa del consumo de agua. -Con el desarrollo del proyecto no se impactarán los elementos naturales que integran a las ANP´s cercanas al predio. Sin embargo, el terreno donde se edificará la obra se localiza en la zona de influencia de tres ANP´s, por ello, se aplicarán medidas de manejo ambiental que contribuyan a prevenir la contaminación del suelo y el agua, para que no se generen consecuencias negativas sobre el sistema ambiental de las áreas protegidas cercanas y los recursos naturales que las integran.
Artículo 33. Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son: 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; II. Reducir las emisiones nacionales, a través de políticas y programas, que fomenten la transición a una economía sustentable, competitiva y de bajas emisiones en carbono, incluyendo instrumentos de mercado, incentivos y otras alternativas que mejoren la relación costo- eficiencia de las medidas específicas de mitigación, disminuyendo sus costos económicos y promoviendo la competitividad, la transferencia de tecnología y el fomento del desarrollo tecnológico; III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía; IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios; V. Promover de manera prioritaria, tecnologías de mitigación cuyas emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero sean bajas en carbono durante todo su ciclo de vida; VI. Promover la alineación y congruencia de los programas, presupuestos, políticas y acciones de los tres órdenes de gobierno para frenar y revertir la deforestación y la degradación de los ecosistemas forestales; VII. Medir, reportar y verificar las emisiones; VIII. Reducir la quema y venteo de gas para disminuir las pérdidas en los procesos de extracción y en los sistemas de distribución y garantizar al máximo el aprovechamiento del gas en instalaciones industriales, petroleras, gaseras y de refinación;	En 2015, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en Quintana Roo fueron de 10,4 TgCO2e, según el Climate Group. Se proyecta que para 2030 las emisiones aumenten a 15,9 TgCO2e y para 2050 a 33,4 TgCO2e. Las principales fuentes de GEI son la Combustión de combustibles fósiles y residuos sólidos, Actividades agrícolas e industriales, Uso del suelo y el Tratamiento de aguas residuales. Las actividades que más destacan por generación de GEI´s en el estado son: • Suministro de energía: La dependencia del estado de Quintana Roo a los combustibles fósiles es del 94%, lo que implica que la mayor parte de su energía proviene de fuentes no renovables. Esta dependencia contribuye significativamente a las emisiones de CO_2. • Transporte: La creciente demanda de transporte, tanto turístico como local, incrementa las emisiones de GEI debido al uso de vehículos motorizados que queman combustibles fósiles. • Sector industrial: Las actividades industriales en Quintana Roo requieren una cantidad significativa de energía, a menudo proveniente de fuentes fósiles, lo que genera emisiones adicionales de GEI. En el municipio de Puerto Morelos, las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) provienen principalmente de las siguientes fuentes: • Transporte vehicular: El uso de vehículos motorizados es una de las principales fuentes de emisiones de CO_2 en la región. A nivel global, se estima que el transporte representa aproximadamente el 25% de las emisiones de GEI. • Turismo y actividades hoteleras: El sector turístico, especialmente los hoteles, contribuye significativamente a las emisiones de GEI. Por ejemplo, en Quintana Roo se estima que un huésped por noche emite en promedio 31.47 kilogramos de CO_2. Se ha estimado que una vivienda requiere 166.6 kWh/m2 al año y genera hasta 79.5 kg de CO_2/m^2 al año lo cual puede incrementar por el tipo de vivienda y la demanda de energía para actividades doméstica y de

Artículo	Vinculación
IX. Promover el aprovechamiento del gas asociado a la explotación de los yacimientos minerales de carbón; X. Promover la cogeneración eficiente para evitar emisiones a la atmósfera; XI. Promover el aprovechamiento del potencial energético contenido en los residuos; XII. Promover el incremento del transporte público, masivo y con altos estándares de eficiencia, privilegiando la sustitución de combustibles fósiles y el desarrollo de sistemas de transporte sustentable urbano y suburbano, público y privado; XIII. Desarrollar incentivos económicos y fiscales para impulsar el desarrollo y consolidación de industrias y empresas socialmente responsables con el medio ambiente; XIV. Promover la canalización de recursos internacionales y recursos para el financiamiento de proyectos y programas de mitigación de gases y compuestos efecto invernadero en los sectores público, social y privado; XV. Promover la participación de los sectores social, público y privado en el diseño, la elaboración y la instrumentación de las políticas y acciones nacionales de mitigación, y XVI. Promover la competitividad y crecimiento para que la industria nacional satisfaga la demanda nacional de bienes, evitando la entrada al país, de productos que generan emisiones en su producción con regulaciones menos estrictas que las que cumple la industria nacional.	mantenimiento. Dentro de una vivienda se considera que la cocina es el espacio que genera mayor cantidad de CO_2 en una residencia, por el uso de electrodomésticos para las actividades cotidianas. Tan solo en la cocina, se calculó una emisión de 808 $kgCO_2e$, por el uso de energía eléctrica para calentar o conservar alimentos. Entre otros electrodomésticos que generan GEI, se encuentra el refrigerador, el cual puede liberar 161 $kgCO_2e$ de forma ininterrumpida; los televisores pueden emitir entre 112 y 29 $kgCO_2e$; una lavadora emite entre unos 62 $kgCO_2e$ de CO_2; los microondas y equipos como consolas de videojuegos, emiten entre 56 y 11 $KgCo_2e$. Por ello, con la finalidad de reducir las emisiones de CO_2 en una vivienda se recomiendan acciones como: desconectar equipos que no estén en uso; usar lo menos posible electrodomésticos como microondas; usar la lavadora con mayor carga de ropa y el agua a temperatura ambiente; emplear un refrigerador de acuerdo a las necesidades y tratar de almacenar la mayor cantidad de alimentos y tener bien cerrada la puerta para mantener mejor la temperatura; disminuir el uso de televisores y desconectarlos al término de su uso. Por lo anterior, para contribuir con la reducción de emisiones de CO_2, se plantea lo siguiente: -Las emisiones a generar por el uso de maquinaria se liberarán de forma puntual y por un tiempo limitado, ya que serán empleadas en las etapas de preparación del sitio y construcción. Cabe mencionar que, se aplicarán medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, entre las que se consideran acciones y revisiones de maquinaria o vehículos de transporte que garanticen la reducción de emisiones a la atmósfera, y con ello de los GEI. -Para la etapa de operación, la reducción de la generación de GEI, principalmente CO_2, estará relacionada con el tipo de equipamientos que se establezcan en los departamentos. Por ello, se considera: Aprovechar el mayor tiempo posible la energía solar natural, lo que reduce el consumo de energía en luminarias. Esto será posible por el diseño del edificio que permite el paso de luz natural en casi todos sus espacios. El diseño y la orientación del proyecto favorecen una adecuada ventilación de los departamentos, manteniéndolos abiertos durante las temporadas de calor. En las temporadas frías, los materiales seleccionados contribuirán al aislamiento térmico del espacio. Estas medidas ayudan a reducir el consumo de energía para aire acondicionado y calefacción. No obstante, debido a la ubicación geográfica del proyecto, es inevitable que en ciertos momentos se requiera el uso de aire acondicionado o calefacción. Por ello, se

Artículo	Vinculación
	instalarán unidades modernas y eficientes que minimizarán el consumo convencional de energía. Las luminarias se instalarán con LED y focos ahorradores de energía. Los electrodomésticos a emplear son de última generación, los cuales desde su diseño contemplan el ahorro de energía en comparación con unidades de modelos no recientes. Se realizará un manejo integral de los residuos. Se brindará mantenimiento a las unidades de aire acondicionado para evitar fugas.
Artículo 109. Los tres órdenes de gobierno deberán promover la participación corresponsable de la sociedad en la planeación, ejecución y vigilancia de la Política Nacional de Cambio Climático.	Para el desarrollo del proyecto se dará cumplimiento a distintas disposiciones jurídicas en materia de prevención y atención a los efectos del cambio climático.

III.4.10. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones

Ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y tiene por objeto reglamentar la Ley en lo que se refiere al Registro Nacional de Emisiones; su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, sin perjuicio de las atribuciones que correspondan a otras Dependencias del Ejecutivo Federal.

Tabla III.23. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	Vinculación
Artículo 3. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes: …VI. Sector Comercio y Servicios: a. Subsector construcción; b. Subsector comercio; e. Subsector turismo;…	El segundo párrafo del artículo 87 de la Ley General de Cambio Climático establece lo siguiente …*Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro…* Por lo anterior, y con base en la fracción IV incisos a, b y e del artículo 3 del reglamento, se determina que por el tipo de proyecto al que pertenece "*Botánica*", deberá realizarse durante su desarrollo el reporte de emisiones, con base en lo dispuesto en el reglamento.
Artículo 4. Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes: …VI. Sector Comercio y Servicios: a. Subsector construcción: a.1. Edificación residencial; b. Subsector comercio: b.8. Comercio al por menor de abarrotes y alimentos; b.9. Comercio al por menor en tiendas de autoservicio; e. Subsector turismo:	El proyecto "*Botánica*" tendrá un uso habitacional. Por ello, durante la ejecución del proyecto deberá reportarse las emisiones producidas por la construcción y operación de las obras. En etapa de construcción de presentará el reporte de emisiones en los informes anuales que establezca la Secretaría mediante la autorización de impacto ambiental. En la etapa de operación, el reporte se realizará en apego de lo que disponga la autoridad ambiental y el reglamento, el cual señala en su artículo 9, fracción V, lo siguiente: *Reportar anualmente sus Emisiones Directas e Indirectas, a*

Artículo	Vinculación
e.1. Hoteles, moteles y similares;… Las actividades agrupadas a los sectores transporte, agropecuario, residuos y de comercio y servicios a que se refieren las fracciones II, IV, V y VI del presente artículo, calcularán y reportarán sus Emisiones considerando todas las instalaciones, sucursales, locales, lugares donde se almacenen mercancías y en general cualquier local, instalación o sitio que utilicen para el desempeño de sus actividades. La Secretaría, mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación podrá definir aspectos técnicos que permitan identificar a detalle las actividades específicas que, conforme al presente artículo, se consideran como Establecimientos Sujetos a Reporte, aun cuando, conforme a otras disposiciones jurídicas, no estén obligadas a proporcionar información sobre sus Emisiones o descargas a través de la Cédula de Operación Anual ante la Secretaría, pero que en su realización emitan, de manera directa o indirecta, Gases o Compuestos de Efecto Invernadero.	*través de la Cédula de Operación Anual, cuantificándolas en toneladas anuales del Gas o Compuesto de Efecto Invernadero de que se trate y su equivalente en Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalentes anuales.* No obstante, esto estará sujeto a lo dispuesto en el artículo 6 del reglamento, que a la letra dice: *Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus Emisiones Directas o Indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas Emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente.* *La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las Emisiones de cada una de las Fuentes Fijas y Móviles identificadas en dichos Establecimientos Sujetos a Reporte.* *El umbral establecido en el presente artículo aplicará para aquellos establecimientos regulados por otros órdenes de gobierno que conforme a lo previsto en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento se identifican como Sujetos a Reporte.* Por lo anterior, si durante el primer cálculo de emisiones en la etapa de operación del proyecto es igual o superior a 25,000 Toneladas de Bióxido de Carbono Equivalente, deberá presentar en consecuencia los reportes de emisiones de forma anual durante su operación y tiempo de vida útil, con apego a lo dispuesto en los instrumentos jurídicos aplicables y las metodologías establecidas por la Secretaría. Para el proyecto se estimó que en la etapa de operación se estarían generando ~42.34 toneladas/año de CO_2e. Por lo que no requerirá presentar el reporte de emisiones, sin embargo, se deberá monitorear un plazo anual y calcular las emisiones de un año para determinar si se presentará el reporte o no.

III.4.11. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Ley reglamentaria que regula y fomenta 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.

Tabla III.24. Vinculación del proyecto con los artículos aplicables.

Artículo	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 la biodiversidad de los ecosistemas 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 mitiguen 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.	De acuerdo con la capa de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII del INEGI, actualizadas en el 2018, el predio se encuentra en Asentamiento Humanos, de la localidad de Puerto Morelos. Debido a sus dimensiones y las características de la vegetación del sitio en particular, no se catalogaría como un terreno forestal; el terreno forma parte de la manzana 29, dentro de un perímetro urbano sujeto a un programa de desarrollo urbano con vocación del suelo de tipo habitacional. El lote se encuentra registrado ante el catastro municipal y se localiza en una zona con presencia de otras residencias, departamentos, hoteles y comercios. Por lo anterior, no se requiere llevar a cabo el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

III.5. LEYES ESTATALES

III.5.1. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al ambiente del Estado de Quintana Roo.

Ley de orden público e interés social que tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y regular las acciones tendentes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las de protección del ambiente, en el Estado de Quintana Roo.

Tabla III.25. Vinculación del proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Artículo	Vinculación
103.- Las emisiones a la atmósfera, tales como olores, gases o partículas sólidas y líquidas, que provengan de fuentes fijas y móviles de competencia estatal o municipal, que puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente, deben apegarse a las previsiones de esta ley, de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, de la Ley General y normas oficiales mexicanas.	Para el control de emisiones a la atmósfera, se vigilará y dará el mantenimiento adecuado a la maquinaria previo a su ingreso al predio, en caso de que no se encentren en óptimas condiciones éstas serán reemplazadas. Además de esto se vigilará que dichas emisiones no rebasen los límites máximos permisibles dando así cumplimiento a las leyes y reglamentos federales, así como lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
105.- Para la prevención y control de la contaminación a la atmósfera, se considerará como criterio que las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del	Para el control de emisiones a la atmósfera por parte de las maquinarias de construcción, se verificará que se encuentren en buen estado para su funcionamiento, además de vigilar que las emisiones se encuentren dentro de los límites máximos permisibles dando cumplimiento

Artículo	Vinculación
aire satisfactoria para el bienestar de la población y del equilibrio ecológico.	a las leyes y reglamentos federales, así como lo dispuesto en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
116.- Las emisiones de contaminantes generadas por fuentes móviles, que circulen en el territorio estatal, no deberán rebasar los límites máximos permisibles señalados en las normas oficiales mexicanas.	Se dará cumplimiento a este punto, mediante el control de emisiones a la atmósfera al verificar que la maquinaria se encuentre en óptimas condiciones y que cumplan con los límites máximos permisibles de las normas oficiales mexicanas aplicables.
129.- Cuando no existan sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios de hoteles, fraccionamientos, condominios, residencias, industrias y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento y reciclaje de sus aguas residuales, ya sea individuales o comunales, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes. Sólo aquellos casos excepcionales, en que las condiciones socioeconómicas, fisiográficas y climáticas lo justifiquen, podrán los municipios autorizar la construcción de letrinas y fosas sépticas.	El proyecto se conectará al sistema de drenaje sanitario de la red municipal, por lo tanto, en el predio no se instalará ninguna planta de tratamiento de aguas residuales o biodigestores. Las aguas serán transferidas a una planta de tratamiento de la localidad, donde las autoridades públicas se encargarán de su tratamiento y disposición final.
132.- Para la recarga de mantos acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir, preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable. Para los efectos del párrafo anterior en los predios con un área menor de 100 metros cuadrados deberán proporcionar como área verde el 10% como mínimo; en predios con superficie mayor de 101 a 500 metros cuadrados, como mínimo el 20%; en predios cuya superficie sea de 501 a 3,000 metros cuadrados, como mínimo el 30%, y predios cuya superficie sea de 3,001 metros cuadrados en adelante, proporcionarán como área verde el 40% como mínimo.	Con el desarrollo del proyecto se mantendrá un 15.69% como áreas verdes con suelo permeable, al cual se le sumará un 48.89% de superficie que corresponderá al estacionamiento, área conformada con adoquín ecológico y permitirá que la superficie sea permeable. En total se tendrá 64.58% de área permeable en el terreno, hacia donde se canalizarán las aguas pluviales. En el estacionamiento se ubicarán los dos pozos pluviales a construir.
138.- Para los efectos del presente capítulo, queda prohibido descargar, derramar o depositar cualquier tipo de desechos orgánicos, inorgánicos, sustancias líquidas, o sólidos urbanos o de manejo especial o infiltración de sus lixiviados, en la vía pública, carreteras estatales, caminos rurales y cualquier otro sitio no autorizado para tal fin.	Se dará cumplimiento al presente artículo. No se derramará, depositará o descargarán residuos sólidos o líquidos en vías públicas, carreteras, caminos o sitios no autorizados. Se implementará un plan de manejo integral de residuos.
161.- Quedan prohibidas las emisiones contaminantes ocasionadas por ruido, vibraciones, energía térmica, energía lumínica, radiaciones electromagnéticas y contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos contenidos en los reglamentos y normas oficiales mexicanas. La Secretaría y los Municipios adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y, en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.	Durante la etapa de construcción se podría generar ruido y vibraciones, sin embargo, estas emisiones son de corta duración y poco significativas en el predio. A pesar de esto se atenderán y se cumplirán las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas para no rebasar los límites máximos permisibles de contaminación.

Artículo	Vinculación
164.- En la construcción de obras o instalaciones que generen los contaminantes señalados en el artículo 161 de esta ley, así como en la operación o funcionamiento de las mismas, deberán llevarse a cabo las acciones preventivas y correctivas necesarias para evitar y mitigar los efectos nocivos de tales contaminantes.	Se dará cumplimiento a este artículo, ya que se han establecido como medidas de prevención y mitigación el monitoreo de aquellos agentes como maquinarias que puedan generar emisiones contaminantes, por lo que se asegurará el funcionamiento óptimo de cada una de ellas o de lo contrario su reemplazo.

III.5.2. Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo

Ley de orden público e interés social que tiene por objeto regular el ejercicio de las atribuciones que le corresponden al Estado y sus municipios, en materia de conservación y aprovechamiento de la vida silvestre y su hábitat.

Tabla III.26. Vinculación del proyecto con la Ley de Vida Silvestre para el Estado de Quintana Roo.

Artículo	Vinculación
3.- Es deber de todos los habitantes del Estado conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses del Estado y de la Nación. Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados, en los términos prescritos en la Ley General, la presente Ley y demás disposiciones aplicables. Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones en la materia.	Para el proyecto no se considera el aprovechamiento de especies de vida silvestre. Se realizará el rescate y reubicación de las palma chit, presentes en el predio, las cuales se trasplantarán a las áreas verdes del proyecto. Por ello, se presentará un programa de rescate y reubicación de flora y fauna que deberá ser aprobado por la Secretaría previa ejecución.
60.- Las personas que trasladen ejemplares vivos de especies silvestres, deberán contar con la autorización correspondiente otorgada por la Secretaría, de conformidad con las disposiciones reglamentarias. Asimismo, deberán dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes y a la Ley General. No será necesario contar con la autorización de traslado a que se refiere el párrafo anterior cuando se trate de: …II. Ejemplares adquiridos en comercios registrados, que cuenten con la documentación que demuestre su legal procedencia, o en su caso la marca correspondiente.	Se contempla el ahuyentar fauna silvestre, durante la construcción del proyecto. La reubicación solo se realizará en caso de extrema necesidad con apoyo de personal especializado para garantizar la reubicación exitosa de los ejemplares en sitios permitidos y con capacidad de albergar animales reubicados. En cuanto a las plantas para los jardines, se obtendrán de proveedores autorizados que cuenten con registros para la venta de ejemplares de especies nativas. De este modo, se garantiza el no promover la extracción ilegal de flora nativa en la región.

III.5.3. Ley Para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo

Ley de orden público y observancia obligatoria en todo el territorio y zonas de exclusión del Estado de Quintana Roo, que tiene por objeto: tiene por objeto: a) Regular la gestión integral de los residuos con un

enfoque de economía circular y ciclo de vida; b) Fomentar la sustitución por productos retornables, así como la prohibición de aquellos productos que causan un impacto ambiental considerable en el Estado de forma programada y gradual; c) El manejo integral de los Residuos Sólidos Urbanos, Biorresiduos, Residuos de Manejo Especial, y Residuos Peligrosos de competencia local; d) La prevención y evaluación ambiental de sitios de disposición final de residuos; e) La valorización de residuos, principio de responsabilidad compartida y extendida de los distintos sectores.

Tabla III.27. Vinculación del proyecto con la Ley Para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo.

Artículo	Vinculación
13.- En función al tipo de residuos, éstos se clasifican en: I. Residuos Sólidos Urbanos: los generados en las casas habitación, servicios o cualquier establecimiento o vía pública, que resultan de las actividades domésticas o de consumo de productos que propician la generación, de envases, embalajes o empaques, que son resultantes de la limpieza de las vías o lugares públicos, siempre que no sean catalogados por esta Ley como residuos de otra índole. II. Biorresiduos: los residuos orgánicos biodegradables de origen vegetal y/o animal o residuos biodegradables susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario, comercial o derivado de la naturaleza, siempre que éstos últimos sean similares a los primeros, tales como: a) Residuos de fracción vegetal, derivados de parques, de la naturaleza, o jardines públicos y/o privados; b) Residuos de alimentos y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, empresas, locales comerciales y establecimientos que generen residuos orgánicos, se incluyen los generados en plantas de procesamiento o transformación de alimentos, y c) Residuos de otras zonas que por tipo, naturaleza o características del material deban ser considerados biorresiduos. III. De Manejo Especial: a) Los residuos de las rocas o los productos de su descomposición que no puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción excluyendo aquellos originados en la industria minero-metalúrgica; b) Los residuos de servicios de salud, generados por los establecimientos que realicen actividades médico-asistenciales a las poblaciones humanas o animales, centros de investigación, con excepción de los residuos biológicos, e infecciosos;	Para el manejo integral de los residuos a generarse en el predio se considerará la clasificación dada por este artículo. Por ello, entre los residuos a generar en las están: -Residuos Sólidos Urbanos. -Biorresiduos: los residuos orgánicos biodegradables de origen vegetal y/o animal o residuos biodegradables susceptibles de degradarse biológicamente generados en el ámbito domiciliario, comercial o derivado de naturaleza, siempre que éstos últimos sean similares a los primeros, tales como: a) Residuos de fracción vegetal, derivados de parques, de la naturaleza, o jardines públicos y/o privados; b) Residuos de alimentos y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, empresas, locales comerciales y establecimientos que generen residuos orgánicos, se incluyen los generados en plantas de procesamiento o transformación de alimentos, y c) Residuos de otras zonas que por tipo, naturaleza o características del material deban ser considerados biorresiduos. -De Manejo Especial: f) Los residuos eléctricos y electrónicos provenientes de los productos usados, caducos o retirados del comercio, que requieren de corriente eléctrica o campos electromagnéticos para su operación o funcionamiento, incluyendo los aditamentos, accesorios, periféricos, consumibles y subconjuntos que los componen; g) Los residuos de la construcción, mantenimiento, desastres naturales o demolición en general; -Posiblemente residuos peligrosos: baterías y residuos de aceites. Por lo anterior, se deberá dar un manejo integral a los residuos generados para garantizar que no contaminen el suelo y agua del sistema ambiental.

Artículo	Vinculación
c) Los residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades; d) Los residuos de los servicios de transporte, así como los generados a consecuencia de las actividades que se realizan en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias y en las aduanas, que no tengan componentes de peligrosidad, a excepción de los residuos considerados cuarentenarios; e) Los lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales que no puedan ser aprovechables de conformidad con los criterios establecidos en la norma correspondiente; f) Los residuos eléctricos y electrónicos provenientes de los productos usados, caducos o retirados del comercio, que requieren de corriente eléctrica o campos electromagnéticos para su operación o funcionamiento, incluyendo los aditamentos, accesorios, periféricos, consumibles y subconjuntos que los componen; g) Los residuos de la construcción, mantenimiento, desastres naturales o demolición en general; h) Los automóviles inservibles y el resto de los mismos, y i) Los productos que al trascurrir su vida útil requieren de un manejo específico y que sean generados por un gran generador, como es el aceite comestible usado, llantas, neumáticos, trampas de grasa y demás que determine la Secretaría. IV. Residuos peligrosos: los establecidos en la LGPGIR.	
17.- Los generadores de residuos sólidos urbanos, biorresiduos y de manejo especial, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley, sus reglamentos y demás disposiciones aplicables. Los generadores deberán dejar libres de residuos las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos de competencia estatal.	Se dará cumplimiento al presente artículo, clasificando los residuos generados y separándolos para disponerlos a la empresa concesionada para recolectar los residuos sólidos urbanos en la localidad de Puerto Morelos, la cual será responsable de transportarlos a al Centro Integral de Manejo de Residuos Intermunicipal.
18.- Los proyectos de construcción y/o demolición, deberán prever un sitio destinado para el manejo y almacenamiento de residuos debidamente separados, así como la recolección de residuos a través de un prestador de servicios registrado ante la Secretaría. Los generadores de residuos que se encuentren bajo el régimen condominal están obligados a realizar la separación en la fuente y a contratar los servicios de recolección, para el transporte y aprovechamiento de los residuos.	Durante la etapa de construcción, se delimitará un área provisional como patio de maniobras donde se acopiarán los residuos generados. Esta área temporal será destinada al estacionamiento del proyecto. En etapa de operación, la separación d ellos residuos se realizará en cada departamento y áreas comunes, posteriormente los residuos se acopiarán en un contenedor general del edificio, desde donde serán recolectados por el servicio de recolecta de residuos en el municipio, previo contrato del servicio.
21.- En materia de residuos, está prohibido: …VI. Abandonar y disponer residuos, cualquiera que sea su tipo o características, en la vía pública, predios	En cumplimiento de este artículo, el promovente se apegará a los dispuesto y no llevará a cabo las acciones

Artículo	Vinculación
baldíos, cenotes, ríos subterráneos, manglares, ductos de drenaje y alcantarillado, en cuerpos de agua; cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica, zonas de exclusión, zona rurales y zonas cerca de aeródromos o aeropuertos; VII. Quema de residuos a cielo abierto; XII. La mezcla de residuos sólidos urbanos, biorresiduos y de manejo especial; XIII. La disposición de residuos de la construcción y de demolición en la vía pública o en cualquier otro sitio diferente al destinado para su disposición;	prohibidas, para garantizar la protección del suelo y agua del sistema ambiental, al evitar su contaminación.

III.6. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM's) son disposiciones generales de tipo técnico expedidas por dependencias de la administración pública federal, con el objetivo de establecer reglas, especificaciones, directrices y características aplicables a un producto, proceso o servicio. A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al tipo de obra a desarrollar:

Tabla III.28. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Norma	Vinculación con el proyecto
NOM-022-SEMARNAT-2003 Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.	En el predio para el desarrollo del proyecto no cuenta con ejemplares de manglar. Sin embargo, el sitio se localiza a menos de 100 metros de una comunidad de manglar que pertenece al ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, motivo por el que deberá realizarse la vinculación del proyecto con las especificaciones de dicha norma y presentarse la medida de compensación propuesta para dar cumplimiento a la especificación 4.43.
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.	Se deberá cumplir con las especificaciones de la norma vigente, ya que durante la construcción del proyecto se utilizarán vehículos automotores que emplean gasolina como combustible, los cuales deben adherirse a los límites máximos permitidos de emisiones de gases. La maquinaria utilizada deberá encontrarse en condiciones óptimas para garantizar el cumplimiento de lo establecido. En caso de identificar unidades que no cumplan con los requisitos para reducir las emisiones, estas deberán ser retiradas del sitio, y se deberá recurrir a contratistas que dispongan de vehículos que cumplan con la normativa ambiental.
NOM-044-SEMARNAT-2017 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, hidrocarburos no metano, hidrocarburos no metano más óxidos de nitrógeno, partículas y amoniaco, provenientes del escape de motores nuevos que utilizan diésel como combustible y que se utilizarán para la	Dado que se utilizarán maquinaria y vehículos de transporte de gran tamaño, como volquetes, se deberá cumplir con las especificaciones de la norma vigente, asegurando que se respeten los límites máximos permisibles establecidos.

Norma	Vinculación con el proyecto
propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como del escape de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos equipados con este tipo de motores.	
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.	Se deberá atender las especificaciones de la presente norma debido a que, durante la construcción del proyecto se utilizarán vehículos autor motores que usan diésel como combustible, por lo que deberán respetar los límites máximos permisibles.
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Durante la fase de construcción del proyecto, se generarán residuos peligrosos, como pintura y aceites usados. Por ello, se deberán instalar contenedores de acopio que cumplan con las especificaciones de la normativa vigente, garantizando un manejo adecuado de estos residuos y previniendo su dispersión o derrame, lo que podría causar contaminación ambiental. En la etapa de operación, se continuarán generando residuos peligrosos derivados del uso de aceites y pintura para mantenimiento. Por lo tanto, se deberá habilitar un espacio destinado al almacenamiento temporal de estos residuos. Este almacenamiento deberá ser provisional, procurando que los residuos permanezcan el menor tiempo posible en el lugar para evitar su dispersión dentro de las instalaciones. Finalmente, todos los residuos peligrosos deberán ser dispuestos en sitios autorizados específicamente para tal fin.
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.	Debido a que en el polígono del proyecto y en sitios colindantes se detectaron especies incluidas en alguna categoría de riesgo de las listas y anexos de la NOM-059-SEMARNAT-2010, se presentará su vinculación de forma puntual para señalar de qué forma se evitará afectación de las especies detectadas.
NOM-162-SEMARNAT-2012 Que establece las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación.	El proyecto se establecerá en un predio de régimen privado en superficie terrestre, por ello, no se afectarán poblaciones de tortugas marinas o sus hábitats. El proyecto tampoco contempla actividades de aprovechamiento extractivo o no extractivo de tortugas marinas.
NOM-031-STPS-2011 Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.	Cada obra debe ajustarse a las directrices de seguridad y protección civil para asegurar el bienestar de los trabajadores y evitar incidentes. En consecuencia, será necesario acatar y cumplir lo dispuesto en la normativa oficial correspondiente.

III.6.1. NOM-022-SEMARNAT-2003- Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar

En relación con la vinculación del proyecto con el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, que a la letra dice:

"*Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.*

Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar."

En el predio seleccionado para la ejecución del proyecto no se registró la presencia de ningún ejemplar de manglar. La comunidad de manglar más cercana es la ubicada en el ANP APFF Puerto Morelos. No obstante, el desarrollo de la obra y actividades propuestas para el proyecto no afectará las comunidades de manglar presentes en el sistema ambiental que rodea a la localidad de Puerto Morelos, incluidas las del ANP. Lo anterior se sustenta en que no se llevará a cabo la remoción de ningún ejemplar de mangle de la región; la construcción del edificio no obstruye el flujo de agua que alimenta a los manglares de la región; no se construirá ninguna obra en comunidad de manglar; la obra se establecerá en un lote dentro del perímetro urbano de Puerto Morelos, en el cual se contempló desde la planificación urbana brindarle un uso habitacional o turístico a la superficie de la localidad; la construcción de la obra no afecta la interacción de especies de vida silvestre de sitios colindantes con el manglar de la región; no se construirán obras en ambientes acuáticos; y al conservar las comunidades de manglar, se mantendrán los servicios ambientales que brinda. Por todo lo anterior, el desarrollo del proyecto no contraviene lo dispuesto en la 60 TER.

A pesar de que el predio donde se construirá el edificio está apartado de la comunidad de manglar del ANP, éste se ubica a menos de 100 metros de distancia. Asimismo, en la comunidad de vegetación de transición colindante al predio, se pueden encontrar elementos dispersos de mangle, principalmente de *Conocarpus erectus*. Es por ello, que se realiza la vinculación del proyecto con las especificaciones de la NORMA-022 para evidenciar que no se afectarán las poblaciones de manglar del SA.

Vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003

Norma publicada en el DOF el 10 de abril de 2003 que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, y el Acuerdo mediante el cual se adiciona la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (publicado el 7 de mayo de 2004 en el DOF), contienen una serie de especificaciones (4.0 a la 4.43), en las cuales se dictan los criterios de uso y conservación de los humedales en zonas de manglar, resumiendo en la especificación 4.0 los aspectos más importantes a considerar para su aprovechamiento y conservación, y los cuales coinciden con los requeridos por el Artículo 60 TER de la LGVS. De tal forma que ambos instrumentos, el primero a nivel de Ley vigente, y el segundo a nivel de Norma Oficial, presentan concordancia en las especificaciones que regulan la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales con manglar.

Tabla III.29. Vinculación del proyecto con las especificaciones de la norma.

Especificación	Vinculación con el proyecto
4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorizaciones de aprovechamiento de la vida silvestres e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplan los siguientes puntos: - La integralidad de flujo hidrológico del humedal costero; - La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; - Su productividad natural; - La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; - Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; - La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna , la zona marina adyacente y los corales; - Cambio de las características ecológicas; - Servicios ecológicos; - Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).	-El predio a aprovechar se encuentra previamente impactado, por lo que de este modo se evitará aprovechar sitios naturales que pudieran fragmentar ecosistemas de manglar ante su impacto. -Con el desarrollo del proyecto no se cortará o afectará la integralidad del flujo hidrológico del humedal costero del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, debido a que no se construirá ninguna obra que obstaculice el flujo de agua que alimenta a la comunidad de manglar. Asimismo, no se construirán pozos de extracción de agua, asegurando de este modo que no se explotará el agua subterránea que brinda el recurso hídrico al manglar del SA. El agua potable se obtendrá de la red municipal de Puerto Morelos. -Con el proyecto no se removerán ejemplares de ninguna especie de manglar del Sistema ambiental local. -Los sitios para establecimiento de las obras no cuentan con ejemplares de manglar presentes, por lo tanto, no se afectarán dichas especies. -Con el desarrollo del proyecto no se afectarán los servicios ambientales del manglar ubicado en la el ANP cercano, siendo de gran relevancia el servicio de hábitat de especies silvestres, regulación de temperatura, amortiguamiento de inundaciones, entre otros. -Con el desarrollo del proyecto no se contempla el aprovechamiento extractivo de especies de manglar, tampoco se prevé la afectación de la comunidad de mangle del ANP.
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras	El proyecto no plantea desarrollar ningún tipo de obra en los humedales de manglar de la región. La obra propuesta no ocasionará interrupción del flujo de agua

Especificación	Vinculación con el proyecto
descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	que pudiera poner en riesgo la dinámica e integridad ecológica del manglar del ANP cercano.
4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración. 4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	Para el proyecto no se contemplan obras de canalización de cuerpos de agua ni de dragado.
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	El proyecto propuesto no comprende la construcción de canales, diques, rompeolas, marinas, ni bordos que ganen terreno a la unidad hidrológica.
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	La obra a desarrollar no interferirá con el flujo natural de agua hacia el manglar. Para el proyecto no se contempla la construcción de un bordo.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	Durante la construcción de la obra se implementarán las medidas para el manejo de residuos sólidos y líquidos y así prevenir la contaminación de sistemas naturales de la zona, como el manglar. En la etapa de operación se continuará aplicando medidas de prevención de contaminación y, así, se contribuirá con la conservación del manglar. Quedará prohibido la extracción o remoción de manglar de la zona.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	Para el proyecto no se contempla verter agua de ningún tipo a sistemas naturales. El agua potable a utilizar en el proyecto será suministrada por medio de pipas en etapa de preparación del sitio y construcción. No se perforarán pozos de extracción de agua. Por lo tanto, en la etapa de operación y mantenimiento, el agua potable se obtendrá de la red de suministro municipal. El agua de la alberca con un buen mantenimiento, se podrá mantener de 1 a 5 años; su vaciado se realizará por pipas quienes transportan el agua a los sitios de tratamiento autorizados. Las aguas residuales se acopiarán en sanitarios portátiles durante la preparación del sitio y construcción y se canalizará al sistema de drenaje sanitario del municipio en etapa de operación, así se garantiza que no se verterán residuos líquidos en humedales o en área de distribución del manglar.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras	En la etapa de preparación del sitio y construcción, se utilizarán sanitarios portátiles para acopio de aguas residuales; la limpieza y retiro de residuos de aguas negras de las unidades será responsabilidad de la empresa arrendadora de los sanitarios, quienes transportarán los residuos líquidos hasta los sitios autorizados para su tratamiento y disposición final. En la etapa de operación, las aguas serán enviadas al sistema

Especificación	Vinculación con el proyecto
actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso. 4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	de drenaje sanitario del municipio, donde serán transferidas a una planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad.
4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	No se realizará la extracción de aguas mediante pozos de manera que no se pondrá en riesgo el ecosistema acuático ni se afectará el balance hídrico de la vegetación de manglar. El agua potable se obtendrá mediante pipas y el sistema de suministro de agua de la red municipal.
4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	Para el desarrollo del proyecto no se contempla el aprovechamiento de especies de vida silvestre. Para las áreas verdes a manera de jardines a establecer en el predio se emplearán especies nativas de la región.
4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	El desarrollo del proyecto no afectará ninguna comunidad de manglar, ya que el edificio se construirá en un lote privado dentro del perímetro urbano de Puerto Morelos. Actualmente existe un conjunto de obras civiles en la misma manzana donde se sitúa el predio de interés; se observa que estas obras no generan un impacto negativo hacia la comunidad de manglar del ahora ANP APFF Manglares de Puerto Morelos. Por lo tanto, se pronostica que no se generarán impactos significativos sobre el mangle del sistema ambiental local. Para asegurar lo anterior, se implementarán medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales como el manejo integral de residuos, el no extraer vida silvestre de las comunidades de manglar, no propiciar la expansión de la frontera urbana y no crear pozos de extracción de agua en el predio. De acuerdo con el Estudio previo justificativo del ANP, la región no sufre de estrés hídrico, es decir que no existe afectación en la disponibilidad del agua, sino más bien el acuífero se ve afectado por la alteración de la calidad del agua por la contaminación del suelo y cuerpos de agua. Por ello, el manejo integral de los residuos es una acción clave para contribuir con la protección de los manglares y su hábitat. En el estudio previo justificativo del ANP se señala que: *Los cuerpos de agua presentes en la propuesta de ANP son prácticamente dulceacuícolas, variando su nivel de inundación de 5 a 70 cm, sin observarse patrones claros y diferencias en ellas respecto a los niveles brutos y promedio de inundación. Respecto de la salinidad intersticial esta varía desde 1 hasta 17 g/kg. La mayoría de los cuerpos de agua tiene una salinidad menor a 8 g/kg, presentándose en promedio una disminución de la*

Especificación	Vinculación con el proyecto
	salinidad de sur a norte, con los valores menores presentes cercanos a la costa.
4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación sea trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	Con el desarrollo del proyecto no se realizará la construcción de vías de comunicación sobre comunidades de manglar ni en humedales de la región. El acceso al proyecto será a través de una calle pavimentada existente, la Andrés Quintana Roo.
4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo, la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	El proyecto no contempla la construcción de nuevas vías de comunicación.
4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	Las instalaciones para el goce de servicios de electricidad, agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial del proyecto, se establecerán en el predio de interés, situado en la localidad de Puerto Morelos. En el predio no existe ningún ejemplar de manglar. Las instalaciones no interferirán con el desarrollo de las comunidades de manglar ni con el flujo hidrológico de la zona.
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirán actividades productivas o de apoyo.	El proyecto de "*Botánica*", que consiste en la construcción de un edificio vertical con 17 departamentos, se desarrollará en un predio ubicado a una distancia menor de 100 metros de la comunidad de manglar del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos. Esta área protegida se sitúa aproximadamente a 75 m de distancia del predio de interés para la obra nueva. Aunque las especies de manglar y su hábitat no se verán afectadas por el desarrollo del proyecto de interés, no se cumple la condicionantes de la especificación 4.16. Sin embargo, se presentará más adelante la medida de compensación, conforme con lo dispuesto en la especificación 4.43, para exceptuar la condicionante de la distancia mínima de 100 metros de distancia entre el manglar y el proyecto.
4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	Para la obra y las actividades que se realizarán en el proyecto se obtendrán insumos y materiales de construcción provenientes de proveedores particulares autorizados, los cuales están situados fuera del área que ocupan los humedales o manglares.
4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios,	Durante el desarrollo del proyecto no se afectará ninguna comunidad de manglar de la zona. La obra propuesta se construirá en un predio urbano que no cuenta con

Especificación	Vinculación con el proyecto
asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	ninguna especie de manglar. Para el proyecto no se realizará el relleno, desmonte, quema o desecación de vegetación de ningún humedal costero ni de comunidades de manglar de la zona.
4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	El proyecto no contempla la construcción de zonas de tiro o disposición del material de dragado.
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	Los residuos sólidos que se generen durante la etapa de preparación del sitio, el proceso constructivo y en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto, serán dispuestos adecuadamente en contenedores con tapa, almacenados temporalmente en el predio y trasladados al sitio de disposición final, para lo cual se dispondrán ante la empresa de recolecta de residuos del municipio de Puerto Morelos, quién se encargará de transportarlos hasta el Centro Integral de Manejo de Residuos Sólidos Intermunicipal de Benito Juárez e Isla Mujeres (de acuerdo con lo declarado por las autoridades municipales). Por lo tanto, ningún residuo sólido será dispuesto en áreas naturales ni en zonas de manglar de la región.
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptoras de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema. 4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	Para el proyecto a desarrollar no se construirán granjas camaronícolas ni infraestructura acuícola.
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	Para el proyecto a desarrollar: -No se realizarán obras de canalización en humedales costeros. -No se desviarán o rectificarán canales naturales de ninguna unidad hidrológica con o sin vegetación de manglar. -No se llevarán a cabo obras acuícolas dentro del manglar.

Especificación	Vinculación con el proyecto
4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización. 4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio. 4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos. 4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	-No se extraerá agua de unidades hidrológicas con vegetación de manglar. El agua a utilizar en las distintas etapas de desarrollo del proyecto se obtendrá de fuentes de suministro de agua potable de la red municipal autorizada, a través de pipas o del sistema hidráulico existente en la localidad. -No se realizarán actividades de extracción relacionadas con la producción de sal. -No se construirán bordos en zonas de manglar.
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	En el predio donde se establecerá el proyecto existen ejemplares de especies de manglar, sin embargo, estas no se verán afectadas con el desarrollo de las obras. Se propone conservar dichas especies en su sitio de desplante actual y realizar el monitoreo que garantice su supervivencia. Las obras son de bajo impacto. Por lo tanto, el proyecto es compatible con los usos de suelo de la zona, que corresponde a un Asentamiento Humano. El proyecto no interferirá con el flujo geohidrológico del terreno, como se demuestra en el estudio de geohidrología del proyecto anexado a este documento.
4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo. 4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	Para el proyecto no se llevarán a cabo actividades de turismo náutico.
4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	Para el proyecto no se llevarán a cabo actividades de turismo educativo, ecoturismo y observación de aves.
4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud	El predio donde se desarrollará el proyecto es un lote urbano dentro de la localidad de Puerto Morelos. El predio no colinda con playas, por lo que no se construirán accesos hacia esos sistemas naturales. Actualmente el poblado cuenta con caminos de acceso a las playas de la región.

Especificación	Vinculación con el proyecto
con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	
4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	Para el desarrollo del proyecto no se construirán canales.
4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	Para el proyecto no se realizarán actividades de compactación de sedimento en zonas de humedales o de manglar. Los vehículos y maquinaria para construir la obra accederán al predio a través de la calle Andrés Quintana Roo.
4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre. 4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo a como se determinen en el Informe Preventivo. permitiendo la restauración de la playa y un mejor mantenimiento de la duna restaurada, protegiendo con ello el estado que guarda el humedal ubicado al oeste. 4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	El proyecto consiste en la construcción y operación de un edificio vertical que estará integrado por 17 departamentos, planta baja con lobby y estacionamiento, y *roof top* (azotea). La obra se desarrollará en un predio urbano de la localidad de Puerto Morelos, específicamente en una manzana con presencia de otras obras habitacionales; en la zona también se encuentran sitios de alojamiento temporal y comercios. El predio no colinda directamente con bahías, estuarios, lagunas costeras o cuerpos de agua. Entre las actividades para el desarrollo del proyecto no se considera la restauración de zonas de manglar de bahías, estuarios, lagunas costeras o cuerpos de agua. Tampoco se realizará regeneración de vegetación de la unidad hidrológica. Cabe mencionar que, como medida de compensación por el aprovechamiento del predio y la remoción de vegetación, se creará un convenio con el municipio para la donación de plantas, las cuales serán utilizadas para reforestar camellones y áreas verdes de la localidad de Puerto Morelos, de acuerdo con los que se acuerde con las autoridades correspondientes. Asimismo, en la especificación 4.43 se presenta la medida de compensación para exceptuar la condición dispuesta en la especificación 4.16, ya que el predio se ubica a menos de 100 metros de la comunidad de manglar del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos. La medida de compensación sí contempla la reforestación de zona de manglar degradada en el municipio, en convenio con las autoridades municipales o la CONANP.
4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar. 4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad	El proyecto consiste en la construcción y operación de un edificio vertical que estará integrado por 17 departamentos, planta baja con lobby y estacionamiento, y *roof top* (azotea). Por lo tanto, no incluye proyectos de restauración de manglares, con excepción de la presentación del programa de reforestación de una zona de manglar equivalente al doble de la superficie total del predio para el proyecto, en convenio con el municipio o la CONANP. Lo anterior, para dar cumplimiento a lo dispuesto en la especificación 4.43 de la presente norma

Especificación	Vinculación con el proyecto
vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre. 4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros. 4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	022, la cual solicita una medida de compensación en favor de la restauración de los humedales de manglar. Durante el desarrollo del proyecto no se introducirán especies exóticas de vida silvestre en sistemas naturales de la región. Para la reforestación de una zona de manglar como medida de compensación, se considerarán las actividades de propagación de especies de manglar en viveros controlados para obtener los ejemplares a usar en la reforestación. Cabe mencionar que, la reforestación se planteará a través de un programa que deberá ser aprobado previamente por la Secretaría, considerando los puntos acordados con el organismo público con el cual se celebre el convenio.
4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	De acuerdo con el Estudio Previo Justificativo del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos "*el manglar que se desarrolla al interior de la propuesta de APFF Manglares de Puerto Morelos presenta una altura promedio de 4-5 m y está dominado por mangle rojo (Rhizophora mangle), aunque también se encuentra el mangle blanco (Laguncularia racemosa), mangle negro (Avicennia germinans) y mangle botoncillo (Conocarpus erectus); además, de forma frecuente se presenta el helecho Acrostichum danaeifolium. En particular, en esta comunidad vegetal se observan tres fragmentos, el primero es en donde los mangles se disponen de forma densa y agrupada, en donde el manglar está completamente establecido y desarrollado; este fragmento cubre 598.84 ha, lo que representa el 54.86 % de la superficie total de la propuesta de ANP. En el segundo fragmento, se presentan elementos más dispersos en la zona inundable (manglar-cuerpo de agua), en donde la profundidad del agua es mayor; este cubre 127.47 ha adicionales al manglar desarrollado, lo que representa el 11.68 % de la superficie total de la propuesta de ANP. El tercer fragmento se trata de una asociación de manglar con ciperal de Cladium jamaicense. Esta asociación vegetal cubre 103.22 ha y representa el 9.46 % de la superficie total. En la propuesta de ANP se observa un manglar en buen estado de conservación… lo que permite proveer de servicios ecosistémicos relevantes…".* La zona costera del estado de Quintana Roo presenta un relieve muy escaso; no posee ríos superficiales, debido a la alta permeabilidad del área por el suelo cárstico. Debido a esta configuración geológica de la región, las aguas pluviales se filtran rápidamente hacia el subsuelo, alimentando acuíferos subterráneos en lugar de generar ríos superficiales. La zona costera de Puerto Morelos es conocida por su sistema de humedales estacionales, que se nutren de aguas subterráneas y precipitaciones. Particularmente, en la zona del predio y en parte del área del ANP se identificó la unidad geohidrológica de material no

Especificación	Vinculación con el proyecto
	consolidado con posibilidades bajas, lo que es congruente con la morfología y características de la zona costera. Este tipo de unidad está ubicado en las zonas lagunares, palustres, litorales, fluviales y áreas de inundación; se compone por depósitos detríticos cuaternarios formados por arcillas, limos, arenas, gravas, un alto porcentaje de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no son capaces de conformar acuíferos. Además, el nivel del manto freático por precipitaciones o eventos extremos provoca inundaciones en las áreas próximas a las comunidades de manglar pertenecientes a la APFF Manglares de Puerto Morelos, generando zonas inundables que dan lugar a cuerpos de agua intermitentes. Específicamente, el APFF Manglares de Puerto Morelos se ubica en la Región Hidrológica "Yucatán Norte", en la subcuenca "Menda" ocupando un 100 % del total del área. Las aguas subterráneas emergen en el humedal a través de surgencias, contribuyendo a la formación de un ecosistema único en la región. El estudio previo justificativo del ANP, señala que los cuerpos de agua del APFF son prácticamente dulceacuícolas, con un nivel de inundación que varía de 5 a 70 cm, en los que no se observan patrones claros y diferencias en ellas respecto a los niveles brutos y promedio de inundación. La salinidad intersticial de los cuerpos de agua del humedal varía desde 1 hasta 17 g/kg. La mayoría cuenta una salinidad menor a 8 g/kg, presentándose en promedio una disminución de la salinidad de sur a norte, con los valores menores presentes cercanos a la costa. Ningún cuerpo de agua del humedal será modificado por el desarrollo del proyecto propuesto, el cual se construirá en una lote dentro del perímetro urbano de Puerto Morelos. El predio no se encuentra en zona de humedal y colinda con otros lotes con construcciones civiles habitacionales; en la zona se aprecian hoteles y comercios también. Desde la planeación urbana del centro de población de Puerto Morelos se contempló el aprovechamiento de los lotes urbanos para el desarrollo de proyectos habitacionales y turísticos, por lo tanto, el desarrollo del proyecto propuesto es congruente con los criterios de planeación urbana de la localidad. El polígono de localidad de Puerto Morelos, específicamente la zona donde se encuentra el predio de interés, se observa en imágenes satelitales que para 1985 ya estaba delimitada; durante el transcurso de los años hasta la actualidad, esa zona ha mantenido los mismo límites establecidos desde 1985. Se aprecia que el aprovechamiento de lotes urbanos cercanos al área de interés no ha generado impactos negativos significativos que modificaran la estructura o cobertura de manglar de la comunidad cercana (el humedal del actual ANP). Por

Especificación	Vinculación con el proyecto
	lo anterior, se pronostica que la construcción de la obra propuesta y la aplicación de medidas de prevención y mitigación de impactos, no propiciará la modificación de la comunidad de manglar cercana, especialmente porque no se ampliará la zona urbana y no se crearán nuevos caminos que puedan fragmentar el humedal. Es importante mencionar que, no se construirán pozos de extracción de agua subterránea y tampoco se extraerá agua de zonas inundables o cuerpos de agua intermitentes de la zona, por lo que no se explotará el agua que nutre a los manglares del área. Otra forma en la que se puede generar un impacto significativo sobre los humedales sería la contaminación, por ello, será relevante llevar a cabo el manejo integral de residuos sólidos, aguas negras y residuos peligrosos, para prevenir la dispersión de contaminantes que alteren la calidad del agua o del suelo de las áreas cubiertas con manglar.
Artículo Único. - Se adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, para quedar como sigue: "4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente."	Debido a que el predio seleccionado y la obra de interés se situarán a menos de 100 metros de la comunidad de manglar del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, se propone la siguiente medida: **Compensación** Por su naturaleza, la medida de compensación debe ser aplicada fuera del sitio de impacto, por ello, la promovente propone la medida de reforestación de un sitio degradado de manglar en el municipio de Puerto Morelos, dentro o fuera del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, que tenga equivalencia al doble de la superficie del predio en el que se desarrollará el proyecto. En este sentido, se propone la reforestación de 599.92 m^2 de una zona de manglar impactada. Para efectuar la medida, se deberá complementar y delimitar el área a reforestar en un *Programa de reforestación de comunidad de manglar como compensación por el desarrollo del proyecto "Botánica"*, en coordinación con la CONANP o las autoridades municipales de Puerto Morelos. El polígono a reforestar y su ubicación con coordenadas se determinará en coordinación con la autoridad ambiental con la que se celebre el convenio; la ubicación se incluirá en el programa. En el programa se establecerá la metodología más adecuada dependiendo de la especie de manglar que se vaya a plantar; se definirán los medios de obtención de semillas o propágulos; se determinará la metodología de seguimiento para garantizar la supervivencia de los individuos plantados; se determinarán los costos de efectuar el programa; se especificarán los materiales e insumos para llevar a cabo el programa de reforestación. Este programa deberá llevarse en coordinación de la CONANP o autoridades municipales, para garantizar su

Especificación	Vinculación con el proyecto
	efectividad y no contravenir ninguna disposición de regulación del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos. El programa de compensación ambiental señala los montos equivalentes para la reforestación de la superficie propuesta. Por lo anterior, en caso de que la autoridad ambiental lo disponga y de no ser posible la reforestación de algún área dentro del ANP, la promovente realizará la compensación económica equivalente al costo propuesto por la reforestación señalada en el programa (sustituyendo la acción de reforestar por el incentivo económico), en este sentido, se entregaría el recurso económico a la administración del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, previo convenio con la CONANP, o a las autoridades municipales previo convenio. La finalidad de la entrega de la compensación económica será la de destinarla para la administración de la reserva o protección de la misma, mediante acciones de reforestación o monitoreo que será determinado por la misma autoridad; o en su caso, para acciones de monitoreo, limpieza o protección de áreas con manglar en el territorio del municipio de Puerto Morelos. Cabe recalcar que, con el desarrollo del proyecto no se afectará ninguna especies de manglar dentro del predio ni dentro del ANP en mención. Asimismo, el fuljo hidrológico no será afectado con el desarrollo del proyecto, ya que se construirá en un lote urbano fuera de zona de humedal y de zona inundable.

Con la vinculación del proyecto con las especificaciones de la norma sujeta de análisis, se determina que la obra y actividades propuestas no contravienen con lo dispuesto en la NOM-022-SEMARNAT-2003. Las comunidades vegetales cercanas, con presencia de manglar, no se verán afectadas por la construcción y operación del proyecto, el cual se ejecutará en un predio dentro del perímetro urbano de la localidad de Puerto Morelos.

III.6.1. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus anexos

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. La norma 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.

La presenta NOM-059-SEMARNAT-2010, identifica cuatro categorías de riesgo:

- **Probablemente extinta en el medio silvestre (E):** Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre dentro del Territorio Nacional han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban, y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- **En peligro de extinción (P):** Aquellas poblaciones cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazadas (A):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
- **Sujetas a protección especial (Pr):** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

De acuerdo con las clasificaciones anteriores, en el predio únicamente se registró la presencia de una especie en categoría de Amenazada (A): *Thrinax radiata* (Palma chit). Esta palma conocida comúnmente como guano, palma de guano o palma chit, es una especie de palmera nativa del Caribe y de regiones costeras del sureste de México, incluyendo la península de Yucatán. Se trata de una palma de crecimiento lento que puede alcanzar entre 3 y 10 metros de altura, con un tronco delgado y anillado, y una copa de hojas palmadas (en forma de abanico) que pueden medir hasta un metro de diámetro. Su floración es discreta, con inflorescencias ramificadas que producen pequeñas flores blancas, seguidas de frutos esféricos de color blanco a marfil que sirven de alimento a diversas especies de fauna. *Thrinax radiata* es una especie adaptada a suelos arenosos y calizos, comúnmente asociada a ecosistemas de dunas costeras, matorrales y selva baja caducifolia, y es considerada de gran importancia ecológica por su papel en la retención de suelos, su resistencia a condiciones salinas y su uso tradicional en techumbres y artesanías. Actualmente enfrenta

presiones por cambio de uso de suelo y sobreexplotación, por lo que su conservación es clave para el equilibrio de los ecosistemas costeros del Caribe mexicano.

Considerando lo anterior, las 6 plántulas de esta especie ubicadas en el predio actualmente, serán rescatas y reubicadas en las áreas verdes del proyecto; estas áreas contarán con la presencia de especies nativas de la región. En el convenio con el municipio se considerará la presencia de esta palma en el predio, con el objetivo de compensar el aprovechamiento del terreno el cual cuenta con la distribución de la especie. Debido a que los jardines estarán en el mismo predio, poseerán un suelo con las mismas características que los sitios de rescate, lo cual incrementa las posibilidades de supervivencia una vez trasplantadas. Es importante mencionar que, a pesar de que sus poblaciones nativas están amenazadas por el cambio de uso de suelo, se ha observado que esta especie tiene alta resistencia y tolerancia cuando es utilizada como especie de ornato, por lo cual es comercializada en viveros autorizados. Dentro de este contexto, se prevé que la reubicación de las plántulas dentro del mismo predio sea favorable y no afecta su desarrollo.

Asimismo, con la implementación de las medidas de prevención y mitigación, se garantiza la protección de esta especie amenazada, ya que se contribuirá a mantener un ambiente en condiciones idóneas para favorecer un sano desarrollo de los usuarios de la obra, así como de la vida silvestre del predio y de áreas colindantes.. Cabe señalar que, la iguana gris (*Ctenosaura similis*) se observó en la zona donde se ubica el predio del proyecto, si bien, no se registró dentro del sitio de obra, ésta transita entre las calles de la colonia. Sin embargo, esta especie de iguana no será afectada debido a que puede desplazarse rápidamente de un lugar a otro, aunado a que se ha observado que presenta tolerancia a la presencia humana y el desarrollo de actividades antrópicas. Por lo anterior, esta especie podrá alejarse de los sitios de trabajo, desplazándose hacia predios colindantes.

Al concluir la construcción, es posible que la iguana arribe al predio para aprovechar los jardines o para encontrar refugio entre espacios de la obra civil, ya que, en zonas urbanas, este reptil aprovecha las construcciones para reposar y tomar el sol, alimentarse o refugiarse entre oquedades. Es importante que, durante la construcción, todos los días se verifique que no exista fauna atrapada entre los materiales y obras en desarrollo, asimismo, deberá realizar un adecuado manejo de los residuos a generarse, para evitar la contaminación o que los animales puedan accidentarse con esta al ingerirla o quedar atrapados en ellos.

Criterio de especificación de la NOM-059-SEMARNAT-2010

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con la especificación número 4 de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe señalar que, las demás especificaciones corresponden a lineamientos de inclusión de las especies a alguna categoría de riesgo, es decir, es la metodología (Método de Evaluación de Riesgo

[MER]) para incluir una nueva especie dentro de la NOM en mención, por lo tanto, no es pertinente vincular el proyecto con estas, debido a que no corresponde con el objetivo del mismo.

Tabla III.30. Especificación general.

Especificación	Descripción	Vinculación
4	El aprovechamiento y manejo de las especies y poblaciones en riesgo se debe llevar a cabo de acuerdo con lo establecido en el artículo 87 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, y en los artículos 85 y 87 y demás aplicables de la Ley General de Vida Silvestre.	Para el desarrollo del proyecto no se llevarán a cabo acciones de aprovechamiento de especies en alguna categoría de riesgo. Las especies de manglar del Sistema Ambiental se conservarán en su sitio de desplante actual. La iguana gris y las especies de fauna silvestre potenciales que lleguen a arribar al sitio serán ahuyentadas. Cabe señalar que, la fauna registrada puntualmente en el sitio del proyecto no se encuentra en categoría de riesgo y es de rápido desplazamiento, por lo que se aplicarán medidas de ahuyentamiento. Lo anterior, facilitará el desplazamiento temporal de las especies silvestres a sitios colindantes y espacios aptos para su refugio. Particularmente, las plántulas de la especie *Thrinax radiata,* registrada dentro del predio, serán rescatadas y reubicadas dentro de las áreas ajardinadas del mismo proyecto. De este modo se garantiza su protección y conservación. Cabe mencionar que, esta actividad no afectará significativamente a poblaciones silvestres, ya que la palma chit está bien representada en el sistema ambiental, lo cual se evidencia con la presencia de comunidades vegetales dentro del sistema Ambiental donde predomina la especie, confiriéndole el nombre de chital a dichas comunidades.

La mayoría de la fauna registrada en el predio y su zona circundante no reside en el predio del proyecto ya que solo transita la zona en búsqueda de alimento y/o resguardo en parches de vegetación cercanos. La especie más frecuente fue una lagartija introducida en el país, *Anolis sagrei*, lo cual evidencia que el terreno de interés es un sitio impactado en el que se han modificado las condiciones y estructura original de la vegetación, además de que, por la poca abundancia de flora, no cuenta con las condiciones para albergar comunidades estables de fauna silvestre local, lo cual se comprueba con la baja presencia de especies en el sitio (29 individuos repartidos en 15 especies). Si bien, la avifauna es el grupo más del sistema ambiental, este no será afectado con el desarrollo del proyecto propuesto.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO “BOTÁNICA” EN LA LOCALIDAD DE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO

PAS
Proyecto Ambiental y Sustentable SC

El objetivo de este capítulo se orienta en, ofrecer una caracterización del medio en sus factores, bióticos, abióticos y socioeconómicos; describiendo y analizando, en forma integral, los componentes naturales y artificiales del Sistema Ambiental (SA), en el cual se desarrollará y operará el proyecto denominado *"Botánica"* ubicado en el Municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo.

La caracterización del Sistema Ambiental se hará con el objetivo de identificar las condiciones ambientales de la región, previas al desarrollo del proyecto, así como, conocer las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro en el área y la interacción que tendrá el proyecto con su entorno. Partiendo por la delimitación del área de influencia y la descripción puntual de los sitios donde se desarrollarán las obras, con la finalidad de facilitar la identificación de los impactos ambientales que las diversas etapas del proyecto pudieran generar en el área.

La información que se presenta a lo largo de este capítulo es el resultado de visitas de campo, durante las cuales se aplicaron métodos y técnicas de muestreo, con la finalidad de conocer y obtener registros de las condiciones actuales de los componentes físicos y biológicos que conforman la región, así como de los factores socioeconómicos presentes en la zona. Para complementar los datos obtenidos, se consultaron diversos estudios científicos y técnicos realizados previamente en la región, así como la literatura publicada por diversas fuentes oficiales. Cabe señalar, que la cartografía presentada a lo largo del documento se realizó a partir de los conjuntos de datos vectoriales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

IV.1.- DELIMITACION DEL ÁREA DE INFLUENCIA

De acuerdo a lo establecido por la secretaria en sus guías para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, el desarrollo de una MIA-Particular debe centrar sus esfuerzos en dos rubros particulares: en la definición, la delimitación y análisis del Sistema Ambiental (SA) y en el señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto denominado "*Botánica*" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo. Su mayor utilidad es la de comparar alternativas reales en el contexto del territorio, dándole gestión de un proyecto un enfoque hacia el desarrollo sustentable.

IV.1.1. Determinación del Área de Influencia

Las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de impactos, que puedan ser aplicadas durante la ejecución de un proyecto, contribuyen a reducir la magnitud de los mismos, así como, a la protección y conservación de los recursos naturales de una región.

Para el planteamiento de dichas medidas y con base en el análisis de la información técnica del proyecto, la caracterización de los elementos bióticos y abióticos del sistema ambiental, así como el contexto socioeconómico de la región, es necesaria la identificación y delimitación de la zona de influencia del

proyecto, que se define como: *"el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el Sistema Ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental"*. (SEMARNAT, 2022).

IV.1.2. Caracterización del Área de Influencia

Para delimitar el área de influencia y determinar los efectos que el proyecto tendrá sobre las características ambientales de la región, se realizaron visitas a campo, con la finalidad de conocer los elementos y organismos que circundan el área. De esta manera, se realizó el análisis de la estimación de riqueza, abundancia y diversidad de especies de flora y fauna, lo que contribuyó a proponer acciones y medidas necesarias para la protección de las mismas.

La caracterización del Área de Influencia del proyecto, se llevará a cabo mediante muestreos de flora y fauna para la estimación de la riqueza, la frecuencia de las especies afectadas durante la ejecución del proyecto y el establecimiento de las medidas de mitigación correspondientes. Asimismo, se llevará a cabo un análisis del medio físico (suelo, aire y agua), con la finalidad de, conocer la calidad actual del recurso y sus tendencias de desarrollo.

Podemos definir el Área de Influencia como, *"el ámbito geográfico donde se presentará de manera evidente los impactos ambientales y socioculturales de un proyecto"*. Se trata del espacio físico que será ocupado de manera temporal o permanente durante el desarrollo de las actividades. Para delimitar el Área de Influencia del proyecto se consideraron factores tanto ambientales como sociales y económicos, los cuales pudieran afectar el área puntual o local del proyecto.

Tabla IV.1.- Factores para la delimitación del área de influencia.

Factor	Análisis	Descripción
Zonas colindantes al área para el desarrollo del proyecto.	Zonas que pudieran tener una afectación directa por la emisión de gases, partículas finas y sonido generados durante el desarrollo del proyecto. Asimismo, zonas que pudieran ser afectadas por la turbidez del agua.	El predio se localiza dentro del área urbana de la localidad de Puerto Morelos, misma que cuenta con infraestructura comercial, turística y habitacional. Asimismo, en la colindancia norte se identificaron comunidades de vegetación secundaria, las cuales han sido modificadas por las actividades antropogénicas ligadas a la zona.
Delimitación de zonas inmediatas al área del proyecto.	Son las zonas de impacto directo o zonas de influencia directa.	Zonas urbanizadas dentro de la localidad de Puerto Morelos, así como infraestructura urbana (vialidades, parques, alumbrado público, etc.). Asimismo, colinda con comunidades vegetales circundantes al APFF "Manglares de Puerto Morelos". Cabe señalar que, el predio no tiene una colindancia directa con dicha ANP; pertenece al área urbana de la población de Puerto Morelos.

Factor	Análisis	Descripción
Asentamientos humanos cercanos al área del proyecto.	Impacto directo por emisiones de partículas finas, sonido y cambios en el paisaje.	El proyecto se encuentra dentro de los límites del área urbana de la localidad de Puerto Morelos. Por lo tanto, no se contempla una modificación a la calidad paisajística de la zona, por la inserción del proyecto. La emisión de gases y partículas finas podrán afectar a predios con colindancia inmediata al predio.
Áreas sin impacto previo.	Considerar las áreas colindantes con características originales de la región, las cuales pudieran verse afectadas con las obras.	Actualmente, las áreas próximas al predio presentan comunidades vegetales con algún grado de alteración, los predios sin uso aparente cuentan con una cobertura de vegetación secundaria, debido a que la vegetación original fue removida con la urbanización de la zona.
Infraestructura de servicios.	Considerar la infraestructura del área, si existe o no, ya que es un indicador de impacto de la zona.	La localidad cuenta con infraestructura para servicios básicos y equipamiento urbano. La zona cuenta con vocación de tipo habitacional.
Vialidades de acceso al área del proyecto.	Considerar si se realizarán nuevas vialidades de acceso.	No se realizarán nuevas vialidades de acceso para el desarrollo del proyecto. El acceso al predio se realizará por la calle "Andrés Quintana Roo", la cual se encuentra pavimentada y es transitada con frecuencia por vehículos con motor.
Comunidades vegetales.	Considerar si existen comunidades de flora que se pudieran ver afectadas por la ejecución del proyecto.	Dentro del predio se identificaron individuos arbóreos presentes por las modificaciones históricas. Sin embargo, no se prevé afectación a coberturas vegetales aledañas con la implementación de las obras.
Ecosistemas.	Evaluar si el desarrollo de las obras fragmentará o dañará el ecosistema que se encuentra en el área del proyecto.	Por el desarrollo de las obras no habrá daños, afectaciones, ni modificaciones a los ecosistemas de la región. El predio se localiza dentro de un área urbana que cuenta con impactos previos por actividades antropogénicas.
Ecosistemas vulnerables de la zona inmediata al área del proyecto.	Identificar si existen ecosistemas vulnerables que pudieran verse afectados directamente por el desarrollo del proyecto.	No se contempla la afectación de ecosistemas vulnerables, ya que el desarrollo se ubica dentro de un área urbanizada.
Poblaciones estables de fauna silvestre.	Considerar la distribución de poblaciones de fauna silvestre que pudieran verse afectadas directamente por el desarrollo del proyecto.	No se presentan impactos negativos en las poblaciones locales de fauna. El área de construcción no afecta su distribución, al no modificar sus áreas de desplazamiento.
Especies en categoría de riesgo.	Considerar la distribución de especies en categoría de riesgo que pudieran verse afectadas directamente por el proyecto.	En el predio y predios adyacentes se identificaron algunas especies de flora y fauna en categoría de riesgo. Aunque escasas, se debe considerar su presencia para aplicar medidas para prevenir afectaciones significativas sobre ellas.
Cuerpos de agua.	Identificar si existen cuerpos de agua superficiales o entradas a corrientes subterráneas que pudieran verse afectados por el impacto a generarse.	No se identificó ninguna corriente o cuerpo de agua superficial dentro del predio, sin embargo, dentro de la localidad existen humedales pertenecientes al APFF "Manglares de Puerto Morelos". Cabe

Factor	Análisis	Descripción
		señalar que, todas las obras y actividades se realizarán dentro del predio, por lo que no se contemplan afectaciones o modificaciones a los humedales de la localidad.
Características del suelo.	Analizar las zonas de suelo que se verán afectadas directamente por el desarrollo del proyecto, modificando su estructura.	Las áreas de desplante de las obras, y sus alrededores, además de los impactos generados por los procesos de excavación, compactación, etc.
Intervención de las obras.	Identificar los sitios donde se realizará la construcción dentro del área del proyecto. Asimismo, se deben de contemplar los sitios de obras temporales/provisionales.	Tanto las obras permanentes como temporales, se llevarán a cabo dentro de los límites del predio. Asimismo, se generarán partículas, emisiones de gases y residuos durante las fases de construcción, debido al uso de maquinaria y actividad humana.
Impactos negativos generados.	Se prevé la generación de impactos ocasionados por las obras y actividades a desarrollar durante la construcción y operación del proyecto. No obstante, la aplicación de medidas puede prevenirse o mitigarse.	Se identificarán los impactos ambientales que pudieran afectar zonas colindantes al predio, como la contaminación por dispersión de residuos sólidos, compactación del suelo, generación de ruido y emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, entre otros.
Impactos positivos generados.	Además de los impactos positivos derivados de la ejecución del proyecto, se prevé una serie de impactos ocasionados por las obras y actividades a desarrollar por el proyecto.	Algunos de los impactos a mencionar son: la generación de empleos temporales y permanentes, indirectos o directos. Lo que beneficiará al sector socioeconómico local y regional.

La determinación exacta de la extensión de los impactos es un proceso técnico complejo y depende de criterios que varían según la naturaleza del proyecto, así como del entorno donde se implementará. Basándonos en el análisis de los factores mencionados y la extensión de los posibles impactos, se determinaron las zonas que integrarán el área de influencia del Proyecto.

- La superficie total del predio y las áreas inmediatas en un rango de 100 mts, así como las vialidades de acceso, donde los posibles impactos al medio físico y biótico tendrán una mayor intensidad, debido a la ejecución de las obras y actividades durante el desarrollo del proyecto.
- Las vías de acceso destinadas al transporte de materiales y equipo necesarios para las distintas fases del proyecto. Las vialidades a considerar son: la calle "José María Morelos" que conecta el área urbana de la localidad de Puerto Morelos con la carretera federal 307 "Cancún-Tulum" y las calles secundarias que llevan al predio (Niños Héroes y Andrés Quintana Roo).

Por lo tanto, la superficie total del área de influencia se estableció en 22,917.13m^2, la cual representa el 2.82% de la superficie del Sistema Ambiental, el cual se establecerá siguiendo las proporciones y magnitud de los posibles impactos que la inserción del proyecto tendrá en la región.

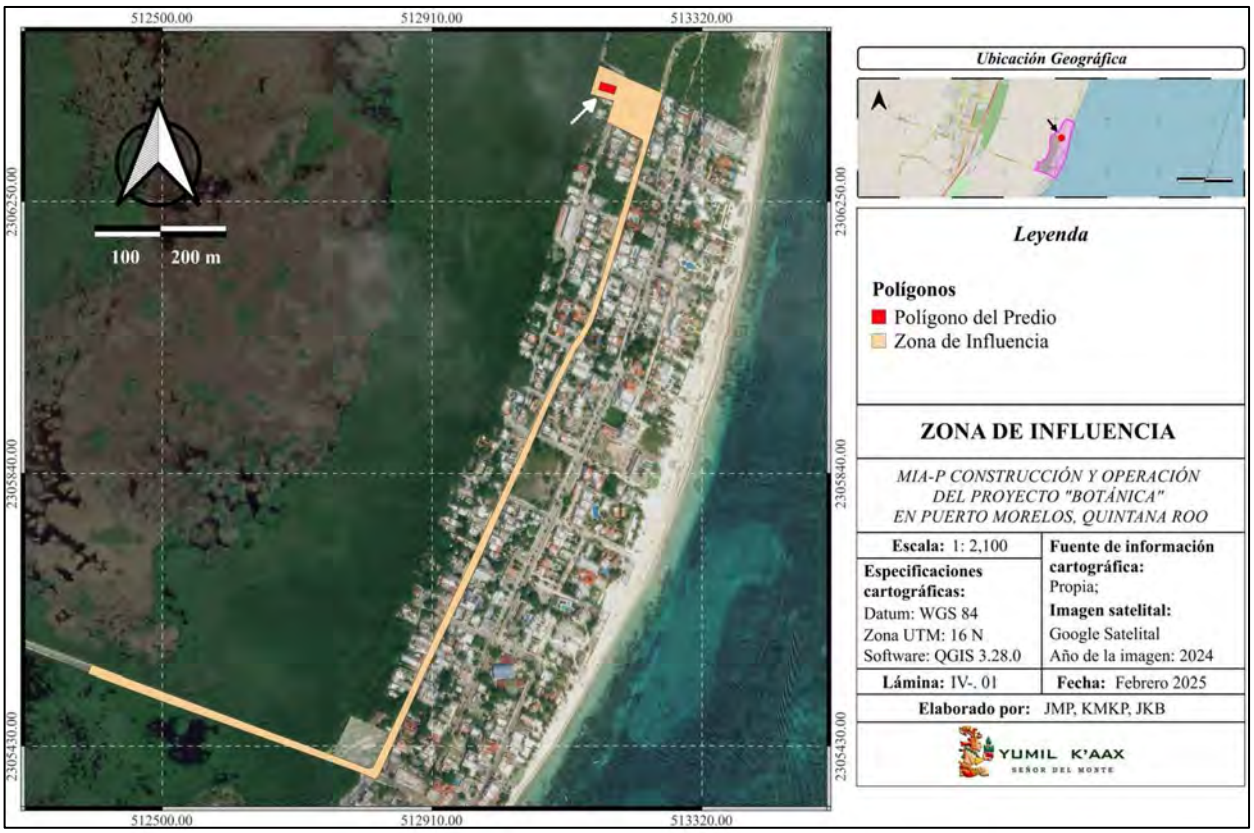


Lámina IV. 1.- Zona de Influencia Directa del Proyecto.

A continuación, se presentan las coordenadas (UTM, Zona 16N), correspondientes al Área de Influencia.

Tabla IV.2.- Coordenadas del área de influencia.

Sitio	*X*	*Y*
1	513245.58	2306359.81
2	513260.69	2306412.68
3	513209.28	2306434.61
4	513163.98	2306455.32
5	513150.13	2306411.81
6	513185.60	2306401.45
7	513175.45	2306369.62
8	513206.28	2306354.64
9	513229.70	2306342.74
10	513229.58	2306334.44
11	513216.67	2306294.10
12	513190.99	2306213.18
13	513167.85	2306133.77
14	513155.10	2306097.37
15	513141.44	2306062.14
16	513122.47	2306033.64

Sitio	*X*	*Y*
17	513096.29	2305982.56
18	513055.53	2305893.53
19	513007.07	2305789.50
20	512978.13	2305729.25
21	512922.24	2305611.17
22	512863.97	2305487.76
23	512839.27	2305436.49
24	512819.99	2305397.43
25	512812.62	2305396.00
26	512757.94	2305416.58
27	512698.59	2305438.51
28	512615.03	2305469.47
29	512393.19	2305551.98
30	512387.30	2305538.43
31	512500.02	2305497.12
32	512672.83	2305435.88

Sitio	*X*	*Y*
33	512824.42	2305379.45
34	512830.55	2305388.48
35	512894.11	2305527.65
36	512956.41	2305656.02
37	512985.02	2305715.27
38	513008.70	2305769.11
39	513055.97	2305869.75
40	513090.43	2305949.64
41	513127.80	2306025.43
42	513136.56	2306035.89
43	513154.26	2306067.44
44	513166.68	2306103.49
45	513193.88	2306188.44
46	513211.68	2306246.11

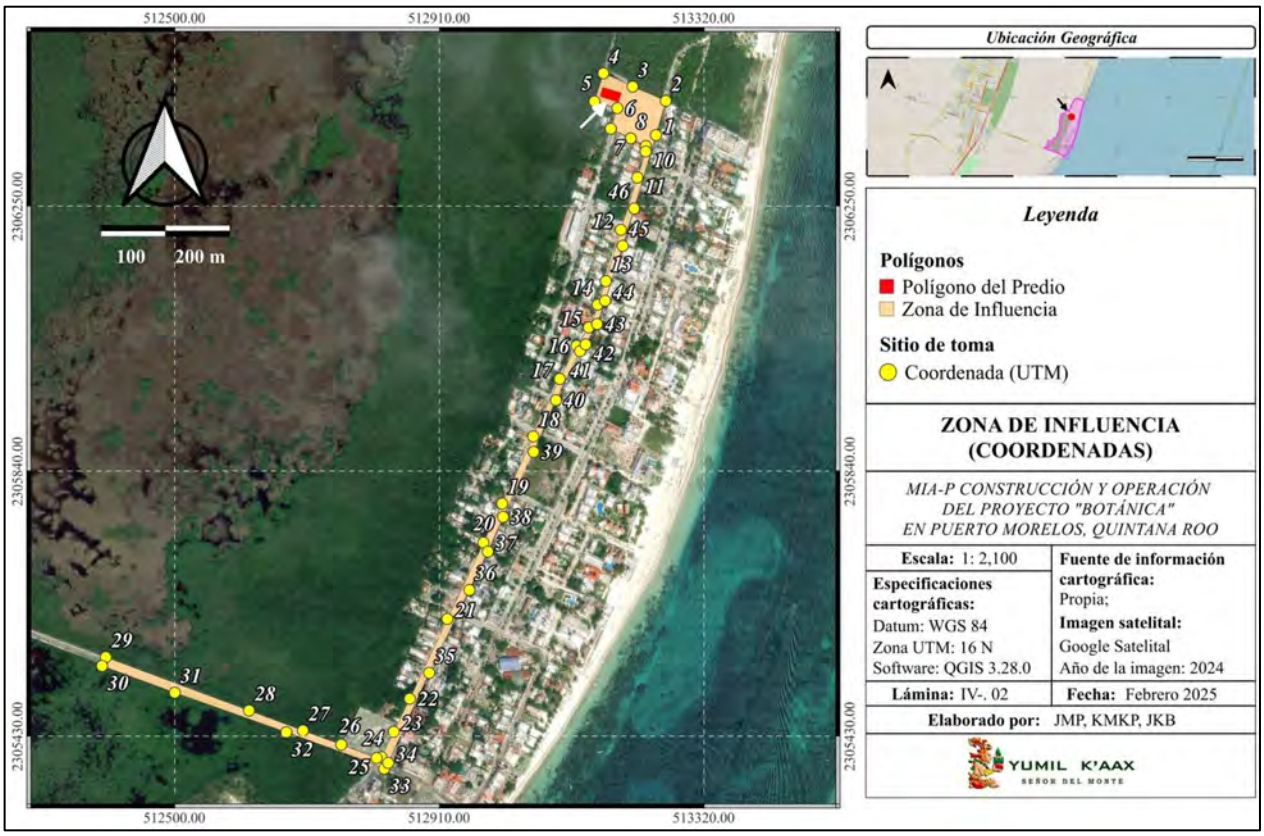


Lámina IV. 2.- Lámina de referencia de las coordenadas que integran el área de influencia.



Fotografías IV.1 y IV. 2. Área de Influencia del proyecto. **A**) Vista frontal del predio, se aprecia la vialidad de acceso, donde se realizará el transporte de materiales y maquinaria. **B**) Área urbanizada colindante al predio.

IV.2.- DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

El Sistema Ambiental (SA) está definido por la Secretaría en sus guías para la elaboración de Manifestaciones de Impacto Ambiental como: *"el espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abiótico, biótico y socioeconómico de la región donde se pretende establecer un proyecto, generalmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se aplicará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales y de aprovechamiento".*

Para delimitar un Sistema Ambiental, se emplean diversos criterios y metodologías. Entre estos, se destaca la identificación de ecosistemas homogéneos que compartan características comunes con el área de estudio. También se considera la utilización de limites definidos por zonificaciones establecidas en instrumentos de política ambiental, como las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) de los Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial y Local. Además, se toman en cuenta las áreas geográficas designadas para el cumplimiento de normativas ambientales.

La secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2022) señala que: "*Es fundamental definir y delimitar la región para poder vincular su extensión (espacio-tiempo) con respecto a los componentes y procesos ambientales seleccionados".* De esta manera, se podrá analizar la calidad del Sistema Ambiental donde se pretende ubicar el proyecto y determinar cómo impactará en la integridad de los aspectos bióticos, abióticos y socioeconómicos que conforman el medio. En este sentido, la SEMARNAT nos define una "Región" como: *"El espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos".*

La delimitación del Sistema Ambiental se realizó a partir del análisis de las interacciones presentes en el área del proyecto y las zonas circundantes, con fundamento en el Artículo 13, fracción IV del Reglamento en Materia de Impacto Ambiental de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Con la finalidad de, conocer en qué medida las diferentes actividades y obras a realizar afectarán los componentes ambientales. Por otro lado, podremos comprobar la interacción del medio con la infraestructura y el desarrollo de las actividades previstas.

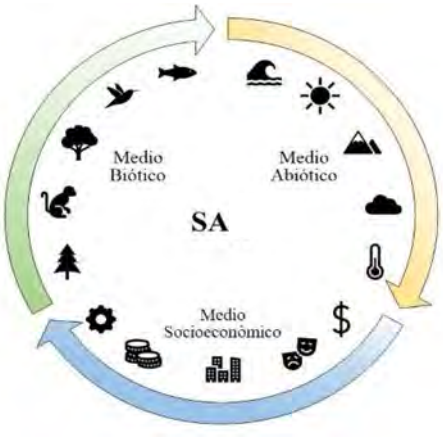


Figura IV.1.- Medios que interactúan en el Sistema Ambiental.

Los criterios que se consideraron para la delimitación del polígono del SA son:

1er. Nivel Macroescala.

- Provincias y Subprovincias Fisiográficas.
- Cuencas, Subcuencas y Microcuencas Hidrológicas.
- Programas de Ordenamiento Ecológico Local (Unidades de Gestión Ambiental).
- Áreas Naturales Protegidas (nivel federal, estatal o municipal).
- Sitios Ramsar y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).
- Regiones Prioritarias Terrestres, Marinas e Hidrológicas.

2do. Nivel Geosistemas.

- Unidades de relieve o geoformas (sistemas de topoformas).
- Tipos y características principales del suelo (grupos primarios de suelo).
- Geología (litología, unidades cronoestratigráficas).
- Hidrografía (ríos, cuerpos de agua, corrientes, etc.

3er. Nivel Microescala.

- Aspectos biológicos: comunidades vegetales y comunidades estables de fauna silvestre.
- Aspectos sociales: demografía y actividades económicas.
- Infraestructura: paisaje. caminos, carreteras, terracerías, canales de riego, etc.
- Poblados: comunidades, asentamientos, ejidos, predios o parcelas.

Posteriormente, se realizó la descripción general de los elementos ecosistémicos en sus diferentes niveles, resaltando características comunes y su interacción con el medio.

Tabla. IV-.3.- Elementos considerados para la delimitación del SAR del proyecto.

Nivel	Aspecto	Descripción
Macroescala.	Fisiografía.	El área de estudio se dentro de la Provincia Fisiográfica XI "Península de Yucatán", en la porción de la Subprovincia "Carso Yucateco". La región se caracteriza por un relieve plano, y su constitución de rocas calizas de origen sedimentario marino, procedentes del Terciario Superior, con una evidente presencia de fósiles y estructuras kársticas como dolinas, hundimientos, domos, resumideros, cenotes, etc. Dichas estructuras son una evidencia del terreno kárstico de la región.
	Hidrología.	El predio se encuentra dentro de la RH32 "Yucatán Norte", en la porción de la cuenca 32A "Quintana Roo". La cuenca se caracteriza por mantener una temperatura media anual de 26º C aproximadamente, con una precipitación media anual que varía de 1,100 a 1,500 mm/año con un rango de escurrimiento

Nivel	Aspecto	Descripción
		del 0 a 5 %. No se presentan escurrimientos superficiales de importancia, debido a la alta infiltración de agua en el terreno y el escaso relieve.
	Áreas Naturales Protegidas.	El Área de Protección de Flora y Fauna "Manglares Puerto Morelos" es la ANP más cercana al predio. Esta área es de suma importancia debido a que sus componentes ecológicos son representativos de la región, al ser conservados dentro de las ANP´s. Sin embargo, no se realizarán actividades fuera de las áreas de construcción y operación, por lo que, no se alterarán los componentes ambientales del ANP. Asimismo, se establecerán medidas de mitigación para los posibles impactos que se pudieran generar dentro de las zonas de influencia, con la finalidad de conservar, de la forma más viable, los componentes ambientales que conforman el lugar.
	Programas de Ordenamiento Ecológico.	El área de interés se encuentra dentro de la UGA-28 "Centro de Población de Puerto Morelos" del Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del municipio de Benito Juárez. La UGA mantiene una política ambiental de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales en las zonas de reserva para el crecimiento urbano.
Geosistemas.	Tipos de Suelo.	Dado el escaso relieve y la carencia de escurrimientos superficiales en la región, el proceso de arrastre y acumulación de materiales no ocurre de manera significativa. En consecuencia, los suelos son poco profundos y evolucionados, sometidos a alteraciones que determinan su baja fertilidad. En la región dominan los Leptosoles y Arenosoles asociados con Solonchak de texturas medias y gruesas.
	Geología.	En las proximidades del área de estudio podemos identificar rocas calizas que, por definición son, rocas sedimentarias que contienen al menos un 50% de carbonato de calcio. Además, en la región podemos encontrar depósitos de suelos lacustres, procedentes del Cuaternario, que presentan una composición arcillosa y alto porcentaje de materia orgánica.
	Topoformas.	La topoforma que se identificó en la zona del predio es: "playa o barra de piso rocoso o cementado", con base en la clasificación del INEGI. Se tratan de, formaciones calcáreas en donde predominan suelos de tipo Solonchak, asociados con Arenosoles de textura regularmente gruesa.
	Hidrografía.	En el área no se mantienen registros de corrientes superficiales o cuerpos de agua de importancia, esto se debe a las características geológicas de la Península, a su escaso relieve y a la alta permeabilidad del substrato que consiste principalmente de roca caliza, así como, a los suelos poco desarrollados y de texturas gruesas.
Microescala.	Aspectos biológicos.	**Vegetación**: Presenta comunidades de mangle en la zona mas continental, dominado por la especie *Rhizophora mangle* (mangle rojo), seguidas de un ecotono con características de manglar y de palmar dominado por la especie *Thrinax radiata* (palma chiit). Por otro lado, en la línea de costa se identificaron unidades de matorral costero, que brindan protección como barrera natural ante fenómenos meteorológicos extremos.

Nivel	Aspecto	Descripción
	Poblados	El área de estudio se ubica en la zona urbanizada de la Localidad de Puerto Morelos en el municipio homónimo, aproximadamente a 230 metros de la línea de costa y a 2.15 km de la Localidad Joaquín Zetina Gasca.
	Infraestructura.	El área de estudio se encuentra inmersa en la zona urbanizada de la localidad de Puerto Morelos, por lo que se cuenta con la infraestructura y servicios básicos (alumbrado público, agua potable, disposición de residuos, etc.). Se cuenta con vialidades y caminos establecidos para el acceso al sitio.
	Aspectos sociales.	**Demografía:** De acuerdo a los datos del censo de población y vivienda, la población total del municipio en el año 2020 fue de 26,921 habitantes, siendo 48.6 % mujeres y 51.4 % hombres. El rango de edad que concentró mayor población fue de 30 a 34 años, con un total de 2,715 habitantes. **Actividades económicas:** La población económicamente activa representa el 65.7%, siendo el sector terciario el de mayor relevancia en el municipio, la principal actividad económica es el turismo. **Servicios de Salud:** El 32.4 % de la población es atendida por el seguro popular, mientras que 32.9 % son atendidos por el seguro social. **Servicios educativos:** El municipio presenta una tasa de analfabetismo del 3.5 % respecto a su población total. Los principales niveles de escolaridad en el municipio fueron Secundaria (26.7 %), Preparatoria (23.9 %) y Licenciatura (23.2 %).

IV.2.1. Determinación de los Componentes Centrales

De acuerdo con el análisis de los componentes presentes en el área de estudio, la delimitación del Sistema Ambiental se realizó a partir de los usos de suelo identificados. El uso de suelo constituye un factor determinante para comprender la interrelación de los elementos bióticos y abióticos de una región, ya que orienta la planificación territorial hacia esquemas que favorecen la conservación de la biodiversidad, el manejo sustentable de los recursos naturales y el desarrollo sustentable.

Cada tipo de uso de suelo (urbano, agrícola, forestal, entre otros) cumple funciones ecológicas específicas, tales como la captura de carbono, la regulación de las condiciones climáticas y la protección de la biodiversidad, como es el caso de las áreas con vegetación forestal. Por tal motivo, resulta esencial considerar estos usos para evaluar su capacidad de generar beneficios ambientales y sociales.

En este contexto, delimitar el Sistema Ambiental a partir de los usos de suelo y las coberturas vegetales constituye una estrategia técnica que permite equilibrar las necesidades humanas con los objetivos de conservación, considerando el funcionamiento ecológico de cada tipo de cobertura dentro del sistema.

Tabla. IV-4.- Usos de suelo y coberturas vegetales identificadas en el Sistema Ambiental.

Uso de Suelo/ Cobertura Vegetal	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje
Manglar	237,881.84	23.79	29.24
Zona de Transición	121,725.62	12.17	14.96
Chital	97,790.83	9.78	12.02
Matorral Costero	18,829.59	1.88	2.31
Asentamientos Humanos	308,744.57	30.88	37.95
Zona de Playa	28,536.52	2.85	3.52
Superficie Total del Sistema Ambiental	813,508.97	81.35	100.00

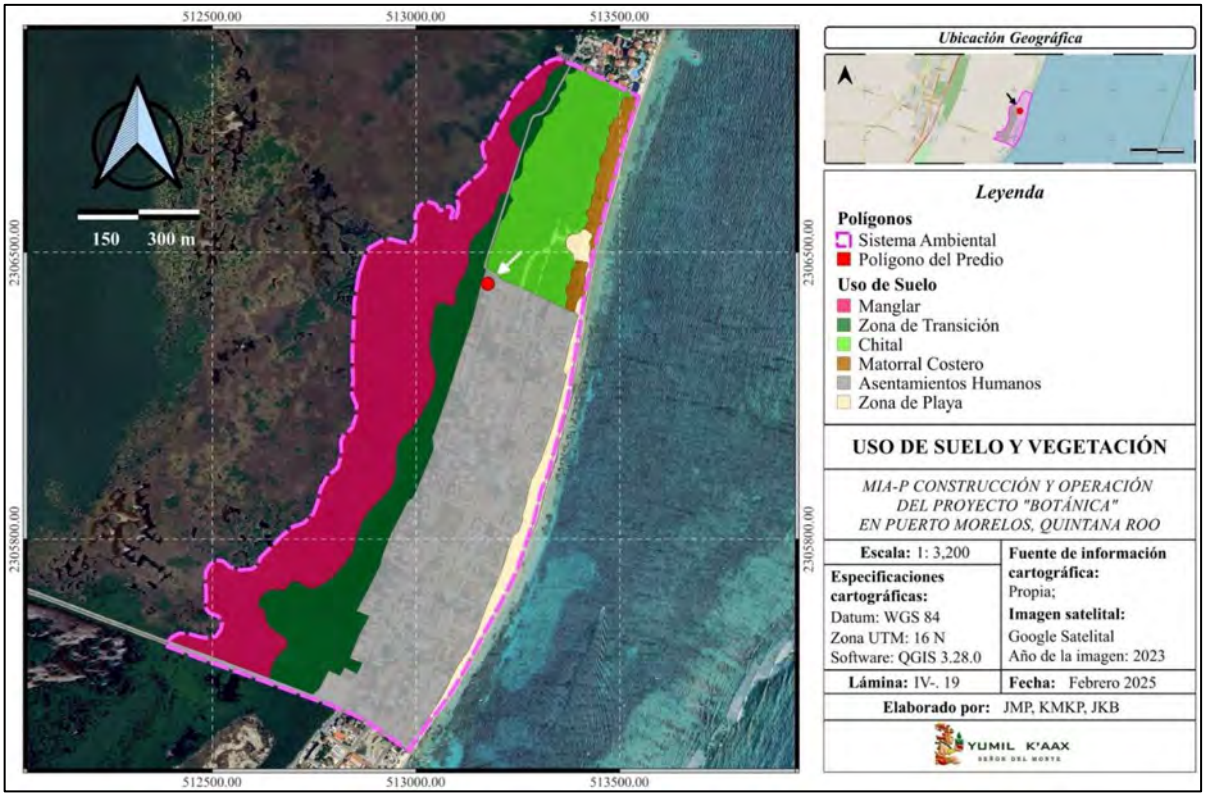


Lámina IV. 3.- Usos de Suelo y coberturas vegetales identificadas.

La ubicación del predio dentro del área urbana de la Localidad de Puerto Morelos fue un criterio relevante en la determinación del polígono de estudio y sus colindancias. El área de asentamientos humanos concentra la mayor proporción de servicios turísticos y de infraestructura urbana dentro del Sistema Ambiental, y presenta un trazo vial que sigue la conformación de la línea costera y de las vías de comunicación existentes.

Estas zonas urbanas representan el núcleo urbano de la interacción humano- ambiental, donde se generan tanto demanda de recursos como flujo de residuos. Asimismo, actúan como espacios de interacción y dependencia con los sistemas marinos y terrestres, dado el aprovechamiento de sus recursos naturales.



Fotografías IV.3 y IV.4. Asentamientos humanos/infraestructura urbana, perteneciente a la localidad de Puerto Morelos. Se aprecia la línea de costa que sirve de sitio recreativo para los turistas que visitan la región.

Distribución de las Coberturas

Las coberturas vegetales presentes en el área de estudio mantienen una relación directa con la calidad ambiental de la región, en virtud de su relevancia para la regulación de las condiciones climáticas, la conservación de la biodiversidad, captura de carbono, y la provisión de servicios ecosistémicos. En particular, destacan las comunidades de manglar, las cuales funcionan como barreras naturales ante fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes y tormentas tropicales.

Las comunidades de manglar proporcionan una gran variedad de servicios ambientales, siendo la protección contra fenómenos hidrometereológicos, como huracanes y tormentas, uno de los servicios más importantes para los asentamientos humanos cercanos a las costas (Herrera-Silveira *et al*., 2022).

Las raíces densas y la frondosidad de los individuos actúan como una barrera natural que reduce la velocidad del viento, disminuye la fuerza de las olas y evita la erosión. Además, estos ecosistemas ayudan a absorber el exceso de agua durante marejadas y fuertes lluvias, reduciendo el impacto de posibles inundaciones. Gracias a su capacidad para mitigar estos efectos, los manglares son importantes para la protección de la biodiversidad en zonas vulnerables.

Dentro del Sistema Ambiental, se identificó un área conformada principalmente por bancos de arena sin vegetación permanente, la cual abarca el 3.52% de la superficie del sistema, denominada como "zona de playa". Esta franja funciona como un espacio de interfase dinámica entre los ecosistemas marinos y

terrestres, facilitando el intercambio de nutrientes, sedimentos y organismos. La cobertura vegetal representa el 58.53% de la superficie total del Sistema Ambiental. Dentro de esta proporción, se identificaron las siguientes comunidades:

- **Manglar** (29.24%): Esta área se localiza en la parte más continental del sistema, y pertenece al ANP APFF "Manglares de Puerto Morelos", en la cual podemos encontrar especies arbóreas halófitas adaptadas a estas condiciones, como *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Avicennia germinans* (mangle negro), dominando el mangle rojo (*Rhizophora mangle*). Las comunidades de manglar constituyen ecosistemas costeros altamente especializados, que se desarrollan en zonas de transición entre ambiental terrestres y marinos, sujetas a condiciones de inundación periódica, salinidad variable y suelos anóxicos.
- **Zona de Transición** (14.96%): Corresponde a un ecotono que representa el área de contacto e interacción ecológica entre dos comunidades vegetales predominantes: los manglares (dominando la especie *Conocarpus erectus*) y el palmar (dominado por la especie *Thrinax radiata*). Esta franja se caracteriza por la coexistencia de especies propias de ambos ecosistemas, así como por condiciones ambientales intermedias, como la humedad del suelo, salinidad y composición edáfica, que favorecen una diversidad estructural y funcional significativa. Se ubica de forma adyacente a los asentamientos humanos como a los límites del manglar, actuando además como barrera natural de transición entre los ambientales antrópicos y los ecosistemas más conservados.
- **Chital** (12.02%): Corresponden a un área de palmar, típica de la región, que se desarrollan en suelos con un buen drenaje y con un alto grado de adaptación. Está integrado principalmente por la especie *Thrinax radiata* (Chital). Se localiza entre los núcleos urbanos de Puerto Morelos, y mantiene una importancia ecológica debido a su valor como refugio y área de alimentación para la fauna local, así como la conservación de especies nativas y la protección que brindan ante la erosión del suelo.
- **Matorral Costero** (2.31%): Constituye una franja de vegetación adaptada a condiciones salinas, vientos fuertes y suelos arenosos. Esta unidad está compuesta por especies arbustivas y herbáceas resistentes como la *Coccoloba uvifera* (uva de mar) y *Cordia sebestena* (siricote de playa). Se distribuye paralelamente a la línea de costa, funcionando como una barrera primaria frente a la erosión costera y como una zona de retención de sedimentos. Su conservación resulta esencial para el mantenimiento de la dinámica litoral y para la protección de las playas ante fenómenos meteorológicos.

La zonificación permite comprender el Sistema Ambiental como una unidad integrada, donde los elementos naturales y antrópicos coexisten de manera dinámica, que debe ser considerado para una adecuada evaluación de impactos y el establecimiento de medidas de prevención, mitigación y compensación.

Áreas Naturales Protegidas

Dentro del Sistema Ambiental delimitado, se identificó que el 21.67% de su superficie se encuentra ubicada dentro del Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Manglares de Puerto Morelos, decretada como un Área Natural Protegida (ANP) de competencia federal. Esta condición territorial confiere al área una relevancia ambiental y normativa, al tratarse de una zona sujeta a políticas específicas de conservación, manejo y aprovechamiento sustentable conforme al programa de manejo vigente.

La presencia de la APFF refuerza la importancia ecológica del sistema, al coincidir con zonas de sensibilidad ambiental, como las comunidades de manglar. Esto implica que las acciones propuestas dentro del sistema deberán alinearse con los criterios de conservación establecidos por la Comisión Nacional de áreas Naturales Protegidas (CONANP) y la legislación ambiental aplicable.

No obstante, la magnitud del proyecto propuesto es limitada (el predio abarca un área de 299.96 m^2), por lo que no se prevé una disminución de los recursos naturales o posibles impactos a los elementos ecosistémicos propios del ANP. Por el contrario, el diseño del proyecto contempla medidas de integración al entorno y conservación ecológica, asegurando la compatibilidad con los objetivos de protección del APFF y evitando impactos sobre los elementos clave de la región.

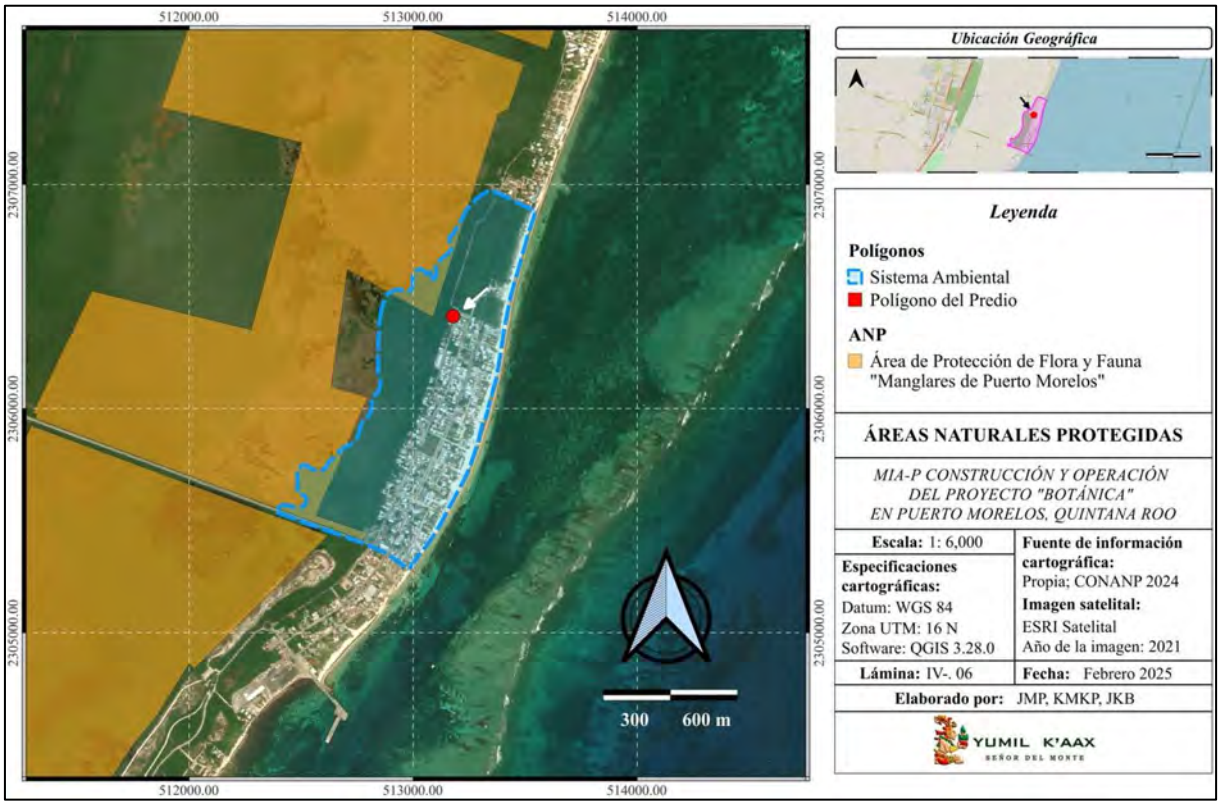


Lámina IV. 4.- Extensión del APFF Manglares de Puerto Morelos, respecto al Sistema Ambiental.

IV.2.2. Sistema Ambiental Definido Para el Proyecto.

El Sistema Ambiental definido para el presente documento, se ubica dentro del Municipio de Puerto Morelos, en el estado de Quintana Roo. Ocupando una superficie de 81.35 hectáreas, el polígono se definió con el uso de sistemas de información geográfica (SIG), tales como: QGIS, AutoCAD; GarminBaseCamp, entre otros y la información provisto por los conjuntos vectoriales del INEGI.

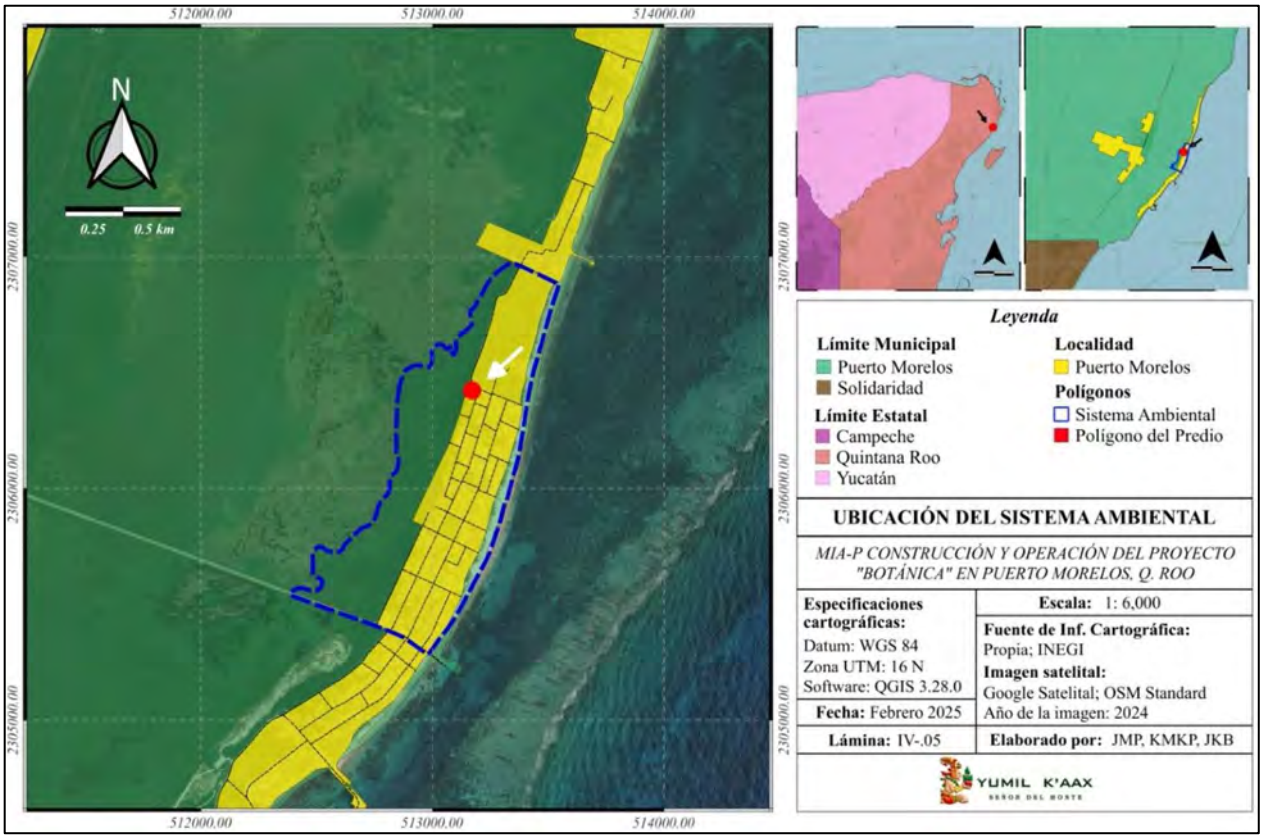


Lámina IV. 5.- Ubicación geopolítica del Sistema Ambiental.

El porcentaje total de áreas sin vegetación (dentro de los que se incluyen: asentamientos humanos y las zonas de playa), representan 41.47% de la superficie total, mientras que la cubierta vegetal total cubre el 58.53% restante.

Siguiendo el análisis anterior y considerando la magnitud total del Sistema Ambiental, la superficie del predio donde se pretende desarrollar el proyecto representa el 0.037% de su área total, mientras que el área de influencia representa el 2.82%. Por lo tanto, el desarrollo del proyecto no implica un cambio o alteración significativa en los elementos ecosistémicos de la región debido a la poca magnitud de los posibles impactos a generar, así como integración de medidas de manejo ambiental adecuadas para la región.



Lámina IV. 6.- Sistema Ambiental delimitado para el proyecto.

No obstante, es importante señalar que los impactos acumulativos en la región se han intensificado debido al aumento del sector turístico, lo que puede generar problemáticas como el aumento en la generación de residuos sólidos, pérdida de la flora y fauna local, incremento en la erosión de las playas y un desarrollo económico limitado en comparación a otras zonas turísticas.



Fotografías IV.5 y IV.6. Coberturas vegetales distribuidas en el Sistema Ambiental. A) Zona de transición colindante a los manglares del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos. B) Vista de la línea costera, donde se distribuyen las comunidades de matorral costero.

Tabla. IV-5.- Coordenadas del Sistema Ambiental.

Sitio	*X*	*Y*
1	513547.16	2306881.10
2	513512.86	2306775.11
3	513478.96	2306653.04
4	513435.84	2306500.87
5	513411.60	2306381.25
6	513388.40	2306233.79
7	513371.39	2306134.57
8	513323.40	2305955.83
9	513308.39	2305923.63
10	513290.43	2305849.24
11	513246.57	2305720.36
12	513222.90	2305672.30
13	513156.95	2305551.11
14	513120.22	2305481.30
15	513094.55	2305438.06
16	513059.90	2305387.84
17	513036.85	2305359.72
18	512981.24	2305282.32
19	512875.89	2305357.14
20	512799.21	2305390.38
21	512672.83	2305435.88
22	512500.02	2305497.12
23	512387.30	2305538.43
24	512400.00	2305560.02
25	512417.79	2305569.25
26	512439.84	2305569.03
27	512466.86	2305561.77
28	512482.85	2305558.66
29	512508.11	2305562.10
30	512520.63	2305578.02
31	512525.07	2305598.90
32	512514.74	2305611.16
33	512491.58	2305620.15
34	512482.73	2305632.93
35	512484.86	2305651.48
36	512484.55	2305673.90
37	512483.03	2305698.66
38	512483.69	2305719.09
39	512493.15	2305736.50
40	512510.58	2305748.92
41	512526.74	2305745.96
42	512542.50	2305732.24
43	512570.21	2305724.00
44	512596.54	2305726.62
45	512611.72	2305736.96
46	512618.32	2305755.05
47	512672.42	2305809.59
48	512695.84	2305829.28
49	512725.01	2305839.69
50	512748.00	2305862.24
51	512759.07	2305891.70
52	512765.08	2305921.19
53	512780.70	2305949.83
54	512808.93	2305977.00
55	512816.90	2306010.82
56	512815.57	2306040.94
57	512823.22	2306055.26
58	512843.33	2306072.03
59	512852.33	2306100.30
60	512853.99	2306125.19
61	512842.62	2306153.43
62	512845.39	2306187.63
63	512843.58	2306228.95
64	512844.37	2306280.79
65	512846.69	2306324.26
66	512848.39	2306376.12
67	512859.32	2306446.73
68	512872.66	2306486.22
69	512884.34	2306510.08
70	512918.60	2306529.37
71	512938.71	2306532.09
72	512967.38	2306523.61
73	512982.30	2306522.19
74	512993.54	2306532.54
75	512998.86	2306551.57
76	512999.17	2306567.98
77	512997.81	2306591.12
78	513009.21	2306615.31
79	513031.12	2306623.34
80	513048.40	2306616.98
81	513057.19	2306603.08
82	513068.47	2306602.63
83	513074.59	2306610.90
84	513084.19	2306611.57
85	513091.97	2306602.14
86	513084.90	2306585.56
87	513087.69	2306579.02
88	513094.82	2306578.78
89	513102.29	2306595.36
90	513104.13	2306615.64
91	513101.36	2306625.12
92	513101.39	2306635.82
93	513105.78	2306647.98
94	513129.76	2306670.22
95	513156.78	2306692.65
96	513170.34	2306707.65
97	513170.30	2306725.62
98	513163.80	2306745.11
99	513162.37	2306760.62
100	513167.69	2306771.66
101	513180.95	2306779.65
102	513188.17	2306791.43
103	513194.05	2306807.18
104	513202.83	2306822.63
105	513217.30	2306843.81
106	513227.86	2306868.57
107	513241.63	2306890.42
108	513260.08	2306914.26
109	513281.53	2306934.81
110	513302.94	2306952.87
111	513329.79	2306968.64
112	513347.10	2306974.20
113	513397.22	2306953.05

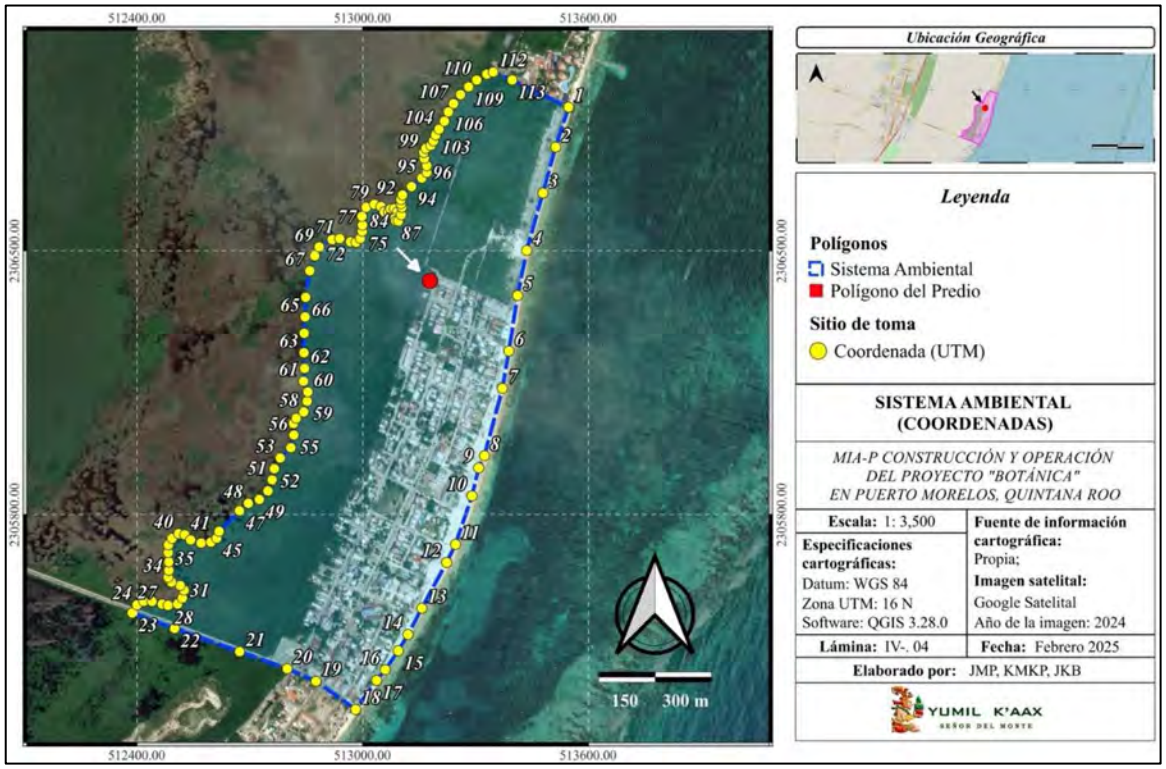


Lámina IV. 7.- Lámina de referencia para las coordenadas del Sistema Ambiental.

IV.3.- CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

Una vez determinado el Sistema Ambiental que será de utilidad para el presente documento, se realizó una caracterización del medio físico (clima, geología, fisiografía, hidrología, grupos y usos de suelo), así como de la flora y fauna presente en la zona de estudio, con el fin de conocer la calidad ambiental y/o el deterioro que se registra actualmente. La selección de estos elementos debe sustentarse en aquellos que puedan limitar el desarrollo de las actividades o interactúen con el sitio de estudio, así como de sus recursos.

IV.2.1. Medio natural abiótico

Con base en los lineamientos anteriores, se realizó un análisis integral del estado de los componentes que integran el medio físico del Sistema Ambiental, de acuerdo con los datos reportados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para el municipio de Puerto Morelos.

Tabla IV.6.-Características del medio físico del Sistema Ambiental.

Medio Físico			Descripción
Localización	Entidad:	Quintana Roo	Ubicado entre Cancún y Playa del Carmen, en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo. Por la geografía de localidad, los asentamientos humanos quedan divididos por la carretera federal 307. Al asentamiento ubicado en la costa se le refiere como: "El Puerto" o "Antiguo Puerto Morelos".
	Municipio:	Puerto Morelos	
	Latitud:	20º 51´ Norte	
	Longitud:	86º 54´ Oeste	
Parámetros generales	Elevación (m.s.n.m.):	4	Considerado un Puerto Comercial, Turístico y Pesquero. El poblado de Puerto Morelos se localiza en tierra firme a 1.5 metros hacia el norte de la entrada y esta protegido por arrecifes de forma lineal, cuya orientación geográfica es de sur a norte.
	Pendiente (%):	1	
	Superficie (m^2):	1,043.92 km^2	
	Longitud (m):		
Clima	Clave Climática:	Aw0 (x´)	Cálido Subhúmedo con una temperatura promedio anual de 26º C, un máximo en el verano de 35. 5º C y un mínimo en invierno de 13º C.
	Tipo:	Cálido Subhúmedo	
	Vientos dominantes:	Sureste	
Temperatura (º C)	Media Anual:	26	De acuerdo a la información de la estación 23014, las temperaturas máximas se dan en el periodo de mayo a agosto. Mientras que, las mínimas se presentan durante los meses de enero y febrero.
	Máxima Anual:	32.4	
	Mínima Anual:	19.7	
Precipitación (mm/ año)	Media Anual:	1166.8	La estación 23014 "Leona Vicario" registra una Precipitación Media Anual (PMA) de 1,166.8 mm/año, el acumulado de las precipitaciones en Octubre (mes más lluvioso) fue cercano a 180 mm.
Fisiografía	Provincia:	XI-. Península de Yucatán	Caracterizada por su relieve plano, constituida principalmente por rocas calizas de origen sedimentario marino procedentes del terciario superior.
	Subprovincia:	Carso Yucateco	
Topoformas (%)	Playa o Barra de Piso Rocoso o Cementado:	100	Se trata de formaciones calcáreas localizadas en la zona oriente de la península, predominan los tipos de suelo Solonchak asociados con Arenosoles.

Medio Físico			Descripción
Grupos de Suelo (%)	ARcaso+SCarso/1:	45.78	La asociación de suelo "Arcaso+SCarso/1" es la predominante en el sistema. Se trata de un suelo joven con altas concentración de sales.
	SCarso+Glszwso+Lphurz/1	32.18	
	Zona Urbana (ZU)	22.04	
Usos de Suelo y Vegetación (%)	Asentamientos Humanos:	37.95	Los usos de suelo identificados incluyen tanto áreas naturales como zonas de intervención antrópica, y cada uno de ellos cumple un papel específico en el equilibrio ecológico y aprovechamiento de los recursos
	Zona de Playa:	3.52	
	Manglar:	29.24	
	Zona de Transición:	14.96	
	Chital:	12.02	
	Matorral Costero:	2.31	
Hidrología	Reg. Admva.:	XII-. Península de Yucatán	Por la naturaleza calcárea del terreno y la escasez de suelos, el agua de lluvia tiene un rápido filtrado hacia el acuífero, por lo que el drenaje es básicamente subterráneo.
	Región:	32-. Yucatán Norte	
	Cuenca:	32A-. Quintana Roo	
Cuerpos de Agua (%)	Perennes:	N/A	La zona se caracteriza por sistemas de humedales, donde se localizan las comunidades de manglar.
	Intermitentes:	N/A	
Acuífero (%)	Península de Yucatán:	100	Se presenta una marcada heterogeneidad respecto a la acción del oleaje sobre la corriente proveniente del Caribe.
Geohidrología (%)	Material no Consolidado con Posibilidades Bajas:	100	Constituido principalmente por elementos arcillosos que impiden la infiltración del agua al subsuelo.

IV.2.1.1. Condiciones Climáticas

Se entiende por clima, al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un lugar determinado. El clima es el resultado de la interacción de varios factores que influyen directamente en sus características (INEGI, 2010). Algunos elementos esenciales para determinar el clima de un área en específico son: temperatura, humedad, precipitación, presión del aire y los vientos dominantes.

Estos factores suelen ser medibles y mantienen registros en las diferentes estaciones meteorológicas que conforman la Red Nacional de la Comisión del Agua (CONAGUA), con datos reportados por los Organismos de Cuenca y las Direcciones Locales. Las principales variables de las que se tiene registros son: temperaturas (máximas y mínimas), precipitaciones y algunos fenómenos como: tormentas eléctricas, niebla, granizo, cobertura de nubes, etc.

De acuerdo con la información obtenida de las cartas climatológicas (INEGI, 2008), basadas en la clasificación de Köppen, modificada por Enriqueta García, el Sistema Ambiental presenta un clima cálido subhúmedo "Aw0 (x´)". El término "Aw" hace referencia a un clima cálido subhúmedo, con una temperatura media anual de 26. 6º C, registra una variación de la media mensual entre el mes más frio y el

más caliente, menor a 5º C, por lo que, se considera un clima isotermal. El indicador 0, 1 y 2 señala el grado de humedad (del menos húmedo al más húmedo), (García,1988).

Tabla IV.7.-Características de la unidad climática propia del Sistema Ambiental.

Clave	Grupo	Tipo	Subtipo	Descripción
"Aw0 (x´)"	Perteneciente a los climas cálidos húmedos (A).	Climas cálidos subhúmedos (Aw).	Presenta un grado bajo de humedad. P/T menor de 43.2	Precipitación media anual superior a los 1,200 mm/año con lluvias de verano, y sequía en invierno. Mantiene un porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2 y una temperatura media anual superior de los 26º C.

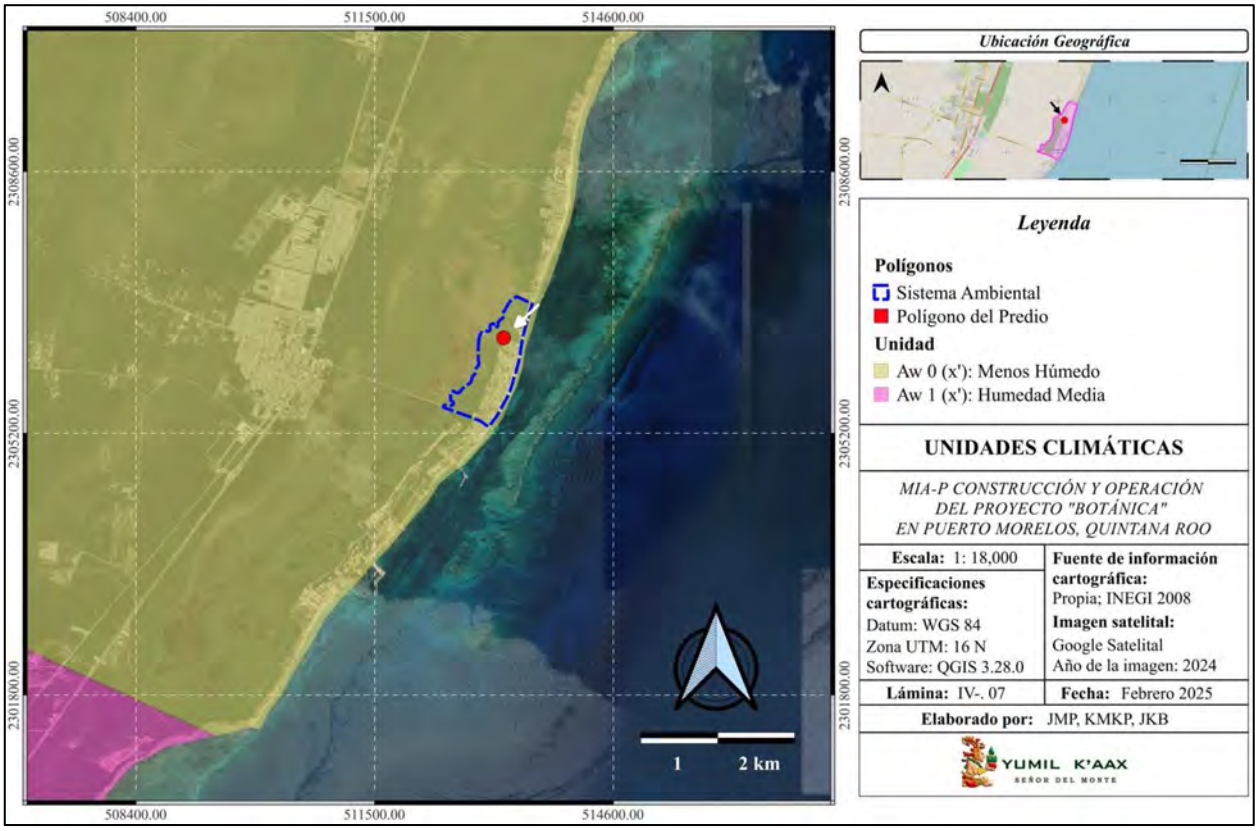


Lámina IV.8.-Unidad climática propia del SAR.

Registro de las Condiciones Climáticas

Los datos utilizados para el análisis de las condiciones climáticas presentes en el SA provienen de la información de variables climáticas de estaciones meteorológicas, que conforman la Red Nacional de la CONAGUA. Algunas de estas variables son: temperatura promedio, temperatura máxima y mínima, precipitación anual y estacional; temporalidad de la precipitación y su variación (sequías).

Considerando lo anterior, se optó por tomar la información de las normales climatológicas de la estación 23014 "Leona Vicario" ubicada en el municipio de Puerto Morelos, correspondientes al periodo 1991-2020, para representar las condiciones encontradas dentro del Sistema Ambiental. Cabe señalar que, debido a la homogeneidad de las condiciones en la Península y al estar está expuesta a los mismos forzantes y fenómenos atmosféricos, los registros climáticos son similares para gran parte de la región.

TEMPERATURA MÁXIMA													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	30.3	31	32.3	33	33.4	33.6	34	34.2	33.3	32.2	30.8	30.6	32.4
MÁXIMA MENSUAL	36.2	37.6	37.7	36.8	37	37.4	37.3	37.6	38	34.9	35.9	35.2	
AÑO DE MÁXIMA	2002	2002	2002	2006	2015	2019	2019	2001	2001	2001	2001	2001	
MÁXIMA DIARIA	41	43	41	43.5	41	40	44	44	44	41	40	39	
FECHA MÁX DIARIA	26/2002	07/2002	21/2006	22/2004	02/2006	13/2005	28/2006	26/2001	03/2001	07/2001	01/1999	21/2001	
AÑOS CON DATOS	26	27	27	28	28	27	27	25	25	26	25	24	
TEMPERATURA MÍNIMA													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	17	16.6	17.9	19.4	20.9	22	22	21.8	21.4	20.9	19.2	17.6	19.7
MÍNIMA MENSUAL	11.6	12.8	11	13.8	17.1	19.3	19.1	15.1	12.9	14.1	16.2	13.7	
AÑO DE MÍNIMA	2001	2011	1996	1996	2002	1996	2012	1995	1995	2000	2000	2000	
MÍNIMA DIARIA	2	7	7	9	10	12	10	12	10	8	10	9	
FECHA MÍN DIARIA	19/2014	09/1998	03/1996	11/2003	09/1993	01/2013	09/2003	01/1995	14/1995	17/2000	21/1996	01/1995	
AÑOS CON DATOS	26	27	27	28	28	27	27	25	25	26	25	24	
TEMPERATURA MEDIA													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	23.6	23.8	25.1	26.2	27.1	27.8	28	28	27.3	26.5	25	24.1	26
AÑOS CON DATOS	29	29	29	30	29	28	28	25	25	27	27	27	
PRECIPITACIÓN													
MESES	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
NORMAL	62.9	45.5	41.7	48.8	69.9	173.7	97.6	136.5	171	178.1	89.9	51.2	1166.8
MÁXIMA MENSUAL	164	257.6	203	271.3	192.3	458	230.3	308	487.2	528.6	369	213.4	
AÑO DE MÁXIMA	2019	2007	2014	2010	2020	2015	1998	2007	1997	2015	2020	2014	
MÁXIMA DIARIA	70	88	96.4	117	88	200	90	135	86	270.5	64.5	133.6	
FECHA MÁX DIARIA	17/1991	01/2014	17/2014	14/2010	31/2014	14/2018	09/2010	16/2016	15/2000	21/2014	30/1995	31/2014	
AÑOS CON DATOS	29	29	29	30	29	28	27	25	25	27	26	26	

Figura IV.2.-Normales climatológicas de la estación 23014 "Leona Vicario" (periodo 1991-2020). Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con los datos reportados por los Organismos de Cuenca y Direcciones Locales de la CONAGUA.

Un factor de relevancia para la clasificación de las unidades climáticas es la precipitación, esta se define como el aporte de agua procedente de la atmósfera, y que en forma sólida o líquida se deposita sobre la superficie terrestre a manera de lluvia, nieve, granizo o cualquier otra forma de caída de agua. La suma de las precipitaciones medias mensuales será la precipitación media anual, este valor es de suma importancia para factores como la evapotranspiración o la humedad promedio de un lugar.

Las características distintivas y el comportamiento del régimen pluvial obedecen a la dominancia de elevadas temperaturas diarias durante el año, a las condiciones generales de la circulación atmosférica, especialmente de los vientos alisios, los nortes y las tormentas tropicales, mediante las cuales son transportadas hacia tierra dentro, las masas de aire que se cargan de humedad al pasar sobre las aguas oceánicas vecinas y finalmente, a la ausencia de grandes estructuras orográficas, lo que impide la ocurrencia

de alteraciones significativas en el desarrollo normal de los fenómenos atmosféricos propios de la región. El régimen pluvial manifiesta un contraste en su distribución anual donde se pueden diferenciar tres épocas de humedad en el transcurso de año: el temporal o época de fuertes lluvias regulares en el cual se registra el mayor porcentaje de precipitación anual 60 a 70%, en ocasiones de más de 300 mm de lluvia en 24 horas en época de ciclones y una constante de 208 mm en el mes de septiembre; los nortes o época de lluvias escasas, esta época aporta el resto del porcentaje de la precipitación anual y mantiene la alta humedad (entre 60% en el norte y 80% en el sur de la península) y la época de secas (con lluvias ocasionales y aisladas).

Asimismo, en la región donde se localiza el Sistema Ambiental es común que se presenten temperaturas relativamente altas durante el día (arriba de los 30º C) y uniformes en el transcurso del año. Sin embargo, la variación entre las temperaturas máximas y mínimas diarias es acentuada, debido, al descenso térmico que se registra por las noches, el cuál es más notorio durante la temporada invernal. De acuerdo con, la información obtenida del Conjunto de datos vectoriales. Escala 1: 1,000,000. "Isotermas Medias Anuales de México" (INEGI, 2001), el Sistema Ambiental presenta un rango de temperatura de 24º C a 26º C.

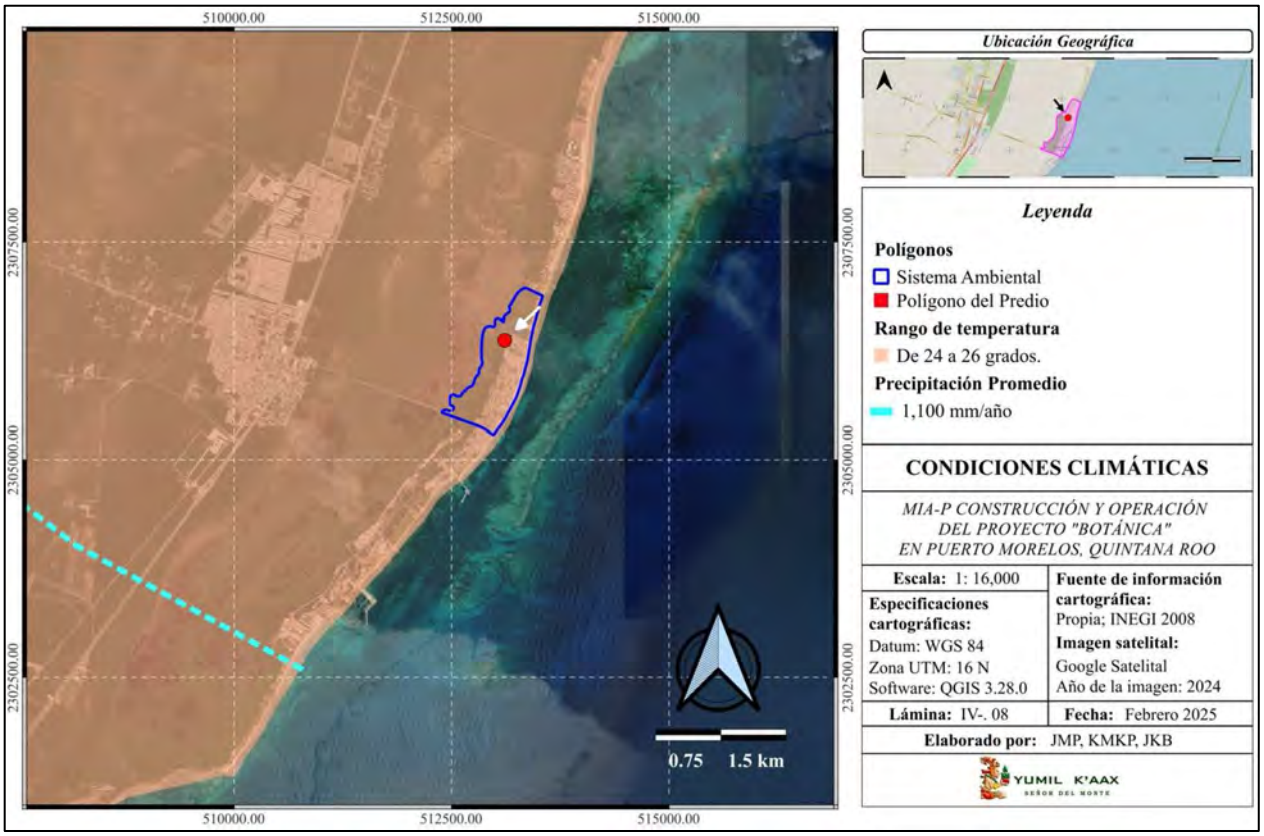


Lámina IV.9. Condiciones climáticas. Fuentes: Conjunto de datos vectoriales. Escala 1: 1,000,000 "Precipitación media anual" INEGI, 2006. Conjunto de datos vectoriales. Escala 1: 1,000,000. "Isotermas Medias Anuales de México" (INEGI, 2001)

La estación 23014 "Leona Vicario" registra una Precipitación Media Anual (PMA) de 1,166.8 mm/año, el acumulado de las precipitaciones en Octubre (mes más lluvioso) fue cercano a 180 mm, durante el año las lluvias son abundantes, pero se concentran en su mayoría de junio a octubre. Mientras que la Temperatura Media Anual (TMA) fue registrada en 26º C.

Oleaje, Vientos, Mareas y Corrientes

La influencia del Sistema de Alta Presión sobre el territorio nacional genera que el oleaje en el mar Caribe se incremente, previendo un oleaje máximo de 1.75 metros, siendo el promedio normal para el litoral Atlántico del país 0.50 metros, de acuerdo a la información del boletín informativo de oleaje No.3 para el Océano Atlántico del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH). Asimismo, la presencia de corrientes es casi nula debido a la permeabilidad del estado (la cual origina estructuras kársticas como cenotes y corrientes subterráneas.

El tipo de playas en la localidad, son de arena blanca, fina y suave; no representan un oleaje alto al estar protegidas por el arrecife y su erosión es mínima. El área costera pertenece al Parque Marino. Cuenta con accesos públicos. Los arrecifes crean una laguna arrecifal de poca profundidad, por lo que sus playas no presentan oleaje. La profundidad promedio de la laguna arrecifal oscila entre los 2 y 8 metros, y en su fondo existen pastos marinos donde habita una gran diversidad de fauna marina.

Escenarios de Cambio Climático

De acuerdo con los datos de las normales climatológicas (periodo 1991-2020), de la estación meteorológica 23014 "Leona Vicario" y modelos atmosféricos, se realizó un pronóstico de las condiciones ambientales (temperatura, humedad, precipitación) presentes en la región y una proyección futura, tomando en consideración las tendencias del cambio climático.

Para el presente estudio, se consideraron los análisis y datos del "*Programa Estatal de Acción Ante el Cambio Climático (estado de Quintana Roo)"*, (INECC-AECID, 2013).

Se muestran las tendencias de cambio esperadas en temperatura y precipitación para los años 2020, 2050 y 2080. Las tendencias no difieren mucho de las esperadas a nivel regional o nacional, en el caso de quintana Roo hay incertidumbre en los cambios que se pudieran presentar en eventos de precipitación extrema, particularmente debido a los efectos de la zona costera y la influencia de fenómenos como huracanes y tormentas tropicales.

Tabla IV.8.-Escenarios de Cambio Climático". Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos del Programa Estatal de Acción ante el Cambio Climático (INECC-AECID, 2013)

Escenario	Variación en la precipitación total anual	Aumento de la temperatura media anual
2020	Disminuirá entre el 5 y 10%.	Entre 0.8 y 1.2 grados centígrados
2050	Variará entre +5 y -15%	Entre 1.5 y 2.5 grados centígrados
2080	Variará entre +10 y -20%	Entre 2 y 3 grados centígrados

Debido a las condiciones homogéneas en la Península de Yucatán, los resultados de temperatura y precipitación son similares en toda la región. La tendencia en las anomalías de temperaturas resulta en una variación de entre 1.5 a 2.5 para el escenario 2050. Por medio del índice Estandarizado de Precipitación (SPI-6) que analiza la tendencia de periodos de precipitación de 6 meses, se identifica una tendencia negativa, sin embargo, no significa que haya más sequías en el presente, se registra que los periodos de humedad son los que se han presentado más débiles que antes de los años 80´s lo que genera esa disminución en la recta.

IV.2.1.2. Geología y Geomorfología

La geología superficial de Yucatán se caracteriza por la poca existencia de suelo (20cm aproximadamente) y se compone, en su mayor parte de una caliza muy dura formada por la solución y precipitación de carbonato de calcio que cementa granos y fragmentos de conchas cerca de la superficie del terreno (*González et al.,1999*). En términos geológicos, el subsuelo del estado de Yucatán está constituido por una secuencia de sedimentos calcáreos de origen marino del Terciario Reciente (*Butterlin y Bonet, 1960*) y ha estado bajo subsidencia lenta pero continua.

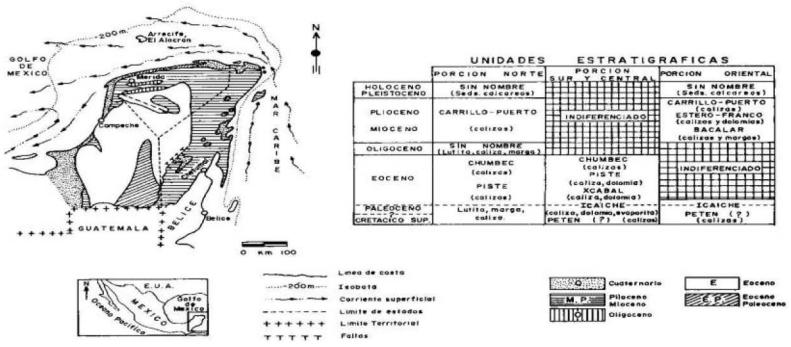


Figura IV.3.-Estratigrafía regional generalizada en afloramiento del Terciario (Butterlin y Bonet, 1963).

La península es una estructura sedimentaria formada durante el Mesozoico, sobre la cual se depositaron arenas y estructuras de origen orgánico marino a lo largo del terciario (*Ordoñez y García, 2010*). Está formada por rocas carbonatadas, evaporíticas y clásticas como la caliza, la dolomita, el yeso y la arenisca.

(López-Ramos, 1975). Las formaciones más antiguas (Cretácico y Paleoceno) se ubican al sur y las más recientes (Plioceno y Cuaternario) en el norte y este del territorio.

Para determinar el material geológico presente en el área del Sistema Ambiental e identificar sus características principales (como, edad, origen, composición, entre otras), se utilizó la información de la Carta Geológica F16-08 Serie 1 Cozumel y el Conjunto de datos vectoriales del Continuo Nacional "Efectos Geológicos" (INEGI).

Tabla IV.9. Características del Material Geológico.

Entidad	Clave	Sistema	Tipo de Roca	Clase
Sustrato	Q (li)	Cuaternario	N/A	Litoral
Sustrato	Q (la)	Cuaternario	N/A	Lacustre
Unidad cronoestratigráfica	Tpl (cz)	Plioceno	Caliza	Sedimentaria

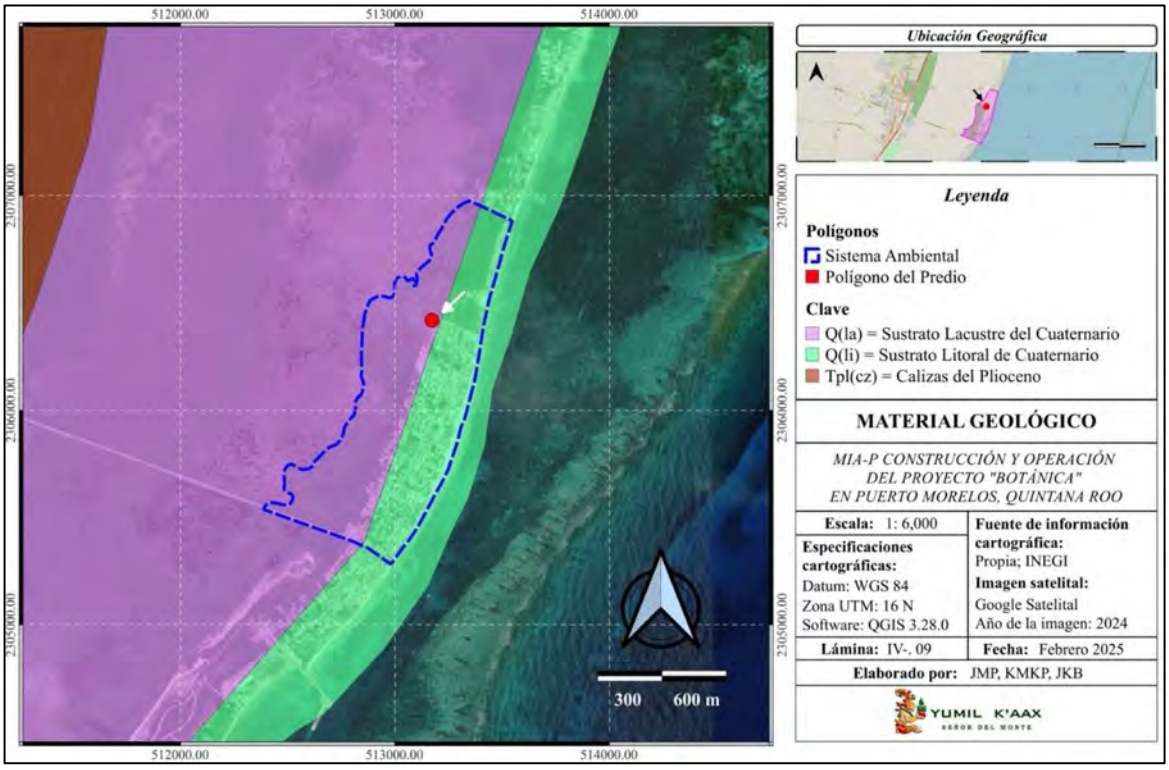


Lámina IV.10. Material Geológico de la región.

A continuación, se describen los materiales geológicos presentados en la lámina anterior.

- **Q (li) Sustrato Litoral del Cuaternario:** Corresponden a los depósitos compuestos por arenas calcáreas no consolidadas de grano fino y medio, constituido principalmente por fragmentos de

conchas. La unidad presenta un color crema y abundantes conchas de organismos marinos recientes, como son los bivalvos y gasterópodos.

- **Q (la) Sustrato Lacustre del Cuaternario:** Su constitución principal son lodos calcáreos, arcillas y arenosas no consolidadas acumuladas en lagunas someras que se comunican con el mar a través de canales de marea y se encuentran separados por la línea litoral. Su morfología base es de una planicie con grandes concentraciones de manglar.
- **Tpl (cz) Calizas del Plioceno:** Compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio que permite el paso del agua, es decir, una roca permeable. Del periodo Plioceno dentro de la época del Neógeno siendo la última división del periodo. Esta unidad no se encuentra dentro de los límites del Sistema Ambiental, sin embargo, se describe debido a su proximidad.

Cabe señalar que, el Sistema Ambiental se ubica dentro un depósito litoral (Q li), constituido principalmente por arena blanca, compuesta de fragmentos redondeados de ostras, bivalvos y gasterópodos, es común encontrarlo en las franjas del Mar Caribe y el Golfo de México. Sus sedimentos son compactados y cementados después de que son enterrados y cubiertos por capas de otros sedimentos. Por lo tanto, las areniscas se forman por la litificación de granos de arena, y una caliza es la litificación de pequeños caparazones de fósiles marinos y otras partículas de carbonato de calcio.

Relieve

El relieve del Sistema Ambiental corresponde con el de la Península de Yucatán presentando una pendiente de inclinación de entre el 1º y el 3º al oeste en dirección al mar Caribe. La topografía presente en la zona se define como sensiblemente plana, debido a que las alturas del terreno no rebasan los 20 m.s.n.m. La elevación promedio registrada para la localidad de Puerto Morelos oscila entre los 3 a 5 msnm, por otro lado, la elevación promedio de los asentamientos de la Colonia Zetina Gazca fue de 10 msnm.

Debido a su origen geológico, se presentan características comunes que determinan la presencia de diversos tipos de relieve en el terreno. Por otro lado, el relieve kárstico impide el desarrollo de cuerpos de agua superficiales y los pocos que logran desarrollarse son efímeros desapareciendo en las depresiones que devuelven el agua al subsuelo.

Otras manifestaciones geográficas presentes en la región son:

- **Cavernas o grutas:** Su tamaño depende directamente de la edad de las rocas y la incidencia de sus aspectos geológicos.
- **Cenotes y dolinas:** Resultado de un fenómeno intenso de disociación vertical de las rocas carbonatadas.

- **Caletas:** Manifestaciones kársticas costeras de forma semicircular presentes en la parte nororiental de la Península
- **Formación Arrecifal:** El perfil de arrecife que se presenta en casi todo el estado Quintana Roo, se denomina del tipo "Bordeante". Mantiene un canal bien definido entre la costa y la cresta arrecifal, de esta forma del litoral hacia el mar abierto, sobre el eje morfológico, se presentan hasta tres zonas estructurales.

IV.2.1.3. Fisiografía

Debido a la amplia variedad de relieves que presenta el territorio mexicano (como son, sistemas montañosos, llanuras, mesetas, depresiones, entre otros), el país se dividió en 15 provincias fisiográficas, que a su vez son formadas por subprovincias con características topológicas y origen geológico similar. Esta delimitación define el clima, los suelos y la vegetación de la región.

- **Provincias Fisiográficas:** Conjunto estructural de origen geológico unitario las cuales tienen un morfología propia y distintiva.
- **Subprovincia Fisiográfica:** Discontinuidades geográficas que hacen referencia a las subregiones que conforman una provincia fisiográfica, con características propias.

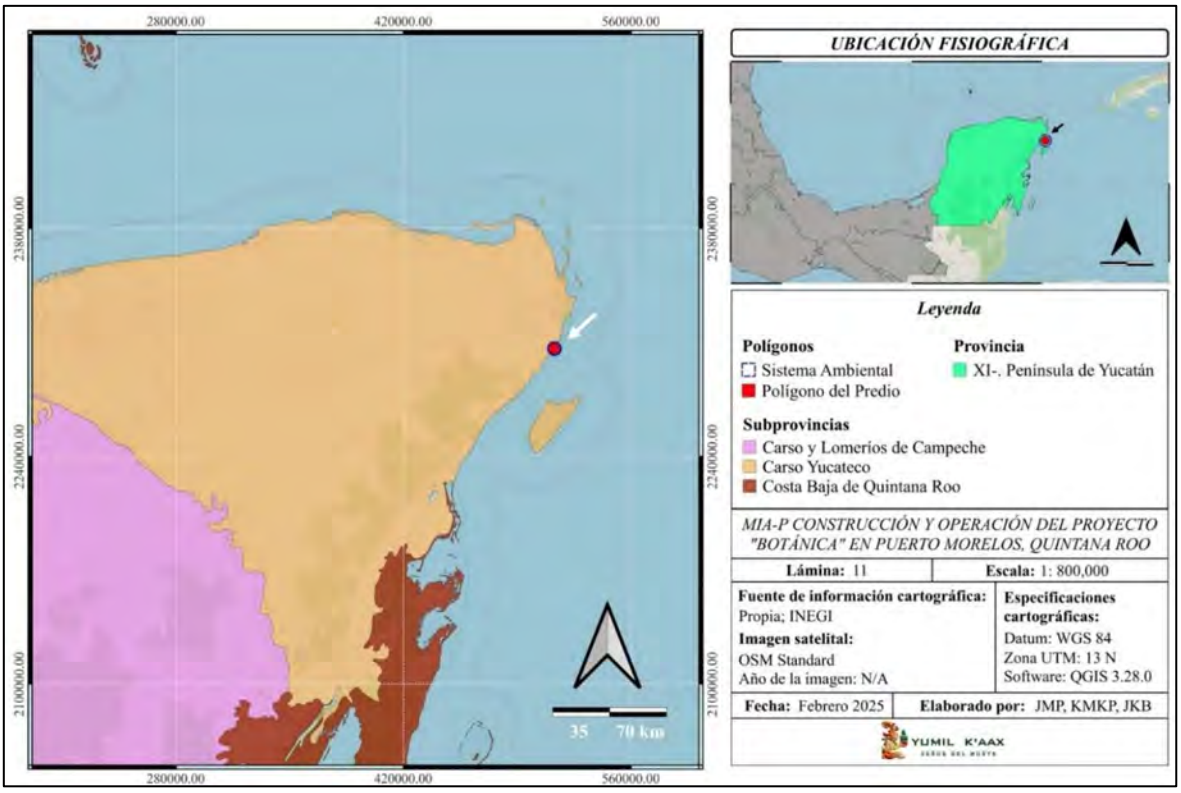


Lámina IV.11. Provincia y subprovincia fisiográfica.

Con la información de los Conjuntos de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. "Provincias Fisiográficas" escala 1: 1,000,000, y "Subprovincias Fisiográficas" escala 1: 1,000,000 (INEGI, 2001), el área de estudio queda inmersa en la Provincia Fisiográfica XI-. "Península de Yucatán" en la parte correspondiente a la Subprovincia "Carso Yucateco".

Sistemas de Topoformas

Los sistemas de topoformas hacen referencia a un conjunto de formas en el terreno asociadas a algún patrón o patrones estructurales degradativos y/o acumulativos. Estos sistemas son el mayor nivel de degradación de la descripción fisiográfica y morfológica (INEGI,2006). Es el elemento mínimo del cual se establecen las condiciones del relieve para una zona específica.

De esta manera podemos identificar dos tipos de topoformas en la región, la primera se trata de una llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino que se extiende en las inmediaciones continentales de todo el estado de Quintana Roo. La segunda topoforma corresponde a una playa o barra de piso rocoso o cementado, producto de la desintegración de roca caliza y material orgánico.

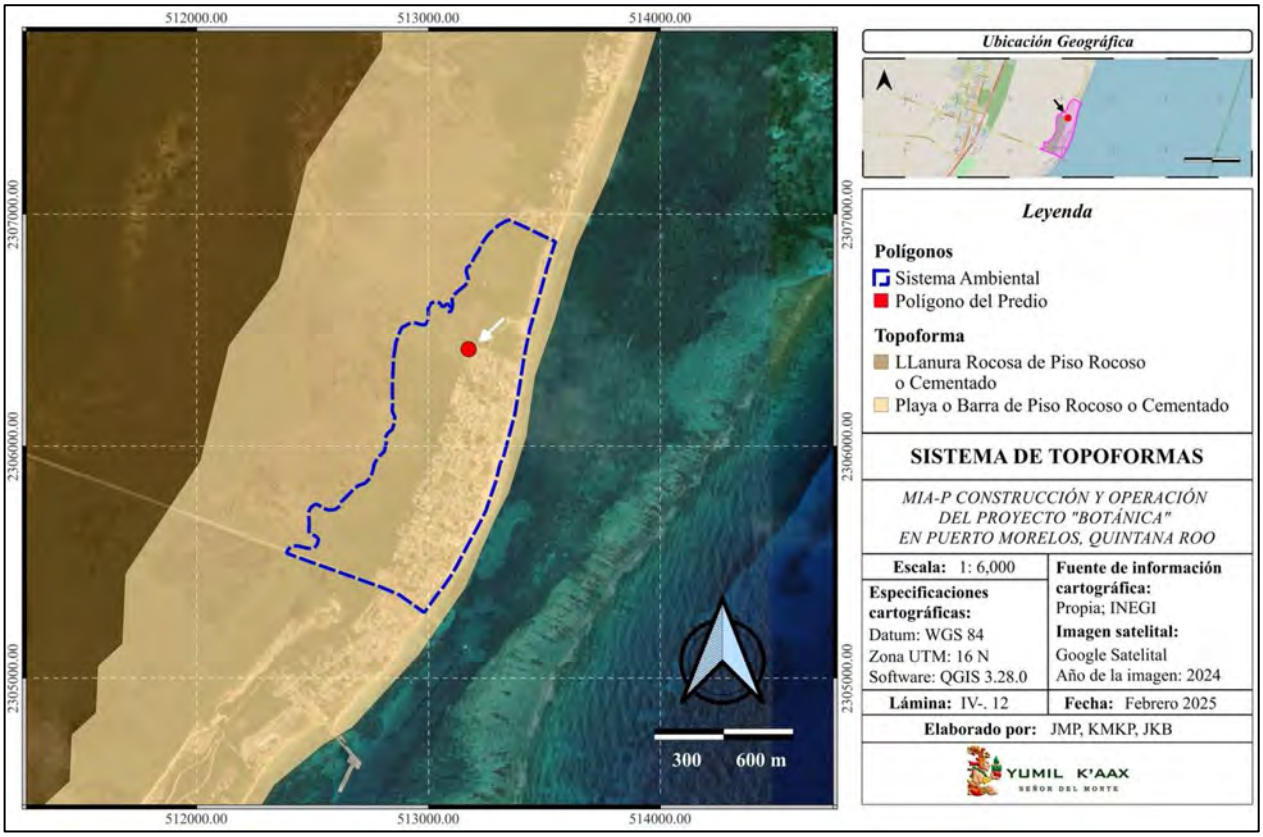


Lámina IV.12. Sistemas de topoformas identificados en la región. Fuente: Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. "Sistema de Topoformas" Escala 1: 1,000,000 (INEGI, 2001)

A continuación, se detallan las características de los sistemas de topoformas representativos de la región.

- **Llanura rocosa de piso rocoso o cementado y salino:** Localizado al noroeste de la península extendiéndose hacia el sur a los poblados de Leona Vicario y Nuevo Valladolid, Yucatán. El sistema se compone de una serie de estructuras alineadas (norte-sur), mismas que son propicias a las inundaciones por los efectos de las mareas, posteriormente el agua se evapora, dejando una alta concentración de sal que lo diferencia de otros sistemas de topoformas.
- **Playa o Barra de Piso Rocoso o Cementado:** Se caracteriza por su conformación de depósitos litorales sobre roca caliza. No obstante, las características de esta topoforma se pueden distinguir en todo el margen costero y presentan periodos de inundación debido a la poca pendiente y altitud.

Estos aspectos resultan en un ambiente húmedo y salino, con una vegetación adaptada a estas condiciones, uno de los ecosistemas más representativos son los manglares distribuidos en la zona, que tienen la capacidad de adaptarse a los suelos salinos y a la constante inundación por las mareas. Las barras de arena en la costa, son creadas por la acumulación de arena que se forma en la zona submareal, es decir, en la zona sumergida cercana a la costa.

IV.2.1.4. Tipos de Suelo

En sus guías para la interpretación de cartografía Edafológica Serie III (INEGI, 2015), se define al suelo como "cualquier material suelto en la superficie de la Tierra, capaz de sustentar la vida. Siendo así, el resultado de una serie de factores activos (clima y organismos vivos), que inciden sobre factores pasivos (roca madre y relieve) sin importar el tiempo que transcurra.

La Base Referencial Mundial del Recurso del Suelo (WRB, por sus siglas en inglés), definió el recurso del suelo como: "Un cuerpo natural el cual tiene 3 dimensiones espaciales y una temporal". Dichas características rigen el comportamiento del suelo y son:

- Su formación, constituida por minerales y elementos orgánicos que se encuentran en fases sólidas, líquidas y gaseosas.
- Sus componentes (minerales y orgánicos) que se organizan en estructuras específicas para el medio edafológico. Dichas estructuras forman el aspecto morfológico de la cubierta del suelo, que equivalen a la anatomía de los seres vivos, además de ser el resultado de su historia, dinámicas, y sus propiedades actuales
- De esta manera, sus características minerales, orgánicas y las estructuras que conforman su morfología, indican que el recurso se encuentra en constante evolución, dando así al suelo su cuarto dimensión el tiempo.

Conocer el tipo de unidad del suelo y sus principales características (como son textura, pedregosidad, horizontes, profundidad, entre otros), es esencial para comprender la relación del recurso con los demás aspectos que integran el Sistema Ambiental.

Asimismo, podremos conocer el grado de erosión que se presenta y pudiera presentarse después del desarrollo de las obras, con lo que se implementaran medidas de manejo ambiental que mitiguen su degradación. Otro aspecto relevante en la caracterización del recurso suelo, son los horizontes o capas de suelo que se analizan detalladamente a través de una excavación que permite distinguir la composición de las capas del suelo (perfil de suelo).

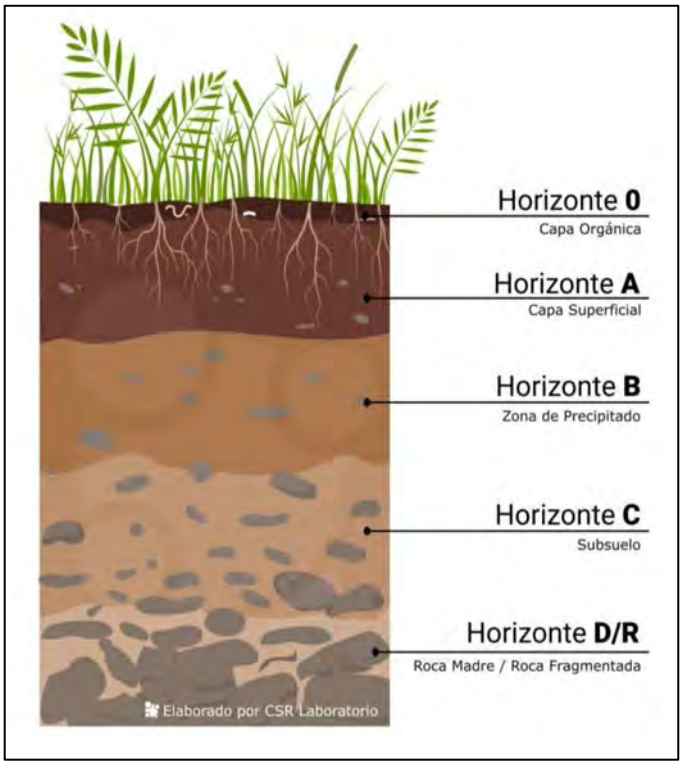


Figura IV.4.- Horizontes de suelo

Horizontes del suelo

- Horizonte 0: Es la parte superficial del Horizonte A. Llamada también capa orgánica está compuesta por hojas, ramas y restos vegetales.

- Horizonte A: Aquí se presentan las raíces de las especies herbáceas, su color es más oscuro que el de las capas inferiores. Es rica en materia en descomposición.

- Horizonte B. Aquí se depositan los materiales arrastrados desde arriba, sobre todo, materiales arcillosos, óxidos e hidróxidos.

- Horizonte C. También conocido como subsuelo, está compuesto por material rocoso levemente fragmentado.

- Horizonte D o R: Denominado "Roca Madre" o material rocoso, en él encontramos el material rocoso que compone el suelo inalterado.

Para identificar los principales grupos de suelo presentes en la Región, se utilizó la información del conjunto de datos vectoriales de la carta Edafológica F16-11 Cozumel Escala 1: 250,000 (INEGI, 2007), que en términos generales muestra la asociación de hasta tres grupos de suelo, sus características morfológicas, sus propiedades físicas y químicas (como son profundidad, pedregosidad, textura, salinidad y vulnerabilidad a la erosión). Para la clasificación de los suelos se utilizó el sistema de la FAO/UNESCO (2006), modificada por el INEGI para su uso en el país.

Asociaciones de los Grupos de Suelo y sus Calificadores

Gracias a la información proporcionada por la carta Edafológica F16-11 Cozumel (INEGI, 2007), es posible conocer las principales asociaciones de suelo presentes en el Sistema Ambiental, así como los indicativos del proceso de formación que han afectado directamente sus características principales (clase textural, calificadores primarios y suplementarios). Cabe señalar que la asociación SCarso+Glszwso+LPhurz/1 (según su clave WRB), se presenta como un grupo secundario en el área de estudio y sus alrededores. Asimismo, la clave "ZU" hace referencia a zonas urbanas, las cuales, debido al grado de perturbación en la estructura del recurso, no se incluyen en ningún grupo de suelos.

Tabla IV.10. Grupos de suelo (clave WRB) presentes en el Sistema Ambiental.

Clave (WRB)	Grupo 1ro	Calf. Prim.	Calf. Supl.	Grupo 2do	Calf. Prim.	Textura
ARcaso+SCarso/1	Arenosol	ca	so	Solonchak	ar	1
SCarso+Glszwso+LPhurz/1	Solonchak	ar	so	Gleysol	szw	1
ZU	/	/	/	/	/	/

ZU: zona urbana ar: arénico ca: calcárico so: sódico szw: hipo sálico 1: textura gruesa

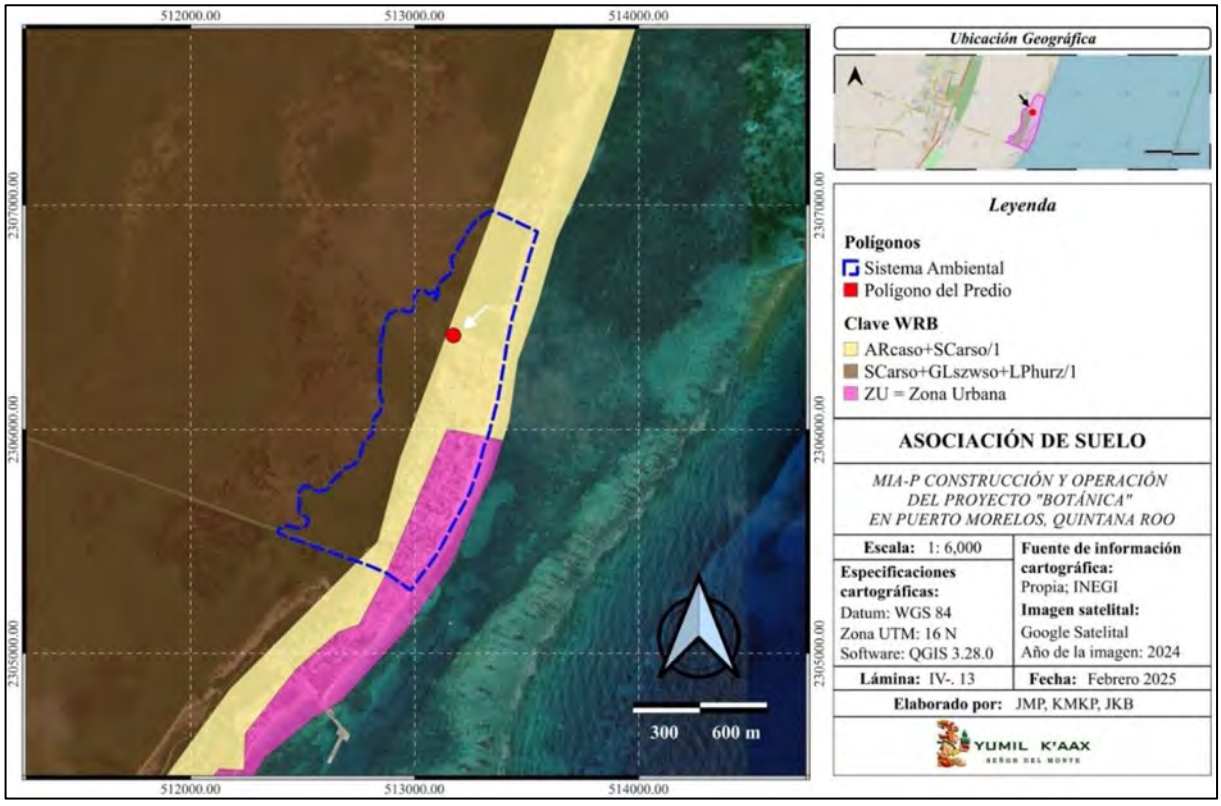


Lámina IV.13. Asociaciones principales de suelo.

A continuación, se describirán los grupos de suelo, así como sus calificadores (primarios y suplementarios) de la asociación principal de suelo en el Sistema Ambiental, de acuerdo con la información presentada en la Guía para la Interpretación de Cartografía Edafológica Serie III (INEGI, 2015).

Grupos Principales

- **AR: Arenosol.** Suelos con un porcentaje mayor al 85 % de material arenoso, se incluyen los depósitos de arena en las dunas o playas, además de los bancos residuales formados por la meteorización de sedimentos o rocas ricas en cuarzo. No tienen una buena capacidad para la retención de agua, lo que permite un rápido drenaje del recurso al subsuelo.
- **SC: Solonchak.** Suelos con enriquecimiento en sales fácilmente solubles en algún momento del año, formados en ambientes de elevada evapotranspiración. Las sales son apreciables cuando el suelo se seca, formando una costra de sal que se precipita a la superficie.

Calificadores

- **Calcárico (ca):** Suelos con una concentración del 2 o más de carbonato de calcio. No tiene un horizonte cálcico definido.
- **Arénico (ar):** Suelos con una capa gruesa de arena, mantienen un drenaje excesivamente rápido y son altamente propensos a la erosión eólica cuando la capa arenosa esta muy próxima a la superficie.
- **Sódico (So):** Mantienen una concentración elevada de sodio o magnesio en los primeros 50 cm superficiales. La concentración es de 15% o más de sodio y magnesio a la vez.
- **Hiposálico (szw):** Se denomina hiposálico (szw), cuando la concentración de sales es moderada, al menos 4dS/m. Las sales son fácilmente solubles en agua y precipitan sólo después de la evaporación de la mayor parte de la humedad del suelo.

Por último, la clase textural indica la proporción relativa del tamaño general de las partículas en la fracción fina del suelo dominante en los primeros 30 cm de profundidad. En el caso del área de estudio, la clase textural de las asociaciones de suelo es **1** (Gruesa), lo que nos indica una constitución de más del 70% de arena, con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para la vegetación.

Perfil de Suelo

Una vez definidas las asociaciones de suelo presentes en el área de estudio, es posible realizar una descripción más detallada de sus características y del estado actual del recurso. Además, se realizó un perfil de suelo para la asociación principal de suelo (ARcaso+SCarso/1), con base en la información recabada en campo y en estudios previos realizados para la región.

- **1er Grupo (ARcaso):** Arenosol calcárico y sódico. Se encuentra distribuido en la zona costera de todo el estado, la cual es una franja que va desde la línea de costa hacia el interior. No se utilizan para ninguna actividad agrícola pues mantienen rendimientos muy bajos y presentan una susceptibilidad moderada o alta a la erosión. Mantienen una concentración de carbonato de calcio del 2% o más.
- **2do Grupo (SCarso):** Solonchak arénico y sódico. Se caracteriza por ser altamente salino, la estructura de sus sales se presenta en forma de cloruros, sulfatos de sodio, calcio y magnesio. Presenta un material paternal de textura gruesa de tipo franca y limosa. Según la FAO (2008), este tipo de suelos presenta una gran concentración de sales solubles y presentan un perfil meteorizado.

Tabla IV.11. Perfil de las asociaciones de suelo presentes en el área de estudio.

ARcaso+SCarso/1	**Grupos de Suelo**	
	1er Grupo	2do Grupo
Clave (WRB)	ARcaso	SCarso
Suelo Dominante	Arenosol	Solonchak
Calificador Primario	Calcárico	Arénico
Calificador Suplementario	Sódico	Sódico
Componentes %		
Arena	> 75%	40 %
Arcilla	< 15%	30 %
Limo	< 10%	40 %
Características		
Horizonte	A (E) C	AC o ABC
Textura	Franco-Arenosa a más gruesa	Francas o Limosas
Clima/Ambiente	Se distribuyen en casi todos los climas (desde árido, húmedo, frio hasta extremadamente caluroso).	Regiones con agua superficial, con vegetación de pastos o hierbas halófitas. Los Solonchak en áreas costeras ocurren en todos los climas
Coloración	Tonos claros variando de amarillos a marrones claros.	Gris azulado al exponerse al aire se mancha de tonos rojizos
Profundidad	< 100 cm	De 55 cm a 120 cm
Material Parental	No consolidado, calcáreos de textura gruesa, situados sobre rocas silíceas extremadamente meteorizadas.	Casi cualquier material no consolidado.
Connotación	Suelos arenosos	Suelos salinos
Desarrollo del Perfil	En las zonas del trópico tienden a desarrollar horizontes gruesos, muestran signos de alteración o transporte de humus, hierro o arcilla.	En áreas bajas con capas de agua somera la acumulación de sales es mayor en la superficie del suelo.
Limitantes	Alta susceptibilidad a la erosión por agua y viento, debido a su baja capacidad de retención de agua.	Una susceptibilidad media a elevada a la erosión y una limitante agrícola por su constitución salina.

IV.2.1.6. Hidrología

De manera general, la Península de Yucatán cuenta con condiciones y elementos hidrológicos similares, los cuales resaltan una falta de corrientes superficiales debido al relieve casi nulo de la región, la naturaleza calcárea del terreno y la composición de los suelos que presentan una elevada impermeabilidad.

Regiones Hidrológicas

La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) agrupó las regiones hidrológicas y delimitó trece Regiones Hidrológico-Administrativas (RHA), con el fin de facilitar la administración del recurso y la coordinación entre las autoridades gubernamentales.

La CONAGUA define a las regiones hidrológicas como áreas territoriales conformadas en función de: sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en las cuales la cuenca hidrológica se considera la unidad básica para la gestión de los recursos.

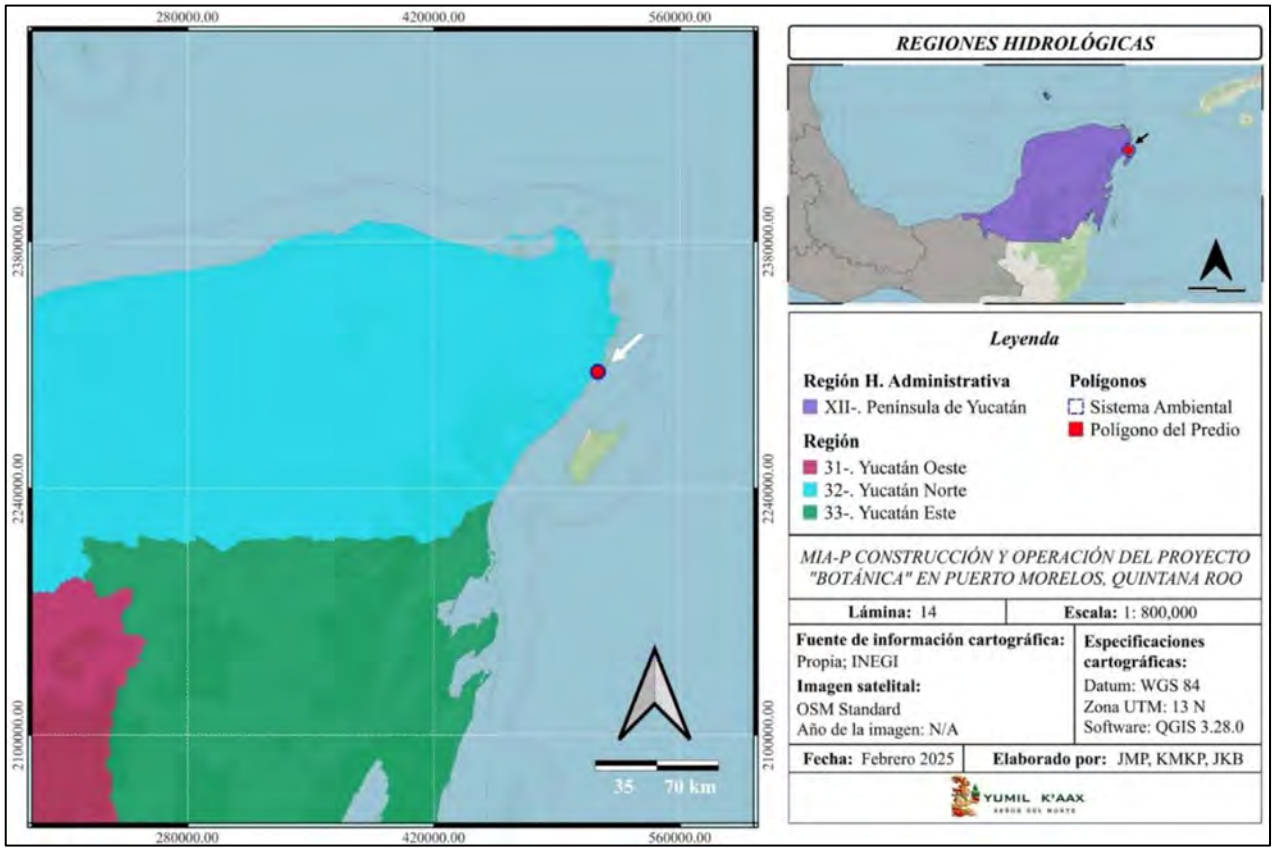


Lámina IV.14. Región Hidrológica Administrativa y Región Hidrológica donde se ubica el área de interés. Fuente: Conjuntos de datos vectoriales "Regiones Hidrológicas Administrativas (Organismos de cuenca)", "Regiones Hidrológicas". Escalas 1: 250,000 (CONAGUA, 2017).

Por lo tanto, se ubicó el área de interés dentro de la RH 32 "Yucatán Norte", perteneciente a la RHA XII "Península de Yucatán", con base en la delimitación establecida por la CONAGUA.

- **RHA XII**: Península de Yucatán. Esta región tiene una extensión territorial total de 139,897 km^2 y presenta una precipitación anual que varía entre 458 mm y 1,615 mm. Está formada por las Regiones Hidrológicas (RH) 31 (Yucatán Oeste), 32 (Yucatán Norte) y 33 (Yucatán Este).
- **RH 32:** Yucatán Norte. Se extiende por los estados de Quintana Roo, Yucatán y Campeche, con una superficie total de 54,443km^2, sus límites son: al norte con el Golfo de México, al este con el Mar caribe, al sur la RH 33 y al oeste con el estado de Yucatán donde continúa. Presenta dos cuencas denominadas: 32A Quintana Roo y 32B Yucatán.

Cuencas Hidrológicas

Podemos definir una cuenca hidrológica como una unidad morfológica superficial, definida por el curso de un río y sus afluentes (ríos secundarios o ramificaciones que alimentan al principal). Abarcan desde la zona donde inicia el río hasta su desembocadura en algún lago, laguna o el mar, generalmente son delimitadas por cadenas de montañas que reciben el nombre de divisoria de aguas, porque ante la presencia de lluvias, el agua se precipitará en ambos lados, hacia dos cuencas diferentes.

Se consideran también como la unidad básica para la planeación y el manejo de los recursos naturales. En la cuenca hidrológica se ubican todos los elementos naturales y actividades que realiza el ser humano, allí interactúan el sistema biofísico con el socioeconómico y están en una dinámica integrada que permite valorar el nivel de intervención de la población y problemas generados. (García *et al*. 2005).

Los siguientes criterios fueron establecidos en conjunto por el INEGI, el Instituto Nacional de Ecología y la CONAGUA para la delimitación de las cuencas hidrológicas en México.

1. La delimitación se realizó únicamente por variables topográficas e hidrográficas, presentando consistencia y homogeneidad para todo el terreno nacional.
2. Se delimitaron a partir del tipo de desembocadura que presenta su sistema de causes habiéndose identificado tres tipos principales (endorreica, exorreica y arreica).

- **Endorreica**: Se caracteriza porque todas sus aguas son descargadas hacía un cuerpo de agua interior.
- **Exorreica**: Los escurrimientos confluyen y desembocan en el mar o en un sistema lagunar costero.
- **Arreica:** No tiene salida hacia el mar ni tampoco drena hacía un cuerpo de agua colector observable.

Siguiendo la delimitación de la CONAGUA, la RH 32 Yucatán Norte se divide en las cuencas 32A (Quintana Roo) y 32B (Yucatán). El área del Sistema Ambiental se encuentra en la porción correspondiente a la cuenca 32A (Quintana Roo), la cual se caracteriza por su falta de corrientes superficiales y su dependencia a los acuíferos subterráneos, lo que es típico en toda la península.

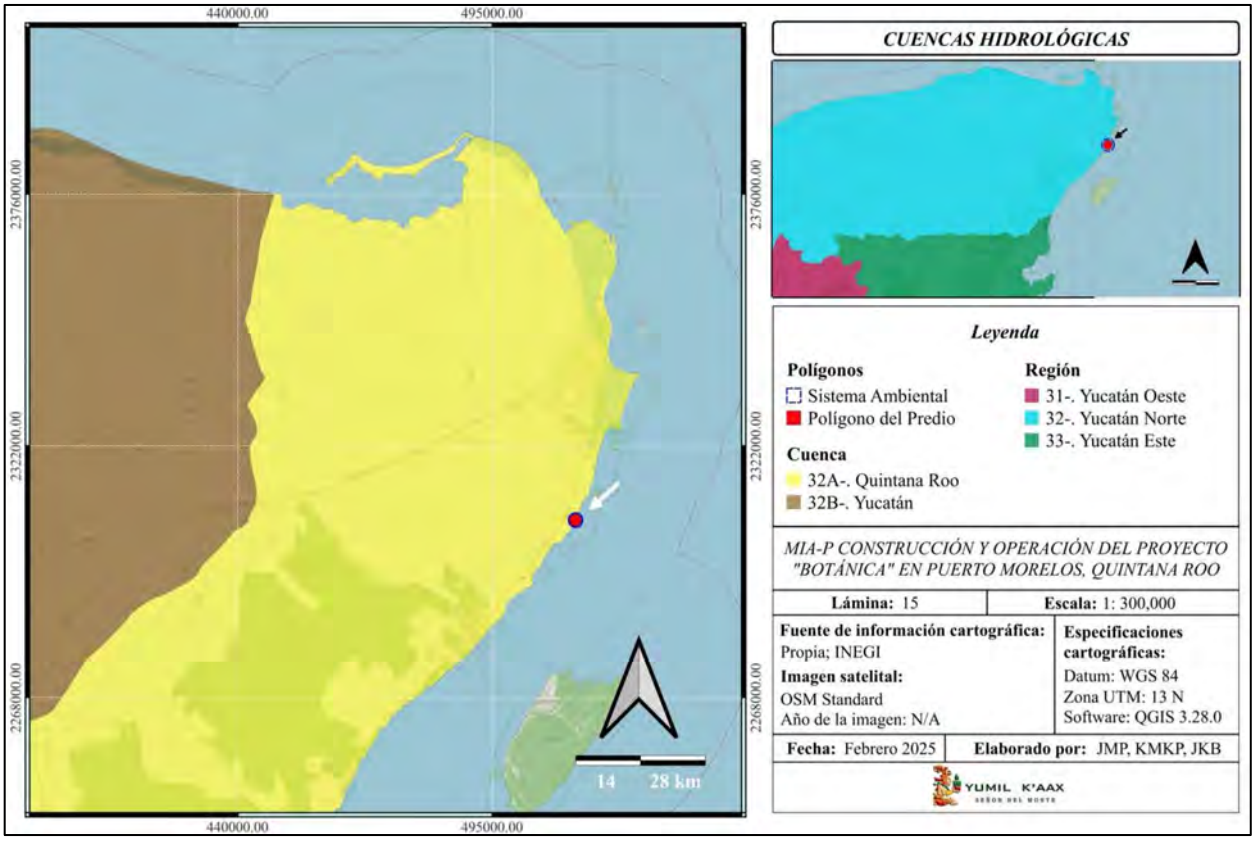


Lámina IV.15. Cuencas hidrológicas.

La temperatura media anual ronda en los 26 °C, con una precipitación que va de 800 mm en el norte a más de 1,500 al sureste de la cuenca y presenta un rango de escurrimiento de 0 a 5%, exceptuando las franjas costeras que tienen de 5 a 10% o 10 a 20% debido a la presencia de suelos con algo grado de arcillas y limos. La cuenca es de tipo endorreica, lo que significa que no tiene una salida directa hacía el mar o hacia grandes cuerpos de agua superficiales.

El agua se infiltra principalmente en el suelo o se pierde por evaporación, la falta de corrientes superficiales hace que el flujo de agua se canalice principalmente hacia los acuíferos subterráneos, como sistemas de ríos subterráneos y cenotes.

Aguas Superficiales

Al no poderse desarrollar corrientes superficiales, la porción del agua de precipitación que resta a la evaporación es absorbida por las plantas y suelos, y el resto satura el terreno, colma el bajo relieve y se infiltra en el subsuelo, dando origen a las aguas subterráneas en forma de cavernosidades. Los cuerpos de agua que podemos encontrar en la región son principalmente costeros y los que se ubican en el interior se encuentran al sur de la Península, cuyo uso es principalmente doméstico, acuícola o recreativo.

Aguas Subterráneas

En Quintana Roo, se identifican tres acuíferos, que por el origen geológico de la zona son del tipo kárstico, sin embargo, para fines prácticos la CONAGUA los considera como una sola unidad de donde se extrae el 100% de las aguas subterráneas para todos los usos. Producto de las condiciones kársticas del acuífero, se forman los cenotes, las cuevas secas e inundables, que son tan particulares de la región. Algunos factores que derivaron a estas condiciones fueron, el clima, las condiciones meteorológicas, las condiciones estratigráficas vinculadas a los sedimentos originales, entre otras.

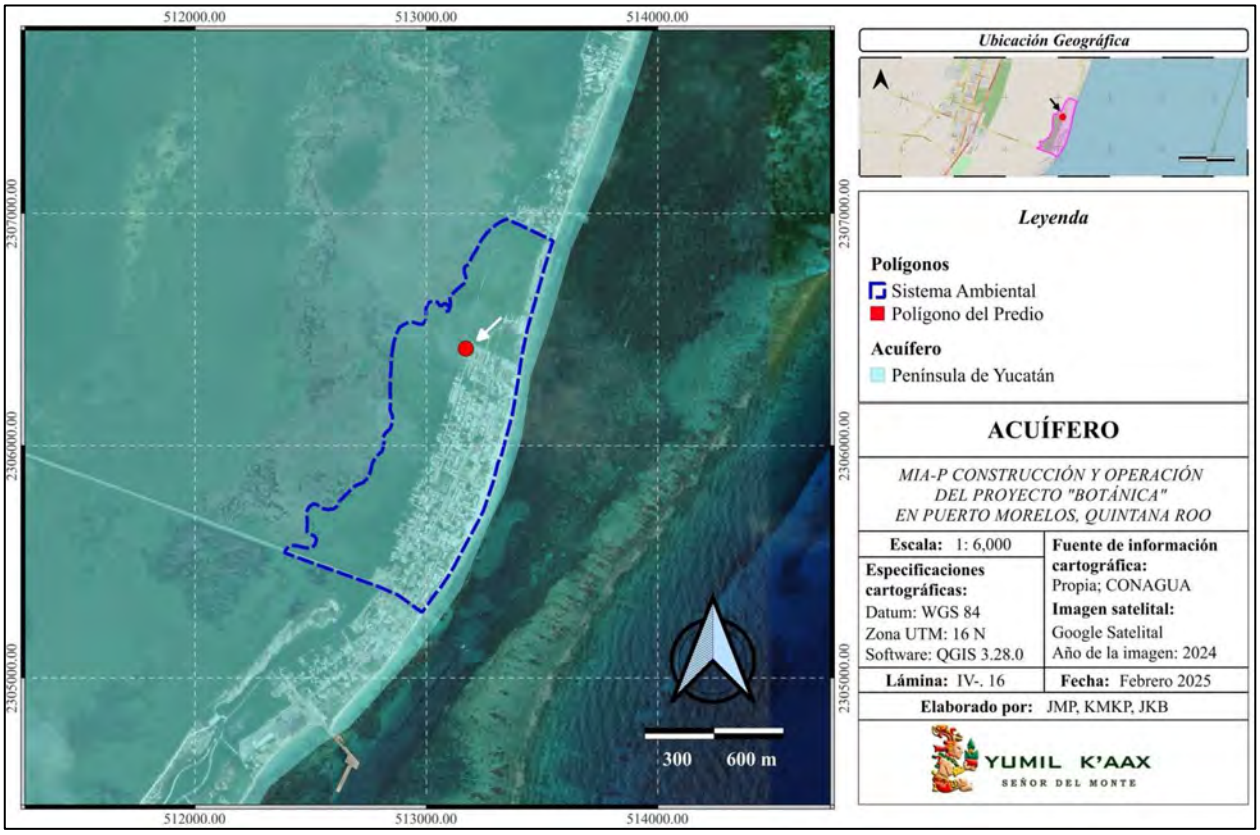


Lámina IV.16. Ubicación del Sistema Ambiental, respecto al área de explotación del acuífero.

En general, el acuífero de Quintana Roo es altamente vulnerable a la contaminación, debido al gran fracturamiento y abundancia de oquedades de disolución de las rocas que lo constituyen, su alta conductividad hidráulica, el escaso espesor de los suelos y de la zona no saturada, propician la casi inmediata respuesta del medio hidrogeológico al agente externo (aguas residuales, agroquímicos, efluentes industriales y materia orgánica); asimismo, el acuífero es susceptible a degradación por el movimiento de la interfase salina a consecuencia de cualquier variación en las condiciones de flujo (entradas y salidas) del agua a su interior. Por ello, es importante aplicar medidas de manejo ambiental para prevenir la contaminación de las aguas subterráneas.

El acuífero se explota por medio de cientos de captaciones, la mayoría de las cuales están emplazadas en las porciones del centro oriental y norte de la región, agrupados en 11 zonas de explotación que comprenden el 40% de la superficie estatal, con un balance geohídrico positivo desde el punto de vista cuantitativo.

Unidades Geohidrológicas

De manera general, las unidades geohidrológicas están constituidas por uno o varios tipos de roca, cuyas características fisicoquímicas le permiten en diferente grado, almacenar y transmitir el agua al acuífero. Estas se clasifican con base en su rendimiento y posibilidad de captación de agua.

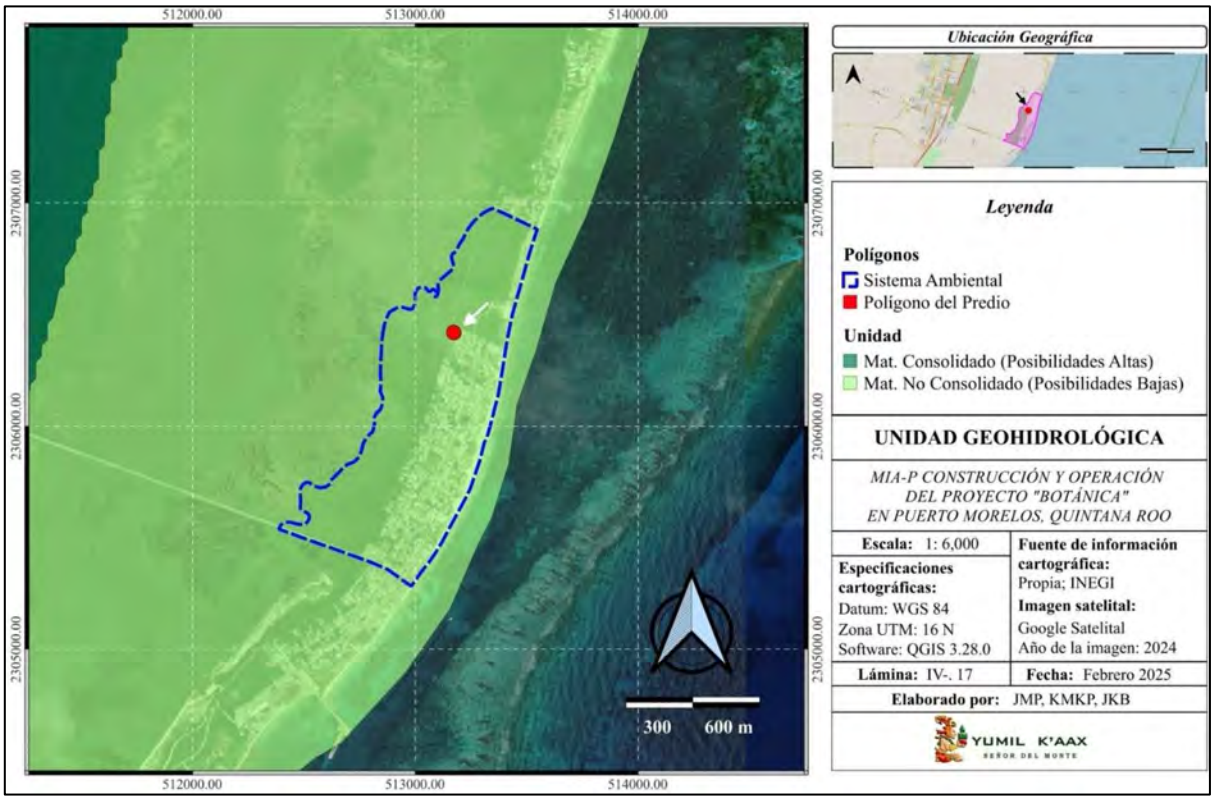


Lámina IV.17. Unidades geohidrológicas de la región donde se ubica el Sistema Ambiental.

Para conocer las unidades geohidrológicas presentes en el Sistema Ambiental, se utilizó la información de la Carta de Aguas Subterráneas F16-11 Escala 1: 250,000 Serie I Cozumel (INEGI). Por lo tanto, dentro del Sistema Ambiental y los alrededores de la región, se identificaron las siguientes unidades geohidrológicas:

- **Material consolidado con posibilidades altas:** Se encuentra distribuido en toda la región aglomerándose en la zona continental y está constituida por calizas de texturas medias. Presenta cavernas de disolución, lo que aumenta su permeabilidad secundaria, su acuífero se recarga por la infiltración directa del agua de lluvia. La calidad del agua extraída es tolerable, a excepción de la zona costera donde el agua tiene un grado de salobridad (agua salada y dulce).
- **Material no consolidado con posibilidades bajas:** Ubicado en las zonas lagunares, palustres, litorales, fluviales y áreas de inundación; se compone por depósitos detríticos cuaternarios formados por arcillas, limos, arenas, gravas, un alto porcentaje de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no son capaces de conformar acuíferos.

Cabe señalar, que dentro de la superficie del Sistema Ambiental solo se identificó la unidad de material no consolidado con posibilidades bajas, lo que es congruente con la morfología y características de la zona costera. Asimismo, el nivel del manto freático por precipitaciones o eventos extremos, provoca inundaciones en las áreas próximas a las comunidades de manglar pertenecientes a la APFF Manglares de Puerto Morelos, generando zonas inundables que dan lugar a cuerpos de agua intermitentes.

IV.2.1.6. Riesgos, Peligro y Vulnerabilidad

El riesgo natural es la posibilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita se vean afectados por un fenómeno natural de carácter extremo. La catástrofe es el efecto perturbador que provoca sobre un territorio un episodio natural extraordinario y que a menudo supone la pérdida de vidas humanas.

El concepto de desastre alude al impacto de deterioro que sufre la economía de una región y el drama social provocado por la pérdida de numerosas vidas (Olcina y Ayala, 2002; Birkmann & Winser, 2006), cuando las consecuencias de dicho episodio alcanzan una magnitud tal que ese territorio necesita ayuda externa en alto grado. En el estudio de los desastres, el análisis de los factores determinantes (peligros o amenazas) y de la vulnerabilidad (socio-ambiental) permite determinar el riesgo local ante fenómenos extraordinarios (Palacio, 2004; Frausto, 2008; Ihl *et al*., 2007).

El estudio de los riesgos se aborda de acuerdo con los fundamentos teóricos y metodológicos de cada ciencia. Las ciencias naturales, con base en los parámetros geológicos, geofísicos, biológicos, climáticos y ecológicos proporcionan elementos básicos para el conocimiento de la génesis, evolución, dinámica y ciclos de ocurrencia de los peligros (amenazas) naturales que inducen a situaciones de desastre.

La vulnerabilidad de cualquier sistema es una función de la sensibilidad de ese sistema para cambiar su grado de respuesta y el grado que puede adaptar o absorber ese cambio. En los que los ecosistemas costeros naturales de Quintana Roo se presentan esta capacidad, ante el incremento en el nivel del mar y por la reorganización de la dinámica física de los materiales sedimentarios a largo plazo (Pilkey y Cooper, 1994).

"El análisis de riesgo y desastre provocado por fenómenos naturales peligrosos donde el agente, proceso y factor determinante son los aspectos hidrometeorológicos y climáticos tiene tres fases" (Ramos, 2010; Frausto, 2010; Frausto, O. 2008; Palacio, *et al*. 2005; Olcina y Ayala, 2002). Por lo que es necesario definir y conceptuar a la amenaza como un fenómeno de la naturaleza o humano que afecta directa o indirectamente a una comunidad, y depende del grado de probabilidad de ocurrencia en cierto lugar y en un intervalo de tiempo (Wilches, 1993). Las amenazas se caracterizan por su magnitud, contraste espacial y patrón temporal; también existen otras clasificaciones de la amenaza que se centran en la génesis: naturales, por acciones bélicas, tecnológicas y por negligencia humana.

El estudio de los fenómenos peligrosos extremos vinculados con los eventos hidrometeorológicos y climáticos, permite dar instrumentos de la gestión de riesgo, entendida como la capacidad de los actores sociales de desarrollar y conducir una propuesta de intervención consistente, concertada y planificada para prevenir, mitigar o reducir el riesgo existente de una localidad**.** Los cambios en la morfología de las zonas costeras son el resultado de la influencia de muchos procesos, siendo uno de ellos el aumento en el nivel del mar. Entre los procesos más importantes se puede mencionar el balance entre el aporte y la remoción de sedimentos, el transporte litoral de sedimentos, la incidencia de eventos extremos y los movimientos verticales de la corteza terrestre.

Los cambios en el nivel del mar medidos en una localidad son la respuesta a una gran variedad de fenómenos, como las mareas; los seiches; las corrientes costeras; los fenómenos meteorológicos de escala sinóptica como nortes y huracanes; los fenómenos oceanográficos de gran escala como el fenómeno de El Niño; variaciones interdecadales como la oscilación decadal del Pacífico; condiciones oceanográficas que son la respuesta a fenómenos que se originan lejos de la zona de influencia, como las ondas atrapadas a la costa; los tsunamis; los movimientos verticales de la corteza terrestre; los cambios en la presión atmosférica y, por supuesto, la señal del cambio del nivel del mar debida al calentamiento global del planeta.

Las condiciones climáticas varían como resultado de la radiación solar, la inestabilidad atmosférica o incluso, por actividades antropogénicas como el cambio de uso de suelo y la quema de combustibles fósiles, por lo que los cambios climáticos atribuibles a causas naturales en una escala temporal mayor a los cambios observados actualmente rebasan la capacidad de los sistemas naturales de recuperarse y adaptarse.

Riesgos y Peligros de Origen Geológico

Debido a las características geológicas y al casi nulo relieve de la región, el riesgo ante fenómenos de origen geológico se considera bajo. Asimismo, no existen fallas activas que generen movimiento en el terreno y no se presentan elevaciones cercanas que pudieran generar un deslizamiento de tierra. Sin embargo, por la constitución kárstica de la Península, se forman estructuras (cavernas, grutas, hundimientos, cenotes, dolinas, entre otras) de diversos tamaños, las cuales podrían colapsar por un debilitamiento estructural.

Tabla IV.12. Clasificación de los peligros y riesgos de origen geológico.

Peligro	Características	Presencia en el SA
Fallas y Fracturas	El Sistema se encuentra dentro de la provincia fisiográfica de la península de Yucatán, sus características son diferentes a las del resto de nuestro país, tanto en lo que hace a la uniformidad de su superficie, como a las persistentes formaciones kársticas (calizas) que le cubren y a la ausencia de corrientes. La Provincia de Yucatán es una masa compacta a la que no se le han encontrado fracturas tectónicas. Se considera que está formada por rocas sedimentarlas cretácicas, que descansan en formaciones terciarias y que no han recibido movimientos orogénicos notables. Sólo a partir del plioceno se manifestaron esfuerzos epirogénicos generales con algunos movimientos de inmersión y de emersión, esto último es aún perceptible, como ocurre en puerto Progreso, donde en 110 años el mar se ha retirado aproximadamente 200 m.	No se han registrado antecedentes de fallas geológicas que impacten a la región o hayan impactado al municipio.
Sismos	La península de Yucatán es una zona considerada históricamente libre de temblores, podría ser incluida en breve en la lista de las regiones del país con actividad sísmica. Una reciente reanudación del movimiento rotativo de la Península (un fenómeno que se creía había cesado hace miles de años) podría ser la causa de la ocurrencia en la zona de los temblores presentados en los últimos cuatro años. En la Península los temblores no ocurren con frecuencia, pero si podemos decir que hay sismicidad de vez en cuando (Servicio Sismológico Nacional), debido a las repercusiones de otros sismos que ocurren en el centro del país o en Centroamérica, pero con epicentro fuera del territorio peninsular. La ausencia de procesos tectónicos pasados y presentes dificulta la explicación de un fenómeno sísmico en la región. Es por ello que no se analizará con mayor detalle, ya que al no existir antecedentes significativos se define que este fenómeno no sea significativo en la región.	No se han encontrado registros de sismos que impacten significativamente a la región.
Tsunamis o Maremotos	A pesar de su ubicación, este no está considerado dentro de la zona de tsunamis. La probabilidad de la presencia de este tipo de fenómenos en esta zona es muy baja, no se deja de monitorear los movimientos marítimos, a través del mareógrafo instalado para ese fin en la capitanía de puerto local.	No se han encontrado registros de este fenómeno, que impacten significativamente a la región.

Peligro	Características	Presencia en el SA
Vulcanismo	La Península de Yucatán se localiza fuera de la principal franja continental de actividad tectónica y volcánica, es por ello que la actividad volcánica es nula. El área geográfica ocupada por el Sistema Ambiental presenta una gran planicie con una leve inclinación no mayor del 0.01 % con pendiente de dirección Oeste hacia el Mar Caribe, en la cual no se encuentran elevaciones de importancia.	Debido a la ubicación geográfica, así como las características del relieve, dentro del área del SA, no se presentan riesgos o vulnerabilidad ante fenómenos de vulcanismo.
Deslizamientos	En el territorio no se presentan elevaciones del terreno significantes que pudieran ocasionar deslizamiento. Además de esto, el sistema se ubica sobre una masa compacta de tierra la que no se le han encontrado fracturas tectónicas, por lo que no es susceptible de sufrir deslizamientos.	Este tipo de fenómeno natural se descarta como generador de riesgo y vulnerabilidad en el SA.
Derrumbes	El Sistema Ambiental no se encuentra dentro o cerca de un área montañosa, por lo que no es susceptible a sufrir derrumbes.	Por la ubicación geográfica este fenómeno natural, se descarta como generador de riesgo y vulnerabilidad en el SA.
Hundimientos	Un hundimiento de tierra se refiere a un movimiento de la superficie terrestre en el que predomina el sentido vertical descendente y que tiene lugar en áreas aclinales o de muy baja pendiente. Este movimiento puede ser inducido por distintas causas y se puede desarrollar con velocidades muy rápidas o lentas según sea el mecanismo que da lugar a tal inestabilidad. Si el movimiento vertical es lento (metros o centímetros/año) y afecta a una superficie amplia (km^2) con frecuencia se habla de subsidencia. Si el movimiento es muy rápido (m/s) se suele hablar de colapso. Las causas de la subsidencia pueden ser, entre otras: • La respuesta de los materiales geológicos ante los esfuerzos tectónicos distensivos, por ejemplo, ante la formación de fosas tectónicas o "grabens" que con el tiempo pueden dar lugar a rifts. • La respuesta de los materiales geológicos ante los esfuerzos tectónicos localmente distensivos en un marco de tectónica epidérmicos con juegos de fallas superficiales con trazados flexionados, por ejemplo, en cuencas de tipo "pull-apart". • Reajustes litosféricos por isostasia, por ejemplo, al final de una colisión continental tras el cese del levantamiento cortical o fin de la formación de un orógeno. • Las variaciones en el nivel freático o en el estado de humedad del suelo, por ejemplo, como consecuencia de la explotación de acuíferos. • La actividad minera subterránea, por ejemplo, tras el abandono de galerías subterráneas.	Se encuentra en un área con nivel de susceptibilidad "muy bajo" a colapsos del terreno. El Riesgo de daño por karsticidad es "Muy Bajo" para la zona donde se ubica el predio.
Erosión Marina	La parte del acuífero que subyace a la microcuenca se le considera como libre, en los cuales los primeros 50 m de profundidad están constituidos por calizas fosilíferas que alternan con delgadas capas de calizas densas recristalizadas y margas calcáreas, probablemente equivalentes a la formación Carrillo Puerto, que han sido interpretadas como caliche (Buckley *et al.*,1994).	Puerto Morelos está frente a una sección del Arrecife Mesoamericano, que actúa como barrera natural para

Peligro	Características	Presencia en el SA
	La baja porosidad de las capas ha sido inferida, basada en la elevada resistividad de estas. Se cree que estuvieron expuestas en la superficie, dando oportunidad a que los procesos que forman este tipo de roca estuvieran activos. La SARH (1989), reporta la presencia de gruesas capas de margas, lutitas y calcarenita coquinoidea pulvurenta a profundidades de 150 m. Las líneas costeras están en proceso constante de mutación por acción de las olas que es particularmente intensa durante las marejadas causadas por las mareas y durante las tempestades. La costa es básicamente erosiva la cual se caracteriza por presentar una plataforma consolidada, zonas con arenas finas y salientes rocosas. Las unidades carbonatadas que constituyen el subsuelo de Quintana Roo y sus alrededores comprenden un acuífero libre de doble porosidad, el cual tiene una litología que varía de coquinas a calcilutitas blanquecinas bien cementadas, parcialmente recristalizadas de caliza detrítica.	frenar el oleaje. Sin embargo, el deterioro del arrecife reduce su capacidad protectora, lo que aumenta la fuerza de las olas que impactan el fondo marino y, por ende, favorece procesos de erosión marina. Otras acciones que afectan el fondo marino cerca de las playas es la remoción de pastos marinos y el dragado para establecer muelles, propiciando la pérdida de sedimento sumergido. Los fenómenos como tormentas y huracanes generan corrientes de retorno y oleajes intensos que mueven el fondo marino y pueden erosionar canales, rompientes y zonas arenosas subacuáticas.
Erosión Costera	El Peligro y Riesgo por Erosión costera en el estado se clasificaron en 3 categorías: Alto, Muy Alto y Sin Riesgo. Para este caso, considerando la infraestructura hotelera de la zona costera la zona podría considerarse con Vulnerabilidad Alta. De acuerdo con los estudios de la erosión costera en Cancún y la Riviera Maya la salida de sedimentos por transporte litoral es mayor y no presenta entrada de sedimentos al sistema por lo que la recuperación natural de la zona de playa es baja o nula. La erosión costera es un fenómeno originado por la relación entre los procesos climáticos, meteorológicos, hidrodinámicos y sedimentarios con la morfología costera y con la batimetría del fondo del área cerca de la costa, y se manifiesta como un retroceso de la línea de costa. Este fenómeno ocasiona preocupación a los gobiernos y asociaciones civiles de todos los países costeros. Por una parte, las zonas costeras se encuentran, por lo general, sometidas a demandas competitivas respecto del uso del espacio, y por otra, a las transformaciones de la línea de costa por procesos geológicos naturales. Los cambios en la línea de costa se encuentran relacionados con la dinámica del agua en la superficie y al interior de la corteza terrestre. Esta puede deberse, en parte, a las inundaciones lentas en planicie y las inundaciones súbitas de alta pendiente o de régimen torrencial y el anegamiento de zonas bajas por el aumento inusitado de volúmenes de agua o caudal.	En el municipio el riesgo por erosión costera únicamente se localiza en la localidad de Puerto Morelos, ya que este fenómeno se presenta en las zonas costeras por afectación de actividades antropogénicas y eventos hidrometeorológicos. El riesgo de erosión costera es alta en la línea de costa. Particularmente, el predio se sitúa en una zona donde el riesgo de erosión costera es muy bajo, de acuerdo con el *Atlas de peligros y riesgos del municipio de Puerto Morelos, estado de Quintana Roo*.

Peligro	Características	Presencia en el SA
Erosión Kárstica	Este tipo de erosión se refleja en las rocas situadas por encima de las aguas subterráneas, puede provocar el hundimiento del techo de la gruta y dejarla al descubierto. Estas formaciones son características de la península de Yucatán y reciben el nombre de cenotes. Se han encontrado cenotes, pero no todos se encuentran registrados en la microcuenca; sobre todo de se han encontrado pequeñas cavidades de poca profundidad, que van apareciendo en el proceso de urbanización.	Es necesario un para determinar la existencia o no de cavidades significativas que presenten algún riesgo a los posibles habitantes de unidades particulares a establecer. En el caso del predio no se identificaron cavidades o canales subterráneos

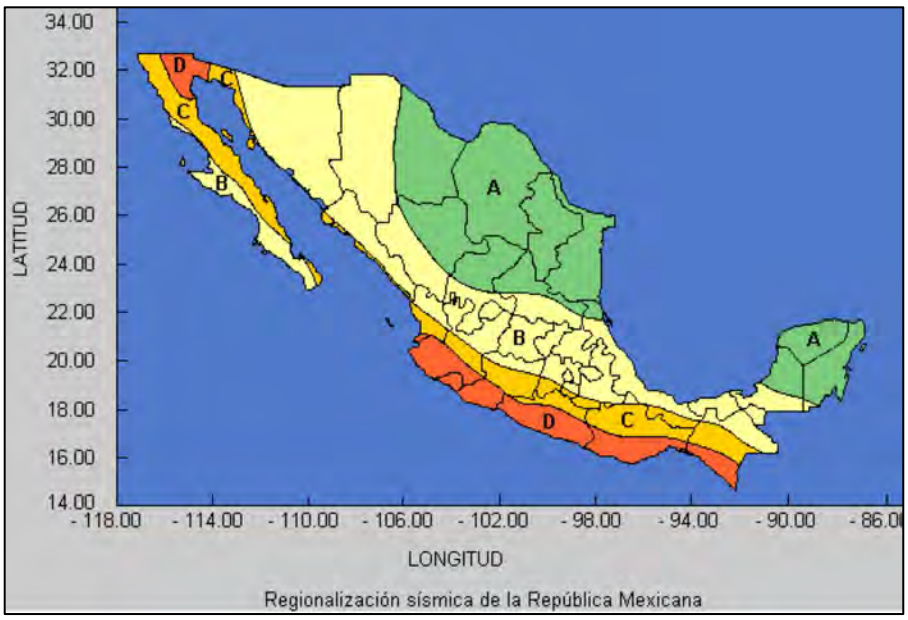


Figura IV.5.- Regiones Sísmicas en México. Zona A sin registros históricos de sismos. Zonas B y C son intermedias, se registran sismos no tan frecuentemente o afectaciones por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. Zona D se han reportado grandes sismos históricos, ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad.

Riesgos y Peligros de Origen Meteorológico

Debido a que el proyecto se desarrollará cerca de un área costera, las afectaciones por fenómenos hidrometeorológicos serán las que tengan mayor relevancia. En general, todas las localidades del estado de Quintana Roo presentan algún grado de vulnerabilidad ante fenómenos como las sequías, ciclones, huracanes, inundaciones, entre otras, de acuerdo con el "*Atlas de Peligros y Riesgos del Municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo (CENAPRED H. Ayuntamiento 2018-2021)".*

A continuación, se presentan los principales riesgos y peligros de origen meteorológico para la región:

- **Ciclones (Huracanes y Ondas Tropicales)**

Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y se desplazan hacia el oeste. Se presentan durante la época cálida, cuando las temperaturas del mar son del orden de 26° C. Las regiones donde se originan los ciclones se les conocen como zonas ciclogenéticas. Los que llegan a México provienen de la sonda de Campeche, Golfo de Tehuantepec, Caribe (alrededor de los 13° latitud norte y 65° longitud oeste) y sur de las islas Cabo Verde (cerca de los 12 grados latitud norte y 57 grados longitud oeste). Los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta y lluvia.

Los ciclones tropicales como fenómenos naturales cuentan con aspectos destructivos que permiten su clasificación de acuerdo a su intensidad, así como llevar a cabo planes de prevención en caso de ocurrencia.

Tabla IV.13. Aspectos de la escala Saffir-Simpson.

Categoría	Presión central (milibares)	Marea de tormenta (metros)	Vientos (km/h)	Afectaciones potenciales
1	>980	1.2-1.5	119-153	Daños a casas móviles, árboles y arbustos y señalizaciones débiles. Daños menores por inundaciones en carreteras costeras. Daños leves en muelles y no significativos en edificios.
2	965-979	1.6-2.4	154-177	Daños en viviendas (puertas, ventanas y algunos techos). Daños considerables a arbustos y árboles, casas móviles, señalizaciones y muelles. En zonas costeras se pueden presentar inundaciones y las embarcaciones menores pueden presentar amarres rotos.
3	945-964	2.5-3.6	178-209	Daños estructurales en construcciones, daños, así como a árboles y arbustos (caída de árboles de gran tamaño). Destrucción de casas móviles y señalizaciones. Las zonas costeras pueden inundarse de 3 a 5 horas previas a la llegada del centro del fenómeno provocando la destrucción de estructuras pequeñas. El oleaje daña las grandes estructuras. De igual manera, la inundación de las zonas costeras alcanza hasta 1.5 sobre el nivel de mar y el agua penetra hasta 13 km mar adentro.

Categoría	Presión central (milibares)	Marea de tormenta (metros)	Vientos (km/h)	Afectaciones potenciales
4	920-944	3.7-5.5	210-249	Daño estructural en construcciones, árboles, arbustos y señalizaciones completamente arrancados. Destrucción de casas móviles Daño en viviendas (puertas y ventanas). Zonas costeras inundadas con daños en pisos bajos de las construcciones cercanas a la costa. Se alcanza un aumento del nivel del mar de hasta 3m por lo que es necesario evacuar las áreas residenciales de hasta 10 km tierra adentro.
5	<920	>5.5	>249	Daño total de techos en construcciones. Fallas totales en los suministros de agua y energía. Todos los árboles, arbustos y señalizaciones completamente arrancadas. Destrucción total de casas

Tabla IV.14-. Aspectos destructivos de los ciclones tropicales.

Aspectos destructivos	Características
Viento	Es el factor distintivo de un ciclón tropical diferenciándolo de las tormentas severas. Este factor es causante de manera directa o indirecta de otras amenazas como el oleaje, la marea de tormenta y la precipitación pluvial. Es también un aspecto que se toma en cuenta para la clasificación de la evolución e intensidad de estos fenómenos, siendo utilizada la velocidad máxima sostenida de los vientos como el punto clave. A diferencia de los tornados, los fenómenos que presentan las mayores intensidades de viento que, en ocasiones, sobrepasan velocidades de 300 km/h. En el caso del huracán Gilberto el viento alcanzó una velocidad máxima en ráfagas de 280 km/h y una velocidad máxima sostenida de 210 km/h. Conocer la velocidad de los vientos toma importancia durante las medidas de prevención ya que nos prevén del daño potencial que pudieran presentarse.
Marea de tormenta	El efecto menos conocido entre la población y aún a nivel técnico en nuestro país, es la marea de tormenta o sobreelevación del nivel medio del mar (más de 1 metro) cuando un ciclón tropical se acerca a la costa. La marea se agrega al oleaje que físicamente se está produciendo en el momento que se aproxima el huracán y por esta razón no es tan obvio percatarse de la existencia de dicha sobreelevación por lo que simplemente se reportan olas que tienen mayores alcances tierra adentro. El principal efecto de la marea de tormenta es la inundación de las zonas costeras con agua de mar que, dependiendo de la topografía, puede llegar a cubrir franjas de varios kilómetros.

Aspectos destructivos	Características
Oleaje	Como se mencionó anteriormente el oleaje es causado principalmente por el viento, cuando este sobrepasa la superficie del agua, la fuerza de fricción ocasiona que se formen ondas. La altura que el oleaje pudiera alcanzar está definida por la fuerza del viento, la distancia que mantiene y su duración. La gran intensidad y extensión del campo de vientos generan fuertes oleajes que, al trasladarse pueden afectar en gran medida inclusive por las zonas alejadas del punto de incidencia del huracán sobre la tierra. En México, los ciclones tropicales producen las condiciones de oleaje más severas y, por lo que no es conveniente la navegación en esas condiciones y se considera en el diseño de las obras de protección costeras. El huracán Wilma del 2005 registró vientos sostenidos de 220 km/h y rachas de hasta 2070 los cuales provocaron olas de 10 metros de altura e inundaciones de hasta 8 msnm en Cancún y Playa del Carmen. Las olas del mar atravesaron la playa y zona hotelera hasta llegar a la laguna Nichupté
Precipitación	En algunas ocasiones, los ciclones tropicales producen lluvias intensas o por el contrario pueden atravesar la región sin causar efectos significativos. Lo anterior dificulta el trabajo al momento de relacionar la cantidad de lluvia con la intensidad del ciclón. La precipitación es un factor importante para la economía agrícola, especialmente en las regiones semiáridas de México ya que la lluvia contribuye de manera significativa los niveles de las reservas de agua que se requieren para la producción de los alimentos. La mayor precipitación en toda la historia se registró durante el paso del huracán Wilma del 2005.

La Península de Yucatán está directamente influenciada por la presencia de fenómenos meteorológicos como los huracanes, estos se presentan durante la época del verano y otoño, en los meses de mayo a noviembre se presentan con mayor incidencia, que generalmente siguen una dirección este-oeste y que, al acercarse a la Península, toman un rumbo cercano al noreste liberándose para internarse en el Golfo de México a través del canal de Yucatán.

De los huracanes de gran magnitud que han impactado la península, destaca el paso del Huracán Gilberto (septiembre de 1988), con ráfagas de vientos mayor a los 250 km/h, considerado categoría 5, en la clasificación del Zafiro/Simpson como la escala más alta. Otros huracanes que han impactado la península de Yucatán fueron Opal en 1995, Diana en 1990 (categoría 3), Roxanne en 1995 (categoría 3) e Isidoro en 2002 (categoría 3).

En los últimos años, los huracanes que han afectado las costas de Quintana Roo por su cercanía a la Península fueron Iván en Agosto 2004, provocando la erosión de las playas, Emily en julio 2005 (categoría 3), causando serias afectaciones en las costas de la Riviera Maya y en particular entre Puerto Aventuras y Akumal, y por último Wilma en Octubre del 2005 (categoría 4), este último ocasionando graves estragos en toda la costa del Estado en especial en los municipios de Benito Juárez, Isla Mujeres, Solidaridad y Lázaro Cárdenas, ya que a pesar de no tener tanta velocidad como el Gilberto, permaneció cerca de 60 horas estacionado en los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres ocasionando graves daños e inundaciones.

De acuerdo con los datos recabados en el Atlas de Riesgo del estado de Quintana Roo, el grado de peligro por presencia de ciclones tropicales en los municipios circundantes al Sistema Ambiental, oscila entre muy alto y muy alto. Para el municipio de Puerto Morelos, el grado al peligro por ciclones tropicales se mantiene en un rango alto, esto es debido a las condiciones climáticas y la presencia de fenómenos extremos que son regulares en periodos concretos del año. Sin embargo, debido a las campañas de concientización y condiciones naturales tales como, el tipo de vegetación costera que funge como una barrera natural, mitigando los daños que se pudieran ocasionar en eventos extremos, la vulnerabilidad de la población ante estos fenómenos es baja.

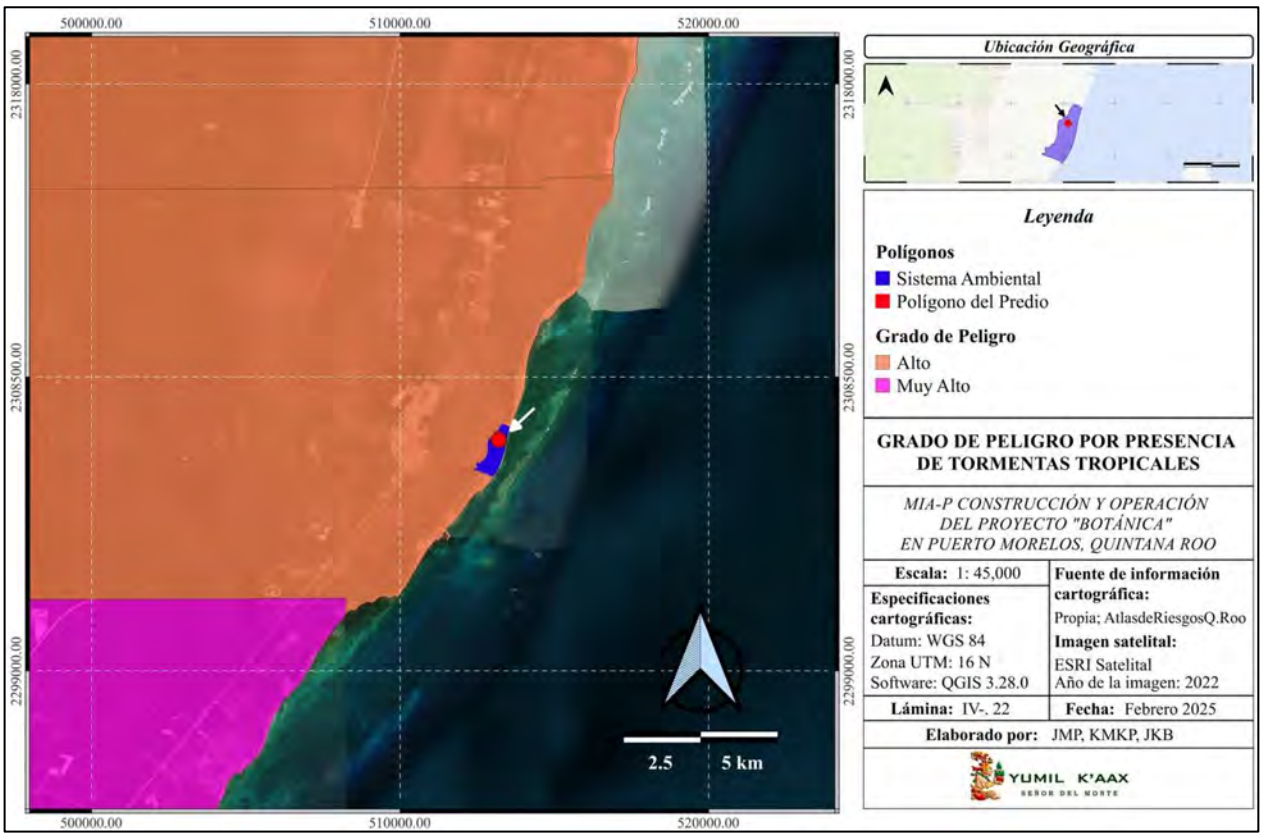


Lámina IV.18. Grado de peligro por presencia de ciclones tropicales en el municipio donde se sitúa el SAR.

- **Nortes**

Además de los ciclones, los "nortes" son otros fenómenos meteorológicos que se presentan afectando al Municipio, los cuales ocurren a finales del mes de noviembre, con el término de la temporada de huracanes, se caracteriza por estar formados de masas de aire polar de alta velocidad, provenientes del norte y noreste que alcanzan la península de Yucatán, durante el otoño e invierno, estos vientos llegan a alcanzar hasta los

100 km/h, provocando el descenso de la temperatura que generalmente se acompañan de abundantes lluvias, presentes desde los meses de noviembre a marzo.

Tabla IV.15. Clasificación de categoría, velocidad y vulnerabilidad.

Categoría	Velocidad Km/h	Vulnerabilidad
1	119-153	No provoca ningún daño efectivo a los edificios. Daños menores a arbustos y árboles. Algunas inundaciones de carreteras y costeras y daños leves a muelles.
2	154-177	Provoca algunos daños a los tejados, puertas y ventanas de edificios. Daños considerables a la vegetación, casas y muelles. Las carreteras costeras se inundan dos horas antes de la entrada del centro del huracán.
3	178-209	Provoca algunos daños estructurales a pequeñas residencias y construcciones auxiliares, con pequeñas fisuras en los muros. Las inundaciones cerca de la costa destruyen las estructuras más pequeñas y los escombros flotantes dañan a las mayores. La erosión y el transporte de objetos se incrementan.
4	210-250	Provoca fisuras más generalizadas en los muros, con derrumbe completo de toda la estructura del techo de las viviendas pequeñas. Las inundaciones de los terrenos planos debajo de tres metros situados a 10 kilómetros de la costa. La erosión es muy fuerte en las playas.
5	> 250	Derrumbe total de los techos en muchas residencias y edificios. Algunos edificios se desmoronan y el viento se lleva las construcciones. Los daños son graves en los pisos bajos de todas las estructuras. La erosión de las playas y la remoción en masa del relieve son muy elevadas.

La vulnerabilidad física está relacionada con el impacto de las lluvias y las consecuentes inundaciones, sobre todo, cerca de las costas. Los fenómenos son más intensos en otoño que en verano. Durante el verano las lluvias provocan erosión en las costas y en los litorales que actúan como barrera pluviométrica. Los cultivos tropicales cercanos a las costas se caen o se inundan. Las viviendas mal construidas se dañan por el exceso de humedad. Mientras que, en otoño, las lluvias se vuelven más copiosas por la manifestación de otros fenómenos que acompañan a las ondas tropicales.

- **Tormentas Eléctricas**

Fenómeno meteorológico caracterizado por la presencia de rayos y sus efectos sonoros en la atmósfera terrestre. El tipo de nubes meteorológicas que caracterizan a las tormentas eléctricas son las denominadas cumulonimbos. Las tormentas eléctricas por lo general están acompañadas por vientos fuertes, lluvia copiosa y a veces nieve, granizo, o sin ninguna precipitación.

Las tormentas eléctricas fuertes o severas pueden rotar, en lo que se denomina super celdas. Mientras que la mayoría de las tormentas eléctricas se desplazan con la velocidad de desplazamiento promedio del viento

en la capa de la tropósfera que ocupan, cortes de viento verticales pueden causar una desviación en su curso de desplazamiento, en dirección perpendicular a la dirección de corte del viento. Pueden formarse dentro de las masas de aire de la convección del aire elevada, común en las tardes de verano, cuando se calienta la superficie. El efecto orográfico (a barlovento en las grandes montañas) puede estar asociados a los frentes, siendo más intensa en el caso de los frentes fríos. Las tormentas más fuertes se generan cuando el aire cálido y húmedo se eleva rápidamente, con velocidades que pueden alcanzar 160 Km/h.

En temporada franca de Huracanes y Tormentas Tropicales se pueden observar lluvias de moderadas a fuertes de entre 70 a 150 mm con vientos que corren del Norte al Noreste, de 25 a 35 Km/h, con rachas de 55 Km/h y con esto la producción de tormentas eléctricas. Esto puede fenómenos meteorológicos se pueden representar mediante las isoyetas, la cual es una isolínea que une los puntos en un plano cartográfico que presentan la misma precipitación en la unidad de tiempo. De igual manera las isotermas son líneas con la misma temperatura que garantizan no tener condensaciones en las claraboyas o los lucernarios de las cubiertas ya que tienen un valor constante de temperatura.

- **Sequías e Incendios Forestales**

Debido a la ubicación del sistema, y sus condiciones climatológicas (velocidad, orientación del viento, humedad del ambiente, estaciones de canícula muy marcadas, etc.), se propicia que durante el verano se sufra de tormentas eléctricas, siendo estas en algunos casos el inicio de un incendio forestal.

Las principales causas de las sequías están relacionadas con cambios de las presiones atmosféricas y alteraciones en la circulación general de la atmósfera, generados por modificaciones en el albedo superficial, la existencia de una espesa capa de polvo en la atmósfera, cambios en la temperatura de la superficie de los océanos y mares e incrementos en las concentraciones de bióxido de carbono, ocasionan variaciones espaciotemporales de las precipitaciones. El aumento de temperatura generado por el cambio climático, genera estrés sobre los ecosistemas, al aumentar la temperatura del suelo, lo cual generará mortandad de especies tanto marinas como terrestres.

Tabla IV.16. Clasificación de las sequías.

Tipo	Características
Meteorológica	Se presenta en un período de tiempo cuando la lluvia registrada es menor al promedio
Hidrológica	Se presenta en un período de tiempo cuando los escurrimientos tanto superficiales como subterráneos están por debajo del promedio
Agrícola	Se presenta en un período de tiempo cuando la humedad contenida en el suelo es insuficiente para producir una cosecha.

De acuerdo con la clasificación anterior, el tipo de sequía que se presenta en la región es del tipo meteorológica, debido a las marcadas épocas de secas que se presentan durante los meses de marzo, abril y mayo. Los registros de humedad relativa, indican que los valores máximos corresponden a los meses de julio a octubre, incrementando ésta en el mes de septiembre (época de lluvias), mientras que los valores más bajos corresponden a los meses de marzo, abril y mayo (época de secas). Por la ubicación geográfica y el clima cálido subhúmedo que posee el municipio la probabilidad que se presente este fenómeno y el nivel de peligro por sequías es medio.

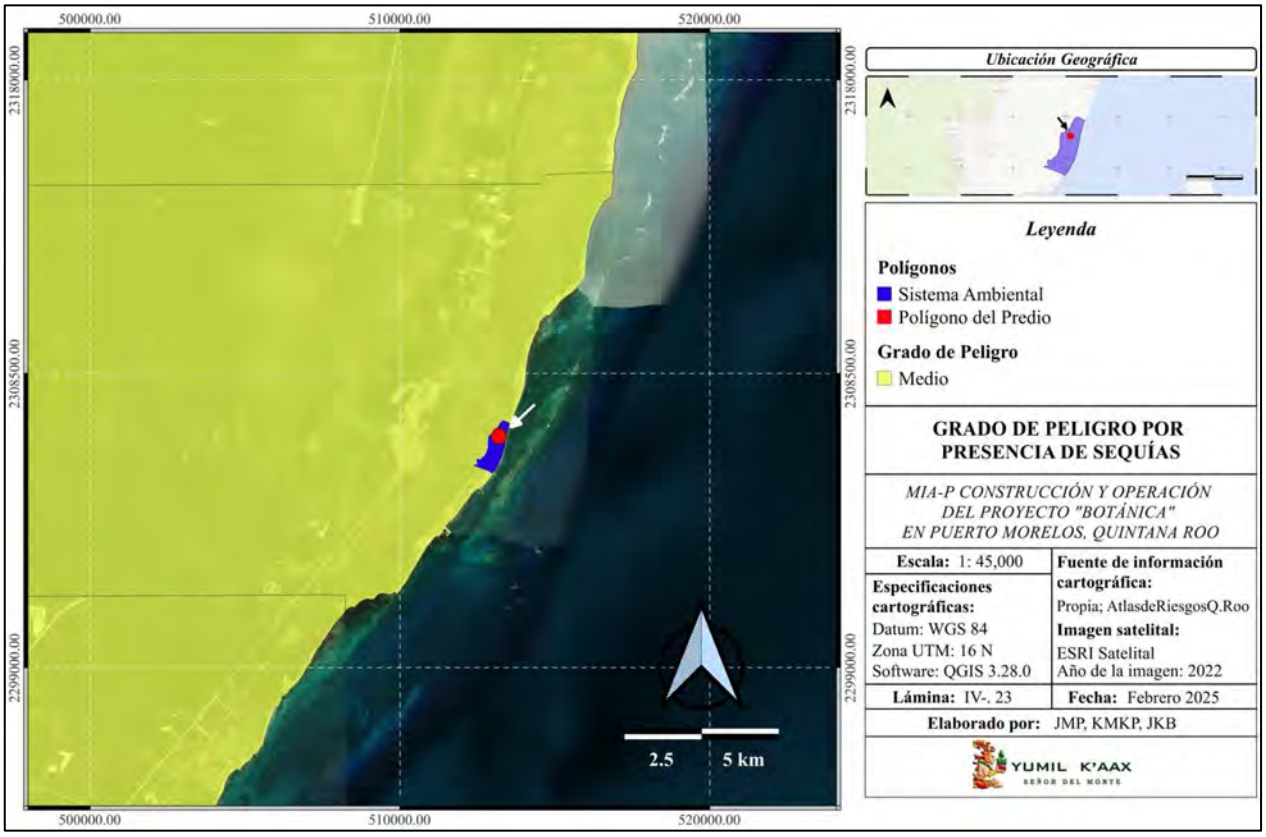


Lámina IV.19. Grado de peligro por sequía en los municipios próximos al sistema.

Si se considera un enfoque local, por datos asociados de las estaciones asociadas a las localidades donde se ubican, se observa que, la localidad de Puerto Morelos presento la onda cálida de mayor duración (93 días). El nivel de peligro para la localidad de Leona Vicario es "media", mientras que el de Central Vallarta es "bajo" y el de Puerto Morelos es "muy bajo".

Los incendios forestales dependen de variables como: condiciones meteorológicas, tipos de vegetación involucradas, grado de humedad y carga de combustible consumido por unidad de área Los incendios

forestales que se han presentado en el Municipio han desbastado zonas de parcelas agrarias dadas las características de la región geográfica.

Descripción	Bajo Riesgo	Medio Riesgo	Alto Riesgo	Muy Alto Riesgo
Temperatura	Hasta 25ºC	Hasta 30ºC	De 30º C a 36º C	Arriba de 36º C
Humedad Relativa	Hasta 50%	Hasta 40%	Menos del 20%	Abajo del 10%
Velocidad del viento	De 0 a 10 km/h	De 10 a 20 km/h	Arriba de 20 km/h	Más de 30km/h
Vegetación (combustible)	Semi-Húmeda	Seca	Seca o muy seca	Muy Seca
Cielo	Nublado	Nublado a medio nublado	Soleado a medio nublado	Soleado
Status	Favorable	Pre-Alerta	Alerta	Alarma
Semáforo	Verde	Ámbar	Rojo	Situación crítica ROJA
Acciones	Monitoreos normales, vigilancia de rutina, prevención de **RUTINA**	Monitoreos y medidas detección constantes, vigilancia permanente, prevención **CONSTANTE**	Monitoreo intenso detección intensa y constante de todas las áreas críticas vigilancia permanente, Prevención **URGENTE**	Monitoreo Constante, comunicación intensa con municipios y vigilancia extrema prevención **MEDIDAS EXTREMAS**

Figura IV.6. Semáforo de Riesgos por Incendio Forestal.

La temporada de incendios forestales inicia cíclicamente en el mes de enero y termina en el mes de agosto. La época crítica se agudiza durante los meses de febrero a mayo, no sólo por la falta de lluvias y las temperaturas extrema, sino por el comportamiento de los vientos.

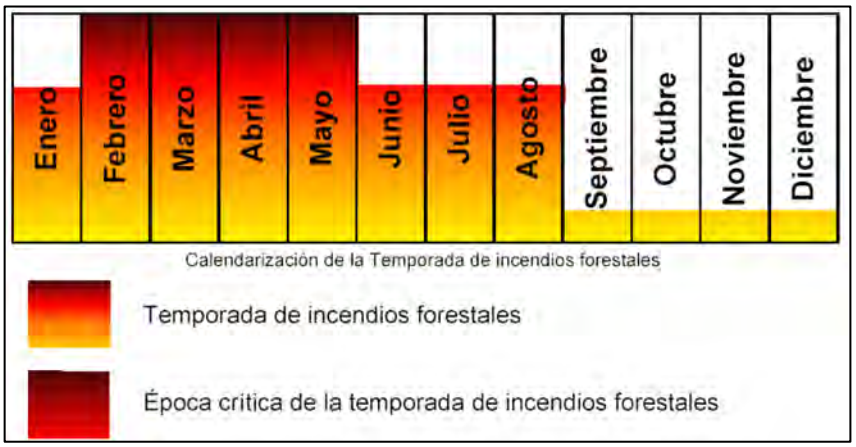


Figura IV.7-. Calendarización de la temporada de incendios forestales.

Sin embargo, cabe señalar que el nivel de peligro general ante este fenómeno se mantiene "bajo", en el contexto municipal, debido a las condiciones climáticas y el tipo de vegetación que posee la región. Además, se observa la presencia de niveles de Peligrosidad Altos y Medios para la zona de Leona Vicario, tanto por la presencia de incendios o bien por ser el mayor sitio con registros de puntos de calor en el municipio.

- **Vientos Fuertes y Masas de Aire (heladas, granizo y nevadas)**

Los vientos fuertes son causados por los diversos frentes fríos y huracanes que entran por la costa, ocasionando la restricción para la navegación; Se han registrado vientos de huracán de 75 Km/ h y de tormenta tropical de hasta 340 Km/h. Estos vientos muchas veces son proyectiles que pueden dañar a las personas y causar daños graves, motivo por el que se deben asegurar objetos y evitar residuos libres, además, los patios y casas limpias de cacharros tienen menos posibilidades de albergar brotes de moscos.

- **Inundaciones**

Una inundación es la ocupación por parte del agua en las zonas que habitualmente están libres de esta, bien por el desbordamiento de ríos debido a lluvias torrenciales o deshielo, o por subida de las mareas por encima del nivel habitual. Las inundaciones fluviales son procesos naturales que se han producido periódicamente y que han sido causa de la formación de las llanuras en los valles de los ríos. (*Robles, et al.,2016*).

Se estima que, en casi todos los municipios del estado de Quintana Roo, las inundaciones se presentan por la falla en el sistema de drenaje y sobre todo por intrusiones marinas durante las tormentas tropicales o sistemas ciclónicos que generan fuertes vientos y mareas de tormenta que llevan al nivel del mar a elevarse a tal grado que el oleaje lleve agua hasta las vialidades más cercanas a la zona litoral.

Un elemento a tomar en consideración, en las inundaciones causadas por fenómenos como el desbordamiento de cuerpos de agua es la incapacidad de captación pluvial por exceso de volumen de lluvia. Asimismo, la elevación dentro de la zona insular del Municipio no excede los 5 msnm, lo que determina las zonas inundables por compactación y poco o lenta lixiviación.

Debido a los tipos de suelo de Puerto Morelos, es poco probable que ocurra una inundación pluvial severa, aunque sí está expuesto a encharcamientos. Por lo que de manera general el municipio mantiene un grado de peligro "medio" por inundación pluvial. En un ámbito local se presentan zonas que de manera recurrente se han caracterizado por ser sujetas a dichos fenómenos, un ejemplo de esto es la localidad de Leona Vicario donde el nivel de peligro aumenta a "muy alto".

Por lo anterior, se concluye que el municipio de Puerto Morelos posee un peligro "medio" para el fenómeno de inundación pluvial, sin embargo, en las localidades de Puerto Morelos y Leona Vicario el peligro aumenta a "muy alto". Estas inundaciones son el resultado del cubrimiento del terreno natural en las zonas de los núcleos urbanos, al encarpetar las vialidades, lo que evita la infiltración del agua ante escenarios de alta precipitación.

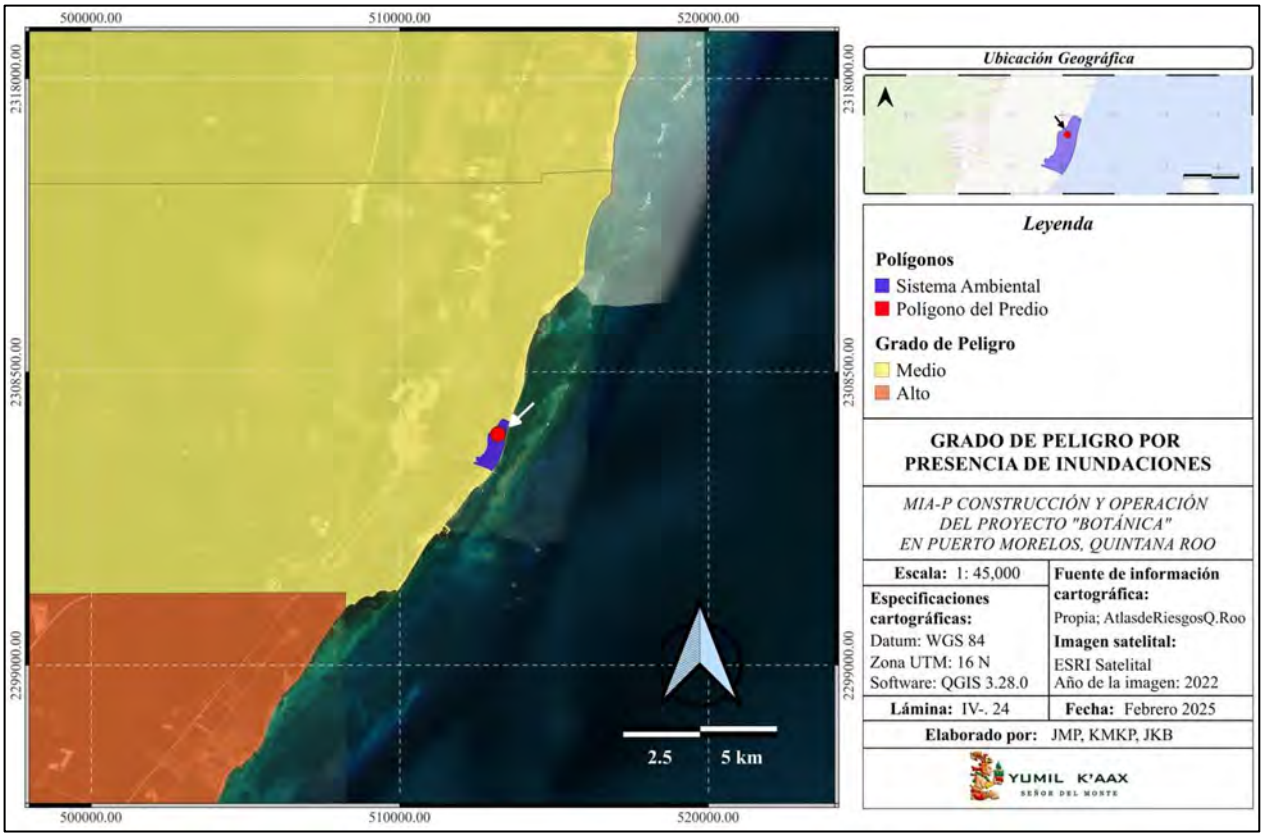


Lámina IV.20. Grado de peligro por presencia de inundaciones en el municipio donde se sitúa el sistema.

Riesgos, Peligros y/o Vulnerabilidad ante otros Fenómenos

Actualmente la comunidad científica internacional plantea que los cambios climáticos vienen originando cambios globales, debido a ello se hace indispensable realizar estimaciones cualitativas y cuantitativas de los efectos que este podría causar.

Los aspectos físicos o medioambientales, son dos de las causas de cambios climáticos: el posible cambio por incremento de la concentración de gases de efecto invernadero (el considerado cambio global antropogénicos) y las alteraciones debidas a la urbanización. Otras causas estudiadas las variaciones en la órbita terrestre o la deforestación.

La principal fuente de energía de nuestro planeta es la radiación solar, de acuerdo a la ubicación latitudinal ésta la absorben los continentes, mares, océanos y atmósfera, lo que permite que se originen los estados del tiempo y climas. Dentro de una escala geológica, existen cambios climáticos, los cuales involucran miles o millones de años entre las cuales se han descrito, las variaciones de la posición del planeta, actividad de las manchas solares, o el contenido de dióxido de carbono en la atmósfera, etc.

La creciente emanación de gases de efecto de invernadero a la atmósfera, ha aumento la temperatura global del aire para los próximos 100 años, teniendo como posibles consecuencias un incremento del nivel del mar entre 0.35 a 0.85 m. Estos cambios climáticos afectarán profundamente los ecosistemas de nuestra zona costera y mar territorial, afectando de igual manera el ambiente marino. No obstante, dichas consecuencias no se pueden estimar.

- **Vulnerabilidad Social**

La vulnerabilidad social es parcialmente producto de las inequidades sociales (influyen o modelan la susceptibilidad de varios grupos al daño y que también determinan su capacidad para responder). Sin embargo, también incluye a las desigualdades del lugar (características de las comunidades y del ambiente construido, tales como el nivel de urbanización, las tasas de crecimiento, la vitalidad económica, que contribuyen a la vulnerabilidad social de los lugares). Cutter *et al.* (2003) han construido un modelo de vulnerabilidad para examinar los componentes de la vulnerabilidad social. En su conceptualización, el riesgo (una medida objetiva de la probabilidad de experimentar un evento peligroso) interactúa con la mitigación (medidas para atenuar riesgos o reducir su impacto) para producir el peligro potencial.

El peligro potencial es tanto moderado o acentuado por un filtro geográfico (ubicación y situación del lugar, proximidad) como por la producción social del lugar. La producción social incluye la experiencia del peligro que tiene la comunidad, la habilidad de la comunidad para responder, enfrentarse, recuperarse y adaptarse a los peligros, que a su vez influyen por sus características económicas, demográficas y habitacionales. Las vulnerabilidades sociales y biofísicas interactúan para producir la vulnerabilidad del lugar, se cuantifican a partir de la construcción de un índice de vulnerabilidad con base en la información estadística disponible. La vulnerabilidad social señala situaciones en las cuales la población se encuentra expuesta a fenómenos (un evento natural) que pueden causar daños que podrían ser evitados. La razón por la cual la población se encuentra en esa situación de vulnerabilidad o riesgo puede obedecer no a un problema de percepción (información sobre las amenazas) o a un problema práctico o de cálculo de la seguridad (aceptabilidad del riesgo ante una evaluación de la situación y de las defensas disponibles) (Rodríguez y Bozada, 2010).

Las situaciones prácticas que generan amenazas están cambiando rápidamente y han adquirido gran complejidad. El término "cambio climático" puede estar cubriendo, una diversidad de fenómenos de gran complejidad: cambios en las temperaturas, cambios en las mareas, cambios en los patrones de precipitación pluvial, cambios en los ecosistemas, cambios en las capacidades del suelo para asimilar la creciente humedad, cambios en la magnitud de los huracanes, etc. La coincidencia o confluencia de algunos de estos fenómenos, es lo que explica en un momento dado la envergadura de una amenaza, la cual adquiere, de manera súbita, proporciones que rebasan la capacidad de respuesta del grupo social.

- **Manejo de Residuos Sólidos**

El estilo de vida de las sociedades actuales, por el incremento poblacional en los centros urbanos o por la modificación en los patrones de consumo, contribuyen a que el problema de los residuos sólidos urbanos sea más grave, el aumento en el consumo de productos con envolturas y embalajes es cada vez más frecuente e incide directamente en la degradación ambiental y el deterioro de la salud pública (Minuzzi *et al*., 2002). Según el Banco Interamericano de Desarrollo (1997) establece que un "residuo sólido es cualquier producto, materia o sustancia, resultante de la actividad humana o de la naturaleza, que ya no tiene más función para la actividad que lo generó". En México, la generación de residuos urbanos aumento de 30,000 ton/día de 1950 a 88,100 ton/día desde el 2000. De los 32 millones de toneladas anuales que se generan actualmente, el 53% está constituida por residuos orgánicos, 14% es papel y cartón, 6% vidrio, 4% plástico, 2% textiles y 3 hojalata; el 18% restante se integra con madera, cuero, hule, envases de cartón encerado, trapo, fibras diversas, entre otros (GTZ, 2003).

Debido a que las actividades turísticas se consideran de bajo impacto, su desarrollo se lleva a cabo con mínimas regulaciones. El resultado de este fenómeno administrativo y político social son sitios turísticos con fuertes problemas ambientales como la disposición final de los residuos sólidos o la falta de un sistema de recolecta adecuado. Los rellenos sanitarios son una forma común para disposición final, sin embargo, cuando se carece de espacio suficiente y de un manejo adecuado se generan problemas tanto ambientales como sociales. Al presentarse este tipo de problemas por el incremento de residuos sólidos urbanos generados principalmente en las zonas más urbanizadas (incremento poblacional o exceso en el consumo de tiraderos a cielo abierto) se convierte en una práctica común que origina un problema de control (basureros clandestinos). La implementación de programas y tecnologías para el manejo eficiente y transformación de residuos depende en gran medida del involucramiento de los diversos sectores de la sociedad para la gestión integral que además de la recuperación de materiales reciclables, promueva la modificación de los patrones de consumo, reduciendo la generación de residuos sólidos urbanos.

Los lixiviados se generan principalmente con aguas meteóricas que se han percolado a través de la masa de residuos cargando a su paso ciertos microorganismos, sustancias químicas minerales y orgánicas, cuyas concentraciones son difíciles de determinar debido a que los rellenos sanitarios con considerados como "reactores complejos" al contener una mezcla heterogénea de residuos que cambian de forma espontánea como consecuencia de la actividad microbiológica (Robles, 2005). Asimismo, el biogás está formado principalmente por metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), seguido por diferentes componentes que incluyen el hidrógeno (H_2), el sulfuro de hidrógeno (H_2S) y trazas de vapor de agua, dependiendo de la presión, la temperatura y el contenido de humedad, las concentraciones de estos gases (Colmenares y Santos,

2007), así como de la composición de los residuos, de la forma de explotación y de la edad del relleno sanitario (Robles, 2005).

Cada tipo de desecho tiene un ciclo de vida diferente, el cual depende de sus características y composición; el manejo inadecuado, o la mezcla de diferentes tipos de residuos, puede generar diversos impactos en los medios físico, biológico y antrópico. Un tiradero no controlado o un relleno sanitario manejado de forma inadecuada genera contaminación del suelo lo cual causa daños a la flora y fauna aledaña, y contaminación de aguas subterráneas en caso de encontrarse cerca del manto freático; causa también contaminación de aire por el metano que es uno de los principales gases de efectos invernadero producido por la descomposición de los residuos orgánicos (BID, 1997).

De tal manera, que al no existir un programa de manejo de residuos sólidos en una región dada compromete a todo un ecosistema, pues la naturaleza debe ser vista como un sistema (Minuzzi *et al*., 2002). Además de que puede generar la transmisión de enfermedades por exposición a sustancias volátiles, debido a que a los contaminantes químicos y biológicos pueden ser transportados por aire, agua y suelos pudiendo contaminar residencias y alimentos. Así, las comunidades más susceptibles a ser afectadas son las situadas en áreas periféricas.

Usualmente, son áreas marginales urbanas y áreas continuas a los basurales clandestinos o vertederos abiertos que, por lo general, casi siempre en situación de pobreza que además no cuentan con un sistema adecuado de recolección, además de la generación de polvo que es uno de los vectores más dañinos, su diseminación porta organismos patógenos y materiales peligrosos, gases emitidos durante la biodegradación o quema de la materia orgánica que generan gases orgánicos volátiles, tóxicos y algunos carcinógenos, así como subproductos típicos de la biodegradación; el humo puede ser irritante para el sistema respiratorio causando mayor sensibilidad a enfermedades de las vías respiratorias que se relacionan directamente con los residuos y puedan transmitirse por contacto directo o bien por vectores (BID, 1997).

Tabla IV.17. Enfermedades transmitidas por vectores relacionados con residuos sólidos.

Vectores	Forma de transmisión	Principales enfermedades
Ratas	A través del mordisco, orina y heces, a través de las pulgas que viven en el cuerpo de la rata	Peste bubónica, Tifus murino, Leptospirosis
Moscas	Por vía mecánica (a través de las alas, patas y cuerpo), a través de las heces y saliva	Fiebre tifoidea, Salmonelosis, Cólera, Amebiasis, Disentería, Giardiasis
Mosquitos	A través de la picazón del mosquito hembra	Malaria, Leishmaniosis, Fiebre amarilla, Dengue, Filariosis
Cucarachas	Por vía mecánica (a través de alas, patas y cuerpo) y por las heces	Fiebre tifoidea, Cólera, Giardiasis

Vectores	Forma de transmisión	Principales enfermedades
Cerdos y ganado	Por ingestión de carne contaminada	Cisticercosis, Toxoplasmosis, Triquinosis, Teniasis
Aves	A través de las heces	Toxoplasmosis

Los registros, en México, muestran que del año 1950 al 2000, la generación de RSU se incrementó en aproximadamente 600 % (SEMARNAT, 2010). Esto impulsó que se implementaran acciones relativas al manejo adecuado de los RSU. Paralelamente la sociedad civil actuó como catalizadora a través de demandas e iniciativas encaminadas a solucionar el problema que representaban los RSU, contribuyendo a construir una conciencia ciudadana para un manejo ambientalmente adecuado de los mismos.

El artículo 115 constitucional de la legislación mexicana establece la responsabilidad municipal en los servicios públicos de limpia, sin embargo, estos no han sido suficiente para eliminar la disposición final en enormes tiraderos a cielo abierto. Debido a lo anterior, se han ido incorporando diferentes leyes y programas gubernamentales que abordan esta problemática en sus distintas expresiones y dimensiones de orden federal, estatal y municipal. Entre las incorporaciones destacan: la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental por parte de la Secretaría de Salubridad y Asistencia Pública, emitida en 1971; más de una década después, en el año 1982, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología publica la Ley Federal de Protección al Ambiente, y poco después, en el año de 1988, el Instituto Mexicano de Ecología emite la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA); seis años más tarde, en 1994, la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales difunde el Programa Nacional del Medio Ambiente; en el año 2001 se publica el Programa de Medio Ambiente y Recursos Naturales por parte de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2012:22).

En el 2003 se crea la Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos Sólidos (LGPGIR) y es hasta octubre del 2009 cuando se elabora el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos (PNPGIR) que comprende el periodo 2009- 2013. En octubre de ese mismo año, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático, publica el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos, que sirve de sustento a modificaciones a la LGPGIR en el 2013, así como para el diseño del PNPGIR 2013-2018 (SEMARNAT-INECC 2013). No obstante, el marco normativo, en materia de residuos sólidos siempre prevalece la polémica acerca de la intervención del Estado y sus alcances. A pesar de las regulaciones existentes, creadas y aprobadas con todo entusiasmo, el problema del incremento en la generación de RSU, el manejo, tratamiento y disposición final adecuado no está resuelto en México; es una asignatura pendiente de los estados y la federación, que adquiere relevancia en las zonas costeras y áreas naturales protegidas por la importancia y fragilidad de sus ecosistemas.

- **Calidad del Aire**

El efecto invernadero es un fenómeno atmosférico natural que permite mantener una temperatura del planeta apropiada para la vida, al retener parte de la energía que proviene del sol, y es el mismo que incide para que los parámetros térmicos de la superficie terrestre se vean alterados. La atmósfera terrestre es una delgada capa de gases que rodea a la Tierra. Su composición química incluye mayoritariamente a dos gases: nitrógeno (N), en un 78% y oxígeno (O) en un 21%. El 1% restante está formado por diversos gases entre los que los más abundantes son el argón (Ar) en un 0,9% y el dióxido de carbono (CO_2) en aproximadamente un 0,03% (Caballero, *et al.*, 2007). Este último gas, presente en proporciones tan bajas, pero es de crucial importancia en el proceso de calentamiento de la atmósfera. Los GEI's que se pueden encontrar naturalmente en la atmósfera son principalmente el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O). Por lo que se pueden inyectar a la misma por actividad humana, la que también incluye ciertos gases que solamente se generan de forma antrópica; entre los más importantes, se destacan los hidrofluorocarbonos (HFC), el perfluorocarbono (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF_6) (PNUMA & Unión Mundial para la Naturaleza, 2005).

La superficie terrestre al absorber la radiación solar incidente, tiende a calentarse, pero se mantienen en un equilibrio dinámico y no superar la temperatura media que requiere, emite radiación infrarroja para eliminar parte del calor recibido. Esa radiación infrarroja en parte se pierde en el espacio y en parte es captada en la baja atmósfera por los GEI's que allí se encuentran, aumentando la temperatura del planeta en 33° C (de -18° a 15°C) y permitiendo de este modo condiciones favorables para el desarrollo de las formas de vida que actualmente habitan la Tierra (PNUMA & Unión Mundial para la Naturaleza, 2005).

El sector de la energía comprende dos actividades principales relacionadas con la quema de combustibles fósiles. El CO_2, se genera cuando el elemento carbono se convierte en un gas. Una molécula de carbono (C) se combina con dos moléculas de O del aire y se convierte en el CO_2. La respiración y la quema de combustibles (madera, combustibles fósiles) liberan el C, produciéndose CO_2. Las fuentes estacionarias de combustión hacen referencia a la extracción, la producción y la transformación energética, teniendo en cuenta también la generación de electricidad, el refinado de petróleo, producción de hierro y acero, elaboración de productos químicos, procesamiento de alimentos, producción de metales no ferrosos, producción de papel e imprenta, agricultura, pesca, etc. Las fuentes móviles, en cambio, incluyen a la aviación, el transporte por carretera, el ferroviario y la navegación (GCE, 1996). La deforestación es otra de las causas de emisión de GEI's, ya que las masas forestales cumplen el rol de un sumidero de carbono puesto que consumen CO_2 y emiten O. El 50% de cada árbol está compuesto de carbono y cuando se eliminan las

masas forestales todo el CO_2 que debería ser retenido por las mismas queda liberado en la atmósfera (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO, 2006).

En México los estudios al respecto comprueban que el aumento en la temperatura global incrementa la mortalidad debido a golpes de calor y un mayor número de personas afectadas por casos de dengue, paludismo y enfermedades diarreicas, así como de enfermedades respiratorias relacionadas tanto con el aumento en la temperatura cómo con la contaminación atmosférica (Sanchez, 2017). Algunas de las enfermedades infecciosas existentes transmitidas por vectores, los alimentos y el agua, son sensibles a cambios de las condiciones climáticas, por lo que sus efectos están clasificados por el IPCC (1998) de acuerdo a si ellos ocurren predominantemente por efecto directo de los valores extremos de una o más variables climáticas (Rojas *et al*., 2006).

También cabe destacar que el estado de Quintana Roo es uno de los dos estados que no fueron incluidos en el Sistema de Monitoreo de la Calidad del Aire, por lo que no existen datos exactos de dicho lugar. Sin embargo, según datos de estaciones cercanas, la calidad del aire es buena, por lo que es un factor importante a tener en cuenta, ya que el riesgo a que se propague en mayor medida enfermedades respiratorias transmisibles es menor. Igualmente, no es una problemática para desatender ya que las emisiones de GEI's seguirán en aumento, al igual que la temperatura global. Adicionalmente, las proyecciones de desarrollo para la zona de la parte continental del Municipio de Puerto Morelos muestran que muy probablemente el número de embarcaciones de particulares aumentará significativamente representando una presión muy fuerte para las Áreas Naturales Protegidas de la porción noreste del estado de Quintana Roo.

- **Calidad del Agua**

En los últimos 20 años, científicos, gestores y autoridades públicas, han reconocido que los ecosistemas costeros sufren diferentes problemas ambientales, como consecuencia de una compleja cadena de eventos que varían de un sitio a otro y que pueden, en parte, ser atribuidos al enriquecimiento de los nutrientes, nitrógeno y fósforo, que provienen de las descargas de agua residuales. La escorrentía de las tierras agrícolas, las actividades de engorda de animales, áreas urbanas, el vertimiento de aguas residuales, la precipitación atmosférica de compuestos liberados durante la ignición de combustibles fósiles, son actividades que añaden nutrientes al agua dulce antes de alcanzar el medio marino (NRC, 2000).

Todas estas actividades tienen el común denominador de modificar el sistema hidrológico desbalanceando los procesos de aporte-acumulación y procesamiento exportación de nutrientes con cambios en la calidad de agua, la cual se refleja generalmente en forma de un aumento desproporcionado en la producción primaria (aumento de biomasas del fitoplancton o macroalgas) y condiciones de anoxia en los sedimentos de las

zonas costeras de menor renovación del agua, originando menor calidad ambiental para un adecuado funcionamiento del ecosistema. Este tipo de contaminación que altera la calidad del agua costera, se conoce como proceso de eutrofización.

En general, la condición de calidad del agua de los polígonos presenta diferencias espaciales, debido a las diversas fuentes de impacto (infraestructura turística) y condiciones ambientales (tiempo de residencia del agua) que contribuyen a tener una menor calidad del agua. Las zonas con mayor influencia marina presentan condiciones de buenos a muy buenos. Sin embargo, las zonas con mayor influencia terrestre y donde se desarrollan la mayor parte de las actividades recreativas, presentan condiciones promedio de regular a mala, de acuerdo a su estado trófico, lo cual tiene implicaciones directas a la vida acuática y los ecosistemas.

También se resalta la importancia de tener presente la conectividad ecosistémica que hay principalmente entre los ambientes lagunares y los ecosistemas marinos. En las áreas urbanas cercanas, las actividades e infraestructura turística están teniendo un impacto directo en la condición de la calidad del agua de la zona aledaña a la línea de playa, poniendo en riesgo la conservación, restauración y creación de arrecifes someros. Cualquier acción para minimizar las filtraciones de aguas residuales a la zona marino-costera tendrá un impacto positivo en la calidad del agua para la vida acuática.

Tabla IV.18. Enfermedades transmitidas por agua y alimentos contaminados.

Enfermedades	Causas	Contaminantes
La Enfermedad Diarreica Aguda (EDA)	Es ocasionada por diferentes microorganismos, entre los cuales se encuentran los virus, bacterias y parásitos. Los mismos pueden estar presentes en el agua y alimentos contaminados por falta de higiene en la preparación, manejo y conservación. Este tipo de agentes pueden ocasionar deshidratación como consecuencia de la pérdida de líquidos y sales del organismo, incluso la muerte. Uno de los factores de riesgo es la desnutrición que puede presentarse principalmente en menores de cinco años y adultos con diarrea crónica, esto es por pérdida de nutrientes durante los episodios agudos de esta enfermedad. "*En México estas enfermedades continúan siendo la segunda causa de morbilidad, están dentro de las 20 principales causas de mortalidad general, y se encuentra entre las primeras cinco causas de decesos entre los menores de cinco años*" Durante la temporada de calor	Los diferentes factores climáticos son una gran influencia para el crecimiento, desarrollo y propagación de estos patógenos. Las fuertes precipitaciones pueden producir descargas de contaminantes de aguas pluviales en cuerpos de agua si la cantidad de milímetros que llueve excede la capacidad de contención del sistema de alcantarillado o planta de tratamiento, los cuales están diseñados para una cierta cantidad de agua (Patz *et al*., 2008, citado en Delgado *et al*., 2013). Es de esta manera en que la contaminación de aguas superficiales puede explicar los casos estacionales de diversos tipos de infecciones transmitidas por agua.

Enfermedades	Causas	Contaminantes
	aumenta la frecuencia de estas enfermedades entre la población y sobre todo con un mayor riesgo de sufrir deshidratación (CENAPRECE, 2014).	
Enfermedades Transmitidas por Vectores Según la Secretaría de Salud de México (2015)	Se conocen como enfermedades transmitidas por vector, a aquellas enfermedades virales que son provocadas por la picadura de un mosquito, en particular se habla del género *Aedes aegypti*, que es el vector para la transmisión de Dengue, Chikunguya y Zika. Aunque el vector es el mismo, el virus es diferente para cada padecimiento. En los últimos 20 años se han registrado invasiones de *A. aegypti* y *A. albipictus* en nuevas regiones geográficas debidas al comercio internacional de neumáticos usados y a la construcción de caminos en zonas rurales.	También la migración de los portadores asintomáticos y vectores del dengue hacia las zonas no endémicas parece ser considerablemente más importante para la propagación de la enfermedad que El Niño o el cambio climático (OPS & OMS, 1998). Por otro lado, "Se ha argumentado que la precipitación y la temperatura son factores importantes que prolongan los períodos de transmisión intensa del dengue" (OPS & OMS, 1998, p.19). Los casos de dengue en México han aumentado más de 600 % desde 2001, según anota el Centro Nacional de Epidemiología y Control de Enfermedades (National Geographic, 2020). En 2015 los casos contabilizados de dengue en México al mes de octubre fueron de 15.755 (658 en Quintana Roo) y los acumulados al finalizar el año fueron 27.178, de los cuales 1.038 corresponden al estado de Quintana Roo. En 2016, el total acumulado fue de 10.622 al mes de octubre, de los cuales 205 pertenecen a Quintana Roo (Secretaría de Salud de México, 2016).
Enfermedades Antrópicas	Actualmente uno de los principales problemas en torno al agua radica en la contaminación originada por las actividades humanas (Rojas *et al*., 2016).	Particularmente en los humedales, las poblaciones humanas se asientan en los márgenes y en el caso de las ciudades, los patrones de crecimiento y urbanización no planificados ocasionan el deterioro y la pérdida de estos importantes ecosistemas (Rojas *et al*., 2015).

V.2.1. MEDIO NATURAL BIÓTICO

A continuación, se determinará y analizará la calidad del Sistema Ambiental correspondiente a los elementos de flora y fauna propia del área de estudio, partiendo de la identificación de especies y de los principales procesos biológicos de sus comunidades o poblaciones, empleando indicadores que permitan corroborar los resultados de los análisis. Asimismo, se realizaron recorridos en el Sistema Ambiental, censos visuales y fotográficos, muestreos de fauna y flora en el predio y en los alrededores, para corroborar la información obtenida en gabinete.

VEGETACIÓN

El estado de Quintana Roo se encuentra dentro de la Provincia Biótica Península de Yucatán (PBPY), junto con los estados de Campeche y Yucatán, en México, donde se incluye el norte de Belice (distritos Belice, Corozal y Orange Walk) y el departamento del Petén en Guatemala. Algunos autores también incluyen dentro de la provincia algunas áreas de Tabasco y de Chiapas (Fernández-Concha *et al*., 2010a). Dentro de las comunidades vegetales que se distribuyen en esta provincia biótica, se encuentra vegetación de duna costera, manglar, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, selva baja inundable, selva alta perennifolia, sabanas, petenes, entre otros (Pérez-Sarabia *et al.*, 2017).

Se han realizado diversos estudios florísticos en el estado, con la finalidad de conocer la diversidad de especies vegetales que componen las diferentes comunidades que se distribuyen en Quintana Roo. De acuerdo con Sousa y Cabrera (1983), se reportó un total de 1,257 especies; posteriormente Sosa *et al*. (1985) reportaron 1,292 especies. Esta riqueza florística es relativamente baja, tomando en cuenta el tamaño del estado, el cual cuenta con una superficie de 44,705.2 km^2, en comparación con entidades adyacentes como Belice que cuenta con 3,000 especies en 22,272 km^2, o Tabasco, que en 25,337 km^2 cuenta con 2,200 especies (Sousa y Cabrera, 1983). Dentro de las condiciones que propician esta riqueza, se debe a la gran homogeneidad en el ambiente físico, tanto climático, geológico-edáfico, como el poco relieve orográfico (García y Olmsted, 1987, Fernández-Concha *et al*., 2010b). Aunque es importante mencionar que se presentan especies de origen centroamericano y antillano, y en conjunto con el resto de la península, existe un importante número de especies endémicas (García y Olmsted, 1987).

Conocer las comunidades vegetales y las especies que las componen es indispensable, sobre todo en sitios donde se planea realizar un aprovechamiento, con la finalidad de que este se realice de forma responsable, contribuyendo con la protección de los elementos ambientales, sin comprometer los intereses socioeconómicos particulares.

MÉTODOS ANÁLISIS

Las comunidades vegetales encontradas fueron analizadas de acuerdo a sus parámetros estructurales, el Índice de Valor de Importancia (IVI) y con el índice de diversidad de Shannon-Wiener (H'), los cuales se aplicaron para cada tipo de vegetación.

En cuanto a la composición estructural, se registró la abundancia, frecuencia y dominancia, cuya suma relativa genera el IVI. La abundancia se refiere al número de individuos por especie presentes en cada sitio de muestreo. La frecuencia se consideró tomando a los sitios como unidad muestral, contando por especie el número de sitios en donde se observó su presencia. Para la dominancia, se consideró la medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) o la medición de la cobertura.

El IVI empleado por Curtis (1959) y por Mueller-Dombois y Ellenberg (1974) se calcula para cada especie a partir de la suma de la abundancia relativa, la frecuencia relativa y la dominancia relativa. Este análisis proporciona información para realizar comparaciones en la estructura de las especies que componen las comunidades vegetales.

$$IVI = \text{Densidad relativa} + \text{Frecuencia relativa} + \text{Dominancia relativa}$$

En donde:

$$\text{Densidad relativa} = \left(\frac{\text{Nº de individuos de la especie X}}{\text{Total de individuos de todas las spp}}\right) \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \left(\frac{\text{Frecuencia de la especie X}}{\text{Suma de la frecuencia de todas las spp}}\right) \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \left(\frac{\text{Área basal/Cobertura de la especie X}}{\text{Área basal/Cobertura de todas las spp}}\right) \times 100$$

El Índice de Shannon-Wiener (H') es uno de los más utilizados para medir la diversidad en comunidades vegetales, permite predecir la especie a la que pertenecerá un individuo si es elegido al azar en la muestra, su valor presenta variaciones, donde los valores menores a 2 son considerados como diversidad baja, de 2 a 3 como un valor de diversidad normal y superiores a 3 como diversidad alta.

Para la obtención de este índice se utiliza la siguiente formula:

$$H' = -\Sigma(Pi)\,(\log 2\ Pi)$$

En donde: H' = Índice de diversidad.

Pi = Proporción con la cual participa la especie i en la comunidad

SISTEMA AMBIENTAL (SA)

El Sistema Ambiental del proyecto *"Botánica"* se encuentra ubicado en el municipio de Puerto Morelos, en el estado de Quintana Roo. Se localiza al norte del estado, formando parte de la zona turística denominada como Riviera Maya, la cual se extiende desde Puerto Morelos hasta Punta Allen, teniendo una longitud de 210 km. El SA se encentra en un terreno plano, caracterizado por la presencia de roca caliza aflorante, donde también se presenta un gran número de depresiones, conocidas como "reholladas". Donde en periodos de lluvias el agua se infiltra rápidamente, lo cual produce la disolución de las rocas que es característico del relieve kárstico (Ayuntamiento de Puerto Morelos, 2021). Estas condiciones, permiten el desarrollo de ciertas comunidades vegetales; como ya se mencionó de manera general, gran parte de esta área es plana (CONANP, 2023).

- **USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN**

Con el objetivo de conocer y representar los diferentes tipos de vegetación presentes dentro de la superficie del SA, se utilizó la cartografía del INEGI en su versión más reciente (Serie VII). La cartografía del INEGI representa la distribución de los grandes grupos de vegetación según la agrupación de las comunidades vegetales definidas de acuerdo con sus afinidades ecológicas y florísticas.

A partir del polígono elaborado en la delimitación del SA del proyecto *"Botánica"*, se identificó que la superficie del mismo cuenta con 813,508.97 m^2 (81.35 ha). De acuerdo con la cartografía del INEGI anteriormente mencionada, dentro de los usos de suelo y vegetación distribuidos dentro del SA se tiene manglar, tular y asentamientos humanos.

Tabla. IV.19. Superficies de vegetación presentes en el SA de acuerdo con el INEGI.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SA INEGI SERIE VII			
Uso de suelo y Vegetación	**Área (m^2)**	**Área (ha)**	**Porcentaje**
Manglar	389,374.67	38.94	47.86
Tular	5,521.13	0.55	0.68
Asentamientos Humanos	418,613.17	41.86	51.46
TOTAL	**813,508.97**	**81.35**	**100.00**

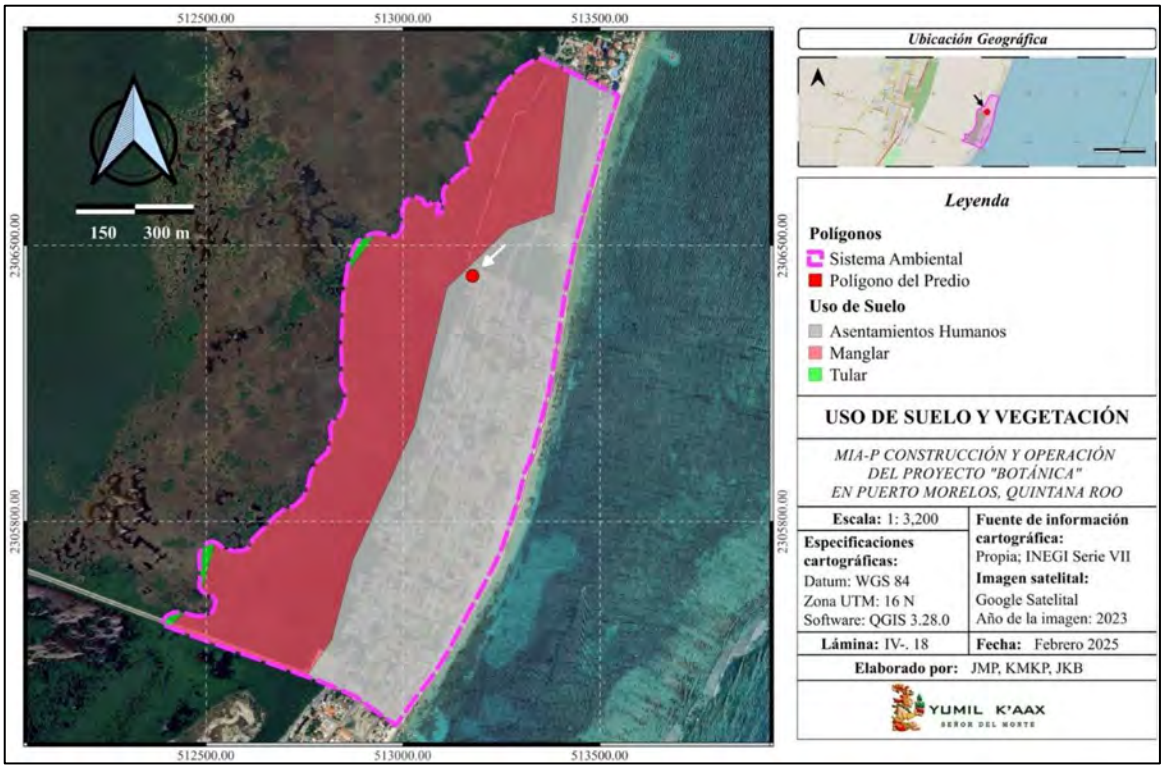


Lámina. IV.21. Usos de suelo y vegetación presente en el SA de acuerdo con el INEGI.

Los sistemas de información geográfica (SIG) son importantes para obtener un contexto general de las condiciones de un área de interés, sin embargo, en ocasiones carecen de imágenes que muestren las condiciones actuales precisas. Tal es el caso de la superficie del SA del proyecto en la que los SIG muestran características diferentes a las observadas durante los recorridos en campo, no sólo por las superficies con cambio de uso de suelo, sino que en algunas zonas se observan comunidades vegetales diferentes a las identificadas por la cartografía del INEGI. La verificación en campo permitió localizar de manera puntual los tipos de vegetación que se distribuyen en la superficie del SA.

Tabla. IV.20. Superficies de uso de suelo y vegetación identificados en el SA.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SA			
Uso de suelo y Vegetación	**Área (m^2)**	**Área (ha)**	**Porcentaje**
Manglar	237,881.84	23.79	29.24
Zona de Transición	121,725.62	12.17	14.96
Chital	97,790.83	9.78	12.02
Matorral Costero	18,829.59	1.88	2.31
Asentamientos Humanos	308,744.57	30.88	37.95
Zona de Playa	28,536.52	2.85	3.52
TOTAL	**813,508.97**	**81.35**	**100.00**

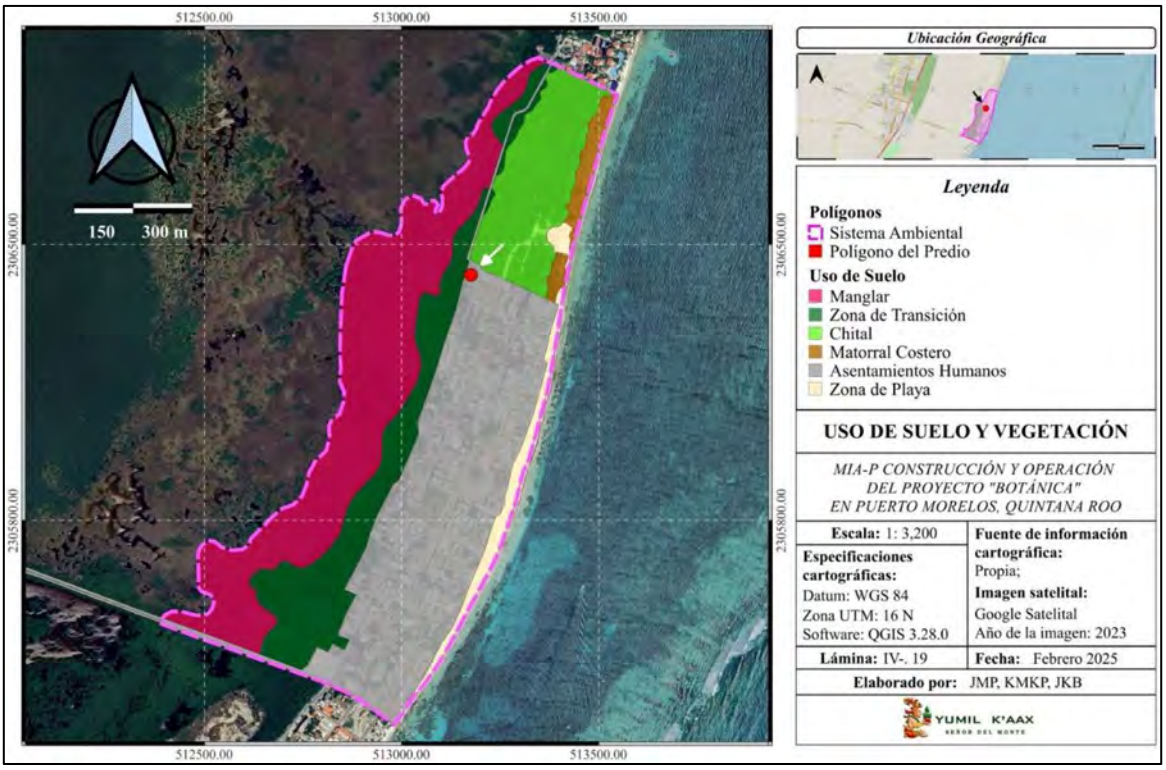


Lámina. IV.22. Usos de suelo y vegetación identificados en el SA.

Enseguida, se presenta una breve descripción de las comunidades vegetales identificadas en la superficie del SA del proyecto "*Botánica"*.

- **Manglar**

Compuesta por arbustos o árboles en zonas pantanosas y esteros, presentando alturas de hasta 30 m, las especies son hidrófilas con una alta tolerancia a la salinidad y brisa marina (Flores y Espejel, 1994). El tipo de suelo en el que se desarrollan estas comunidades generalmente se encuentran inundados, aunque en algunas zonas el terreno puede secarse en la temporada de sequía. Constituyen un importante sistema filtrador de nutrientes, sintetizador de materia orgánica, además de sustentar las cadenas tróficas cercanas a la costa. Es un estabilizador de la línea de costa, las raíces forman una barrera que reduce el oleaje y las corrientes, y retienen partículas sedimentarias, es una zona de alimentación y crianza de varias especies de peces, moluscos y crustáceos; además sirve como hábitat crítico y refugio de aves (CONABIO, 2009).

En los manglares de la zona se desarrollan en áreas que se encuentran permanente o estacionalmente inundadas. Los individuos presentan una altura entre los 4 y 5 metros, donde el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) es la especie dominante, también se presentan el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*), el mangle negro (*Avicennia germinan*s) y el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). También es frecuente

la presencia del helecho *Acrostichum danaeifolium,* y en algunas áreas *Cladium mariscus subsp. jamaicense* (CONANP, 2023).





Fotografía. IV.7 y IV.8. Aspecto del manglar.

- **Zona de transición**

Los ecotonos son transiciones entre dos comunidades diferentes y adyacentes, donde es posible observar un intercambio de especies pertenecientes a las comunidades que lo integran (Camarero y Fortin, 2006). A manera de franja, se ubica entre la zona baja de manglar y la selva mediana subperennifolia, presentado elementos característicos de esta última, como *Bursera simaruba* (chaká), *Piscidia piscipula* (jabín), *Manilkara zapota* (chicozapote), así como individuos de la palma *Thrinax radiata* y elementos de zonas inundables, en especial de *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), además de la presencia de *Bravaisia tubiflora* (julub) en el estrato arbustivo, especie indicadora de zonas transicionales.



Fotografía. IV.9. Aspecto de la zona de transición.

- **Chital**

Esta comunidad se encuentra entre el manglar y el matorral costero. El chital es un palmar dominado por *Thrinax radiata* (chit), estas comunidades en la que la predominancia de especies son de palmeras las cuáles poseen una peculiar forma biológica. En la mayoría de los casos el desarrollo de estas comunidades está determinada por las características edafológicas del sitio y el clima. Los suelos de los chitales son de naturaleza muy diversa, pues a menudo son profundos y más o menos inundables, pero otras veces, no tienen problemas de drenaje, en cuanto al clima, se puede observar estas comunidades fácilmente en climas cálidos, húmedos o subhúmedos (Rzedowski, 2006).

- **Matorral costero**

Esta comunidad se presenta después de la comunidad de chital; a diferencia de la vegetación pionera de duna costera, la arena en el matorral costero se encuentra más fija al sustrato y contiene niveles de materia orgánica mayores. Las especies que se desarrollan son menos tolerantes a cambios medioambientales, constituido por elementos herbáceos, así como de un gran número de especies arbustivas, las cuales llegan a medir entre 2 y 6 metros de altura (Durán *et al*., 2010; Vázquez, 2023).

Dentro de los elementos que integran esta vegetación encontramos a *Coccoloba uvifera*, *Cordia sebestena*, *Tournefortia gnaphalodes*, las fabáceas *Guilandina bonduc*; *Sideroxylon americanum* y *Thrinax radiata*. También se observa alta presencia de *Scaevola taccada,* especie introducida.

- **RIQUEZA**

Se elaboró un listado florístico con base en bibliografía consultada, como bases de datos de iNaturalistMX y EncicloVida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), así como del Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos (2023), ya que esta ANP se encuentra cercana al predio; asimismo se utilizó la información recabada en los recorridos en campo realizados en el SA.

Con lo anteriormente mencionado se obtuvo un listado de 62 especies vegetales distribuías en 34 familias botánicas. Donde es posible observar especies que componente las diferentes comunidades que conforman el SA del proyecto; como las 4 especies de mangle *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*; del chital a *Thrinax radiata*; y del matorral costero *Tournefortia gnaphalodes*, *Suriana maritima* y *Coccoloba uvifera.* Debido a que gran parte del SA se presenta la zona urbana de Puerto Morelos, existe la presencia de varias especies introducidas, generalmente utilizadas como plantas de ornato, por lo que han sido plantadas en casas, jardines, parques y calles, dentro de estas especies se encuentra *Nerium oleander*, *Adonidia merrillii, Terminalia catappa*, *Delonix regia*, y *Scaevola taccada.*

Tabla. IV.21. Listado florístico potencial y de observación directa en el SA

No.	Nombre científico	Nombre común
ACANTHACEAE		
1	*Avicennia germinans* (L.) L. *	Mangle negro
2	*Bravaisia berlandieriana* (Nees) T.F.Daniel.	Julub
AMARANTHACEAE		
3	*Alternanthera flavescens* Kunth	Sak mul
AMARYLLIDACEAE		
4	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ANACARDIACEAE		
5	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
APOCYNACEAE		
6	*Cascabela gaumeri* (Hemsl.) Lippold.	Akits
7	*Cascabela thevetia* (L.) Lippold	Campanilla
8	*Nerium oleander* L. **	Adelfa
9	*Plumeria rubra* L.	Flor de mayo
10	*Rhabdadenia biflora* Müll.Arg.	Enredadera de manglar
ARAUCARIACEAE		
11	*Araucaria heterophylla* (Franco) Franco **	Pino de Norfolk
ARECACEAE		
12	*Acoelorraphe wrightii* (Griseb. & H.Wendl.) H.Wendl. ex Becc.	Tasiste
13	*Adonidia merrillii* (Becc.) Becc. **	Kerpis
14	*Cocos nucifera* L. **	Cocotero
15	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit
ASPHODELACEAE		
16	*Aloe vera* (L.) Burm.f. **	Sábila
ASTERACEAE		
17	*Ambrosia hispida* Pursh	Altanisa de mar
18	*Bidens alba* DC.	Acahual
BORAGINACEAE		
19	*Cordia sebestena* L.	Ciricote de playa
20	*Tournefortia gnaphalodes* (L.) Roem. & Schult.	Tabaquillo
BURSERACEAE		
21	*Bursera simaruba* Sarg.	Chaká
CASUARINACEAE		
22	*Casuarina equisetifolia* L. **	Casuarina
CHRYSOBALANACEAE		
23	*Chrysobalanus icaco* L.	Icaco
COMBRETACEAE		
24	*Conocarpus erectus* L. *	Mangle botoncillo
25	*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. *	Mangle blanco
26	*Terminalia catappa* L. **	Almendro
COMMELINACEAE		
27	*Commelina erecta* L.	Flor de virgen

No.	Nombre científico	Nombre común
CONVOLVULACEAE		
28	*Distimake dissectus* (Jacq.) A.R.Simões & Staples	-
29	*Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.	Bejuco de mar
30	*Ipomoea violacea* L.	Manto del cielo
CYPERACEAE		
31	*Cladium mariscus subsp. jamaicense* (Crantz) Kük.	Jol che'
EUPHORBIACEAE		
32	*Ricinus communis* L. **	Higuerilla
FABACEAE		
33	*Albizia lebbeck* (L.) Benth. **	Acacia amarilla
34	*Bauhinia variegata* L.	Pata de vaca asiática
35	*Canavalia rosea* (Sw.) DC. **	Frijol de playa
36	*Cassia fistula* L. **	Lluvia de oro
37	*Centrosema virginianum* (L.) Benth.	Bu'ul che'
38	*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. **	Flamboyán
39	*Guilandina bonduc* L.	Garrapata de playa
40	*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.	Jabín
41	*Senna alata* (L.) Roxb.	Mazorquilla
GOODENIACEAE		
42	*Scaevola taccada* (Gaertn.) Roxb. **	Lechuga de mar
MALVACEAE		
43	*Thespesia populnea* Sol. ex Corrêa **	Algodoncillo
44	*Ficus cotinifolia* Kunth.	Álamo
MUNTINGIACEAE		
45	*Muntingia calabura* L.	Capulín
NYCTAGINACEAE		
46	*Bougainvillea glabra* Choisy **	Bugambilia
47	*Neea psychotrioides* Donn.Sm.	Tats'i
POLYGONACEAE		
48	*Coccoloba uvifera* L.	Uva de mar
PRIMULACEAE		
49	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö.	Amole
PTERIDACEAE		
50	*Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch.	Helecho de playa
RHIZOPHORACEAE		
51	*Rhizophora mangle* L. *	Mangle rojo
RUBIACEAE		
52	*Hamelia patens* Jacq.	Kanan
53	*Morinda royoc* L.	Baake aak
SAPOTACEAE		
54	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote
55	*Sideroxylon americanum* (Mill.) T.D.Penn.	Mulche
56	*Sideroxylon salicifolium* (L.) Lam.	Chak ya
SIMAROUBACEAE		

No.	Nombre científico	Nombre común
57	*Simarouba glauca* DC.	Negrito
SOLANACEAE		
58	*Solandra maxima* (Sessé & Moc.) P.S.Green	Copa de oro
59	*Solanum donianum* Walp.	Berenjena
SURIANACEAE		
60	*Suriana maritima* L.	Tabaquillo
URTICACEAE		
61	*Cecropia peltata* L.	Guarumbo
ZYGOPHYLLACEAE		
62	*Tribulus cistoides* L.	Abrojo

* = NOM-059, ** = Introducida.

Del total de las especies enlistadas en el SA, 5 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo que todas se encuentran bajo la categoría de amenazada (A). También se consideró la lista roja de la IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources) y los anexos de la CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres).

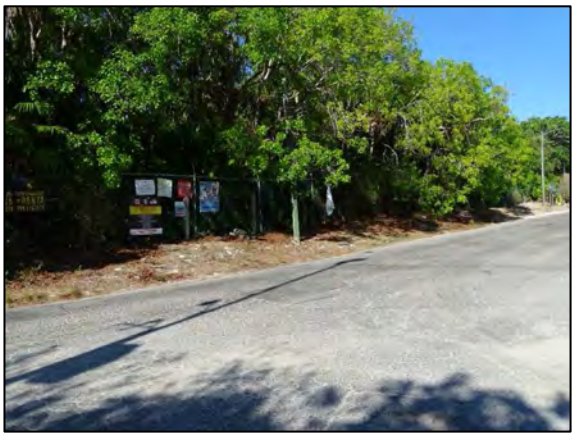
Tabla IV.22. Especies de bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059, IUCN y CITES.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
ACANTHACEAE					
1	*Avicennia germinans* (L.) L.	Mangle negro	A	NT	-
ARECACEAE					
2	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf.	Chit	A	LC	-
COMBRETACEAE					
3	*Conocarpus erectus* L.	Mangle botoncillo	A	LC	-
4	*Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn.	Mangle blanco	A	LC	-
RHIZOPHORACEAE					
5	*Rhizophora mangle* L.	Mangle rojo	A	NT	-

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada; **IUCN**: LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada.

Si bien dentro del SA es posible encontrar comunidades vegetales, muchos de estos sitios son de propiedad privada, por lo que el acceso a estos para realizar recorridos y muestreos se ve limitada. Generalmente estos predios se encuentran delimitados por cercas y/o mallas, además de contar con avisos de propiedad privada y advertencias sobre no ingresar en estos.







Fotografías. IV.10-IV.12 Sitios inaccesibles en el SA.

Debido a que gran parte del SA se encuentra conformado por asentamientos humanos, es evidente que en esta zona la vegetación que originalmente se encontraba ha sido removida y modificada por la urbanización a lo largo de los años. Si bien dentro del SA aún se presentan comunidades vegetales bien diferenciadas y que presentan cierta presión antropogénica, se encuentran en un buen estado de conservación, especialmente la comunidad de manglar, que a pesar de la presencia de la urbanización y la calle José María Morelos (vía de acceso a la localidad), se ha mantenido, observándose la presencia de las 4 especies de mangle, indicando que los procesos ecosistémicos de la comunidad continúan. Además, parte del SA se compone por el Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos, la cual forma parte del denominado Complejo de Humedales Costeros de Puerto Morelos, siendo una laguna dulceacuícola importante para el mantenimiento de la diversidad, flujo hídrico y una conexión entre el humedal y el sistema arrecifal. Con lo mencionado anteriormente, garantizará la protección y conservación de las comunidades vegetales, así como los servicios ambientales que proveen, como filtración del agua, retención y formación de suelos, hábitat de fauna, regulación del clima, protección contra fenómenos meteorológicos, entre otros.

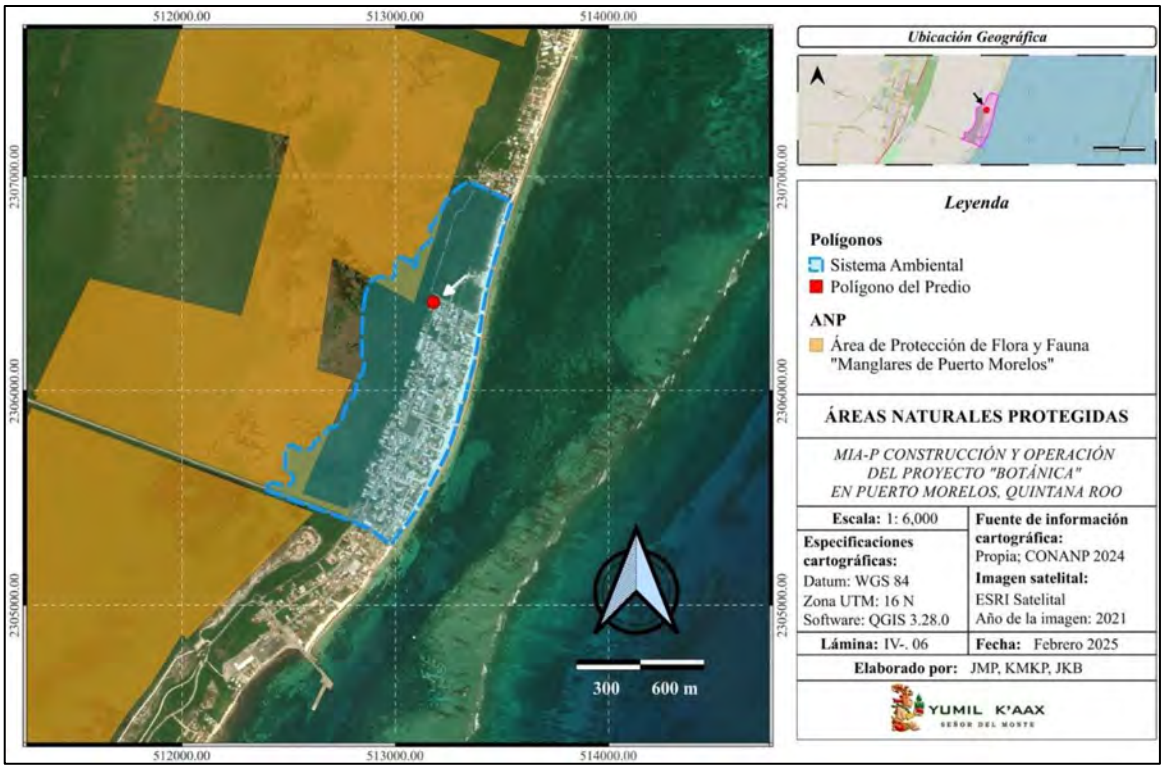


Lámina. IV.23. Ubicación de Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos con respecto al SA.

PREDIO_____

El proyecto *"Botánica"* ubicado en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, posee una superficie de 299.96 m^2. El análisis de la cartografía de uso de suelo y tipo de vegetación obtenida del INEGI (Serie VII) se observó que en el área del proyecto se reconoce únicamente como asentamientos humanos.

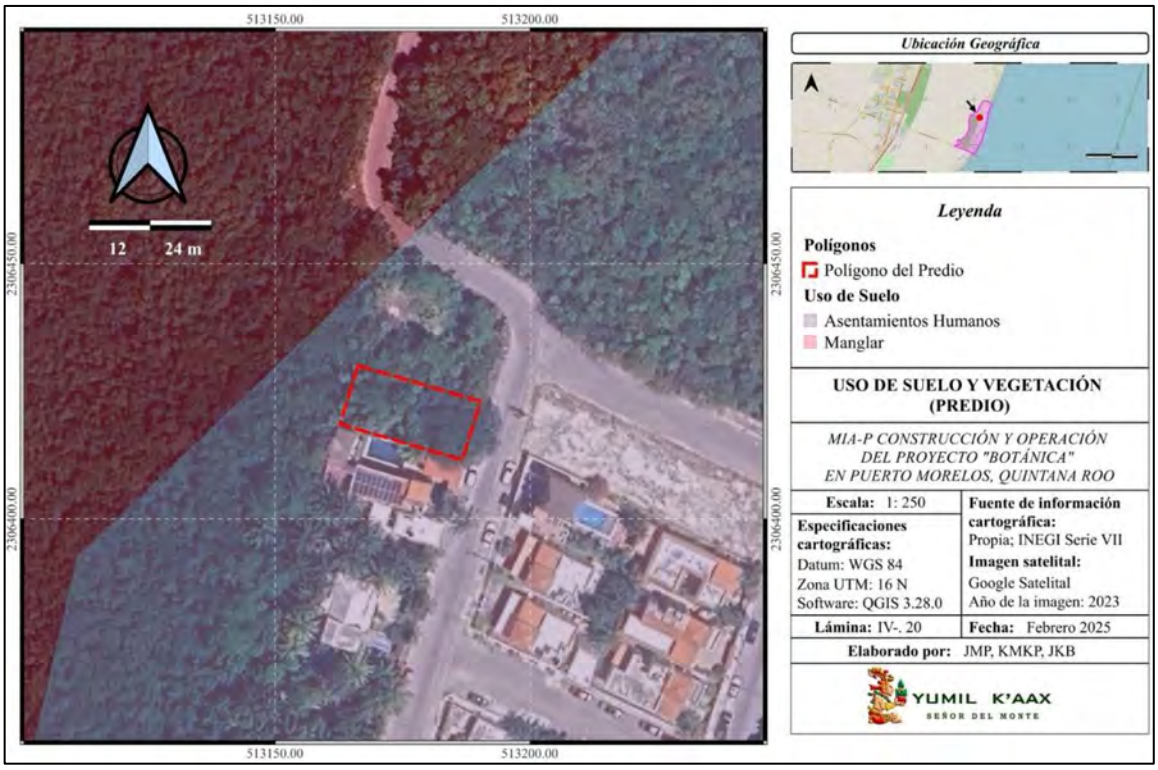


Lámina. IV.24. Uso de suelo y vegetación en el predio de acuerdo con el INEGI.

- **Asentamientos humanos**

Si bien el predio se encuentra en un área de asentamientos humanos, se ha mantenido en limpieza, sin embargo, dentro de este no se presentan obras civiles, lo que ha permitido que la vegetación se desarrolle presentando algunos individuos arbóreos que cuentan con alturas que van hasta los 12 metros. Compuesta por especies que se distribuyen en la selva mediana subperennifolia de la región como *Ficus cotinifolia, Metopium brownei, Sideroxylon salicifolium* y *Neea psychotrioides* (especie más abundante). Además de la presencia de estas especies; dado a la cercanía de la costa, también se presentan individuos de especies característicos de estos ecosistemas, como lo son *Sideroxylon americanum* y *Cordia sebestena*. Por otro lado, el predio colindante tampoco cuenta con obras civiles, presentando una vegetación más abundante en comparación con el predio del proyecto; además, dentro de la vegetación del predio colindante se observa una alta presencia de la palma *Thrinax radiata*, por lo que, en el predio del presente proyecto se presentan algunas plántulas de esta especie, las cuales serán rescatadas y reubicadas. Asimismo, se encuentran individuos de especies introducidas como *Cocos nucifera* y *Terminalia catappa*, siendo estas las que presentan las mayores alturas, estas especies comúnmente son utilizadas como plantas de ornato en las calles de la comunidad de Puerto Morelos.



Fotografía. IV.13. Aspecto de la vegetación presente en el predio.



Fotografía. IV.14 y IV.15. Presencia de *Cocos nucifera* y *Terminalia catappa* en el predio, especies introducidas.

A pesar de que el predio se ha conservado en mantenimiento y limpieza, dentro del mismo se presenta basura y escombros, lo cual indica que personas utilizan este terreno para desechar sus residuos, esto evidente al presentarse una acumulación con restos de ramas y hojas, principalmente en el área cercana a la vialidad colindante, pudiendo ser esta la causa de la presencia de los individuos de las especies *Hymenocallis littoralis*, utilizadas como plantas ornamentales y que al ser desechados en el predio lograron sobrevivir y establecerse. Asimismo, se encuentra objetos como cubetas, restos de block y bolsas de plástico; por eso es importante mantener la limpieza del predio, para evitar su suso como lote baldío.





Fotografías. IV16 y IV.17. Presencia de residuos en el predio. Se aprecia la acumulación de desechos orgánicos (hojas y ramas).

Con la construcción del proyecto no se afectará ninguna comunidad vegetal estable, ya que el sitio se encuentra dentro de un área designada para asentamientos humanos, estas zonas han sido planificadas con diversos criterios que garantizan un adecuado crecimiento y desarrollo urbano. Además, al construir en zonas autorizadas minimizan el impacto y afectación de las comunidades vegetales, protegiendo la biodiversidad que lo compone, sus procesos ecológicos y los servicios ambientales que brindan.

MUESTREOS

Debido a las características del predio, los sitios de muestreo seleccionados consistieron en cuadrantes, siendo un sitio que se dividió dos subcuadrantes de 120 m^2 (12 m x 10 m), nombrados SC-01 y SC-02, y un subcuadrante de 60 m^2 (12 m x 5 m), nombrado SC-03. Para el establecimiento de los subcuadrantes de 120 m^2, una vez ubicado el punto de interés, se procedió a establecer una cuerda de 12 metros con ayuda de un GPS, posteriormente se estableció una cuerda de 10 metros formando una "L", este proceso se repitió con otro par de cuerdas de 10 y 12 metros hasta formar el cuadrante; una vez realizado esto, se marcan las cuatro esquinas y se toman las coordenadas con ayuda de un GPS. La toma de datos se realizó en el centro del sitio hacia fuera, con sentido de las manecillas del reloj. Se procedió a realizar el registro de las especies vegetales con un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 5 cm; otros datos dasométricos que se consideraron fue la altura total, cobertura, y si se presentaba, altura del fuste. La presencia de individuos con DAP menor a 5 cm e individuos herbáceos, fue tomada en consideración para que se registren en el listado general del predio. Este mismo proceso se realizó para el establecimiento del subcuadrante de 60 m^2, utilizando un par de cuerdas de 12 m y otro par de 5 m. Con el sitio establecido se muestreó la totalidad de la superficie del predio.

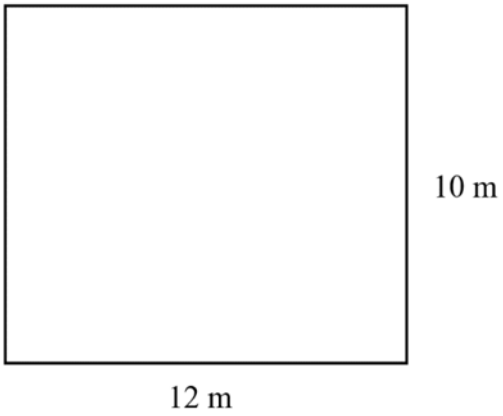


Figura. IV.8. Representación de los subcuadrantes de 120 m^2.

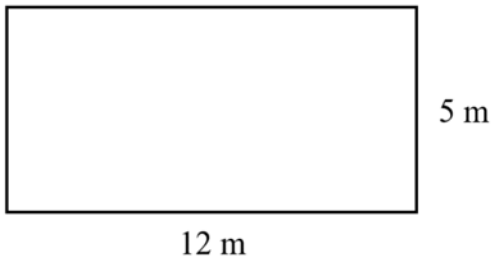


Figura. IV.9. Representación de los subcuadrantes de 60

Las especies fueron identificadas en campo, se tomaron fotografías de las partes más representativas de los individuos, como tallo, hojas y en caso de presentarse, flor y/o fruto. Las especies, así como los nombres científicos fueron cotejados en la base de datos de la "World Flora Online" (WFO).

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas en formato UTM de los sitios de muestreo realizados en el predio.

Tabla IV.23. Coordenadas UTM del sitio de muestreo en el predio.

COORDENADAS MUESTREO		
PV	**Coordenadas**	
	X	**Y**
A	513,166.27	2,306,430.01
B	513,190.26	2,306,423.01
C	513,186.70	2,306,411.55
D	513,162.70	2,306,418.55



Lámina. IV.25. Sitio de muestreo en el predio.

- **RIQUEZA**

Con los recorridos y muestreos realizados en el predio se procedió a elaborar un listado general con las especies observadas, donde se contabilizó un total de 12 especies repartidas en 10 familias botánicas.

Tabla. IV.24. Listado florístico del predio.

No.	Nombre científico	Nombre común
AMARANTHACEAE		
1	*Alternanthera flavescens* Kunth	Sak mul
AMARYLLIDACEAE		
2	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ANACARDIACEAE		
3	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
ARECACEAE		
4	*Cocos nucifera* L. **	Cocotero
5	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit
BORAGINACEAE		
6	*Cordia sebestena* L.	Ciricote de playa
COMBRETACEAE		
7	*Terminalia catappa* L. **	Almendro
MORACEAE		

No.	Nombre científico	Nombre común
8	*Ficus cotinifolia* Kunth.	Álamo
NYCTAGINACEAE		
9	*Neea psychotrioides* Donn.Sm.	Tats'i
RUBIACEAE		
10	*Hamelia patens* Jacq.	Kanan
SAPOTACEAE		
11	*Sideroxylon americanum* (Mill.) T.D.Penn.	Mulche
12	*Sideroxylon salicifolium* (L.) Lam.	Chak ya

* = NOM-059, ** = Introducida.

Del total de especies observadas, solo una se encuentra bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, la cual es *Thrinax radiata* que se encuentra amenazada (A). También se consideró las categorías de riesgo según lista roja de la IUCN y los anexos de la CITES.

Tabla. IV.25. Especies de bajo alguna categoría de amenaza de acuerdo con la NOM-059, IUCN y CITES en el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
ARECACEAE					
1	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf.	Chit	A	LC	-

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada; **IUCN**: LC = Preocupación menor.

Se procedió a la realización del listado de las especies que se registraron únicamente en los 3 sitios de muestreo en el predio, considerando las especies a las cuales se les tomaron datos dasométricos (altura, diámetro y cobertura).

La familia Sapotaceae cuenta con dos especies *Sideroxylon americanum* y *S. salicifolium*, mientras que el resto de las familias se encuentran representadas con solo una especie. Dado el tamaño del predio y las condiciones del mismo, en la superficie de este únicamente se distribuyen 8 especies arbóreas.

Tabla. IV.26. Listado de especies registradas en los sitios de muestreo en el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común
ANACARDIACEAE		
1	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
ARECACEAE		
2	*Cocos nucifera* L. **	Cocotero
BORAGINACEAE		
3	*Cordia sebestena* L.	Ciricote de playa
COMBRETACEAE		

No.	Nombre científico	Nombre común
4	*Terminalia catappa* L. **	Almendro
MORACEAE		
5	*Ficus cotinifolia* Kunth.	Álamo
NYCTAGINACEAE		
6	*Neea psychotrioides* Donn.Sm.	Tats'i
SAPOTACEAE		
7	*Sideroxylon americanum* (Mill.) T.D.Penn.	Mulche
8	*Sideroxylon salicifolium* (L.) Lam.	Chak ya

** = Introducida.

Del total de especies registradas en los sitios de muestreo ninguna especie se encuentra bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Si bien en el predio se presentan plántulas de la palma *Thrinax radiata*, estas serán rescatadas y posteriormente reubicadas.

- **ÍNDICE DE VALOR DE IMPORTANCIA (IVI)**

Con los datos recabados en los sitios de muestreos se realizó un análisis del Índice de Valor de Importancia Relativa, con la finalidad de conocer la composición estructural de la vegetación presente en el predio.

En la vegetación presente en el predio se contabilizó un total de 8 especies y 22 individuos, donde la especie que obtuvo el mayor porcentaje de IVI es *Ficus cotinifolia* con 81.065, *Neea psychotrioides* con 58.470, *Metopium brownei* con 37.288, *Sideroxylon americanum* con 36.373 y *Cocos nucifera* con 29.035

Tabla IV.27. Índice de Valor de Importancia (IVI) para el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Ficus cotinifolia*	Álamo	1	4.545	1	7.143	10207.058	69.377	81.065
2	*Neea psychotrioides*	Tats'i	7	31.818	3	21.429	768.514	5.224	58.470
3	*Metopium brownei*	Chechém	4	18.182	2	14.286	709.216	4.820	37.288
4	*Sideroxylon americanum*	Mulche	3	13.636	3	21.429	192.423	1.308	36.373
5	*Cocos nucifera*	Cocotero	2	9.091	2	14.286	832.524	5.659	29.035
6	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	3	13.636	1	7.143	925.987	6.294	27.073
7	*Terminalia catappa*	Almendro	1	4.545	1	7.143	944.051	6.417	18.105
8	*Sideroxylon salicifolium*	Chak ya	1	4.545	1	7.143	132.733	0.902	12.590
TOTAL			**22**	**100.000**	**14**	**100.000**	**14712.506**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Dominancia absoluta, DR = Dominancia relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

- **ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H')**

El análisis de la diversidad es importante porque permite conocer que tan diverso es el sitio muestreado y si se encuentra saludable. Por lo que se procedió a calcular los índices de diversidad para la vegetación encontrada en el predio.

En el predio se encontró un total de 8 especies y 22 individuos, resultando en un valor de diversidad es de 1.855, siendo un valor de diversidad baja; la diversidad máxima fue de 2.708 y la equidad obtuvo un valor de 0.685.

Tabla. IV.28. Índice de diversidad para el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Cocos nucifera*	Cocotero	2	0.091	-2.398	-0.218
2	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	3	0.136	-1.992	-0.272
3	*Ficus cotinifolia*	Álamo	1	0.045	-3.091	-0.141
4	*Metopium brownei*	Chechém	4	0.182	-1.705	-0.310
5	*Neea psychotrioides*	Tats'i	7	0.318	-1.145	-0.364
6	*Sideroxylon americanum*	Mulche	3	0.136	-1.992	-0.272
7	*Sideroxylon salicifolium*	Chak ya	1	0.045	-3.091	-0.141
8	*Terminalia catappa*	Almendro	1	0.045	-3.091	-0.141
TOTAL			**22**			**-1.857**
					Riqueza (S)	**8**
					H'	**1.857**
					H'max	**2.079**
					J'	**0.893**

H' = Índice de diversidad, H'max = Diversidad máxima, J' =Índice de equidad.

Los valores de diversidad que presentó la vegetación en el predio fueron bajos, esto se debe a diferentes factores, comenzando por el tamaño del predio, el cual es de 299.96 m^2, por lo tanto el número de especies así como el número de individuos que se pueden encontrar en el predio se ve reducido; por otro lado, como ya se ha mencionado, el predio se encuentra dentro de una zona urbana, por lo que, la vegetación presente ha sufrido perturbaciones antropogénicas, donde se observa la presencia de basura y escombros, así como especies introducidas, los cuales influyen en la reducción de la diversidad.

- **CONCLUSIONES DE LA VEGETACIÓN EN EL SA Y PREDIO DEL PROYECTO**

El SA para este proyecto se estableció considerando una superficie que permitiera evaluar la distribución de la vegetación y los diferentes ecosistemas que conforman, es este sentido, dentro del SA se puede observar manglar, zona de transición, chital y matorral costero.

La mayor cobertura de vegetación en el SA corresponde al manglar, le siguen en orden de mayor superficie la zona de transición, el chital y el matorral costero. Estas comunidades se encuentran en un buen estado de conservación, esto aunado a la presencia del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos, la cual garantiza la protección de estas comunidades entre otras.

Dentro de la vegetación presente en el predio *Neea psychotrioides* fue la especie más abundante, otras especies que se encontraron en el predio son *Metopium brownei* y *Manilkara zapota* de selva mediana subperennifolia, *Sideroxylon americanum*, *Cordia sebestena* e *Hymenocallis littoralis* de comunidades costeras y especies introducidas como *Cocos nucifera* y *Terminalia catappa*.

La especie de mayor importancia estructural es la ya mencionada *Ficus cotinifolia*, seguido de *N. psychotrioides* y *M. brownei*. En cuanto a la diversidad, esta presenta un valor bajo, ya que el tamaño del predio (299.96 m^2) al ser pequeño, el número de especies que pueden desarrollarse en el área se ve reducido, asimismo, al presentarse en un área urbanizada, el grado de perturbación es elevado. Por otro lado, se observa la presencia de desechos como bolsas de plástico y escombros. Todos estos factores influyen en que la diversidad presente en el predio sea baja.

La construcción y operación del proyecto "*Botánica*" no representará una afectación a las comunidades vegetales en el SA, ya que el predio se encuentra dentro de los asentamientos humanos de Puerto Morelos, lo cual contribuye a que se mantengan las áreas destinadas a la conservación, contrayéndose en sitios ya designados para esto, sin realizar cambios de uso de suelo. La presencia de individuos vegetales en el mismo se debe a que dentro del predio no se presentan obras civiles y por lo tanto las especies vegetales pudieron desarrollarse y crecer. Con respecto a las comunidades vegetales cercanas, estas no se verán afectadas ya se contará con las medidas necesarias para evitar los impactos, como por ejemplo se conectará a la red municipal tanto para el abastecimiento de agua y el drenaje, evitando posibles contaminaciones.

FAUNA

Quintana Roo es una entidad destacada por su rica biodiversidad y paisajes naturales, resultado de la variedad de ecosistemas que la componen. Esta diversidad de hábitats permite que diferentes especies, tanto acuáticas como terrestres, prosperen en un entorno lleno de oportunidades ecológicas. Los ecosistemas terrestres y costeros del estado ofrecen una amplia gama de condiciones que favorecen la interacción entre especies, influenciadas por factores como la disponibilidad de recursos, las variables climáticas, el relieve, las topoformas y el tipo de suelo. En particular, el ecosistema costero de Quintana Roo interactúa estrechamente con el ecosistema marino del mar Caribe, facilitando el intercambio de especies entre estos dos ambientes. Entre el ecosistema costero y el terrestre de la entidad se encuentran diversas comunidades vegetales que proporcionan los recursos esenciales para la flora y fauna locales. Aunque las diferencias entre los ecosistemas no son drásticas, lo que resulta en una biodiversidad relativamente homogénea a nivel regional, existen factores específicos dentro de las comunidades vegetales que influyen en la distribución y ocupación del hábitat de determinadas especies de vida silvestre.

En Quintana Roo se identifica la distribución de doce comunidades vegetales (CONABIO, 2021), determinado por el clima, las características geológicas, los tipos de suelo, la topografía y la presencia del mar Caribe: seis tipos de comunidades de selva tropical, palmar, sabana, manglar, vegetación de duna costera, petén y tular. Estos tipos de vegetación poseen elementos y recursos disponibles que influyen en la presencia y ocupación del hábitat de la fauna silvestre regional. En Quintana Roo, la fauna silvestre es diversa y representativa de la riqueza natural del estado, al albergar una amplia variedad de especies de distintos grupos animales terrestres y acuáticos gracias a la variedad de los ecosistemas y comunidades vegetales ya mencionados. De acuerdo con el estudio de estado La Biodiversidad en Quintana Roo, tomo II (Pozo, 2011), considerado por la CONABIO (2025) como diagnóstico integral de la biodiversidad, en el estado se encuentran 5,357 especies de fauna, distribuidos entre micro y macroorganismos, tanto acuáticos (dulceacuícolas y marinos) como terrestres.

Tan solo para el grupo de los vertebrados, se tiene un registro de 1,409 especies (Pozo, 2011), siendo los peces y las aves los grupos con mayor riqueza al contar con 669 y 483 especies respectivamente. Esta cifra general es un poco mayor en la actualidad debido a que han transcurrido 14 años en los cuales se llevaron a cabo nuevos registros de especies, por ejemplo, en 2024 entre los reptiles se reportó la presencia del gecko enlutado y la culebra de cafetal de collar en Quintana Roo, registros que se suman a otros nuevos realizados para los reptiles en años previos. Hasta 2011, se reportaron para el estado 22 especies de anfibios, 483 aves, 129 mamíferos (terrestres y marinos), 669 peces (dulceacuícolas y marinas) y 106 reptiles. Con las plataformas de iNaturalistMx y Enciclovida, se ha contribuido a ampliar el conocimiento de las especies

presentes en el estado de Quintana Roo, sin embargo, estos registros deben ser verificados además de separar aquellas especies domésticas y de granja que no forman parte de la vida silvestre. Oficialmente, existen pocos escritos e investigaciones que actualizan de forma general las especies reportadas para Quintana Roo. En 2018,González-Sánzhez, et al., actualizaron el listado de especies de la herpetofauna de la Península de Yucatán, en este se reportaron 24 especies de anfibios y 110 reptiles para Quintana Roo, a este último grupo si se le suman los dos nuevos registros de reptiles dan un total de 112 para la entidad hasta 2024.

Fauna de Puerto Morelos

Puerto Morelos, con una superficie de 1,043.92 km², es el undécimo municipio de Quintana Roo, creado en 2015; antes su territorio pertenecía al municipio de Benito Juárez. Su cabecera municipal es la comunidad homónima de Puerto Morelos, una localidad costera que se ha posicionado como un destino turístico de gran importancia en el norte del estado de Quintana Roo. Desde 1889, con la fundación de la Hacienda Santa María (hoy Leona Vicario) en la selva se explotó el territorio, que actualmente corresponde al municipio de Puerto Morelos, para la obtención de productos forestales como chicle, palo de tinte y maderas preciosas. Posteriormente se creó un puerto para la exportación de esos recursos, denominado "Punta Corcho" el cuál se convirtió en lo que hoy es la localidad de Puerto Morelos. Esta última es una comunidad relativamente pequeña y pintoresca, en la que la actividad turística es de las principales fuentes generadoras de ingresos.

En la actualidad, el municipio de Puerto Morelos comprende las localidades de: Puerto Morelos, como cabecera municipal, la cual posee una zona urbanizada dividida por una zona de humedales (actualmente parte del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos), derivando en la zona del puerto y en la colonia Joaquín Zetina Gasca y alrededores; Leona Vicario y Central Vallarta. De acuerdo al Consejo Estatal de Población, hasta 2015 habitaban 37,099 personas en el municipio. Debido a la baja cantidad de zonas urbanas, gran porcentaje del municipio conserva superficies con sus componentes ambientales en buen estado de conservación, lo que ha propiciado la construcción de paradores turísticos para el turismo de aventura. En 2020, recibió por segundo año consecutivo el distintivo como Mejor Destino de Aventura de México otorgado por los World Travel Awards en la edición virtual.

Por lo tanto, la principal actividad económica por generar más recursos en el municipio es el turismo, favorecido por los recursos naturales extraordinarios que aún conserva, lo cual es parte esencial en el desarrollo económico local. Es por ello que, en el municipio resulta de gran relevancia el proteger la biodiversidad, los paisajes naturales y los recursos que otorga, tanto por su importancia como factores que contribuyen con el equilibrio ecológico de los ecosistemas naturales de la región, como por los servicios ambientales que proporcionan, beneficiando al ser humano en su desarrollo personal y en la economía.

El sistema ambiental del municipio de Puerto Morelos, ubicado en la costa norte del estado de Quintana Roo, alberga ecosistemas terrestres, costeros y marinos de alta relevancia ecológica, que incluyen selvas medianas subperennifolias, selvas bajas subcaducifolias, tulares, sabanas, manglares y vegetación de dunas costeras, así como pastos marinos y arrecifes coralinos. Además, forma parte del acuífero subterráneo de la Península de Yucatán. El Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027 de Puerto Morelos, señala que esos sistemas naturales son fundamentales para la dinámica ambiental del municipio e importantes para el desarrollo socioeconómico, ya que representan una oportunidad para la promoción del turismo sostenible y la conservación de recursos naturales, por medio de lo cual se refuerce la identidad ambiental de Puerto Morelos como un destino turístico comprometido con la sostenibilidad.

En el área de la fauna silvestre, el municipio de Puerto Morelos alberga una diversidad significativa de fauna acuática y terrestre, estrechamente vinculada al estado de conservación de sus ecosistemas. El grupo que destaca es el de las aves, conformada por especies residentes y migratorias. Por la presencia de humedales y zona costera, presenta una rica diversidad de peces, caso contrario con los anfibios, sin embargo, este último grupo a nivel de la entidad de quintana Roo también es el menos diverso, por las condiciones climáticas y sistemas ambientales, considerando que los anfibios son un grupo altamente sensible a las características de sus entornos. Los reptiles y mamíferos del municipio se representan cada grupo por casi por la mitad de especies reportadas para el estado.

A pesar de que existen documentos oficiales del municipio de Puerto Morelos que actualizan la riqueza de especies de fauna silvestre en su territorio, como el Plan Municipal de Desarrollo 2024-2027, existen variaciones en los números oficiales, por lo que resulta necesario llevar a cabo estudios científicos que brinden análisis más completos de la riqueza del municipio, la cual, como se ha evidenciado en años recientes, ha incrementado. Asimismo, se deben considerar estudios recientes de zonas vulnerables y de gran importancia biológica, como el Estudio Previo Justificativo (EPJ) del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos. El EPJ del ANP dice a la letra:

"*La propuesta de APFF Manglares de Puerto Morelos alberga el 27 % de la biodiversidad reportada para el estado de Quintana Roo. Destaca la riqueza de avifauna porque representa el 57 % de la diversidad de aves a nivel estatal… (Pozo et al., 2011). En ese sentido, en la propuesta de ANP se registran 1,294 especies nativas de flora y fauna, de las cuales 96 están incluidas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y 59 son endémicas... El total de especies reportado no incluye a 27 especies exóticas, exóticas invasoras y traslocadas registradas hasta el momento en la propuesta de ANP.*

Centrándose en el grupo de vertebrados, a continuación, se presenta la riqueza de especies de fauna silvestre del grupo de peces, anfibios, aves, mamíferos y reptiles, comparado con la riqueza total estimada del estado

de Quintana Roo y la reportada para el ANP APFF Manglares de Puerto Morelos. La cifra de la riqueza de especies de la entidad y del municipio se determinó posterior al análisis de fuentes de información como *Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I* (Pozo et al, 2011), ENCICLOVIDA (https://enciclovida.mx/), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (https://www.gob.mx/conanp), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (https://www.biodiversidad.gob.mx/conabio/) y listados de estudios y notas científicas de la zona. Sin embargo, como se ha señalado, es necesario la emisión de estudios más especializados que actualicen la riqueza total de vertebrados del municipio.

Tabla IV.28. Riqueza de fauna silvestre (vertebrados) en el estado de Quintana Roo, el municipio de Puerto Morelos y el ANP APFF Manglares de Puerto Morelos.

Grupo	Estado de Quintana Roo	Municipio de Puerto Morelos	ANP APFF Manglares de Puerto Morelos
Anfibios	24	18	13
Aves	483	374	277
Mamíferos	129	57	30
Peces	669	37	17
Reptiles	112	67	50

Considerando lo anterior, el municipio de Puerto Morelos posee una buena riqueza de especies de fauna silvestre, destacando el grupo de las aves, el cual representa el 77.43% de la riqueza de especies registrada para el estado. Los anfibios representan el 75% de las especies del estado; los mamíferos el 44.18%; los reptiles el 59.82% y los peces 5.53%.

Sistema Ambiental (SA)

El Sistema Ambiental del proyecto *"Botánica"* se encuentra ubicado en el municipio de Puerto Morelos y abarca un terreno plano, caracterizado por la presencia de roca caliza aflorante, donde también se presenta un gran número de depresiones, conocidas como "reholladas". Donde en periodos de lluvias el agua se infiltra rápidamente, lo cual produce la disolución de las rocas que es característico del relieve kárstico (Ayuntamiento de Puerto Morelos, 2021). Estas condiciones, permiten el desarrollo de ciertas comunidades vegetales (CONANP, 2023). La verificación en campo permitió identificar los tipos de vegetación que se distribuyen en la superficie del SA: manglar, zona de transición, chital, matorral costero, asentamientos humanos y zona de playa. Estas comunidades y suso de suelo del SA condicionan el tipo de fauna silvestre que se desarrolla en ella.

Tabla. IV.29. Superficies de uso de suelo y vegetación identificados en el SA.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN SA			
Uso de suelo y Vegetación	**Área (m^2)**	**Área (ha)**	**Porcentaje**
Manglar	237,881.84	23.79	29.24
Zona de Transición	121,725.62	12.17	14.96
Chital	97,790.83	9.78	12.02
Matorral Costero	18,829.59	1.88	2.31
Asentamientos Humanos	308,744.57	30.88	37.95
Zona de Playa	28,536.52	2.85	3.52
TOTAL	**813,508.97**	**81.35**	**100.00**

Se aprecie que las zonas de manglar y asentamientos humanos ocupan la mayor parte de la superficie del SA, siendo la última la de mayor área con 30.88 ha. Por ello, la riqueza de fauna del SA puede ser igual o menor de la registrada para el ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, por la cercanía de dichos sistema natural. Sin embargo, la frecuencia de las especies puede variar considerando la zona de análisis del SA, ya que el polígono de Asentamientos Humanos presentará una riqueza menor frente a las áreas con comunidades de vegetación continua. En este contexto, las zonas urbanizadas presentan menor variedad de hábitats para albergar especies más específicas que requieren ambientes con características puntuales, como cuerpos de agua, vegetación densa y corredores biológicos.

Particularmente, las especies más comunes en la localidad de Puerto Morelos, limitándose al centro urbano, son las aves adecuadas a presencia huma e infraestructura civil, seguido de algunas especies medianas y pequeñas de mamíferos y reptiles. Cabe mencionar que, algunas especies podrán usar el poblado únicamente como sitio de tránsito para trasladarse entre los sistemas ambientales colindantes, en donde sí encuentran alimento, refugio y sitios de reproducción. Por ello, resulta de especial interés el evitar la expansión urbana que propicie la fragmentación de hábitats naturales de uso para la fauna silvestre local.

A continuación, se presenta un listado de la riqueza de especies que potencialmente se encuentran en todo el sistema ambiental del proyecto. Para ello, se consideraron los listados del Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos (2023), ya que parte del ANP se encuentra en el SA, además de poseer ambientes similares a los encontrados en las colindancias de la localidad de Puerto Morelos, lo que la convierte en un referente actualizado de la riqueza de especies de esa zona. Cabe mencionar que, de los listados señalados no se consideraron sinonimias (se presentaron nombres científicos y sinonimias como dos especies distintas del área, cuando corresponden solo a una) y se descartaron los registros raros que corresponden a una sola observación y que no se encontraron otros registros oficiales o en otras plataformas. Asimismo, se

complementó el listado con especies registradas en besa de datos abiertos como Enciclovida y Naturalista En la tabla del listado también se señalan las especies observadas en los recorridos realizados en distintos puntos del SA.

Cabe mencionar que, la cantidad de especies observada es muy baja, porque los recorridos se limitaron a los sitios a los que se puede acceder en el SA, ubicados principalmente en el polígono del asentamiento humano, mismo que posee baja riqueza de especies frente a las áreas de comunidades densas de vegetación (a las cuales se limita el paso). Aunado a ello, algunas especies registradas para el municipio son de ambientes más específicos, como selvas en buen estado de conservación situados más hacia adentro del área continental, mientras que el SA está conformado por un ecosistema costero y el asentamiento humano de Puerto Morelos.

Tabla IV.28. Riqueza de fauna silvestre potencial en el SA.

Grupo	Familia	Género	Especies
Anfibios	5	10	12
Aves	53	187	273
Mamíferos	17	27	28
Peces	9	12	12
Reptiles	20	37	46

Tabla IV.29. Riqueza de anfibios potencial en el SA.

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
1	Anura	Bufonidae	*Incilius*	*I. valliceps*	Sapo costero	x
2	Anura	Bufonidae	*Rhinella*	*R. horribilis*	Sapo gigante	-
3	Anura	Hylidae	*Dendropsophus*	*D. microcephalus*	Rana de árbol amarilla	-
4	Anura	Hylidae	*Scinax*	*S. staufferi*	Rana arborícola trompuda	-
5	Anura	Hylidae	*Smilisca*	*S. baudinii*	Rana arborícola mexicana	x
6	Anura	Hylidae	*Tlalocohyla*	*T. loquax*	Rana arbórea locuaz	-
7	Anura	Hylidae	*Tlalocohyla*	*T. picta*	Ranita grillo	-
8	Anura	Hylidae	*Trachycephalus*	*T. vermiculatus*	Rana arborícola vermiculada	-
9	Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus*	*L. fragilis*	Rana de bigotes	-
10	Anura	Leptodactylidae	*Leptodactylus*	*L. melanonotus*	Ranita hojarasca	x
11	Anura	Ranidae	*Lithobates*	*L. brownorum*	Rana leopardo	x
12	Caudata	Plethodontidae	*Bolitoglossa*	*B. yucatana*	Salamandra lengua de hongo yucateca	-

Tabla IV.30. Riqueza de aves potencial en el SA.

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
1	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter*	*A. bicolor*	Gavilán bicolor	-
2	Accipitriformes	Accipitridae	*Accipiter*	*A. striatus*	Gavilán pecho canela	-
3	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo*	*B. albonotatus*	Aguililla aura	-
4	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo*	*B. brachyurus*	Aguililla cola corta	-
5	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo*	*B. plagiatus*	Aguililla gris	-
6	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteogallus*	*B. anthracinus*	Aguililla negra menor	-
7	Accipitriformes	Accipitridae	*Chondrohierax*	*C. uncinatus*	Gavilán pico de gancho	-
8	Accipitriformes	Accipitridae	*Circus*	*C. hudsonius*	Gavilán rastrero	-
9	Accipitriformes	Accipitridae	*onychoprion*	*E. leucurus*	Milano cola blanca	-
10	Accipitriformes	Accipitridae	*Geranoaetus*	*G. albicaudatus*	Aguililla cola blanca	-
11	Accipitriformes	Accipitridae	*Geranospiza*	*G. caerulescens*	Gavilán zancón	-
12	Accipitriformes	Accipitridae	*Harpagus*	*H. bidentatus*	Gavilán bidentado	-
13	Accipitriformes	Accipitridae	*Leptodon*	*L. cayanensis*	Gavilán cabeza gris	-
14	Accipitriformes	Accipitridae	*Rostrhamus*	*R. sociabilis*	Gavilán caracolero	-
15	Accipitriformes	Accipitridae	*Rupornis*	*R. magnirostris*	Aguililla caminera	x
16	Accipitriformes	Accipitridae	*Spizaetus*	*S. ornatus*	Águila elegante	-
17	Accipitriformes	Pandionidae	*Pandion*	*P. haliaetus*	Águila pescadora	x
18	Anseriformes	Anatidae	*Aythya*	*A. affinis*	Pato boludo menor	-
19	Anseriformes	Anatidae	*Aythya*	*A. collaris*	Pato pico anillado	-
20	Anseriformes	Anatidae	*Cairina*	*C. moschata*	Pato real	-
21	Anseriformes	Anatidae	*Dendrocygna*	*D. autumnalis*	Pijije alas blancas	-
22	Anseriformes	Anatidae	*Spatula*	*S. discors*	Cerceta alas azules	-
23	Apodiformes	Apodidae	*Chaetura*	*C. vauxi*	Vencejo de vaux	x
24	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia*	*A. rutila*	Colibrí canelo	x
25	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia*	*A. tzacatl*	Colibrí cola canela	-
26	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia*	*A. yucatanensis*	Colibrí vientre canelo	-
27	Apodiformes	Trochilidae	*Anthracothorax*	*A. prevostii*	Colibrí garganta negra	-
28	Apodiformes	Trochilidae	*Archilochus*	*A. colubris*	Colibrí garganta rubí	-
29	Apodiformes	Trochilidae	*Chlorestes*	*C. candida*	Colibrí cándido	-
30	Apodiformes	Trochilidae	*Cynanthus*	*C. canivetii*	Esmeralda tijereta	-
31	Apodiformes	Trochilidae	*Pampa*	*P. curvipennis*	Fandanguero mexicano	-
32	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Antrostomus*	*A. badius*	Tapacaminos yucateco	-

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
33	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles*	*C. acutipennis*	Chotacabras menor	-
34	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Chordeiles*	*C. minor*	Chotacabras zumbón	-
35	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctidromus*	*N. albicollis*	Chotacabras pauraque	-
36	Caprimulgiformes	Caprimulgidae	*Nyctiphrynus*	*N. yucatanicus*	Tapacaminos Huil	-
37	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes*	*C. aura*	Zopilote aura	x
38	Cathartiformes	Cathartidae	*Cathartes*	*C. burrovianus*	Zopilote sabanero	-
39	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps*	*C. atratus*	Zopilote común	x
40	Cathartiformes	Cathartidae	*Sarcoramphus*	*S. papa*	Zopilote rey	-
41	Charadriiformes	Jacanidae	*Jacana*	*J. spinosa*	Jacana norteña	x
42	Charadriiformes	Laridae	*Hydroprogne*	*H. caspia*	Charrán del Caspio	-
43	Charadriiformes	Scolopacidae	*Actitis*	*A. macularius*	Playero alzacolita	-
44	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris*	*C. alba*	Playero blanco	x
45	Charadriiformes	Scolopacidae	*Calidris*	*C. mauri*	Playero occidental	-
46	Ciconiiformes	Ciconiidae	*Jabiru*	*J. mycteria*	Cigüeña jabirú	-
47	Ciconiiformes	Ciconiidae	*Mycteria*	*M. americana*	Cigüeña americana	-
48	Columbiformes	Columbidae	*Claravis*	*C. pretiosa*	Tórtola azul	-
49	Columbiformes	Columbidae	*Columba*	*C. livia*	Paloma doméstica	x
50	Columbiformes	Columbidae	*Columbina*	*C. passerina*	Tortolita pico rojo	-
51	Columbiformes	Columbidae	*Columbina*	*C. talpacoti*	Tortolita canela	x
52	Columbiformes	Columbidae	*Geotrygon*	*G. montana*	Paloma canela	-
53	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila*	*L. jamaicensis*	Paloma caribeña	-
54	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila*	*L. plumbeiceps*	Paloma cabeza gris	-
55	Columbiformes	Columbidae	*Leptotila*	*L. verreauxi*	Paloma arroyera	-
56	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas*	*P. cayennensis*	Paloma colorada	-
57	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas*	*P. flavirostris*	Paloma morada	-
58	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas*	*P. leucocephala*	Paloma corona blanca	-
59	Columbiformes	Columbidae	*Patagioenas*	*P. nigrirostris*	Paloma triste	-
60	Columbiformes	Columbidae	*Streptopelia*	*S. decaocto*	Paloma turca de collar	x
61	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida*	*Z. asiatica*	Paloma alas blancas	x
62	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida*	*Z. aurita*	Huilota caribeña	-
63	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle*	*C. aenea*	Martín pescador enano	-
64	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle*	*C. amazona*	Martín pescador amazónico	-
65	Coraciiformes	Alcedinidae	*Chloroceryle*	*C. americana*	Martín pescador verde	-
66	Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle*	*M. alcyon*	Martín pescador norteño	-

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
67	Coraciiformes	Alcedinidae	*Megaceryle*	*M. torquata*	Martín pescador de collar	-
68	Coraciiformes	Momotidae	*Eumomota*	*E. superciliosa*	Momoto cejas azules	-
69	Coraciiformes	Momotidae	*Momotus*	*M. lessonii*	Momoto corona negra	-
70	Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus*	*C. americanus*	Cuclillo pico amarillo	-
71	Cuculiformes	Cuculidae	*Coccyzus*	*C. minor*	Cuclillo manglero	-
72	Cuculiformes	Cuculidae	*Crotophaga*	*C. sulcirostris*	Garrapatero pijuy	x
73	Cuculiformes	Cuculidae	*Dromococcyx*	*D. phasianellus*	Cuclillo faisán	-
74	Cuculiformes	Cuculidae	*Piaya*	*P. cayana*	Cuclillo canelo	x
75	Falconiformes	Falconidae	*Falco*	*F. columbarius*	Halcón esmerejón	-
76	Falconiformes	Falconidae	*Falco*	*F. peregrinus*	Halcón peregrino	-
77	Falconiformes	Falconidae	*Falco*	*F. rufigularis*	Halcón murcielaguero	-
78	Falconiformes	Falconidae	*Falco*	*F. sparverius*	Cernícalo americano	-
79	Falconiformes	Falconidae	*Herpetotheres*	*H. cachinnans*	Halcón guaco	-
80	Galliformes	Cracidae	*Crax*	*C. rubra*	Pavón grande	-
81	Galliformes	Cracidae	*Ortalis*	*O. vetula*	Chachalaca oriental	x
82	Galliformes	Odontophoridae	*Colinus*	*C. nigrogularis*	Codorniz yucateca	-
83	Galliformes	Odontophoridae	*Dactylortyx*	*D. thoracicus*	Codorniz silbadora	-
84	Gruiformes	Aramidae	*Aramus*	*A. guarauna*	Carrao	-
85	Gruiformes	Rallidae	*Aramides*	*A. albiventris*	Rascón nuca canela	-
86	Gruiformes	Rallidae	*Aramides*	*A. axillaris*	Rascón cuello canela	-
87	Gruiformes	Rallidae	*Fulica*	*F. americana*	Gallareta americana	-
88	Gruiformes	Rallidae	*Gallinula*	*G. galeata*	Gallineta frente roja	-
89	Gruiformes	Rallidae	*Laterallus*	*L. ruber*	Polluela canela	-
90	Gruiformes	Rallidae	*Pardirallus*	*P. maculatus*	Rascón pinto	-
91	Gruiformes	Rallidae	*Porzana*	*P. carolina*	Polluela sora	-
92	Passeriformes	Bombycillidae	*Bombycilla*	*B. cedrorum*	Chinito	-
93	Passeriformes	Cardinalidae	*Cardinalis*	*C. cardinalis*	Cardenal rojo	x
94	Passeriformes	Cardinalidae	*Cyanocompsa*	*C. parellina*	Colorín azulnegro	-
95	Passeriformes	Cardinalidae	*Granatellus*	*G. sallaei*	Granatelo yucateco	-
96	Passeriformes	Cardinalidae	*Habia*	*H. fuscicauda*	Piranga hormiguera garganta roja	-
97	Passeriformes	Cardinalidae	*Habia*	*H. rubica*	Piranga hormigueracorona roja	-
98	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina*	*P. caerulea*	Picogordo azul	-

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
99	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina*	*P. ciris*	Colorín sietecolores	x
100	Passeriformes	Cardinalidae	*Passerina*	*P. cyanea*	Colorín azul	-
101	Passeriformes	Cardinalidae	*Pheuticus*	*P. ludovicianus*	Picogordo degollado	-
102	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga*	*P. olivacea*	Piranga escarlata	-
103	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga*	*P. roseogularis*	Piranga yucateca	-
104	Passeriformes	Cardinalidae	*Piranga*	*P. rubra*	Piranga roja	-
105	Passeriformes	Cardinalidae	*Spiza*	*S. americana*	Arrocero americano	-
106	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax*	*C. yncas*	Chara verde	-
107	Passeriformes	Corvidae	*Cyanocorax*	*C. yucatanicus*	Chara yucateca	x
108	Passeriformes	Corvidae	*Psilorhinus*	*P. morio*	Chara Pea	-
109	Passeriformes	Formicariidae	*Formicarius*	*F. moniliger*	Hormiguero cholino maya	-
110	Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia*	*E. affinis*	Eufonia garganta negra mesoamericana	-
111	Passeriformes	Fringillidae	*Euphonia*	*E. hirundinacea*	Eufonia garganta amarilla	x
112	Passeriformes	Fringillidae	*Spinus*	*S. psaltria*	Jilguerito dominico	-
113	Passeriformes	Furnariidae	*Dendrocincla*	*D. anabatina*	Trepatroncos sepia	-
114	Passeriformes	Furnariidae	*Dendrocincla*	*D. homochroa*	Trepatroncos canelo	-
115	Passeriformes	Furnariidae	*Dendrocolaptes*	*D. sanctithomae*	Trepatroncos barrado	-
116	Passeriformes	Furnariidae	*Sittasomus*	*S. griseicapillus*	Trepatroncos cabeza gris	-
117	Passeriformes	Furnariidae	*Xiphorhynchus*	*X. flavigaster*	Trepatroncos bigotudo	-
118	Passeriformes	Hirundinidae	*Hirundo*	*H. rustica*	Golondrina tijereta	x
119	Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon*	*P. fulva*	Golondrina pueblera	-
120	Passeriformes	Hirundinidae	*Petrochelidon*	*P. pyrrhonota*	Golondrina risquera	-
121	Passeriformes	Hirundinidae	*Progne*	*P. chalybea*	Golondrina pecho gris	-
122	Passeriformes	Hirundinidae	*Progne*	*P. subis*	Golondrina azulnegra	-
123	Passeriformes	Hirundinidae	*Riparia*	*R. riparia*	Golondrina ribereña	-
124	Passeriformes	Hirundinidae	*Stelgidopteryx*	*S. serripennis*	Golondrina alas aserradas	-
125	Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta*	*T. albilinea*	Golondrina manglera	-
126	Passeriformes	Hirundinidae	*Tachycineta*	*T. bicolor*	Golondrina bicolor	-
127	Passeriformes	Icteridae	*Agelaius*	*A. phoeniceus*	Tordo sargento	-

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
128	Passeriformes	Icteridae	*Amblycercus*	*H. holosericeus*	Cacique pico claro	-
129	Passeriformes	Icteridae	*Dives*	*D. dives*	Tordo cantor	x
130	Passeriformes	Icteridae	*Icterus*	*I. auratus*	Calandria dorso naranja	-
131	Passeriformes	Icteridae	*Icterus*	*I. chrysater*	Calandria dorso amarillo	-
132	Passeriformes	Icteridae	*Icterus*	*I. cucullatus*	Calandria dorso negro menor	x
133	Passeriformes	Icteridae	*Icterus*	*I. galbula*	Calandria de Baltimore	-
134	Passeriformes	Icteridae	*Icterus*	*I. gularis*	Calandria dorso negro mayor	-
135	Passeriformes	Icteridae	*Icterus*	*I. mesomelas*	Calandria cola amarilla	-
136	Passeriformes	Icteridae	*Icterus*	*I. prosthemelas*	Calandria caperuza negra	-
137	Passeriformes	Icteridae	*Molothrus*	*M. aeneus*	Tordo ojos rojos	-
138	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus*	*Q. mexicanus*	Zanate mexicano	x
139	Passeriformes	Icteriidae	*Icteria*	*I. virens*	Chipe grande	-
140	Passeriformes	Mimidae	*Dumetella*	*D. carolinensis*	Maullador gris	x
141	Passeriformes	Mimidae	*Mimus*	*M. gilvus*	Centzontle tropical	x
142	Passeriformes	Mimidae	*Melanoptila*	*M. glabrirostris*	Maullador negro	-
143	Passeriformes	Onychorhynchidae	*Myiobius*	*M. sulphureipygius*	Mosquerito rabadilla amarilla	-
144	Passeriformes	Onychorhynchidae	*Onychorhynchus*	*O. coronatus*	Mosquero real	-
145	Passeriformes	Parulidae	*Basileuterus*	*B. culicivorus*	Chipe cejas negras	-
146	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis*	*G. formosa*	Chipe patilludo	-
147	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis*	*G. poliocephala*	Mascarita pico grueso	-
148	Passeriformes	Parulidae	*Geothlypis*	*G. trichas*	Mascarita común	-
149	Passeriformes	Parulidae	*Helmitheros*	*H. vermivorum*	Chipe gusanero	-
150	Passeriformes	Parulidae	*Leiothlypis*	*L. peregrina*	Chipe peregrino	-
151	Passeriformes	Parulidae	*Mniotilta*	*M. varia*	Chipe trepador	-
152	Passeriformes	Parulidae	*Protonotaria*	*P.citrea*	Chipe dorado	-
153	Passeriformes	Parulidae	*Seiurus*	*S. aurocapilla*	Chipe suelero	-
154	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. americana*	Chipe pecho manchado	-
155	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. caerulescens*	Chipe azulnegro	-
156	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. cerulea*	Chipe celeste	-
157	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. citrina*	Chipe encapuchado	-

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
158	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. coronata*	Chipe rabadilla amarilla	-
159	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. discolor*	Chipe de pradera	-
160	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. dominica*	Chipe garganta amarilla	x
161	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. fusca*	Chipe garganta naranja	-
162	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. magnolia*	Chipe de magnolias	-
163	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. palmarum*	Chipe playero	x
164	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. pensylvanica*	Chipe flancos castaños	-
165	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. petechia*	Chipe amarillo	x
166	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. ruticilla*	Pavito migratorio	-
167	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. striata*	Chipe cabeza negra	-
168	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. tigrina*	Chipe atigrado	-
169	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. virens*	Chipe dorso verde	-
170	Passeriformes	Parulidae	*Vermivora*	*V. cyanoptera*	Chipe alas azules	-
171	Passeriformes	Passerellidae	*Arremonops*	*A. chloronotus*	Rascador dorso verde	-
172	Passeriformes	Passerellidae	*Passerculus*	*P. sandwichensis*	Gorrión sabanero	-
173	Passeriformes	Pipridae	*Ceratopipra*	*C. mentalis*	Saltarín cabeza roja	-
174	Passeriformes	Polioptilidae	*Polioptila*	*P. caerulea*	Perlita azulgrís	-
175	Passeriformes	Thamnophilidae	*Thamnophilus*	*T. doliatus*	Batará barrado	-
176	Passeriformes	Thraupidae	*Coereba*	*C. flaveola*	Reinita mielera	-
177	Passeriformes	Thraupidae	*Cyanerpes*	*C. cyaneus*	Mielero patas rojas	-
178	Passeriformes	Thraupidae	*Saltator*	*S. atriceps*	Saltador cabeza negra	-
179	Passeriformes	Thraupidae	*Saltator*	*S. grandis*	Saltador gris mesoamericano	-
180	Passeriformes	Thraupidae	*Sporophila*	*S. morelleti*	Semillero de collar	-
181	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis*	*T. abbas*	Tangara alas amarillas	-
182	Passeriformes	Thraupidae	*Thraupis*	*T. episcopus*	Tangara azulgrís	-
183	Passeriformes	Thraupidae	*Tiaris*	*T. olivaceus*	Semillero oliváceo	-
184	Passeriformes	Thraupidae	*Volatinia*	*V. jacarina*	Semillero brincador	-
185	Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus*	*P. aglaiae*	Cabezón degollado	-
186	Passeriformes	Tityridae	*Pachyramphus*	*P. major*	Cabezón mexicano	-
187	Passeriformes	Tityridae	*Tityra*	*T. inquisitor*	Titira pico negro	-
188	Passeriformes	Tityridae	*Tityra*	*T. semifasciata*	Titira puerquito	-
189	Passeriformes	Troglodytidae	*Henicorhina*	*H. leucosticta*	Saltapared pecho blanco	-
190	Passeriformes	Troglodytidae	*Pheugopedius*	*P. maculipectus*	Saltapared moteado	-

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
191	Passeriformes	Troglodytidae	*Thryothorus*	*T. ludovicianus*	Saltapared de Carolina	-
192	Passeriformes	Troglodytidae	*Troglodytes*	*T. aedon*	Saltapared común	-
193	Passeriformes	Troglodytidae	*Uropsila*	*U. leucogastra*	Saltapared vientre blanco	-
194	Passeriformes	Turdidae	*Catharus*	*C. fuscescens*	Zorzal canelo	-
195	Passeriformes	Turdidae	*Catharus*	*C. minimus*	Zorzal cara gris	-
196	Passeriformes	Turdidae	*Catharus*	*C. ustulatus*	Zorzal de anteojos	-
197	Passeriformes	Turdidae	*Hylocichla*	*H. mustelina*	Zorzal moteado	-
198	Passeriformes	Turdidae	*Turdus*	*T. grayi*	Mirlo café	-
199	Passeriformes	Tyrannidae	*Attila*	*A. spadiceus*	Mosquero Atila	-
200	Passeriformes	Tyrannidae	*Camptostoma*	*C. imberbe*	Mosquerito chillón	-
201	Passeriformes	Tyrannidae	*Contopus*	*C. virens*	Papamoscas del este	-
202	Passeriformes	Tyrannidae	*Elaenia*	*E. flavogaster*	Mosquero Elaenia copetón	-
203	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax*	*E. flaviventris*	Papamoscas vientre amarillo	-
204	Passeriformes	Tyrannidae	*Empidonax*	*E. minimus*	Papamoscas chico	-
205	Passeriformes	Tyrannidae	*Legatus*	*L. leucophaius*	Papamoscas rayado chico	-
206	Passeriformes	Tyrannidae	*Megarynchus*	*M. pitangua*	Luis pico grueso	-
207	Passeriformes	Tyrannidae	*Mionectes*	*M. oleagineus*	Mosquerito ocre	-
208	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus*	*M. crinitus*	Papamoscas viajero	-
209	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus*	*M. tuberculifer*	Papamoscas triste	-
210	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus*	*M. tyrannulus*	Papamoscas gritón	-
211	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiarchus*	*M. yucatanensis*	Papamoscas yucateco	-
212	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiodynastes*	*M. luteiventris*	Papamoscas rayado común	-
213	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiopagis*	*M. viridicata*	Mosquerito verdoso	-
214	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes*	*M. similis*	Luisito común	x
215	Passeriformes	Tyrannidae	*Oncostoma*	*O. cinereigulare*	Mosquerito pico curvo	-
216	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus*	*P. sulphuratus*	Bienteveo común	x
217	Passeriformes	Tyrannidae	*Platyrinchus*	*P. cancrominus*	Mosquerito pico chato	-
218	Passeriformes	Tyrannidae	*Poecilotriccus*	*P. sylvia*	Mosquerito espatulilla gris	-
219	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus*	*P. rubinus*	Mosquero cardenal	-
220	Passeriformes	Tyrannidae	*Rhynchocyclus*	*R. brevirostris*	Mosquerito pico plano	-
221	Passeriformes	Tyrannidae	*Sayornis*	*S. phoebe*	Papamoscas fibí	-
222	Passeriformes	Tyrannidae	*Todirostrum*	*T. cinereum*	Mosquerito espatulilla común	-

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
223	Passeriformes	Tyrannidae	*Tolmomyias*	*T. sulphurescens*	Mosquerito ojos blancos	-
224	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus*	*T. couchii*	Tirano cuir	x
225	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus*	*T. melancholicus*	Tirano pirirí	x
226	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus*	*T. tyrannus*	Tirano dorso negro	-
227	Passeriformes	Vireonidae	*Cyclarhis*	*C. gujanensis*	Vireón cejas canela	-
228	Passeriformes	Vireonidae	*Pachysylvia*	*P. decurtata*	Vireocillo cabeza gris	x
229	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo*	*V. flavifrons*	Vireo garganta amarilla	-
230	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo*	*V. flavoviridis*	Vireo verdeamarillo	-
231	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo*	*V. griseus*	Vireo ojos blancos	x
232	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo*	*V. magister*	Vireo yucateco	-
233	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo*	*V. olivaceus*	Vireo ojos rojos	-
234	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo*	*V. pallens*	Vireo manglero	-
235	Passeriformes	Vireonidae	*Vireo*	*V. philadelphicus*	Vireo de Filadelfia	-
236	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea*	*A. alba*	Garza blanca	x
237	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ardea*	*A. herodias*	Garza morena	x
238	Pelecaniformes	Ardeidae	*Botaurus*	*B. pinnatus*	Avetoro neotropical	-
239	Pelecaniformes	Ardeidae	*Bubulcus*	*B. ibis*	Garza ganadera	-
240	Pelecaniformes	Ardeidae	*Butorides*	*B. virescens*	Garcita verde	-
241	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta*	*E. caerulea*	Garceta azul	-
242	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta*	*E. rufescens*	Garza rojiza	-
243	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta*	*E. thula*	Garza dedos dorados	x
244	Pelecaniformes	Ardeidae	*Egretta*	*E. tricolor*	Garza tricolor	-
245	Pelecaniformes	Ardeidae	*Ixobrychus*	*I. exilis*	Avetoro menor	-
246	Pelecaniformes	Ardeidae	*Nycticorax*	*N. nycticorax*	Garza nocturna corona negra	-
247	Pelecaniformes	Ardeidae	*Trigrisoma*	*T. mexicanum*	Garza tigre mexicana	-
248	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Eudocimus*	*E. albus*	Ibis blanco	x
249	Pelecaniformes	Threskiornithidae	*Platalea*	*P. ajaja*	Espátula rosada	-
250	Piciformes	Picidae	*Campephilus*	*C. guatemalensis*	Carpintero pico plateado	-
251	Piciformes	Picidae	*Colaptes*	*C. rubiginosus*	Carpintero olivo	-
252	Piciformes	Picidae	*Dryobates*	*D. fumigatus*	Carpintero café	-
253	Piciformes	Picidae	*Dryobates*	*D. scalaris*	Carpintero mexicano	-
254	Piciformes	Picidae	*Melanerpes*	*M. aurifrons*	Carpintero cheje	x

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
255	Piciformes	Picidae	*Melanerpes*	*M. pygmaeus*	Carpintero yucateco	-
256	Piciformes	Picidae	*Sphyrapicus*	*S. varius*	Carpintero moteado	-
257	Piciformes	Ramphastidae	*Pteroglossus*	*P. torquatus*	Tucancillo collajero	-
258	Piciformes	Ramphastidae	*Ramphastos*	*R. sulfuratus*	Tucán pico canoa	-
259	Podicipediformes	Podicipedidae	*Podilymbus*	*P. podiceps*	Zambullidor pico grueso	-
260	Podicipediformes	Podicipedidae	*Tachypabtus*	*T. dominicus*	Zambullidor menor	-
261	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona*	*A. albifrons*	Loro frente blanca	-
262	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona*	*A. autumnalis*	Loro cachetes amarillos	-
263	Psittaciformes	Psittacidae	*Amazona*	*A. xantholora*	Loro yucateco	-
264	Psittaciformes	Psittacidae	*Eupsittula*	*E. nana*	Perico pecho sucio	x
265	Strigiformes	Strigidae	*Bubo*	*B. virginianus*	Búho cornudo	-
266	Strigiformes	Strigidae	*Glaucidium*	*G. brasilianum*	Tecolote bajeño	-
267	Strigiformes	Strigidae	*Strix*	*S. virgata*	Búho café	-
268	Suliformes	Anhingidae	*Anhinga*	*A. anhinga*	Aninga americana	-
269	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum*	*N. auritum*	Cormorán orejudo	x
270	Suliformes	Phalacrocoracidae	*Nannopterum*	*N. brasilianum*	Cormorán neotropical	-
271	Suliformes	Fregatidae	*Fregata*	*F. magnificens*	Fragata tijereta	x
272	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon*	*T. caligatus*	Coa violácea norteña	-
273	Trogoniformes	Trogonidae	*Trogon*	*T. melanocephalus*	Coa cabeza negra	-

Tabla IV.31. Riqueza de mamíferos potencial en el SA.

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
1	Artiodactyla	Tayassuidae	*Pecari*	*P. tajacu*	Pecarí de collar	-
2	Carnivora	Canidae	*Urocyon*	*U. cinereoargenteus*	Zorra gris	-
3	Carnivora	Felidae	*Felis*	*F. catus*	Gato doméstico	x
4	Carnivora	Felidae	*Herpailurus*	*H. yagouaroundi*	Yaguarundí	-
5	Carnivora	Felidae	*Panthera*	*P. onca*	Jaguar	-
6	Carnivora	Mustelidae	*Eira*	*E. barbara*	Viejo de monte	-
7	Carnivora	Procyonidae	*Nasua*	*N. narica*	Coatí	x
8	Carnivora	Procyonidae	*Procyon*	*P. lotor*	Mapache	x
9	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus*	*A. jamaicensis*	Murciélago frutero	x

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
10	Chiroptera	Phyllostomidae	*Artibeus*	*A. lituratus*	Murciélago frugívoro gigante	-
11	Chiroptera	Phyllostomidae	*Carollia*	*C. sowelli*	Murciélago frugívoro de cola corta	-
12	Chiroptera	Phyllostomidae	*Dermanura*	*D. phaeotis*	Murciélago frugívoro pigmeo	-
13	Chiroptera	Phyllostomidae	*Lonchorhina*	*L. aurita*	Murciélago nariz de espada	-
14	Chiroptera	Phyllostomidae	*Micronycteris*	*M. microtis*	Murciélago orejón brasileño	-
15	Chiroptera	Phyllostomidae	*Sturnira*	*S. lilium*	Murciélago de charreteras menor	-
16	Chiroptera	Vespertilionidae	*Rhogeessa*	*R. tumida*	Murciélago amarillo ala negra	-
17	Didelphimorphia	Didelphidae	*Philander*	*P. opossum*	Tlacuache cuatrojos gris	-
18	Pilosa	Myrmecophagidae	*Tamandua*	*T. mexicana*	Tamandúa norteño	-
19	Primates	Atelidae	*Ateles*	*A. geoffroyi*	Mono araña centroamericano	x
20	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus*	*P. yucatanicus*	Ratón yucateco	-
21	Rodentia	Cricetidae	*Sigmodon*	*S. hispidus*	Rata algodonera crespa	-
22	Rodentia	Cuniculidae	*Cuniculus*	*C. paca*	Tepezcuintle	-
23	Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta*	*D. punctata*	Guaqueque centroamericano	x
24	Rodentia	Erethizontidae	*Coendou*	*C. mexicanus*	Puercoespín tropical	-
25	Rodentia	Heteromyidae	*Heteromys*	*H. gaumeri*	Ratón de abazones	-
26	Rodentia	Muridae	*Mus*	*M. musculus*	Ratón casero eurasiático	x
27	Rodentia	Muridae	*Rattus*	*R. rattus*	Rata negra	-
28	Rodentia	Sciuridae	*Sciurus*	*S. yucatanensis*	Ardilla yucateca	x

Tabla IV.32. Riqueza de peces potencial en el SA.

N°	Grupo	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común
1	Peces	Albuliformes	Albulidae	*Albula*	*A. vulpes*	Macabí
2	Peces	Beloniformes	Belonidae	*Strongylura*	*S. marina*	Agujón verde
3	Peces	Carangiformes	Carangidae	*Caranx*	*C. latus*	Jurel blanco, jurel negro
4	Peces	Cichliformes	Cichlidae	*Mayaheros*	*M. urophthalmus*	Mojarra del sureste
5	Peces	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Belonesox*	*B. belizanus*	Picudito
6	Peces	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Gambusia*	*G. yucatana*	Guayacón yucateco
7	Peces	Cyprinodontiformes	Poeciliidae	*Poecilia*	*P. velifera*	Topote aleta grande
8	Peces	Istiophoriformes	Sphyraenidae	*Sphyraena*	*S. barracuda*	Barracuda

9	Peces	Perciformes	Centropomidae	*Centropomus*	*C. undecimalis*	Robalo blanco
10	Peces	Perciformes	Gerreidae	*Eucinostomus*	*E. melanopterus*	Mojarra de ley
11	Peces	Perciformes	Gerreidae	*Gerres*	*G. cinereus*	Mojarra blanca
12	Peces	Perciformes	Lutjanidae	*Lutjanus*	*L. griseus*	Pargo mulato

Tabla IV.33. Riqueza de reptiles potencial en el SA.

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
1	Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodylus*	*C. acutus*	Cocodrilo de río	-
2	Crocodylia	Crocodylidae	*Crocodylus*	*C. moreletii*	Cocodrilo de pantano	x
3	Squamata	Anolidae	*Anolis*	*A. lemurinus*	Anolis fantasma	-
4	Squamata	Anolidae	*Anolis*	*A. rodriguezii*	Anolis liso del sureste	x
5	Squamata	Anolidae	*Anolis*	*A. sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe	x
6	Squamata	Boidae	*Boa*	*B. imperator*	Mazacuata	-
7	Squamata	Colubridae	*Drymarchon*	*D. melanurus*	Culebra arroyera de cola negra	-
8	Squamata	Colubridae	*Drymobius*	*D. margaritiferus*	Culebra corredora de petatillos	-
9	Squamata	Colubridae	*Ficimia*	*F. publia*	Culebra naricilla manchada	-
10	Squamata	Colubridae	*Lampropeltis*	*L. abnorma*	Falsa coralillo real centroamericana	-
11	Squamata	Colubridae	*Leptophis*	*L. ahaetulla*	Culebra perico verde	-
12	Squamata	Colubridae	*Leptophis*	*L. mexicanus*	Culebra perico mexicana	x
13	Squamata	Colubridae	*Mastigodryas*	*M. melanolomus*	Culebra lagartijera común	-
14	Squamata	Colubridae	*Oxybelis*	*O. potosiensis*	Culebra bejuquilla café	-
15	Squamata	Colubridae	*Pseudelaphe*	*P. phaescens*	Culebra ratonera yucateca	-
16	Squamata	Colubridae	*Symphimus*	*S. mayae*	Culebra labios blancos maya	-
17	Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus*	*B. vittatus*	Toloque rayado	x
18	Squamata	Corytophanidae	*Laemanctus*	*L. serratus*	Toloque coronado	-
19	Squamata	Dipsadidae	*Coniophanes*	*C. imperialis*	Culebra rayas negras	-
20	Squamata	Dipsadidae	*Conophis*	*C. lineatus*	Culebra guardacaminos lineada	-
21	Squamata	Dipsadidae	*Dipsas*	*D. brevifacies*	Culebra caracolera chata	-
22	Squamata	Dipsadidae	*Imantodes*	*I. tenuissimus*	Culebra cordelilla yucateca	-
23	Squamata	Dipsadidae	*Leptodeira*	*L. frenata*	Culebra ojo de gato de selva	-

N°	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Observada
24	Squamata	Dipsadidae	*Ninia*	*N. sebae*	Culebra de cafetal espalda roja	-
25	Squamata	Elapidae	*Micrurus*	*M. diastema ssp. apiatus*	Serpiente coralillo del sureste	-
26	Squamata	Eublepharidae	*Coleonyx*	*C. elegans*	Geco yucateco de bandas	-
27	Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus*	*H. frenatus*	Besucona asiática	x
28	Squamata	Iguanidae	*Ctenosaura*	*C. similis*	Iguana negra de cola espinosa	x
29	Squamata	Natricidae	*Thamnophis*	*T. marcianus*	Culebra de agua	-
30	Squamata	Natricidae	*Thamnophis*	*T. proximus*	Culebra acuática centroamericana	-
31	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*S. chrysostictus*	Lagartija espinosa de puntos amarillos	x
32	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*S. cozumelae*	Lagartija espinosa de Cozumel	x
33	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*S. lundelli*	Lagartija espinosa yucateca	-
34	Squamata	Phyllodactylidae	*Thecadactylus*	*T. rapicauda*	Geco cola de nabo	-
35	Squamata	Scincidae	*Marisora*	*M. lineola*	Eslizón maya	-
36	Squamata	Scincidae	*Mesoscincus*	*M. schwartzei*	Eslizón yucateco	-
37	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis*	*A. maslini*	Huico de la Península de Yucatán	-
38	Squamata	Teiidae	*Holcosus*	*H. undulatus ssp. gaigeae*	Lagartija arcoiris	-
39	Squamata	Typhlopidae	*Indotyphlops*	*I. braminus*	Serpiente ciega afroasiática	-
40	Squamata	Viperidae	*Bothrops*	*B. asper*	Nauyaca real	-
41	Squamata	Viperidae	*Porthidium*	*P. yucatanicum*	Nauyaca yucateca nariz de cerdo	-
42	Testudines	Emydidae	*Trachemys*	*T. scripta*	Jicotea de orejas rojas	-
43	Testudines	Emydidae	*Trachemys*	*T. venusta*	Pecho de carey	-
44	Testudines	Geoemydidae	*Rhinoclemmys*	*R. areolata*	Tortuga mojina de monte	x
45	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon*	*K. creaseri*	Tortuga de pantano yucateca	-
46	Testudines	Kinosternidae	*Kinosternon*	*K. scorpioides*	Tortuga pecho quebrado escorpión	-

De acuerdo con las tablas anteriores, se aprecia que se observaron muy pocas especies de las que potencialmente se distribuyen en el SA. Esto se debe a que, los recorridos se realizaron principalmente en toda la localidad de Puerto Morelos, en donde, por el paisaje urbanizado, no existe una gran variedad de hábitats naturales que alberguen poblaciones estables de fauna silvestre. La fauna de la zona urbana está conformada por especies que toleran la presencia de humanos y obras civiles, estas últimas donde han encontrado oportunidades para refugiarse, alimentarse y reproducirse. En total, derivado de los monitoreos

y recorridos en la localidad, se observaron y escucharon directamente: 4 de anfibios; 42 de aves; 8 de mamíferos y 10 reptiles. De peces no se obtuvieron registros porque no se realizaron muestreos acuáticos.

Fauna del predio

El predio de 299.96 m^2 se encuentra en el centro de población de Puerto Morelos y es un lote previamente impactado con elementos arbóreos dispersos, tanto nativos como exóticos, por lo tanto, no posee comunidades de vegetación estables. Por lo anterior, el terreno no posee características que permitan el establecimiento de grandes poblaciones de fauna silvestre, siendo las más frecuentes el grupo de las aves, debido a la facilidad de desplazamiento del vuelo. No se registraron anfibios ni peces porque el predio no cuenta con cuerpos de agua superficiales, ni cenotes o entradas a cuerpos de agua subterránea. Del grupo de los reptiles, se registraron dos especies, siendo las más presentes la especie de lagartija introducida *Anolis sagrei*, lo que evidencia la condición de impactado del terreno. En cuanto a los mamíferos, únicamente se observó transitando una especie, el Guaqueque (*Dasyprocta punctata*).

En los al rededores del predio, la fauna es similar a la registrada en el predio, aumentando por escasas especies, debido a que en la zona existen varias obras civiles, por lo que tampoco existen hábitats idóneos que alberguen poblaciones estables de vida silvestre. Los animales observados son de tallas pequeñas y medianas. La mayor cantidad de fauna observada en el sistema ambiental se encuentran cercano a la línea de costa y las zonas de vegetación densa más alejada de la zona de obras civiles (caminos sin presencia de obras como casas, hoteles y comercios). En cuanto al número de individuos, se obtuvo un número bajo por cada especie; en algunos puntos de monitoreo no existía certeza de que los individuos fueran distintos a los registrados en puntos cercanos, los cuales se registraron por medio de observación directa y vocalizaciones.

La caracterización de la fauna silvestre correspondiente al predio se realizó utilizando bases de datos verificadas y revisiones bibliográficas, tomando en cuenta al municipio de Puerto Morelos como punto de referencia. La descripción se realizó siguiendo las siguientes fases a continuación descritas:

- Primera fase: Se realizó una consulta bibliográfica a partir de estudios y listados elaborados en el municipio de Puerto Morelos. Además, se utilizaron bases de datos verificados como: ENCICLOVIDA (https://enciclovida.mx/), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) (https://www.gob.mx/conanp), y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) (https://www.biodiversidad.gob.mx/conabio/) para determinar la presencia y distribución potencial de la fauna silvestre. Además, se identificaron las especies sujetas bajo alguna categoría de protección por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así también, a las especies

listadas por el Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) y La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

- Segunda fase: Se realizaron conteos a partir de registros visuales y de sonido realizados durante las visitas preliminares al proyecto. Lo anterior se complementó con la caracterización de la fauna silvestre a través de la implementación de técnicas de muestreos efectuados de acuerdo con cada grupo faunístico. De este modo, se elaboraron listados de riqueza de fauna silvestre presente en el terreno señalando aquellas especies que se observaron directamente. los muestreos específicos ayudan a conocer mejor la estructura y abundancia de las especies observadas, sin embargo, es preciso aclarar que en los sitios de muestreo no siempre se presentan todas las especies de la región. Por lo anterior, es congruente que el listado de riqueza de fauna silvestre observada en el SA sea mayor que la riqueza de especies registradas en los sitios de muestreo, ya que el primero considera tanto a los organismos de los puntos de muestreo, como a los organismos que se van observando durante los recorridos libres o traslados entre sitios.

Para conocer mejor y de forma más puntual la estructura de la diversidad de fauna silvestre en la microcuenca, se implementaron metodologías para recabar datos de cuatro grupos de fauna de la zona: anfibios, aves, mamíferos y reptiles. La caracterización biológica se llevó a cabo mediante las siguientes metodologías de muestreo:

- *Búsqueda intensiva:* Para el registro de la fauna en el predio de estudio, se aplicó la técnica de búsqueda intensiva, adecuada para áreas de pequeña extensión. Debido a que el terreno cuenta con una superficie total de 299.96 m^2, se realizó un recorrido exhaustivo de todo el predio, sin necesidad de dividirlo en subparcelas o transectos. El muestreo consistió en la exploración sistemática del terreno, cubriendo todos los microhábitats disponibles (suelo, vegetación, debajo de objetos, superficies expuestas, etc.), con el objetivo de detectar la mayor cantidad posible de individuos y especies presentes. Durante el recorrido se hizo búsqueda de:
  - Fauna por medio de observaciones directas (visual o auditiva).
  - Rastros de presencia, como huellas, excretas, madrigueras, sonidos, o restos.
  - Fotografías y notas de campo para la identificación posterior de especies.

El esfuerzo de muestreo fue registrado en horas-persona, siendo este de aproximadamente 1 persona por 2 horas, dando un esfuerzo de muestreo de 4 h-persona. Dado que el predio era accesible en su totalidad, se consideró una búsqueda completa, sin restricciones espaciales, lo que maximiza la detección de especies de baja movilidad o crípticas. Los datos obtenidos fueron sistematizados en listas de especies por grupo

faunístico y se estimaron índices básicos como el índice de Shannon-Wiener, para valorar la diversidad local. Sin embargo, este valor es muy bajo porque no se obtuvo un registro alto de especies e individuos.

- *Puntos de conteo:* Esta metodología se realizó para el grupo de las aves. Por el tamaño del predio se realizó un solo punto de conteo, debido a que, desde ese sitio se pudo registrar por medios visuales y auditivos toda la avifauna del lugar. La observación se realizó en tres intervalos de 15 minutos cada uno. En la zona cercana al predio se realizaron otros puntos de conteo para determinar la fauna silvestre, sin embargo, se registraron pocas especies e individuos, predominando el grupo de las aves.

Análisis estadísticos

- Índice de Shannon El índice de Shannon es uno de los más utilizados, derivado de la teoría de información como una medida de la entropía. Este índice manifiesta la heterogeneidad de una comunidad, basándose en dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de S especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes S-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las S especies fueran igualmente abundantes. La diversidad se midió con el Índice de Shannon – Wiener (1949), considerando lo siguiente:

1. Expresa la uniformidad de los valores de importancia a través de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección.

2. Asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra.

3. Adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie, y el logaritmo de S, cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos.

Este índice puede tomar valores que van de 0 a 5, de acuerdo a los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

5- condiciones óptimas / diversidad muy alta.

4- muy buen estado / diversidad alta.

3 a 4- buen estado / diversidad media-alta.

2 a 3- estado moderado / diversidad media.

1 a 2- pobre con perturbación / diversidad baja.

0 a 1- mal estado / diversidad muy baja.

El índice de Shannon se calcula de la siguiente forma:

H=-Σ_(i=1) ^S 〖Pi*ln Pi〗

Donde:

H= Índice de diversidad de Shannon.

Pi= Abundancia relativa de especies.

Índice de Simpson. El índice de dominancia de Simpson o índice de la diversidad de las especies es uno de los parámetros que nos permiten medir la riqueza de organismos. A medida que este el índice la diversidad decrece, por lo que se presenta como una medida de dominancia. Por tanto, el índice de Simpson sobrevalora las especies más abundantes en detrimento de la riqueza total de especies. Entonces entre más aumente el valor a 1, la diversidad disminuye. Este índice depende de la cantidad de categorías que es posible reconocer, da también una idea de homogeneidad general desde un sistema que es más diverso, cuanta dominancia de especies hay y la distribución es más equitativa. A medida que el valor del índice de Simpson se incrementa, la diversidad decrece por lo que es necesario calcular el complemento del índice de Simpson (1-0), asegurando de esta manera que el valor del índice aumenta con el incremento de la diversidad. Tomando en cuenta que el valor mínimo para este índice es 1 que indica que no hay diversidad y que la dominancia es alta. Este índice puede tomar valores que van de 0 a 1, de acuerdo con los valores obtenidos se considera que las condiciones ambientales y de la biodiversidad se encuentran en:

Mayor a 0.67 diversidad alta.

0.34 a 0.66 diversidad media.

0 a 0.33 diversidad baja.

La diversidad del polígono se midió con el Índice de Simpson (1975), considerando lo siguiente:

Expresa la probabilidad de extraer de la comunidad dos individuos al azar que sean de la misma especie.

Es una medida de dominancia donde las especies comunes tienen mucho peso respecto a las especies raras.

Oscila entre 0 (cuando hay únicamente una especie) y (1-1/S).

$=1-\Sigma Pi^2 Si=1$

Dónde:

λ = Índice de dominancia

Pi = Proporción de los individuos registrados en cada especie (n/N)

n = Número de individuos de la especie

N = Número total de especies

Riqueza

En el predio se registró un total de 29 individuos repartidos entre 15 especies.

Tabla IV. 34. Riqueza de fauna silvestre en el predio.

N°	Grupo	Orden	Familia	Género	Especie	Nombre común	Individuos
1	Aves	Apodiformes	Trochilidae	*Amazilia*	*A. rutila*	Colibrí canelo	1
2	Aves	Columbiformes	Columbidae	*Zenaida*	*Z. asiatica*	Paloma alas blancas	2
3	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Icterus*	*I. cucullatus*	Calandria dorso negro menor	1
4	Aves	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus*	*Q. mexicanus*	Zanate mexicano	5
5	Aves	Passeriformes	Mimidae	*Mimus*	*M. gilvus*	Centzontle tropical	2
6	Aves	Passeriformes	Parulidae	*Setophaga*	*S. dominica*	Chipe garganta amarilla	1
7	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Myiozetetes*	*M. similis*	Luisito común	3
8	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus*	*P. sulphuratus*	Bienteveo común	1
9	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus*	*T. couchii*	Tirano cuir	1
10	Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Tyrannus*	*T. melancholicus*	Tirano pirirí	2
11	Mammalia	Carnivora	Procyonidae	*Nasua*	*N. narica*	Coatí	2
12	Mammalia	Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta*	*D. punctata*	Guaqueque centroamericano	1
13	Reptilia	Squamata	Anolidae	*Anolis*	*A. sagrei*	Abaniquillo pardo del Caribe	5
14	Reptilia	Squamata	Corytophanidae	*Basiliscus*	*B. vittatus*	Toloque rayado	1
15	Reptilia	Squamata	Gekkonidae	*Hemidactylus*	*H. frenatus*	Besucona asiática	1

Ninguna de las especies se encuentra en alguna categoría de riesgo. De las especies observadas, 2 especies son introducidas en México: *Anolis sagrei* y *Hemidactylus frenatus.*

A continuación, se presenta el análisis de diversidad del grupo de las aves. De los otros grupos no se realizó análisis de diversidad por la cantidad de especies registradas, observando la baja riqueza y diversidad

presente en el predio de cada uno de los otros dos grupos. En el caso de los reptiles, *Anolis sagrei* es la especie más abundante del predio, la cual es una lagartija pequeña con condición de exótica-invasora que aprovecha los troncos de árboles para camuflarse, ya que los organismos poseen tonos marrón oscuro y grisáceo. En cuanto a los mamíferos, estos solo se registraron en tránsito, debido a que los individuos se trasladaban a sitios colindante. No se detectaron madriguera, huellas, excretas o sitios de descanso o alimentación de otras especies de mamíferos.

Tabla IV.35. Análisis de la avifauna registrada en el predio.

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (H')					
Núm.	**Especie**	**ni**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	*Amazilia rutila*	1	0.052632	-2.944439	-0.154970
2	*Icterus cucullatus*	1	0.052632	-2.944439	-0.154970
3	*Mimus gilvus*	2	0.105263	-2.251292	-0.236978
4	*Myiozetetes similis*	3	0.157895	-1.845827	-0.291446
5	*Pitangus sulphuratus*	1	0.052632	-2.944439	-0.154970
6	*Quiscalus mexicanus*	5	0.263158	-1.335001	-0.351316
7	*Setophaga dominica*	1	0.052632	-2.944439	-0.154970
8	*Tyrannus couchii*	1	0.052632	-2.944439	-0.154970
9	*Tyrannus melancholicus*	2	0.105263	-2.251292	-0.236978
10	*Zenaida asiatica*	2	0.105263	-2.251292	-0.236978
	Total de individuos	19	1.000000	-24.656898	-2.128549
				I. Shannon H	2.128549
				Máxima diversidad del ecosistema H' max=	2.302585
				Equitatividad (J) H/H' max=	0.924417

El índice de Shannon evidencia una diversidad media en estado moderado de aves en el predio. De las especies registradas, los individuos se distribuyen de forma similar, sin predominancia absoluta de alguna. La especie de *Quiscalus mexicanus* fue el de mayor cantidad de individuos, sin embargo, no representa una dominancia por sobre el total de las aves registradas en el sitio. Esta ave, el Zanate, está asociada a centros urbanizados donde son más abundantes, al poseer una alta tolerancia a los seres humanos.

Tabla IV.36. Análisis de la avifauna registrada en el predio.

ÍNDICE DE SIMPSON				
Núm.	**Especie**	**ni**	**p(i)=n/N**	**p(i)2**
1	*Amazilia rutila*	1	0.052632	0.002770
2	*Icterus cucullatus*	1	0.052632	0.002770
3	*Mimus gilvus*	2	0.105263	0.011080

ÍNDICE DE SIMPSON				
Núm.	**Especie**	**ni**	**p(i)=n/N**	**p(i)2**
4	*Myiozetetes similis*	3	0.157895	0.024931
5	*Pitangus sulphuratus*	1	0.052632	0.002770
6	*Quiscalus mexicanus*	5	0.263158	0.069252
7	*Setophaga dominica*	1	0.052632	0.002770
8	*Tyrannus couchii*	1	0.052632	0.002770
9	*Tyrannus melancholicus*	2	0.105263	0.011080
10	*Zenaida asiatica*	2	0.105263	0.011080
	Total de individuos	19	1.000000	0.141274
				0.858726

El inverso del índice de Simpson sugiere una diversidad alta entre la comunidad de aves registradas en el predio, ya que los individuos se distribuyen de forma similar entre las especies. A pesar de haber especies con mayor cantidad de individuos con respecto a otros, no existe una o dos especies que abunde de forma significativa. Como se mencionó, las aves con más individuos son especies adecuadas a entornos urbanizados, quienes han encontrado refugio y alimento de fácil acceso en estos.

MEDIO SOCIOECONÓMICO

En el presente apartado se describen y enfatizan los aspectos del medio socioeconómico tales como: la población (estructura por sexo y edad, etnicidad, tasa de mortalidad y natalidad, actividades económicas, empleo, migración, marginación), infraestructura y servicios (agua potable y saneamiento, salud, educación, vivienda) y uso de suelo.

El municipio de Puerto Morelos se localiza en la parte norte del estado de Quintana Roo, siendo la localidad del mismo nombre su cabecera municipal. Colinda al este con el municipio Benito Juárez y el Mar Caribe, al norte con los municipios Benito Juárez y Lázaro Cárdenas; al sur con los municipios Solidaridad y Lázaro Cárdenas y al oeste con el municipio Lázaro Cárdenas (Ayuntamiento de Puerto Morelos, 2021). Sus costas colindan con el Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos, el cual cuenta con las colonias de *Acropora palmata* (coral cuerno de alce) en mejor estado del Caribe mexicano. Convirtiéndolo en un destino turístico de gran interés tanto nacional como internacional.

Población

- **Estructura por sexo y edad**

El municipio de Puerto Morelos, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda del INEGI (2020), cuenta con 26,921 habitantes, representando un 1.4% de la población total de estado de Quintana Roo. Cuenta con una densidad de población 25.9 (hab./km^2), en donde el 51.4% (13,831 habitantes) son hombres y 48.6% (13,090 habitantes) mujeres. Los rangos de edad donde se concentró la mayor población fueron de 30 a 34 años (2,715 habitantes), de 25 a 29 años (2,681 habitantes) y de 35 a 39 años (2,427 habitantes), todos estos rangos representan un 29.1% de la población total; lo que indica que gran parte de la población del municipio es relativamente joven (SE, 2024).

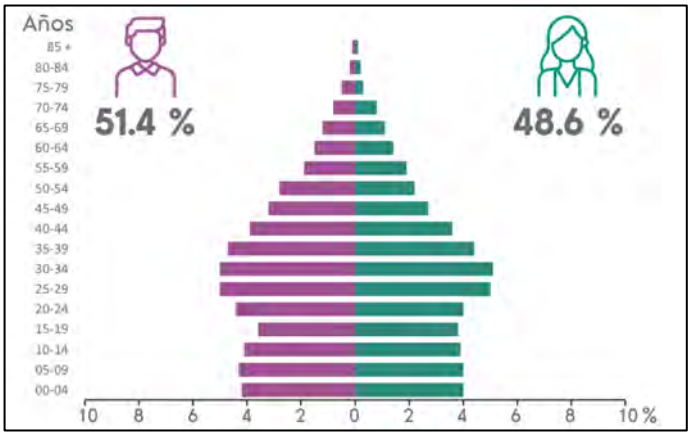


Figura IV.10 Pirámide poblacional del municipio de Puerto Morelos. Tomado de INEGI, 2020.

Siendo Puerto Morelos el municipio de más reciente creación en el estado de Quintana Roo (2015) (INAFED, 2018), a partir de este año el desarrollo urbano y demográfico tuvo un incremento acelerado, donde en el 2010 contaba con de 15,791, en comparación con el año 2020 (26,921 habitantes), de acuerdo con los censos poblacionales realizados por el INEGI (2010-2020) (Ayuntamiento de Puerto Morelos, 2021).

- **Etnicidad**

En cuanto a la etnicidad, la población que habla alguna lengua indígena es de 3,036 habitantes. Las lengua indígena más hablada en el municipio es el Maya con 2,518 habitantes, seguido del Tseltal (166 habitantes) y Zapoteco (95 habitantes), otras lenguas habladas en el municipios son Ch'ol, Tsotsil, Náhuatl, Mixe, Zoque y Tojolabal. Mientras que 800 habitantes se consideran afrodescendientes (SE, 2024).

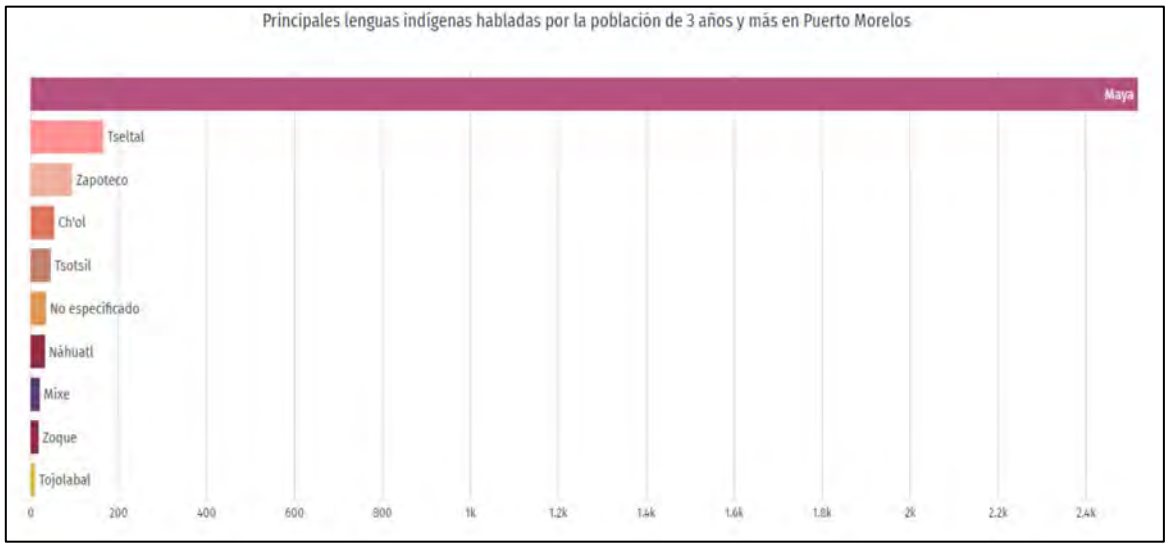


Figura IV.11. Principales lenguas indígenas habladas en Puerto Morelos. Tomado de SE, 2024.

- **Migración**

De acuerdo con datos del INEGI, en el 2015 el 22.3% de la población del municipio de Puerto Morelos era migrante, ya sea de otro estado del país o extranjeros, de los cuales prácticamente la mitad migró por cuestiones de trabajo, un 27.4% por cuestiones familiares, un 3.5% para estudiar y el 6.9% por temas de inseguridad. Para el 2020, el 41% de la población total del municipio de Puerto Morelos correspondió a habitantes que han migrado de otro estado hacia Quintana Roo en años recientes.

La mayor cantidad de inmigrantes extranjeros que ingresó a Puerto Morelos en los últimos 5 años provino de Estados Unidos (143 personas), Canadá (78 personas) y Costa Rica (35 personas), otros países del cual llegaron migrantes al municipio son España, Reino unido, Argentina, Rusia, Chile, entre otros. Donde el principal motivo de la migración al municipio es la vivienda (206 personas), asuntos familiares (86 personas) y asuntos personales (63 personas).

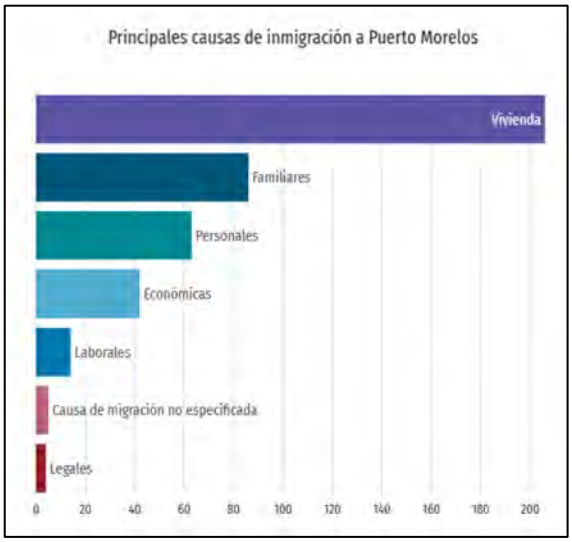


Figura IV.12. Principales causas de inmigración extranjera en Puerto Morelos. Fuente: SE, 2024.

- **Pobreza**

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), en Puerto Morelos un 42.7% de la población se encuentra en algún grado de pobreza, de los cuales un 33.9% se encuentra en pobreza moderada y un 8.7% se encuentra en pobreza extrema.

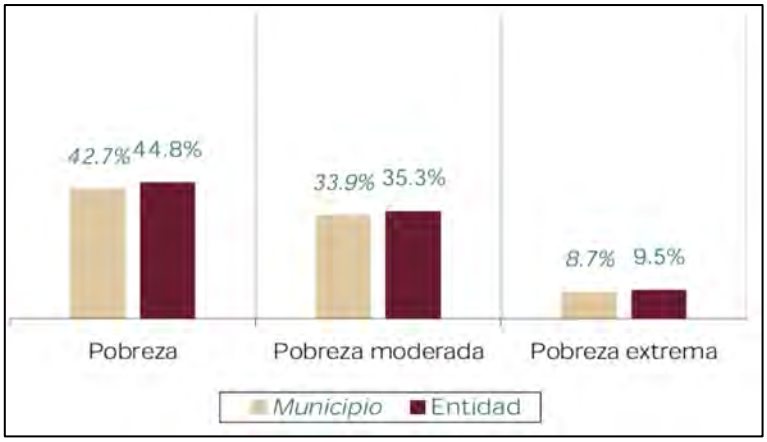


Figura IV.13. Porcentaje de la población en situación de pobreza. Tomado de BIENESTAR, 2023.

El coeficiente o índice de Gini, es una medida estadística diseñada para representar la distribución de los ingresos de los habitantes, en concreto, la inequidad entre estos. Índices más cercanos a 0, representan más equidad entre sus habitantes, mientras que valores cercanos a 1, expresan máxima inequidad entre su

población. En 2020, en Quintana Roo, las municipios con menor desigualdad social, de acuerdo al índice de GINI, fueron: Isla Mujeres (0.373), Solidaridad (0.377), Cozumel (0.381), Benito Juárez (0.389) y **Puerto Morelos** (0.418) (SE, 2024).

Economía

- **Actividades económicas**

Las actividades primarias están relacionadas con la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza. Las actividades secundarias corresponden a los sectores dedicados a la industria de la minería, manufacturas, construcción y electricidad. Finalmente, las actividades terciarias conciernen al comercio, transportes, correos y almacenamiento, entre otras.

La actividad económica principal que se estableció en Puerto Morelos desde finales del siglo XIX hasta principios del XX fue la actividad forestal, con la demanda de maderas preciosas, chicle y palo de tinte (Marín *et al*., 2021). Así mismo, la pesca comercial también fue una de las actividades económicas importantes. Actualmente la principal actividad económica del municipio es el turismo, así como el comercio y el negocio inmobiliario, principalmente relacionado a las segundas residencias. Dentro de las actividades turísticas se ofertan en el municipio se encuentra el buceo, paseos en kayak, windsurf, pesca deportiva, asi mismo se pueden realizan paseos a caballo, observación de aves, senderismo, tirolesas, rappel, recorridos por la selva en bicicleta, cuatrimotos y vehículos todo terreno.

De acuerdo con datos de la SEDETUR, Puerto Morelos cuenta con 67 establecimientos de hospedaje, tomando en cuenta hoteles, posadas, condominios, departamentos, villas, entre otros, sumando un total de 6,643 cuartos. Presentando una afluencia de 872,392 turistas, solo por debajo de destinos como Cancún, Riviera Maya y Cozumel; teniendo una ocupación media anual del 71.5%, con datos reportados hasta noviembre del 2024.

- **Empleo**

La Población Económicamente Activa (PEA) se valora en personas que tienen 12 años o más. Para el municipio el PEA presenta un porcentaje del 69.8%, donde el 60.2% corresponde a hombres y el 39.8% se encuentra conformado por las mujeres.

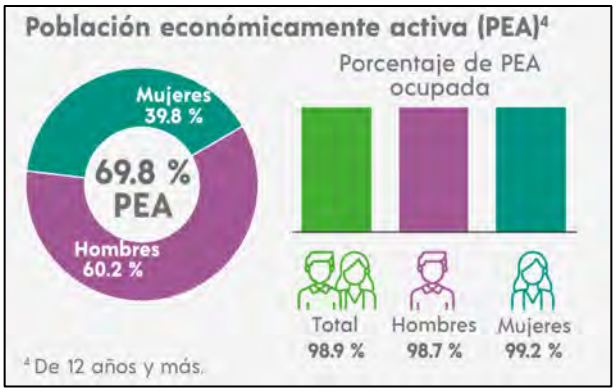


Figura IV.14. PEA en Puerto Morelos. Tomado de INEGI, 2020.

Por otra parte, la Población No Económicamente Activa (PNEA), presenta un porcentaje del 29.7%, de los cuales el 33.3%. son estudiantes, el 42.1% personas dedicadas a los quehaceres de su hogar, el 10% pensionadas(os) o jubiladas(os), entre otros.



Figura IV.15. PNEA en Puerto Morelos. Tomado de INEGI, 2020.

Infraestructura y servicios

- **Salud**

El municipio cuenta con 1 centro de salud del IMSS, 2 centros de salud rural, 1 centro de salud con hospitalización y 2 dispensarios. Las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron IMSS (Seguro social) (8,312 personas), Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (8,186 personas) y Consultorio de farmacia (5,125 personas). Mientras que el 65.2% de la población se encuentra afiliada a algún servicio de salud, de los cuales el 65.2% está afiliada al IMSS, el 29.8% al INSABI, el 4.6% al ISSSTE o ISSSTE estatal, entre otros.



Figura IV.16. Distribución de personas afiliadas a los servicios de salud en Puerto Morelos. Fuente: INEGI, 2020.

- **Educación**

Hasta el 2021, en Puerto Morelos existen 38 escuelas: 6 Estancias Infantiles, 11 Jardines de niños, 14 Primarias, 5 Secundarias y 2 de Media superior, teniendo un total de 11,550 alumnos en todos los niveles.

En el 2020, 19,349 personas de 15 años y más, presentaron algún grado académico en Puerto Morelos, de los cueles, los mayores fueron Secundaria (26.7%), Preparatoria o Bachillerato General (23.9%) y Licenciatura (23.2%). En cuanto a Secundaria, de las 5,168 personas, un 13.4% son hombres y un 13.3% mujeres, para las 4,625 personas que aprobaron Preparatoria o Bachillerato General, un 12.2% son hombres y un 11.7% mujeres, y finalmente en Licenciatura, de las 4,486 personas un 12.6% son hombres y un 10.6% mujeres.

Existe un rezago educativo que se encuentra conformado 4,610 personas. La tasa de analfabetismo en 2020 fue 3.5%. Del total de población analfabeta, 44.9% correspondió a hombres y 55.1% a mujeres.

- **Vivienda**

De acuerdo con los datos de la INEGI (2020), en el municipio existe un total de 9,015 viviendas particulares habitadas, de las cuales el 14.3% contaba con 1 cuarto, mientras que el 29.6% con 2 cuartos y un 34.9% con 3 cuartos; así mismo, destacan de las viviendas con 1 y 2 dormitorios, representando el 37.3% y 51.2%, respectivamente. Del total de viviendas particulares habitadas, se tiene un promedio de ocupantes por vivienda de 3.1, mientras que el promedio de ocupantes por cuarto es de 1.1.

En cuanto a disponibilidad de servicios y equipamiento de las viviendas en el municipio, se cuentan con un alto porcentaje, donde se tiene un 82.8% de las viviendas con acceso a agua entubada, un 97.9% tiene drenaje, 98.7% presentan servicio sanitario, 98.3% tienen acceso a energía eléctrica y un 85.4% tinaco.

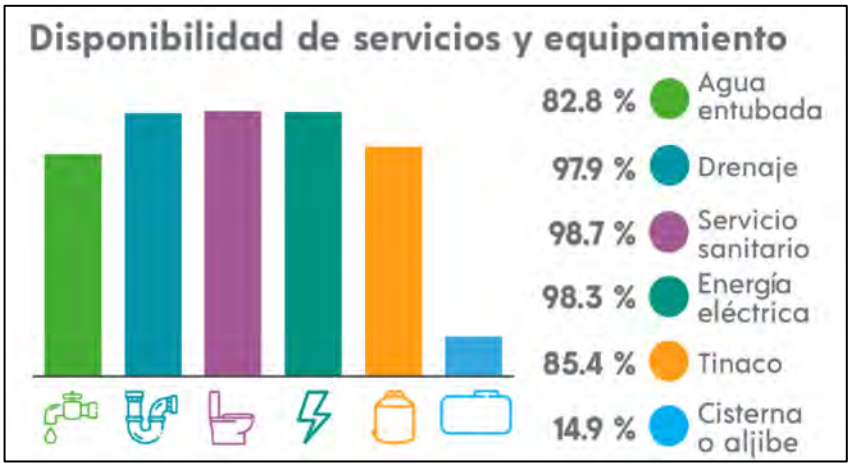


Figura IV.17. Disponibilidad de servicios y equipamiento de las viviendas particulares en Puerto Morelos. Tomado de INEGI, 2020.

Con respecto a los servicios públicos con los cuales cuenta el municipio de Puerto Morelos se encuentra el sistema de agua potable, siendo que el centro de población Puerto Morelos cuenta con 2 tanques de almacenamiento de 1,500 m^3 que abastecen a las principales colonias y fraccionamientos, mientras que el poblado de Leona Vicario cuenta con un cárcamo de rebombeo que abastece a la comunidad. El centro de Población de Puerto Morelos cuenta con 4 plantas de tratamiento de aguas residuales, además el municipio cuenta con un sistema de alcantarillado pluvial mediante pozos de infiltración al manto freático con una profundidad de 15-30 m. La energía eléctrica se encuentra a cargo de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), perteneciente a la División de Distribución Península contando con la Subestación eléctrica "Puerto Morelos" y "Rivera Maya", las cuales brindan cobertura en los Centros de Población y Zona Hotelera de Puerto Morelos (Ayuntamiento de Puerto Morelos, 2021).

Si bien el municipio no cuenta con un relleno sanitario, los residuos sólidos urbanos generados son trasladados al sitio de disposición final ubicado en el Centro Integral de Manejo de Residuos Sólidos Intermunicipal de Benito Juárez-Isla Mujeres. Se cuenta con 4 unidades que recolectan entre 35 y 40 toneladas de basura diariamente en la cabecera municipal, la delegación de Leona Vicario, la Ruta de los Cenotes y las comunidades de Delirios y Central Vallarta; llegándose a recolectar hasta 100 toneladas diarias en temporada vacacional (Ayuntamiento de Puerto Morelos, 2021; Ayuntamiento de Puerto Morelos, 2023).

Diagnóstico

Dado que la actividad económica principal en Puerto Morelos en el turismo, se ha generado cambios en la comunidad, así como en el entorno, pasando de la actividad forestal y la pesca comercial su principal actividad económica a enfocarse ahora por la prestación de servicios con esto la afluencia de turistas también ha ido en incremento lo que puede generar ciertos problemas que de no ser regulados y supervisados de una manera adecuada pueden reflejarse en la afectación de las comunidades vegetales que integran Puerto Morelos, principalmente a la comunidad de manglar.

En el caso del presente proyecto, los problemas anteriormente mencionados no se verán reflejados, ya que, en primer lugar, para la construcción de las obras se empleará mano de obra local, lo cual será beneficioso para la comunidad, ya que se generarán empleos para los habitantes de la localidad. Además, la contratación de trabajadores locales contribuirá al desarrollo social y económico de la región. Por otro lado, no se afectará a ninguna comunidad vegetal, debido a que el predio se encuentra dentro de la zona de asentamientos humanos, lo que garantiza que la obra se realice en un área ya destinada para el desarrollo urbano.

IV.4. PAISAJE

El paisaje puede definirse como la percepción que se posee de un sistema ambiental. Es, por lo tanto, "el área en el que conviven los rasgos naturales, así como, los influenciados por el hombre y que dan lugar a una percepción visual y mental, tanto individual como colectiva del conjunto de ese espacio". (Abad Soria y García Quiroga, 2006). Se considera un recurso que combina elementos físicos, ecológicos y antropogénicos; es decir, abarca las interrelaciones de factores como el clima, la geografía, la vegetación, la fauna y las actividades o modificaciones realizadas por el ser humano.

Este recurso posee un valor estético, y establece un escenario en el que cualquier acción artificial efectuada repercute instantáneamente en los factores que se pueden percibir. A su vez, el paisaje tiene diferentes formas de percepción: auditiva, visual u olfativa, sin embargo, ante ciertas restricciones técnicas presentes, se consideran métodos que contemplan valores visuales en su estudio, ya que es un recurso de expresión espacial y visual del medio, por lo que puede ser estudiado como un indicador ambiental o fuente de información de un territorio en específico (*Muñoz, 2004*).

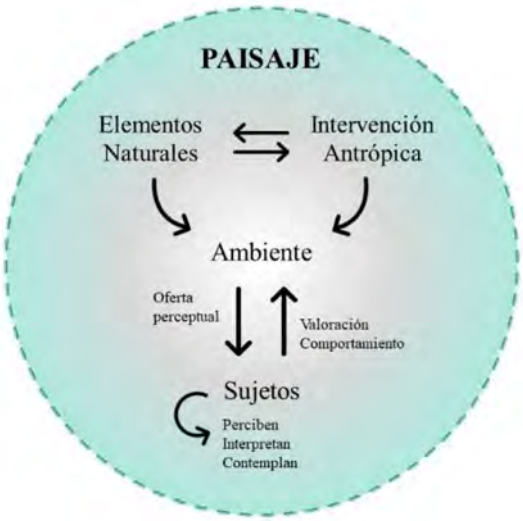


Figura IV.18.- Interrelaciones del paisaje

Posterior a la percepción del paisaje, se puede describir el territorio y el espacio geográfico, por ende, resulta importante manifestar lo que se observa, para poder realizar una interpretación y explicación del recurso. Para poder llevar a cabo la evaluación del paisaje, bajo una percepción visual, se contemplan dos aspectos: el valor actual, relacionado con la calidad visual, y el valor potencial, relacionado con la fragilidad visual ante la acción humana.

La dinámica del paisaje, a corto y mediana plazo dependerá en gran manera de las acciones que el hombre efectúe sobre el medio, afectando al aspecto perceptible y cualquier otro aspecto ambiental.

Los siguientes valores son los que normalmente se consideran para valorar el medio físico del paisaje (*Moreno y García-Abad, 1996*).

- **Valor ecológico**: incluye el grado de contaminación en sentido físico, materiales o energía, y biológico como la presencia de flora y fauna exótica.
- **Valor paisajístico**: considera la percepción sensorial tanto positiva como negativa.
- **Valor productivo**: considera la capacidad en cuanto a los recursos.
- **Valor científico-cultural**: se refiere a las características propias y que sean relevantes para la ciencia o la cultura.

Por consiguiente, podemos definir al paisaje como un conjunto de características que engloba al medio físico, biótico y social, su análisis proporciona elementos clave sobre la situación actual, antecedentes y las posibilidades futuras de desarrollo para una región, y porque su efecto es solo visual e integral. Se considera como un buen indicador, ya que muestra las tendencias y comportamiento de los aspectos de conservación ambiental y hábitat de especies silvestres; la fragmentación del hábitat, el tamaño y conformación de matrices, corredores, y parches de comunidades de vegetación establecidas en el área.

El inventario del paisaje incluye: la descripción y valoración paisajística, sus elementos naturales o artificiales sobresalientes, así como, los componentes relevantes de carácter científico, cultural e histórico. Bajo este contexto, y utilizando los conceptos previos, podemos identificar y describir los diversos aspectos que componen la calidad paisajística del área de estudio donde se desarrollará el proyecto.

Tabla IV.37. – Aspectos que constituyen la calidad paisajística del área de interés.

Aspecto	Descripción	Calidad Paisajística
Ubicación	El área de estudio se encuentra en una zona costera estratégica, dentro de la localidad de Puerto Morelos y próxima al Área de Protección de Flora y Fauna (APFF) Manglares de Puerto Morelos. Esta ubicación aporta un alto valor escénico y ecológico, al encontrarse en un entorno de transición entre ecosistemas marinos y terrestres, con visibilidad abierta hacia el litoral.	Alta
Dimensiones	Hace referencia al tamaño y proporción del predio, en relación con el paisaje circundante. El área del proyecto tiene un área aproximada de 300 m^2, lo que representa una escala baja dentro del contexto urbano-natural. Sin embargo, es suficiente para albergar actividades humanas, pero no altera en gran medida la percepción de continuidad del entorno natural.	Alta
Actividades Humanas	Evalúan la presencia, intensidad y tipo de intervención antrópica en el paisaje. En el área se identifican asentamientos humanos, infraestructura vial, servicios turísticos y zonas urbanizadas. Estas Actividades han modificado parcialmente el entorno, aunque aún existen importantes extensiones de vegetación nativa y zonas de conservación que equilibran el recurso.	Media
Elementos Naturales	Se refiera a la presencia, estado y funcionalidad de los componentes naturales del paisaje, tales como vegetación, cuerpos de agua, topografía y suelos. El sitio alberga comunidades de manglar, matorral costero y un ecotono que mantiene características de manglar y palmar (dominado por la especie *Thrinax radiata*). Lo que contribuye a una alta diversidad estructural y valor ecológico reforzando la calidad visual y ambiental del paisaje.	Alta
Fenómenos Naturales	Considera la ocurrencia de procesos naturales relevantes, como inundaciones, sequías, marejadas, huracanes o tormentas tropicales, y su relación con la resiliencia del paisaje. A pesar de la presencia de evento hidrometeorológicos frecuentes, el ecosistema muestra una alta capacidad de respuesta y adaptación, reforzando su valor como barrera natural y regulador ambiental.	Alta

El paisaje general del Sistema Ambiental, se caracteriza por una composición heterogénea que integra elementos naturales y antrópica en un contexto costero de alta relevancia ecológica y turística, formando un sistema complejo que incluye vegetación costera, comunidades de manglar, zonas de transición, playas y áreas urbanizadas. Desde un punto de vista morfológico, el relieve es plano y de baja altitud, lo que permite una alta visibilidad del entorno, especialmente hacia la franja marina y las áreas abiertas de vegetación. La presencia de cuerpos de agua intermitentes, suelos hidrofóbicos y vegetación adaptada a condiciones de inundación y alta salinidad, como el manglar, refuerza el carácter húmedo y dinámico del entorno.



Fotografías IV.18-OV.19.. Tipos de paisaje dentro del Sistema Ambiental. A) Vista del puerto y la zona de playa con un alto valor paisajístico y turístico. B) Cuerpos de agua intermitentes dentro de los humedales pertenecientes al APFF Manglares de Puerto Morelos.

El componente natural se encuentra dominado por coberturas vegetales nativas, que aportan textura, color y diversidad estructural al entorno. Destacan las comunidades de manglar por su altura media, follaje denso y capacidad para conformar un paisaje visualmente cohesivo, así como ecológicamente funcional. Por otra parte, los elementos antrópicos se concentran en los núcleos urbanos consolidados, los cuales mantienen un trazado alineado a la costa y una tipología constructiva de baja altura, lo que permite la coexistencia visual con el entorno.

En conjunto, el paisaje de la región representa una unidad ambiental con un alto grado de naturalidad en sus componentes principales, pese a su localización dentro de un núcleo urbano. La interacción entre los elementos naturales conforma un entorno visualmente equilibrado, que conserva atributos escénicos y mantiene procesos ecológicos fundamentales para la zona costera de la península.

IV.4.1. Unidad de Paisaje

Las unidades de paisaje son divisiones espaciales que cubren un territorio determinado, se establecen con la finalidad de obtener un análisis concreto de sus elementos. Esta división debe ser lo más homogénea posible, en relación con el valor del paisaje (calidad visual) y su valor de fragilidad (Escribano et. al. 1991). Al dividir un territorio en diversas unidades, se logra una obtención más detallada de sus características, con la finalidad de facilitar su tratamiento. Dichas unidades deben tener una respuesta visual homogénea, tanto en sus componentes paisajísticos, como en su respuesta visual ante posibles cambios.

La homogeneidad es función del nivel de detalle y exige que, las características paisajísticas de todos sus puntos sean iguales o se hayan definido como equivalentes; la homogeneidad total exige una división muy

detallada (*Solari y Cazorla, 2009*). Las unidades, se establecerán con base en los aspectos visuales y/o en los factores que definen al paisaje, para determinarlas se realizara lo siguiente:

1. Determinar el componente central, es decir, el más representativo en el área.
2. Cartografiar el área generando las unidades homogéneas en base al elemento central.
3. Agregar componentes restantes.

Por lo general, se proponen como componentes centrales a la cubierta vegetal y la morfología del terreno, lo que variará si se incorporan desiertos y océanos (Muñoz, 2004). Por ello, es de suma importancia determinar el tipo de vegetación dominante en la zona y las coberturas de vegetación natural no perturbada o en buen estado de conservación. Esto último, también estará dado por el uso de suelo y la presencia de obras derivadas de actividades humanas.

La vegetación y usos de suelo son considerados un factor fundamental para evaluar la calidad del paisaje por ser un elemento extensivo a todo el territorio. Esto se debe, al tomar en cuenta la diversidad de sus formaciones. Asimismo, la calidad visual de cada formación será mejor en aquella que se acerque a la vegetación natural de la región, o aquellos que, dado su carácter tradicional, estén ya integrados al entorno (*Montoya et. al., 2003*).

Para el caso del área de estudio, con base en el análisis y distribución de los usos de suelo y coberturas vegetales, se determinó que la unidad paisajística del sistema corresponde a los asentamientos humanos, debido a que representan el 37.95% de la superficie total.

Tabla IV.38. – Usos de suelo y vegetación del Sistema Ambiental.

Uso de Suelo/ Cobertura Vegetal	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje
Manglar	237,881.84	23.79	29.24
Zona de Transición	121,725.62	12.17	14.96
Chital	97,790.83	9.78	12.02
Matorral Costero	18,829.59	1.88	2.31
Asentamientos Humanos	308,744.57	30.88	37.95
Zona de Playa	28,536.52	2.85	3.52
Sup. Total, del Sistema Ambiental	813,508.97	81.35	100.00

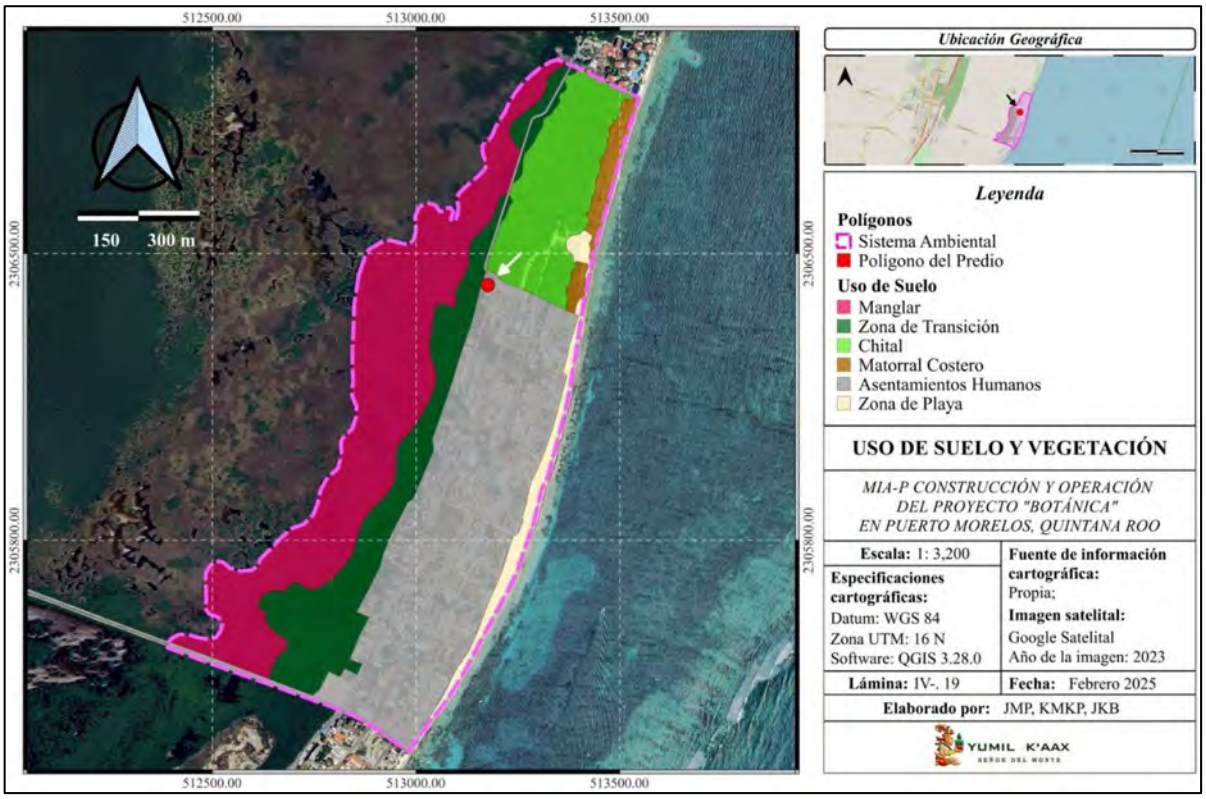


Lámina IV.26.- Usos de Suelo y coberturas vegetales identificadas en el sistema.

Esta unidad se caracteriza por presentar infraestructura vial, servicios turísticos y de uso habitacional. Su morfología corresponde a un trazo urbano costero. Sin embargo, a pesar de su carácter antrópico, la unidad mantiene una relación funcional y visual con los elementos naturales cercanos, como los humedales y comunidades de manglar y zonas de playa con un alto valor escénico.

Desde el punto de vista visual, el paisaje combina elementos naturales e infraestructura turística, conformando un entorno de transición que refleja la coexistencia entre el desarrollo humano y los recursos naturales. La visibilidad es media a alta, dependiendo del grado de cobertura vegetal y la infraestructura presente, mientras que la percepción del paisaje se ve influencia por la presencia de vegetación remanente y cuerpos de agua intermitentes cercanos.

En términos ecológicos, la unidad representa un espacio clave de interacción humano-ambiental, donde se generan demandas de recursos y servicios, pero también oportunidades para promover la sostenibilidad y el diseño urbano compatible con el entorno. En este sentido, el proyecto se integra a esta unidad con una escala reducida (299.96 m^2) y con la previa realización de medidas de manejo ambiental que permitan minimizar los impactos paisajísticos y ambientales.

IV.4.2. Calidad Visual

La calidad visual de un paisaje se entiende como el grado de excelencia de éste, su mérito para no ser alterado o destruido, o, dicho de otra manera, su mérito para que su esencia y su estructura actual se conserve (*Blanco, 1979*). La calidad de un paisaje puede definirse en función de su calidad visual intrínseca, de la calidad de las vistas directas que desde este se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca, es decir, es el conjunto de características visuales y emocionales que califican la belleza del paisaje (*Cifuentes, 1979*).

Para aplicar el modelo de calidad, se contemplan variables que definen la calidad del paisaje, como la fisiografía, vegetación, usos del suelo, presencia de agua y grado de humanización (*Montoya et. al., 2003*).

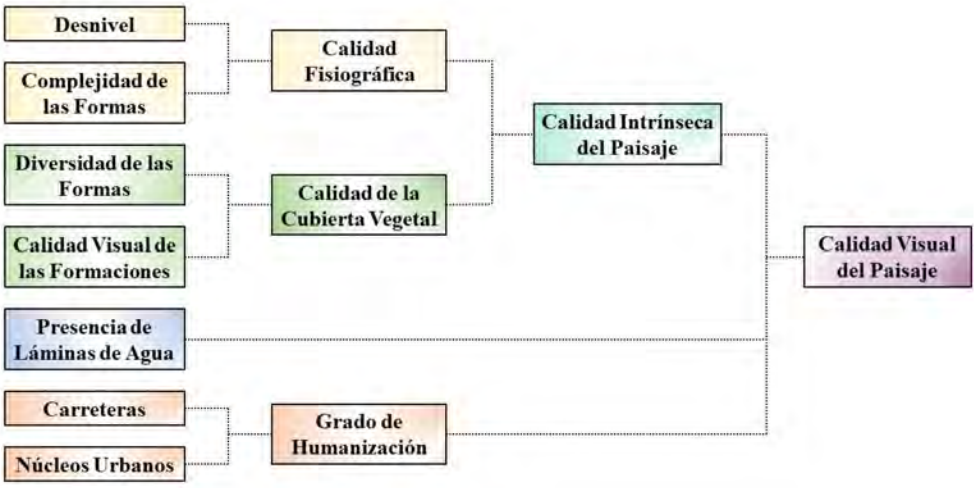


Tabla IV. XX.. – Modelo de calidad visual del paisaje. Fuente: Montoya et, al, 2003.

Con base en el modelo anterior y siguiendo los criterios de evaluación presentados, se determinó la calidad visual de la unidad paisajística establecida para el Sistema Ambiental. Cabe mencionar , que debido al poco relieve y complejidad de formas, la calidad visual mantiene un valor medio.

Tabla IV. 39. – Determinación de la calidad paisajística del Sistema Ambiental.

Variable	Aspecto	Calidad	Clase	Intervalo	Valor	SA
Fisiografía	Desnivel	Menor	1	Desnivel <600 m	1	*
			2	Desnivel entre 600 y 850	2	
		Mayor	3	Desnivel entre 8850 y 1100 m	3	
			4	Desnivel >1100m	4	
	Complejidad de formas	Menor	1	Formas simples	1	*
			2		2	

Variable	Aspecto	Calidad	Clase	Intervalo	Valor	SA
		Mayor	3	Formas complejas	3	
			4		4	
Vegetación y uso de suelo	Diversidad de formaciones	Menor	1	Distribuciones dominadas por un estrato	1	
			2		2	
		Mayor	3	Mezcla equilibrada de cultivos, masas arboladas y matorral	3	*
			4		4	
	Calidad visual de las formaciones	Menor	1	Vegetación no autóctona	1	
			2		2	
		Mayor	3	Vegetación autóctona, matorral con ejemplares arbóreos y cultivos tradicionales	3	
			4		4	*
Presencia de agua	Se consideran solo ríos perennes (ya que son dominantes; si está y no es dominante no se considera)	Menor	1	Ausencia	0	
		Mayor	2	Presencia	1	*
Grado de humanización	Densidad de carreteras	Mayor	1	0-100	1	
			2	100-250	2	*
		Menor	3	250-450	3	
			4	>450	4	
	Densidad de población	Mayor	1	0-50	1	*
			2	50-100	2	
		Menor	3	100-200	3	
			4	>200	4	

Considerando que la calidad es menor cuando suma 12 y mayor cuando suma 19, se tiene que, para el Sistema Ambiental, la suma resulta en 13, por ello, la calidad visual puede clasificarse como media, resultado de la coexistencia de elementos naturales y componentes urbanos que han modificado parcialmente el paisaje original, sin llegar a degradar de forma significativa su identidad escénica ni su

funcionalidad ecológica. Las construcciones no dominan completamente el paisaje, y existen áreas abiertas y con cobertura vegetal que conservan la permeabilidad visual y la relación con el entorno natural.





Fotografías IV.19 y IV.20.. Relación de la infraestructura urbana con las coberturas vegetales representativas de la región. Se pueden apreciar las comunidades de manglar en los extremos de la carretera para acceder a la localidad, mismas que mantienen una mejor conservación y agregan valor a la calidad paisajística, debido a la heterogeneidad de sus alturas y follaje frondoso.

El sistema muestra una diversidad intermedia de formas, colores y texturas, derivadas tanto de la vegetación como de las estructuras construidas. Esta complejidad otorga al paisaje cierto dinamismo, aunque la ausencia de hitos escénicos destacados o panoramas extensos limita su clasificación a una calidad media. Mantiene un valor estético importante para la comunidad local, al formar parte del entorno cotidiano y de la identidad ambiental de la región. Esto valor puede aumentar mediante acciones de restauración, diseños sustentables y un buen manejo del entorno visual.

IV.4.3. Fragilidad Visual

La fragilidad visual puede definirse como la susceptibilidad del paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él, es decir, mide el grado de deterioro que un paisaje experimentará ante una incidencia de determinadas actuaciones (Montoya *et al.*, 1997).



Figura IV.19. – Modelo de fragilidad visual. Fuente: Montoya et, al, 2003.

La fragilidad dependerá del tipo de uso o alteración que se esté estudiando. Se evalúa tomando como base la geomorfología, vegetación y los elementos que encubren a otros, considerando que, la fragilidad visual crece con la magnitud del contraste entre morfología, suelo y vegetación y disminuye con los que enmascaren una nueva actividad que pretenda, ser incorporada a la zona de estudio, donde el factor más importante es el relieve.

A continuación, se determina la fragilidad de la unidad de paisaje delimitada para el SAR del proyecto, con base en los criterios de evaluación presentados.

Tabla IV.40. – Determinación de la fragilidad paisajística del SAR.

Variable	Calidad	Clase	Intervalo	Valor	SA
Fisiografía	Menor	1	Aluvial coluvial, navas	1	
		2	Aluvial, terrazas, islas	2	*
	Mayor	3	Laderas planas, vertientes, rellanos	3	
		4	Divisorias, crestas, collados	4	
Forma y tamaño de la cuenca visual	Menor	1	Unidad pequeña y forma elíptica	1	
		2	Unidad pequeña y forma circular	2	
	Mayor	3	Unidad extensa y forma circular	3	*
		4	Unidad extensa y forma elíptica	4	
Vegetación y usos del suelo	Menor	1	Formación arbórea densa y alta	1	
		2	Formación arbórea dispersa y baja	2	*
	Mayor	3	Matorral denso	3	
		4	Matorral disperso, pastizales y cultivos	4	
Pendiente	Menor	1	Pendiente <5%	1	*
		2	Entre 5% y 15%	2	
	Mayor	3	Pendiente >15%	3	
Compacidad	Menor	1	Menor compacidad	1	*
		2		2	
	Mayor	3	Mayor compacidad	3	
Distancia a red vial y núcleos habitados	Menor	1	Distancia superior a 1600 m	1	
		2	Distancia entre 400 y 1600 m	2	*
	Mayor	3	Distancia inferior a 400 m	3	

Considerando que la fragilidad es menor cuando suma 6 y mayor cuando suma 21, se obtuvo que la suma para el Sistema Ambiental es de 11, es decir, la fragilidad visual mantiene un valor medio. Considerando que la fragilidad visual es la capacidad de respuesta de un paisaje frente a un uso de él y que es una forma de establecer su vulnerabilidad, siendo contrario a la capacidad de absorción visual, el Sistema Ambiental

es una unidad de paisaje medianamente frágil al no tener una alta capacidad de recibir alteraciones sin que se deterioren algunos de sus elementos paisajísticos.

Las comunidades de manglar, zonas de transición y áreas con vegetación primaria agregan valor escénico y ecológico, al ser elementos visual y ambientalmente importantes, sin embargo, su distribución no es homogénea, y en algunos casos se encuentran en etapas de alteración o fragmentación. Por otra parte, la alteración del recurso por actividades antropogénicas es evidente, pero no dominante, pudiendo generar contrastes visuales negativos o disminuir la calidad escénica del entorno si no se sigue una zonificación adecuada del desarrollo urbano dentro de la localidad.

La recuperación de paisajes alterados en este sistema no siempre es rápida, especialmente en sectores con vegetación frágil o en transición ecológica, por lo tanto, las modificaciones visuales deben planearse cuidadosamente para no rebasar la capacidad de resiliencia del paisaje. Las zonas cercanas a vías principales o al borde de las áreas naturales, son altamente visibles para residentes y visitantes, lo que incrementa la responsabilidad escénica del proyecto, pues las intervenciones tendrán un impacto perceptible y directo sobre el entorno visual.

La inserción del proyecto se llevará a cabo en un entorno urbano delimitado y con presencia significativa de elementos naturales, lo que representa una oportunidad para desarrollar prácticas de integración paisajística y minimizar los riesgos de una alteración visual, siempre que se adopten criterios sustentables en cada una de las etapas y actividades a realizar.

IV.5. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Las costas de la Península de Yucatán pueden presentar 3 variantes: costa arenosa, costa resoca y manglar. Específicamente en el Estado de Quintana Roo la costa se compone de una mezcla entre costa arenosa y costa rocosa, con unas porciones de manglar (Chan *et al*., 2002). Esta característica, aunado a condiciones climáticas e hidrológicas han propiciado el desarrollo de comunidades vegetales específicas, adaptadas a tales entornos. Las principales comunidades vegetales que se encuentran en los litorales de la Península de Yucatán son vegetación de dunas costeras, matorral costero de duna y manglares, siendo estas dos últimas las principales asociaciones vegetales.

Asimismo, se presentan comunidades asociadas a suelos temporalmente inundables como los tasistales, carrizales, seibadales y tulares. Dentro de los humedales costeros se encuentran los petenes, que consisten en islas de vegetación compuestas de especies de manglar en los bordes y elementos de selva mediana subperennifolia en el centro, asimismo dentro de los humedales es posible encontrar las selvas bajas

inundables. Otras vegetaciones presentes son la selva baja espinosa con cactáceas, selva baja caducifolia espinosa, selva median subcaducifolia y selva mediana (Chan *et al*., 2002; Guadarrama *et al*., 2016).

Para el municipio de Puerto Morelos, ubicado en el estado de Quintana Roo se han realizado diversos estudios para caracterizar las comunidades vegetales que se distribuyen en sus costas. Un estudio realizado por el ECOSUR (2011) caracterizó dichas comunidades costeras del municipio, en donde reportaron diversas asociaciones de manglar compuesto por las 4 especies: *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*; tasistal, sabana, selva mediana subcaducifolia, duna costera y matorral costero. Por otro lado, se presenta el Área Natural Protegida Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos, en donde su Estudio Previo Justificativo (2023) reporta las siguientes comunidades vegetales: manglar, selva alta o mediana subperennifolia, ciperal y palmar, formando asociaciones entre los mismos y zonas de transición.

En el presente proyecto ubicado en Puerto Morelos, en el Sistema Ambiental se identificaron comunidades vegetales que concuerdan con lo reportado para la Península de Yucatán y específicamente para lo reportado para las comunidades costeras presentes el municipio de Puerto Morelos, siendo estas: manglar, zona de transición, chital (palmar) y matorral costero. El proyecto se ubica en un área destinada para asentamientos humanos, por lo que no se afectará a ninguna de las comunidades vegetales que compone el SA, ni a ninguna de las que se distribuyen a lo largo del municipio, ya que el construir en zonas que previamente fueron designadas para dicho propósito ayuda a la conservación de los ecosistemas y evita los cambios de uso de suelo. Con esto se protege la biodiversidad que integran estas comunidades vegetales, sus procesos ecológicos y los servicios ambientales que proporcionan.

Puerto Morelos enfrenta diversas presiones ambientales que inciden en el equilibrio ecológico de su territorio. Entre las más relevantes se encuentran:

- **Crecimiento urbano y turístico**: La expansión de infraestructura hotelera y urbana ha reducido áreas naturales, afectado el ciclo hídrico e incrementado la demanda de servicios ambientales.
- **Cambio climático**: El incremento en la frecuencia e intensidad de huracanes, la elevación del nivel del mar y el aumento de la temperatura marina generan impactos acumulativos sobre arrecifes y manglares.
- **Presión sobre el acuífero**: El crecimiento poblacional y turístico ha generado una mayor extracción de agua, así como riesgos de contaminación por infiltración de aguas residuales no tratadas.
- **Manejo inadecuado del sargazo y residuos**: La acumulación de sargazo en playas y su manejo con maquinaria pesada han provocado alteraciones físicas en la línea costera y la pérdida de arenas.

Considerando lo anterior, la homeostasis en Puerto Morelos, proceso definido como la capacidad de mantener condiciones relativamente estables ante perturbaciones, se encuentra comprometida en varios componentes clave:

- El arrecife coralino, que actúa como barrera natural contra el oleaje, ha perdido cobertura coralina por blanqueamientos frecuentes, enfermedades y sedimentación, debilitando su función reguladora.
- Los manglares, aunque aún presentes en varias zonas, han sido fragmentados por construcciones irregulares y pérdida de conectividad hidrológica.
- El acuífero subterráneo mantiene aún su funcionalidad general, pero presenta signos de deterioro en zonas de alta urbanización, incluyendo aumentos en la concentración de nutrientes y compuestos químicos.

En conjunto, el sistema muestra una capacidad de homeostasis parcial, con señales de desequilibrio progresivo en los componentes más sensibles. Sin embargo, la resiliencia del sistema ambiental, que se refiere a su capacidad de recuperarse tras una alteración, diferente para cada sistema:

- El arrecife presenta baja resiliencia, dada su lenta capacidad de regeneración natural, especialmente en ausencia de condiciones de calidad de agua y control de perturbaciones.
- Los manglares muestran una resiliencia media, con potencial de regeneración si se aplican medidas de protección, restauración y control del uso del suelo.
- El acuífero, por su extensión y dinámica, conserva aún una resiliencia alta, aunque su vulnerabilidad ante la contaminación puntual y difusa exige estrategias de monitoreo y gestión integral.

Factores como la pérdida de conectividad ecológica, la ausencia de corredores funcionales y la presión antrópica continua limitan la resiliencia general del sistema ambiental.

La valoración de las capacidades de respuesta ambiental del sistema de Puerto Morelos indica que el equilibrio ecológico está en una situación delicada. Si bien algunos componentes mantienen cierto nivel de funcionalidad, otros muestran claros signos de deterioro. La homeostasis se mantiene parcialmente, pero con alta dependencia de las condiciones externas, y la resiliencia está disminuida, especialmente en los ecosistemas marino-costeros.

Para fortalecer estas capacidades, en el municipio se deben tomar en cuenta medidas como:

- Regular el desarrollo urbano en zonas ambientalmente sensibles.
- Implementar acciones de restauración ecológica de arrecifes y manglares.

- Establecer un sistema de monitoreo ambiental integral y continuo.
- Fomentar la educación ambiental comunitaria y la participación social en la protección de los ecosistemas.

Estas acciones permitirán mejorar la respuesta del sistema ante las tendencias de transformación, contribuyendo a su sostenibilidad ecológica y funcional a largo plazo.

Para contener la expansión urbana desordenada y proteger el sistema ambiental colindante, resulta fundamental establecer obras estratégicas dentro de la localidad de Puerto Morelos. Estas obras, como bordes verdes, infraestructura verde urbana, corredores ecológicos o sistemas de drenaje sustentables, permiten consolidar el crecimiento dentro de límites definidos, evitando la fragmentación de ecosistemas sensibles como manglares, selvas y humedales. Además, contribuyen a preservar la calidad del acuífero subterráneo, proteger la biodiversidad local y mantener la conectividad ecológica. Este enfoque no solo reduce la presión sobre el entorno natural, sino que también fortalece la resiliencia del territorio frente a los efectos del cambio climático y mejora la calidad de vida de la población. La integración de estas obras al diseño urbano promueve un desarrollo ordenado y sustentable, compatible con la conservación del patrimonio ambiental que caracteriza a Puerto Morelos.

La construcción de un edificio departamental no necesariamente implica un impacto ambiental elevado si se lleva a cabo bajo un enfoque de sostenibilidad, con medidas claras de prevención y mitigación. Cuando el desarrollo se realiza dentro del polígono urbano establecido, evitando la expansión hacia zonas naturales colindantes, y se integran prácticas como la gestión adecuada de residuos, el tratamiento de aguas residuales, la conservación de vegetación nativa y el uso de tecnologías ecoeficientes, es posible minimizar significativamente su huella ecológica. Este tipo de edificación, al favorecer la densificación controlada en lugar de la expansión horizontal, puede incluso representar una alternativa compatible con la protección del sistema ambiental local, siempre y cuando se garantice el cumplimiento de la normatividad ambiental y se promueva una convivencia armónica entre el entorno construido y los ecosistemas cercanos.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO “BOTÁNICA” EN LA LOCALIDAD DE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO

PAS
Proyecto Ambiental y Sustentable SC

El capítulo V de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular (MIA-P), es la parte fundamental del estudio, ya que a través de esta se IDENTIFICAN, CARACTERIZAN y VALORAN los impactos ambientales, es decir, los cambios, modificaciones o afectaciones a los parámetros o características de los componentes ambientales del ecosistema, a causa de la presencia de las obras y actividades para desarrollar un proyecto. En este sentido, se identifica la forma de interacción entre los elementos del proyecto con los elementos naturales del ecosistema, para determinar de qué forma los últimos son afectados por los primeros y si las consecuencias de dichos cambios serán negativos o positivos, lo cual permitirá reconocer a su vez, impactos residuales, acumulativos o sinérgicos en el Sistema Ambiental.

Determinar los impactos ambientales que potencialmente se generarán con el desarrollo de obras y actividades en las diferentes etapas de un proyecto, permitirá establecer las medidas ambientales más adecuadas para prevenir la generación del cambio; o minimizar la intensidad de la alteración; o, en su caso, cuando no es posible evitar o mitigar la modificación en el sitio de interés, se propone compensar esa afectación en otro lugar, mediante acciones que puedan contribuir a proteger, recuperar, restaurar o conservar un componente ambiental, a manera de "brindar" algo positivo por esos efectos negativos a producir y que no pueden ser evitados, con la finalidad de mantener el equilibrio en el ecosistema y evitar el deterioro ambiental que pudiera poner en riesgo la existencia o permanencia de los elementos naturales.

Dentro del área de Evaluación del Impacto ambiental (EIA), un impacto se concibe como la alteración de la calidad del ambiente debido a las actividades humanas, excluyendo aquellas alteraciones ambientales dada por fenómenos naturales. Sin embargo, en la actualidad es inevitable no considerar los efectos de los fenómenos naturales, ya que estos pueden interactuar con las actividades u obras de origen humano, intensificando el efecto negativo por la interacción de ambos. Ejemplo de ello es el cambio climático, por el cual aumenta la temperatura de sistemas naturales provocando fenómenos de mayor intensidad como ciclones tropicales, los cuales, en su caso, exponen a un peligro mayor a las poblaciones humanas, las que a su vez de ser vulnerables física y socialmente pueden propiciar un desastre natural que subsecuentemente producirá impactos negativos sobre los componentes naturales de un lugar. Asimismo, los impactos ambientales pueden hacer más vulnerables a las poblaciones humanas a los efectos de fenómenos naturales.

Dentro de este contexto, un impacto ambiental debe ser visualizado como una modificación/cambio en las condiciones naturales originales de los componentes ambientales, derivado de las interacciones entre éstos con las actividades y obras de origen antrópico, aunado a la interacción con otros fenómenos naturales. A partir de estos cambios se tendrán consecuencias que, como ya se mencionó, podrán ser positivas o negativas, creando así nuevas condiciones distintas a las de la "líneas base" o "línea cero" de un ecosistema natural. Para determinar si se manifiesta o no un impacto ambiental, de acuerdo con lo pronosticado, se

emplearán indicadores que ayuden a identificar la generación de dicho cambio o alteración; con estos se puede realizar una evaluación de dichos cambios.

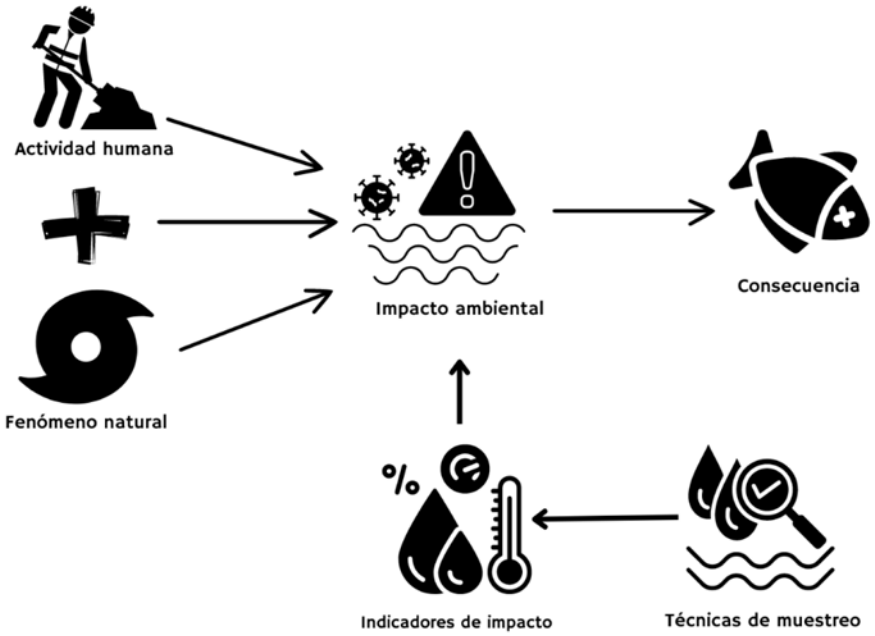


Figura. V.1 Diagrama de generación de impacto ambiental.

La definición de impacto ambiental requiere de, por lo menos, dos valores:

- *La magnitud*, es decir, el tamaño del cambio que se produce en el factor ambiental estudiado.
- El *valor* que tiene este cambio con respecto a la calidad de los elementos ambientales estudiados.

De igual manera, el impacto ambiental se origina y se identifican tres facetas sucesivas:

- La *modificación del alguno de los factores* ambientales o del conjunto del sistema ambiental (impacto).
- La *modificación del valor del factor alterado* o del conjunto del sistema ambiental (indicador de impacto).
- La *interpretación o significado* ambiental de dichas modificaciones (consecuencia del impacto).

Con el conocimiento de las modificaciones que podría generarse sobre el ambiente por la acción humana, o por incidencia de fenómenos naturales, se puede prever de forma temprana las consecuencia negativas o positivas en el ecosistema, dando la oportunidad de actuar para evitarlo o mitigarlo y proteger los componentes que aseguren conservar un ambiente sano y un ecosistema en equilibrio ecológico.

V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS

Construcción y operación del proyecto "Botánica", en la localidad Puerto Morelos, Quintana Roo, es una obra nueva que se propone desarrollar en un predio particular (propiedad privada) con una superficie total de 299.96 m^2, ubicada en el municipio de Puerto Morelos. El proyecto consiste en construir y operar un edificio en régimen de unidad en condominio que se integrará de 17 departamentos para uso habitacional temporal o permanente, por lo que se cataloga como un bien inmueble de naturaleza habitacional-turística. La obra estará ubicada en la localidad de Puerto Morelos, un asentamiento humano bien delimitado que se desarrolló en un ecosistema costero.

Sin embargo, como toda obra humana, requiere de recursos naturales y/o la ocupación del suelo, lo cual puede generar cambios significativos sobre los componentes ambientales de un sistema natural. Es por ello, que debe evaluarse las posibles modificaciones y afectaciones sobre los recursos naturales, los servicios ambientales y los elementos en general (bióticos y abióticos) del ecosistema. Por lo anterior, se desarrolló una aproximación de la relación del proyecto con su entorno para tener noción de las consecuencias que implicarán la realización de las obras y actividades propuestas y, así, señalar los factores que se verán afectados en el ecosistema en donde se llevarán a cabo. La identificación d ellos impactos debe ser tanto en el predio del proyecto y sus colindancias, así como en el Sistema Ambiental, para detectar las consecuencias directas sobre el proyecto y las directas o indirectas a nivel general que pudiera comprometer la existencia de otros componentes naturales en una región.

Como primer paso para identificar los impactos ambientales por el desarrollo del proyecto, se realizó una lista, tanto de las actividades del proyecto, como de los factores y componentes ambientales del predio y que pudieran ser afectados. De este modo, es necesario conocer:

1. El proyecto y sus alternativas:
2. El ambiente y los componentes del sitio en el que se va a desarrollar el proyecto.
3. Las interacciones entre proyecto y ambiente.

1. El proyecto y sus alternativas

"*Botánica*" consiste en un desarrollo inmobiliario de tipo habitacional, integrado por elementos para brindar alojamiento a los residentes. Por ello, se identifica que los factores que podrían generar impactos sobre el ambiente durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto son los siguientes:

Tabla V.1. Factores que podrían ser fuentes generadoras de impactos ambientales.

Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento
Actividad	**Actividad**	**Actividad**
Limpieza del predio (recolecta de residuos sólidos).	Cimentación.	Actividades domésticas como preparación de alimentos; recreación y descanso.
Remoción de vegetación	Levantamiento de muros e instalación de estructuras.	Uso de energía eléctrica; uso de agua potable y pluvial; uso de baños.
Acondicionamiento del área provisional e instalación del almacén temporal y oficina de campo.	Acabados y albañilería.	Seguimiento y cumplimiento de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.
Ahuyentar o reubicar fauna silvestre susceptible de afectación.	Instalación de herrería y carpintería.	Mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones.
Trazado topográfico.	Instalación del sistema eléctrico	
Excavaciones.	Instalación de los sistemas hidráulico y sanitario.	.
Nivelación y relleno de terreno.	Equipamiento.	
Actividades cotidianas de trabajadores.	Desmantelamiento de obras temporales y área provisional; retiro de sanitarios portátiles.	
	Limpieza del predio y obra previo a entrega final.	
	Actividades cotidianas de trabajadores	
	Empleo de maquinaria y vehículos con motor.	
Obras	**Obras**	**Obras**
Presencia de materiales e insumos	Presencia del edificio.	Presencia del edificio.

Los factores que posiblemente generarán impactos ambientales, se obtuvieron con base en las actividades que se llevarán a cabo para la construcción y operación del proyecto "*Botánica*" y las obras que se establecerán; lo anterior se describió y presentó en el capítulo II de la presente MIA-P.

Con la identificación de actividades y obras del proyecto que podrían generar efectos sobre el sistema ambiental, se procede a identificar las fuentes o el motivo de porqué generarían impactos sobre los componentes del sistema natural.

Tabla V.2. Fuentes generadoras de impactos.

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente
Preparación del sitio	Limpieza del predio (recolecta de residuos sólidos).	Residuos generados (residuos sólidos, residuo vegetal y escombros)	Suelo Agua Vegetación Fauna

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente
	Remoción de vegetación.	Eliminación de individuos vegetales	Suelo Vegetación Fauna
	Acondicionamiento del área provisional e instalación del almacén temporal y oficina de campo.	Ocupación del suelo	Fauna Suelo
	Ahuyentar fauna silvestre.	Desplazamiento de fauna	Fauna
	Trazado topográfico.	Afectación de vegetación	Flora
	Excavaciones.	Hacer zanjas	Suelo
	Nivelación y relleno de terreno.	Compactación Aplanar suelo	Suelo Acuífero
	Actividades cotidianas de trabajadores.	Residuos generados (residuos sólidos urbanos y aguas negras) Jornada laboral	Suelo Agua Vegetación Fauna Socioeconómico
Construcción	Cimentación	Echar cimientos	Suelo
	Levantamiento de muros e instalación de estructuras.	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Atmósfera
	Acabados y albañilería.	Empleo de materiales Residuos a generar	Atmósfera
	Instalación de herrería y carpintería.	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Agua
	Instalación del sistema eléctrico.	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Agua
	Instalación de los sistemas hidráulico y sanitario.	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Agua
	Equipamiento	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Agua
	Desmantelamiento de obras temporales y área provisional; retiro de sanitarios portátiles.	Residuos a generar	Suelo Agua
	Limpieza del predio y obra previo a entrega final.	Residuos generados (residuos sólidos, residuo vegetal y escombros)	Suelo Fauna Atmósfera Agua
	Actividades cotidianas de trabajadores	Elaboración de alimentos y bebidas Consumo de alimentos y bebidas Generación de aguas negras Jornada laboral	Suelo Agua Socioeconómico

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente
	Empleo de maquinaria y vehículos con motor.	Generación de ruido Derrame de aceites o combustible	Ambiente Suelo/subsuelo Agua
Operación y mantenimiento	Actividades domésticas en la casa y el predio como preparación de alimentos; recreación y descanso.	Residuos a generar Actividades humanas	Suelo Agua Fauna Vegetación
	Uso de energía eléctrica; uso de agua potable y pluvial; uso de baños; alberca.	Generación de emisiones de GEI Iluminación Generación de aguas grises y negras	Agua Suelo Atmósfera Hábitat
	Seguimiento y cumplimiento de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.	Supervisión	Suelo Acuífero Agua Microclima Atmósfera
	Mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones.	Residuos a generar (RSU, RME y RP)	Suelo Agua Vegetación Fauna

Con la tabla anterior se pueden identificar las posibles fuentes de generación de impactos ambientales y qué componentes estarían afectando; las actividades más relevantes retomarán después para determinar el tipo de impacto ambiental a generar con dichas fuentes (se realizará su descripción).

2. El ambiente y los componentes del sitio en el que se va a desarrollar el proyecto.

Para poder determinar los impactos ambientales, es necesario primero definir el ambiente por medio de aquellos factores ambientales que podrían sufrir alteraciones. Los factores ambientales son los distintos elementos del ambiente entre los cuales se desarrolla la vida y que pueden verse modificados/alterados por las acciones humanas. Tales factores ambientales se pueden agrupar en las categorías siguientes:

- **Medio fisicoquímico:** Incluye el suelo, agua, clima, aire y la geohidrología.
- **Medio biótico:** Incluye la flora, fauna y, en general, al sistema natural.
- **El medio perceptual:** Referente a la calidad visual del paisaje.
- **Medio socioeconómico:** Incluye aspectos como la economía, migración, la salud pública, calidad de vida y la cultura.

El predio seleccionado para desarrollar el proyecto propuesto tiene presente los siguientes componentes:

- Abióticos
  - Suelo, predominante el arenosol.
  - Clima cálido subhúmedo con alto grado de humedad.
  - Buena calidad del aire.
  - Paisaje llano.
  - Zona urbanizada.
  - El predio se encuentra en una zona de asentamientos humanos en donde se presentan elementos naturales y antrópicos, dado a que el predio se ubicará en una zona urbana, no se afectará a las comunidades vegetales que se encuentran en el SA.
- Bióticos
  - Presencia de individuos arbóreos.
  - Presencia de fauna silvestre.
  - Escasa presencia de fauna silvestre, integrada principalmente por aves.
  - Predominancia de especies transeúntes
  - Llegan especies de aves migratorias de invierno y verano a la zona.

Estos factores serán considerados más adelante para la identificación de impactos.

Se describen a continuación, las características que podrían verse afectadas en cada uno de los componentes que integran los factores del SA.

Tabla V.3. Factores y componentes del SA.

Factor	Componente	
Medio Fisicoquímico	**Suelo**	**Superficie permeable**. Se refiere al cambio del espacio físico disponible (superficie) donde el agua es capaz de penetrar el sustrato, por la presencia o ausencia de estructuras adheridas al suelo o modificaciones al mismo. Al disminuir la cantidad de superficie permeable se afecta la capacidad de absorción del suelo, impactando sobre la recarga de los acuíferos. Para el SA no habrá cambios en la superficie permeable.
		Erosión. Se refiere al desprendimiento y eliminación del suelo en un sitio y su consecuente depósito en otro sitio debido a agentes como el viento y el agua. El suelo desnudo es uno de los principales factores que aumentan la erosión del suelo.
		Contaminación. Es la introducción de sustancias u otros elementos en el suelo que no deberían estar en él y que ocasionan una disminución en la calidad del suelo por medio de la modificación de sus características fisicoquímicas.
	Aire	**Ruido.** Durante la ejecución de las actividades para desarrollar el proyecto se emitirán sonidos que pueden causar contaminación acústica, es decir, ruidos o vibraciones que impliquen molestia, para las zonas aledañas o en el SA, durante el transporte de materiales.
		Calidad. Hace referencia a los cambios que puede sufrir el aire por la presencia de partículas contaminantes (polvos, gases y otros). Cuando estas partículas se encuentran presentes en medidas o concentraciones que excedan los límites permisibles se puede hablar de una disminución de la calidad de aire.

Factor	Componente	
	Agua	**Turbidez.** Es una medida que indica el grado en el que el agua pierde su transparencia debido a partículas finas que se mantienen suspendidas. Durante las actividades del proyecto, pese a la cercanía de la zona marina, no se afectará de ninguna manera.
Medio Biótico	**Sistema Natural**	**Servicios ecosistémicos:** El SA, ha sido previamente impactado por obras y actividades anteriores al desarrollo propuesto, sin embargo, este proyecto al encontrase en una zona urbana mantendrá una armonía entre la construcción y el sistema ambiental natural.
	Flora terrestre	**Cobertura.** Hace referencia a la cobertura de la vegetación terrestre en el SA, sin embargo, la construcción en el polígono no afectará la cobertura vegetal del SA.
		Riqueza. Se refiere al número total de especies de flora terrestre en el SA. No hay afectaciones en la riqueza de especies de vegetación a nivel SA ni a las zonas aledañas.
		Diversidad. Hace referencia a la variedad de especies de flora terrestre en el SA. Es un concepto más amplio que el de riqueza, ya que no solo toma en cuenta el número de especies, sino también la abundancia de estas. No hay afectaciones en la diversidad de especies de vegetación a nivel SA ni a las zonas aledañas.
		Especies en estatus de riesgo. Son especies que por sus características biológicas (rareza, área de distribución limitada, forma de reproducción, etc.) enfrentan presiones que ponen en riesgo su mantenimiento a través del tiempo, es decir, se encuentran en una situación de vulnerabilidad. Por ello, se encuentran en un estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010. No hay afectaciones en la especies amenazadas o protegidas a nivel SA ni a las zonas aledañas.
	Fauna terrestre	**Riqueza.** Se refiere al número total de especies de fauna terrestre en el SA. No hay afectaciones en la riqueza de especies de vegetación a nivel SA ni a las zonas aledañas.
		Diversidad. Hace referencia a la variedad de especies de fauna terrestre en el SA. Es un concepto más amplio que el de riqueza, ya que no solo toma en cuenta el número de especies, sino también la abundancia de estas.
		Especies en estatus de riesgo. Son especies que por sus características biológicas (rareza, área de distribución limitada, forma de reproducción, etc.) enfrentan presiones que ponen en riesgo su mantenimiento a través del tiempo, es decir, se encuentran en una situación de vulnerabilidad, encontrándose en un estatus de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Medio Perceptual	**Paisaje**	**Calidad paisajística**. Se refiere al grado de excelencia que tiene un paisaje, es decir, su mérito para ser preservado. En la calidad paisajística intervienen principalmente elementos estéticos, pero también culturales y socioeconómicos.
Medio Socioeconómico	**Economía y calidad de vida**	**Empleos.** Muestra la creación de empleos que surgirán en cada una de las diferentes etapas del proyecto.
		Empleados con prestaciones de ley. Es la creación de empleos con prestaciones de ley conforme a la Ley Federal del Trabajo.

3. Las interacciones entre proyecto y ambiente.

Con las posibles fuentes generadoras, los posibles componentes por afectar y los componentes ambientales señalados de forma general, se puede identificar las posibles interacción de las fuentes generadoras y los elementos naturales del predio y el SA, con lo cual, más adelante se identificarán los impactos ambientales.

Las interacciones se consideran como si fuera un hecho de que así se van a dar, ya que esto permitirá identificar en el capítulo VI las medidas más adecuadas de prevención y mitigación de impactos; cabe mencionar que, el proyecto ya posee elementos positivos que minimizan los impactos a generar, sin embargo, para este apartado solo se consideran tal cual las interacciones sin prever las medidas adoptadas desde el diseño de las obras. Así, por ejemplo, se señalará en la siguiente tabla la pérdida de especies de flora por remoción, sin embargo, no se estará considerando que en realidad será una interacción negativa poco significativa porque la superficie por afectar posee escasos elementos de flora debido al impacto previo que tiene el terreno al situarse dentro de una zona urbanizada, además el no afectar comunidades estables de vegetación de la región contribuye a contrarresta la interacción negativa. En este sentido, se señalarán las interacciones de forma puntual por actividad u obra.

Tabla V.4. Interacción de componentes ambientales y actividades/obras del proyecto.

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
Preparación del sitio	Limpieza del predio (recolecta de residuos sólidos).	Residuos generados (residuos sólidos, residuo vegetal y escombros)	Suelo Agua Vegetación Fauna	Positiva por la eliminación de residuos sólidos que afectan al suelo y al agua
	Remoción de vegetación.	Eliminación de individuos vegetales	Suelo Vegetación Fauna	Negativa por la eliminación de individuos vegetales
	Acondicionamiento del área provisional e instalación del almacén temporal y oficina de campo.	Ocupación del suelo Pérdida de la calidad visual	Fauna Suelo	Negativa porque se ocupará superficie con presencia de vegetación
	Ahuyentar fauna silvestre	Desplazamiento de fauna	Fauna	Negativa Porque provocará el desplazamiento de la fauna hacia sitios fuera del predio
	Trazado topográfico	Afectación de vegetación	Flora	Negativa por pérdida de cobertura vegetal
	Excavaciones.	Eliminación de cobertura vegetal	Suelo Vegetación Fauna	Negativa por pérdida de cobertura vegetal, desplazamiento de fauna y erosión de suelo desnudo
	Nivelación y relleno de terreno.	Compactación Aplanar suelo	Suelo Acuífero	Negativa por compactación del suelo; pérdida de superficies permeables que ayudan con recarga de acuífero
	Actividades cotidianas de trabajadores	Residuos generados	Suelo Agua	Negativa por contaminación o

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
		(residuos sólidos urbanos y aguas negras) Jornada laboral	Vegetación Fauna Socioeconómico	modificación de la calidad del suelo y el agua; extracción o molestar fauna; extracción de flora; Positiva por generación de empleos
Construcción	Cimentación	Echar cimientos	Suelo	Negativa por pérdida de forma permanente de zonas permeables
	Levantamiento de muros e instalación de estructuras.	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Atmósfera	Negativa por modificación de calidad del suelo y atmósfera, cambio en el paisaje
	Acabados y albañilería.	Empleo de materiales Residuos a generar	Atmósfera	Negativa por modificación de calidad del suelo y atmósfera, cambio en el paisaje de acabados naturales
	Instalación de herrería y carpintería.	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Agua	Negativa por modificación de calidad del suelo
	Instalación del sistema eléctrico	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Agua	Negativa por modificación de calidad del suelo
	Instalación de los sistemas hidráulico y sanitario.	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Agua	Negativa por modificación de calidad del suelo
	Equipamiento	Instalación del sistema eléctrico e hidrosanitario Jardineras con plantas nativas	Vegetación Suelo Microclima Acuífero	Negativa por generación de ruido y excavación del suelo; Positiva por la plantación de individuos de flora nativa
	Desmantelamiento de obras temporales y área provisional; retiro de sanitarios portátiles.	Residuos a generar	Suelo Agua	Negativa por contaminación de suelo y agua
	Limpieza del predio y obra previo a entrega final.	Residuos generados (residuos sólidos, residuo vegetal y escombros)	Suelo Fauna Atmósfera Agua	Positiva por la eliminación de residuos sólidos que afectan al suelo y al agua
	Actividades cotidianas de trabajadores	Elaboración de alimentos y bebidas Consumo de alimentos y bebidas Generación de aguas negras Jornada laboral	Suelo Agua Socioeconómico	Negativa por contaminación o modificación de la calidad del suelo y el agua; extracción o molestar fauna; extracción de flora;

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
				Positiva por generación de empleos
Operación y mantenimiento	Actividades domésticas en la casa y el predio como preparación de alimentos; recreación y descanso.	Residuos a generar Actividades humanas	Suelo Agua Fauna Vegetación	Negativa por contaminación de suelo, agua y acuífero
	Uso de energía eléctrica; uso de agua potable y pluvial; uso de baños.	Generación de emisiones de GEI Iluminación Generación de aguas grises y negras	Agua Suelo Atmósfera Hábitat	Negativa por modificación de la calidad del aire; incremento de contaminación lumínica; cambio en la calidad del paisaje
	Seguimiento y cumplimiento de medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales.	Supervisión	Suelo Acuífero Agua Microclima Atmósfera	Positiva porque se garantizará que se realizarán las acciones necesarias para evitar y/o reducir impactos
	Mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones.	Residuos a generar (RSU, RME y RP)	Suelo Agua Vegetación Fauna	Negativa por contaminación de suelo y agua; afectación del desarrollo de la vida silvestre

Con las interacciones identificadas, se podrán determinar y caracterizar los impactos ambientales, los cuales, de acuerdo con Garmendia *et al*. (2005) se clasifican de la siguiente manera:

Tabla V.5 Clasificación de los impactos ambientales.

Atributo	Tipo de Impacto	
Por sus efectos	Positivos	Cuando el cambio ambiental deja efectos beneficiosos.
	Negativos	Cuando el cambio ambiental deja efectos perjudiciales.
Por su influencia	Directo	El elemento ambiental se ve afectado directamente por el proyecto.
	Indirecto	La alteración del elemento ambiental no es atribuible de forma directa al proyecto.
Por sus interacciones	Simples	Efectos ambientales que no interaccionan con otros
	Acumulativos	Efectos que cuando se producen varias veces a lo largo del tiempo o espacio, su valoración es la suma de los impactos producidos por cada uno de los efectos por separado.
	Sinérgicos	Son efectos acumulativos, en donde la suma de sus efectos es mucho mayor que la suma de ellos por separado.
Frecuencia	Únicos	Se produce una sola vez a lo largo del desarrollo del proyecto.
	Periódicos	Se produce más de una vez con una frecuencia definida.
	Irregulares	Se produce más de una vez con una frecuencia no definida.
Duración	Temporales	Tienen una duración limitada.
	Permanentes	Cuando se mantienen a través del tiempo.

Atributo	Tipo de Impacto	
Tiempo de manifestación	Corto plazo	Los efectos se manifiestan en un periodo de menos de un año.
	Mediano plazo	Los efectos se manifiestan en un periodo de uno a cinco años.
	Largo plazo	Los efectos se manifiestan en un periodo de más de cinco años.
Forma de aparición	Continuo	Se manifiesta como una alteración constante en el tiempo.
	Discontinuo	Aquellos efectos que pueden ser intermitentes o disruptivos.
Reversibilidad	Reversible	Cuando, sin contar con la acción humana, la tendencia del sistema es volver a su estado inicial en un tiempo determinado
	Irreversible	Cuando el sistema no puede regresar por sí solo a su estado inicial o se pierden totalmente las características que le daban su identidad como un sistema particular.
Efecto de reversibilidad	Recuperable	Cuando el impacto ambiental no es reversible, pero se puede corregir mediante medidas viables de restauración o mediante la sustitución del elemento alterado por otro que cumpla su función.
	Mitigable	Cuando no se recupera la función inicial del sistema, pero parcialmente se puede pueden recuperación funciones que permitan que el sistema se mantenga estable.

SEMARNAT (2021) establece que los impactos ambientales también se clasifican de acuerdo por su origen:

- El aprovechamiento de recursos naturales: estos pueden ser renovables (aprovechamiento forestal, pesca) o no renovables (extracción de petróleo o carbón).
- Contaminación: todos los proyectos que producen algún residuo (peligroso o no), emiten gases a la atmósfera o vierten líquidos al ambiente.
- Ocupación del territorio: los proyectos que al ocupar un territorio modifican las condiciones naturales por las acciones (erosión del suelo, excavación, cimentación, etc.).

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

En la actualidad existen diversas metodologías para identificar y evaluar los impactos ambientales, sin embargo, muchas de ellos han sido desarrollados para proyectos específicos, dificultando su generalización hacia otros ámbitos. León-Peláez (2004), menciona que existen tres grandes agrupaciones de métodos: A) métodos tradicionales que corresponden a técnicas que hacen sus mediciones en términos monetarios, por ejemplo, relación costo/beneficio; B) los métodos cuantitativos que consisten en la aplicación de escalas valorativas para los diferentes impactos medidos en sus respectivas unidades físicas como las listas de chequeo, matrices, como la matriz de Leopold, diagramas, redes, métodos cartográficos, etc. Y C) los métodos integrales que son los que incorporan la valoración cuantitativa y cualitativa de los impactos ambientales mediante la adopción y medición de indicadores ambientales y funciones de transformación

que permitan su comparación directa. Para este estudio se realizaron aproximaciones a través de las listas de chequeo y matrices, según lo descrito a continuación.

Matriz de Leopold

Para la identificación, caracterización y evaluación de impactos, se utilizó una Matriz de Leopold modificada para evaluar los impactos potenciales, la cual establece un sistema de análisis que permite identificar los impactos potenciales que el desarrollo de un proyecto puede tener sobre los atributos del medio ambiente, a fin de poder intervenir de manera oportuna, para que los efectos adversos se presenten en la menor medida posible (Ponce, 2011). Se enlistan en el eje horizontal de esta matriz las acciones que causan impactos ambientales, y en el eje vertical, los factores que pueden verse afectados por tales acciones positiva o negativamente. En cada casilla donde interacciona una actividad con un factor, se colocó un número del 0 al 3, que representa la magnitud del impacto, siendo 0 un impacto nulo, y 3, cuando el impacto tiene la mayor magnitud. Se elaboró una matriz en donde se describen los impactos en el SA y otra matriz que contempla los impactos para el polígono y su área de influencia.

Para esta matriz, los criterios que serán utilizados para clasificar los impactos ambientales son:

1. La magnitud del impacto: Esta mide su nivel y representa la cantidad e intensidad del impacto calificándolo como significativo, medio, poco significativo y el impacto no significativo (nulo).
2. El tipo de impacto: Hace referencia a su efecto positivo o negativo respecto al estado previo de la acción.
3. La permanencia del impacto: Que hace referencia al comportamiento en el tiempo de los impactos ambientales previstos si es temporal o permanente.

De acuerdo con lo anterior, los valores de las interacciones quedan como se describen a continuación:

Tabla V.6. Valores de las interacciones.

Magnitud del impacto	M	Tipo de impacto	T	Permanencia del impacto	P
Impacto significativo	**3**	Positivo	+	Temporal	
Impacto medio	**2**	Negativo	-	Permanente	
Impacto poco significativo	**1**	Negativo/Positivo	±		
Impacto nulo	**0**				

La clasificación de impacto Negativo/Positivo es para aquellas obras o actividades que durante su ejecución o construcción generarán impactos negativos, sin embargo, una vez ejecutados o establecidos, producirán impactos positivos con el paso del tiempo, en este sentido, aportarán beneficios al ambiente.

Matriz de sombras

Se elaboró una matriz de sombras para complementar la matriz de Leopold, la cual consta de las mismas filas y columnas. En cada casilla donde hubo una interacción, se colocó + o -, para representar impactos positivos y negativos, respectivamente. Asimismo, se marcaron las casillas con dos posibles colores: claro y oscuro, para representar la duración de los impactos, ya sea temporal o permanente, respectivamente. Se realizó una matriz en donde se describen los impactos para el polígono y su área de influencia, y otra matriz que contempla los impactos en el SA.

V.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS

El escenario ambiental de la obra y sus actividades se realizó a partir de la recopilación de información ambiental en la zona considerando los elementos bióticos y abióticos con características homogéneas y que pudieran llegar a tener relación con el proyecto "*Botánica*". Estos sirvieron para la delimitación del Sistema Ambiental. A partir de las características ambientales, se identificaron los componentes que se verán afectados por el desarrollo de las obras y de qué forma se impactarán. Posteriormente, se identificó el tipo de interacción entre el elemento del proyecto y el componente ambiental del Sistema Ambiental del predio o el SA. Con lo anterior, se conocer las modificaciones o cambios sobre los elementos naturales, a partir de lo cual, se realizará la caracterización de los impactos. A continuación, se presenta la descripción de los tipos de impactaos detectados que posiblemente se van a generar con el desarrollo del proyecto.

Tabla V.7. Caracterización de los impactos ambientales que posiblemente se generen con el proyecto.

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	
Contaminación del suelo	Modificación de uno o más parámetros fisico-químicos del suelo que propician su degradación.	Derrame de hidrocarburos por uso de maquinaria y equipo de construcción. Acumulación y dispersión de lixiviados generados por Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Peligrosos (RP) en la construcción de obras civiles.	Durante la construcción de obras civiles se pueden generar un manejo inadecuado de residuos provocando la acumulación y dispersión de estos en el suelo, lo que puede ocasionar alteraciones en la calidad del suelo, afectando su estructura y composición físico-química, causando problemas para la productividad, la flora y la fauna.	Suelo	
Contaminación del agua	Modificación de uno o más parámetros fisico-químicos del agua y que rebasan los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Derrame de hidrocarburos por uso de maquinaria y equipo de construcción. Acumulación y dispersión de lixiviados generados por Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Peligrosos (RP) en la construcción de obras civiles.	Durante la construcción de obras civiles se pueden generar un manejo inadecuado de residuos provocando la acumulación y dispersión de estos en el agua, lo que puede ocasionar alteraciones en la calidad del agua, afectando su estructura y composición físico-química, causando problemas para la productividad, flora, fauna y la calidad humana.	Agua	
Contaminación atmosférica	Modificación de uno o más parámetros fisico-químicos del aire y que rebasan los límites máximos permisibles de emisiones establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	Generación de gases, partículas finas suspendidas por el uso de maquinaria y equipo de construcción, generación de RSU, RME y RP, así como la generación de humo por el uso de fuego.	Mal manejo de residuos provocando la acumulación y dispersión de estos; generar gases y humo que pueden ocasionar alteraciones en la calidad del aire; partículas finas secas y dispersas en el ambiente (como material de construcción fino).	Atmósfera	

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	
Contaminación sonora	Modificación de los niveles sonoros y que rebasen los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994	Generación de ruido por empleo de maquinarias y equipo de construcción durante las obras civiles.	Durante la construcción de obras civiles se es propenso a la emisión de ruido por parte de la maquinaria y el equipo de construcción, lo que resulta en problemas auditivos y ahuyentamiento de la fauna silvestre.	Atmósfera	P a A d
Contaminación lumínica	Modificación de la intensidad de la luz que rebase los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-025-STPS-2008	Generación de luz por el empleo de equipo lumínico y el uso de fuego durante la construcción de obras civiles.	Durante la duración del proyecto se hará empleo de equipo lumínico, en ocasiones se usará fuego; esto causaría un aumento en el brillo del cielo nocturno provocando contaminación, alteración en los patrones de comportamiento de la fauna desencadenando una modificación en los procesos ecológicos del ambiente.	Paisaje/ Ecología	A c d s I p e A v
Modificación del microclima	Cambios en las condiciones climáticas locales	Construcción de obras civiles. Emisión de gases, partículas finas suspendidas y humo por el empleo de maquinarias y equipo de construcción, y uso de fuego.	El empleo de maquinaria y equipo de construcción, así como fuego, provoca la emisión de gases, teniendo como consecuencia el aumento de la temperatura local; esto causaría desertificación. De igual forma, se vería comprometida la salud de los trabajadores.	Ecología	D A s A fi s A p e
Modificación de drenaje superficial	Cambios en la forma de evacuación del agua que se acumula en la superficie del suelo.	Remoción de suelo fértil y compactación por el uso de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	Durante la construcción se removerá la capa de suelo fértil y orgánica, así como se ejercerá una presión constante en el suelo provocando compactación de suelo, afectando la calidad de infiltración y modificando el drenaje superficial, lo que causa un aumento en la probabilidad de inundaciones en la zona.	Suelo	A p in A p e

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	
Alteración de régimen de caudal	Modificación de la trayectoria del flujo y distribución del agua que transita por un punto en un determinado tiempo.	Construcción de obras civiles. Extracción o depósito de sedimento por el empleo de maquinaria y equipo de construcción y dragado.	El uso de equipo de dragado y construcción para la construcción de la obra extraerá y/o depositará sedimento del régimen caudal por lo que se observaría una alteración en la probabilidad de inundaciones, así como la modificación de procesos ecológicos.	Suelo	A p i A p e
Aumento de temperatura	Incremento de la temperatura del aire y/o agua del área.	Construcción de obras civiles. Emisión de gases y partículas finas suspendidas por el empleo de maquinarias y equipo de construcción. Emisión de humo y gases por el uso de fuego y explosivos.	El uso de maquinaria y equipo de construcción, así como el uso de fuego y explosivos causando un aumento de la temperatura en la zona, generando desertificación y afectando la salud tanto de flora y fauna, así como de los trabajadores.	Ecología	D A s A fl s
Erosión	Proceso de desgaste y desplazamiento de sedimentos y partículas del suelo.	Deforestación por la construcción de obras civiles.	La realización de la obra y el desgaste del suelo fértil causaría erosión, provocando una alteración a la estructura y composición físico-química del suelo, causando problemas en la productividad y afectaciones a la flora y fauna de la zona.	Suelo	P p A p e A fl s R h
Compactación	Proceso de densificación y disminución de la porosidad del suelo por la presión constante ejercida sobre el suelo.	Presión constante ejercida sobre el suelo por el tránsito de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	La realización de la obra y el uso constante de equipo y maquinaria de construcción ocasionaría una presión constante ejercida sobre el suelo, llevando a la compactación y provocando una alteración a la estructura y composición físico-química del suelo, causando problemas en la productividad y afectaciones a la flora y fauna de la zona.	Suelo	P p A p e A fa A fl

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	
Eliminación o modificación de hábitats	Reducción del espacio para el desarrollo y reproducción de la vida silvestre.	Remoción por la construcción de obras civiles.	La construcción de obras civiles, así como la remoción de cubierta vegetal, ocasionando una disminución en la riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre.	Suelo	A p e D ri a fl s
Fragmentación del ecosistema	División de un espacio en áreas aisladas de menor tamaño.	División del área por el uso de equipo y maquinaria de construcción, así como la deforestación para la construcción de obras civiles.	La construcción de obras civiles, uso de equipo y maquinaria de construcción, limitaría procesos ecológicos al haber un efecto de barrera afectando la continuidad y conectividad de la flora y la movilización de la fauna silvestre, llegando incluso a ocasionar atropellamientos y decesos de fauna.	Suelo	E p n la q a A c fo c la L p e
Pérdida de cubierta vegetal	Reducción de la cobertura vegetal que cubre la superficie.	Remoción de individuos arbóreos.	La remoción de cubierta vegetal causada por la construcción de obras civiles, así como el uso de maquinaria y equipo de construcción ocasiona una pérdida en la cubierta vegetal del área	Flora	D la a fl A p e

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	
Desplazamiento de fauna silvestre	Migración de especies de fauna silvestre del hábitat original hacia otras áreas.	Emisión de ruido por el uso constante de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	El ruido provocado por la maquinaria y el equipo de construcción ahuyentaría fauna silvestre, ocasionando una disminución en la riqueza y abundancia de fauna silvestre, alterando los procesos ecológicos ambientales.	Fauna	D la a fa A p e
Pérdida de biodiversidad	Reducción de riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre en un hábitat.	Remoción y emisión de ruido por el uso constante de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	La construcción de obras civiles y la remoción de cubierta vegetal, mientras que el ruido provocado por la maquinaria y el equipo de construcción ahuyentaría fauna silvestre, ocasionando un desplazamiento de esta y por consecuencia, una disminución en la riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre, alterando los procesos ecológicos ambientales.	Fauna/Flora	D ri a fl s A p e
Modificación de comportamiento de fauna silvestre	Cambios en los hábitos, rutinas y conducta de la fauna silvestre.	Deforestación, incremento en la intensidad de luz y emisión de ruido por el uso constante de maquinaria y equipo de construcción y lumínico en obras civiles.	Durante la construcción de obras civiles, el uso de maquinaria y equipo de construcción generará ruido que ahuyente a la fauna y el uso de equipo lumínico alterará el comportamiento de la fauna silvestre por el aumento de brillo durante la noche, alterando los procesos ecológicos ambientales.	Fauna	A p e A fa

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	
Pérdida de procesos ecológicos	Reducción de las funciones del ambiente que estructuran a los ecosistemas.	Remoción, incremento en la intensidad de luz y emisión de ruido por el uso constante de maquinaria y equipo de construcción y lumínico en obras civiles.	La remoción de cubierta vegetal causada por la construcción de obras civiles, el uso de maquinaria y equipo de construcción genera ruido externo y el uso de equipo lumínico genera luz artificial, aumentando la cantidad de brillo durante la noche son los causantes de la pérdida de procesos ecológicos al verse afectado el suelo fértil, flora y fauna silvestre, ocasionando una alteración en la calidad de los servicios ambientales.	Ecología	A f s
Pérdida/modificación de servicios ambientales	Disminución o cambio de los recursos y procesos benéficos proporcionados por el ecosistema a los humanos.	Remoción y tránsito constante de equipo de construcción en obras civiles.	La remoción de cubierta vegetal durante los procesos de construcción ahuyenta a la fauna silvestre, reflejando una disminución en la riqueza de flora y fauna silvestre; esto ocasionaría una pérdida de procesos ecológicos llevando a una pérdida de servicios ambientales al verse afectada la calidad de la productividad del ambiente.	Ecología	A f s A p A c
Modificación del paisaje	Alteración en la estructura, composición y apariencia del medio ya sea natural o urbano derivado de la reducción o cambio de uso de los componentes ambientales existentes.	Dispersión y acumulación de residuos sólidos urbanos (RSU) y residuos de manejo especial (RME) por la deforestación y uso de maquinaria y equipo de construcción en las obras civiles.	Durante la construcción se modificará el paisaje por el uso de maquinaria y equipo de construcción, así como por la presencia de trabajadores en el predio, produciendo también una dispersión de RSU por lo que no solo cambiaría la singularidad del paisaje al haber remoción de cubierta vegetal y por la presencia de agentes externos, también se	Paisaje	A s c p A p e D ri a f s

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	
			verían comprometidos procesos ecológicos.		
Cambio en la permeabilidad del suelo	Modificación de la capacidad permeable de una superficie derivada de la alteración a la estructura y composición del suelo.	Presión constante ejercida sobre el suelo por el tránsito de maquinaria y equipo de construcción, así como el desgaste del suelo fértil por deforestación para la construcción de obras civiles.	El uso de maquinaria y equipo de construcción durante la construcción de la obra causaría una constante presión ejercida sobre el suelo, ocasionando la compactación de este. Se observaría una disminución en la calidad del suelo en relación a su estructura física, modificando la permeabilidad y, por ende, la productividad.	Suelo	A p A fa A fl A p in
Cambio en infiltración	Modificación de la cantidad de agua absorbida por la tierra al subsuelo.	Presión constante ejercida sobre el suelo por el tránsito de maquinaria y equipo de construcción, así como el desgaste del suelo fértil por deforestación para la construcción de obras civiles.	La remoción de cubierta vegetal, los procesos de excavación y la compactación causada por el uso de maquinaria y equipo de construcción durante las obras provocando un cambio en la infiltración del agua; esto alteraría no solo los patrones de escurrimiento sino también la estructura y composición físico química del agua y del suelo al haber mayor probabilidad de encharcamiento en el predio.	Suelo/ Agua	A p e A fa A fl
Cambio en la conectividad ecológica (o del paisaje)	Modificación en los patrones de intercambio y conexión ecológica derivado de la interacción y desplazamiento de organismos y procesos ecológicos.	División del área por el uso de equipo y maquinaria de construcción, así como la remoción para la construcción de obras civiles.	Durante la obra habrá división por maquinaria y equipo de construcción, división de los componentes naturales del paisaje, por lo que habrá cambios la conectividad ecológica; esto aumentará la artificización del ambiente, alterando los procesos ecológicos de la flora y fauna silvestre.	Suelo	I p e A fl s P c p P e

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	
Cambio en la estética característica del paisaje	Modificación de la apariencia de un paisaje por la alteración a los elementos naturales, así como la forma y aspecto de la superficie.	Dispersión y acumulación de residuos sólidos urbanos (RSU) y residuos de manejo especial (RME) por la deforestación, introducción de elementos urbanos y uso de maquinaria y equipo de construcción en las obras civiles.	Durante la obra habrá presencia de trabajadores y maquinaria, potenciando una acumulación y dispersión de RSU; esto provocaría un cambio en la estética característica del paisaje al disminuir la calidad por la modificación de los componentes naturales. Presencia de obras civiles.	Paisaje	A f A p e A v M la p
Incremento o disminución de la oferta de empleo	Variación en la cantidad y calidad de puesto de trabajo derivado de la disponibilidad en el mercado laboral.	**Incremento:** Generación de empleos por la construcción de obras civiles. **Disminución:** Decremento poblacional por la falta de oportunidades.	Al construir la obra se observaría un incremento de la oferta laboral, esto causaría un incremento en la economía local por el desarrollo de actividades económicas y servicios, así como el aumento de pobladores, sin embargo, la creación de empleos más especializados puede generar una desigualdad socioeconómica. Por otro lado, cuando hay una disminución de la oferta laboral se debe a la falta de oportunidades en la localidad, reduciendo el desarrollo económico y sociocultural y afectando la calidad de vida de la gente, aunque los trabajadores que queden en la zona podrían obtener un aumento salarial debido al decremento de mano de obra.	Socioeconómico	P I e D s M c N D s p e e

A continuación, se señalan los impactos potenciales que derivarán de las actividades para establecer en el proyecto "*Botánica*".

Para ello, deben considerarse las siguientes abreviaciones:

Tabla V.8. Abreviaciones para definir la relación del impacto.

Efecto	Afectación	Reversibilidad	Tipo	Duración	Extensión	Intensidad
Positivo (+)	Directo (D)	Reversible (R)	Simple (1)	Temporal (T)	Puntual (P)	Baja (B)
Negativo (-)	Indirecto (I)	Irreversible (I)	Acumulativo (2)	Permanente (P)	Local (L)	Media (M)
			Sinérgico (3)		Regional (R)	Alta (A)
			Residual (4)			

Tabla V.9. Descripción de las actividades y los impactos a generarse con el proyecto en la preparación del sitio.

Obras y/o Actividades	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
Limpieza del predio (recolecta de residuos sólidos).	Suelo	Retiro de residuos contaminantes	2	T	P	B	+
	Agua	Retiro de residuos contaminantes	2	T	P	B	+
Remoción de vegetación.	Vegetación	Eliminación de individuos vegetales	2	P	P	B	-
Acondicionamiento del área provisional e instalación del almacén temporal y oficina de campo.	Suelo	Ocupación del suelo	1	T	P	B	-
	Fauna	Desplazamiento de especies nativas	1	T	P	B	-
Ahuyentar fauna silvestre.	Fauna	Desplazamiento de especies	1	T	P	B	-
Trazado topográfico	Vegetación	Afectación de vegetación	1	P	P	B	-
Excavaciones	Suelo	Compactación	1	P	P	B	-
		Cambio en la disponibilidad de superficie permeable	1	P	P	B	-
Nivelación y relleno de terreno.	Suelo	Compactación	1	P	P	B	-
		Cambio en la disponibilidad de superficie permeable	1	P	P	B	-

Tabla V.10. Descripción de las actividades y los impactos a generarse con el proyecto en la construcción.

Obras y/o Actividades	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
Cimentación.	Suelo	Compactación	1	P	P	B	-
		Modificación de drenaje superficial	1	P	P	B	-
		Cambio en la permeabilidad del suelo	1	P	P	B	-
Levantamiento de muros e instalación de estructuras.	Suelo	Empleo de materiales	1	P	P	B	-
Acabados y albañilería.	Atmósfera	Empleo de materiales	1	T	P	B	-
Instalación de herrería y carpintería.	Suelo	Empleo de materiales	1	T	P	B	-
Instalación del sistema eléctrico.	Suelo	Empleo de materiales	1	T	P	B	-
Instalación de los sistemas hidráulico y sanitario.	Suelo	Empleo de materiales	1	T	P	B	-
Equipamiento	Suelo	Compactación	1	P	P	B	-
Desmantelamiento de obras temporales y área provisional	Agua	Contaminación del suelo	2	P	P	B	-
	Suelo	Contaminación del agua	2	P	P	B	-
Limpieza del predio y obra previo a entrega final.	Suelo	Retiro de residuos contaminantes	2	P	P	B	+
	Agua	Retiro de residuos contaminantes	2	P	P	B	+
Empleo de maquinaria y vehículos con motor.	Suelo	Contaminación del suelo	1	T	P	B	-
	Agua	Contaminación del agua	1	T	P	B	-

Tabla V.11. Descripción de las actividades y los impactos a generarse con el proyecto en la operación.

Obras y/o Actividades	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
Actividades domésticas en los	Agua	Contaminación del agua	2	P	P	B	-

departamentos y el predio como preparación de alimentos; recreación y descanso.	Suelo	Contaminación del suelo	2	P	P	B	-
Uso de energía eléctrica; uso de agua potable y pluvial; alberca; uso de baños.	Agua	Contaminación del agua	2	P	P	B	-
	Suelo	Contaminación del suelo	2	P	P	B	-

Es importante mencionar que, por el desarrollo de todas las actividades, se generarán empleos temporales durante las etapas de preparación del sitio y construcción; y empleos permanentes durante la etapa de operación y mantenimiento.

V.2.1. Indicadores de Impacto

Los indicadores de impacto son una herramienta útil para cuantificar la magnitud de los impactos ambientales que se producen debido a un proyecto. Un indicador ambiental es un factor que transmite información sobre el estado en el que se encuentra el ecosistema o alguna característica de este. Algunos parámetros como la biomasa acumulada o la diversidad de especies se utilizan como indicadores de madurez de los ecosistemas. De la misma forma, el consumo de energía y agua, la producción de residuos o contaminantes, también pueden fungir como indicadores ambientales.

Por otro lado, los indicadores de impacto ambiental se utilizan para poder determinar la calidad ambiental o el cambio de la calidad como consecuencia de determinada acción, así como una medida de la magnitud del impacto (Garmendia *et al*., 2005). Los indicadores ambientales deben cumplir dos características muy importantes: ser de fácil medición y que su relación sea clara con las propiedades del ecosistema o del elemento ambienta del que se busca identificar un cambio (Garmendia *et al*., 2005). Un indicador es capaz de caracterizar cualitativa o cuantitativamente el estado del factor a valorar. Los indicadores de impacto regularmente están representados en unidades heterogéneas, inconmensurables, por lo que se requiere transformarlos a unidades homogéneas y dimensionales para hacerlos comparables, a fin de jerarquizar los impactos y totalizar la alteración que generarán. La guía para la elaboración de manifestación de Impacto Ambiental menciona que para ser útiles los indicadores deben ser por lo menos:

- **Representativos:** se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.

- **Relevantes:** que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- **Excluyentes:** que no existe una superposición entre los distintos indicadores.
- **Cuantificables:** medible siempre que sea posible en términos cuantitativos.
- **Fácilmente identificables:** definidos conceptualmente de modo claro y conciso.

Para poder llevar a cabo el proyecto de manera que los impactos sean nulos o mínimos en la calidad de los elementos que conforman el polígono, es necesario identificar los indicadores que permitirán evaluar de manera completa, objetiva y eficaz los impactos ambientales que se generarán durante el proyecto, con la finalidad de describir y aplicar las medidas de mitigación correspondientes de manera oportuna. Los indicadores considerados para evaluar los impactos a generarse con el proyecto, tomando en cuenta únicamente el área del polígono, resaltando algunos impactos significativos.

Tabla V.12. Indicadores para evaluar los impactos a generarse y su área de influencia.

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto
Suelo	**Superficie Permeable** **Área de superficie permeable** Se medirá el área de superficie permeable en el polígono previo al inicio del proyecto y después de este. Se evaluará de la siguiente manera: • Se perdió máximo el 30% de superficie permeable = poco significativo • Se perdió del 30 al 50% de superficie permeable = significativo • Se perdió más del 50% de superficie permeable = muy significativo
	Erosión **Grado de erosión** Previo al inicio de las obras, se clavarán varillas para medir la erosión en diferentes puntos del polígono. Al término de la construcción, se tomarán mediciones para saber si se ha perdido suelo. • Menor a 5 cm = poco significativo • De 5 a 10 cm = significativo • Más de 10 cm = muy significativo
	Contaminación Grado de contaminación del suelo por residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, así como por el derrame de hidrocarburos Se evaluará el grado de contaminación del suelo en el área del polígono debido al almacenamiento de los residuos de la siguiente manera: • La superficie contaminada abarca hasta 5 m^2 = poco significativo • La superficie contaminada abarca de 6 a 10 m^2 = significativo • La superficie contaminada abarca más de 10 m^2 = muy significativo
Aire	**Ruido** **Niveles de emisión de ruidos**

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto
	Se medirán los niveles de emisión de ruidos respecto a la NOM-081-SEMARNAT-1994 durante la construcción del proyecto. Se valorará la magnitud del impacto de la siguiente forma: • Rebasa los límites por menos del 25% = poco significativo • Rebasa los límites por más del 25% y menos del 50% = significativo • Rebasa los límites por más del 50% = muy significativo
	Calidad **Nivel de contaminación** Se medirán los niveles de emisión de hidrocarburos de vehículos automotores nuevos con peso máximo de 3,857 kilogramos, que se utilizarán en las diferentes etapas del proyecto, de acuerdo con la NOM-042-SEMARNAT-2003. Se medirán los niveles de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 conforme a la NOM-025-SSA1-2014 durante el desarrollo del proyecto. Se valorarán las mediciones anteriores de acuerdo con lo siguiente: • Rebasa los límites por menos del 25% = 1 • Rebasa los límites por más del 25% y menos del 50% = 2 • Rebasa los límites por más del 50% = 3 Se sumarán los valores de las dos mediciones y el nivel de contaminación será el siguiente: • 1 – 2 = poco significativo • 2 – 4 = significativo • 5 – 6 = muy significativo
Flora Terrestre	**Cobertura** Área de cobertura vegetal Se medirá el área de cobertura vegetal previa al inicio del proyecto y posterior a las obras. Se evaluará el impacto de la siguiente manera: • Se perdió menos del 30% de la cobertura = poco significativo • Se perdió del 30 al 50% de la cobertura = significativo • Se perdió más del 50% de la cobertura = muy significativo
	Riqueza Riqueza de especies Se medirá la riqueza de especies posterior al desarrollo de las obras y se contrastará con la riqueza encontrada en el muestreo previo al inicio de las obras Se evaluará la magnitud del impacto de la siguiente manera: • Se perdieron de 1 a 3 especies = poco significativo • Se perdieron de 4 a 6 especies = significativo • Se perdieron más de 6 especies = muy significativo
	Diversidad Índice de Shannon Se medirá el índice de Shannon previo al inicio de las obras y posterior a estas. Se contrastará la segunda medición con la primera y se evaluará la magnitud de la siguiente manera: • El índice disminuyó hasta 3 décimas = poco significativo • El índice disminuyó de 3 a 6 décimas = significativo • El índice disminuyó más de 6 décimas = muy significativo
	Especies en Estatus de Riesgo

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto
	Especies en riesgo afectadas Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059 que se vean afectadas durante el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta únicamente el área del polígono: • La abundancia de la especie se mantuvo = 0 • La abundancia de la especie disminuyó hasta un 50 % = 1 • La abundancia de la especie disminuyó de un 50 a un 75% = 2 • La abundancia de la especie disminuyó más de un 75% = 3 Finalmente, se realizará un promedio de todas las especies y se evaluará la magnitud del impacto de la siguiente manera: • Hasta 1 = poco significativo • Mayor a 1 hasta 2 = significativo • Mayor a 2 = muy significativo
Fauna Terrestre	**Riqueza** Se medirá la riqueza de especies posterior al desarrollo de las obras y se contrastará con la riqueza encontrada en el muestreo previo al inicio de las obras Se evaluará la magnitud del impacto de la siguiente manera: • Se perdió 1 especie = poco significativo • Se perdieron 2 especies = significativo • Se perdieron 3 o más especies = muy significativo
	Diversidad Índice de Shannon Se medirá el índice de Shannon previo al inicio de las obras y posterior a estas. Se contrastará la segunda medición con la primera y se evaluará la magnitud de la siguiente manera: • El índice disminuyó de hasta 3 décimas = poco significativo • El índice disminuyó de 3 a 6 décimas = significativo • El índice disminuyó más de 6 décimas = muy significativo
	Especies en Estatus de Riesgo Especies en riesgo afectadas Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059 que se vean afectadas durante el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta únicamente el área del polígono: • La abundancia de la especie se mantuvo = 0 • La abundancia de la especie disminuyó hasta un 50 % = 1 • La abundancia de la especie disminuyó de un 50 a un 75% = 2 • La abundancia de la especie disminuyó más de un 75% = 3 Finalmente, se realizará un promedio de todas las especies y se evaluará la magnitud del impacto de la siguiente manera: • Hasta 1 = poco significativo • Mayor a 1 hasta 2 = significativo • Mayor a 2 = muy significativo
Paisaje	**Calidad Paisajística** Calidad del paisaje Posterior a las obras, se evaluará cada uno de los siguientes atributos en el polígono, los cuales son una modificación de lo propuesto por Mesa-Carranza, *et al*., (2016): grado de conservación urbana, grado de conservación natural, grado de organización de la forma

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto
	urbana, proximidad y accesibilidad de los servicios básicos, grado de belleza, grado de utilidad, cantidad de símbolos culturales y grado de conservación de las prácticas culturales. A cada uno, se le otorgará un valor del 1 al 10. Posteriormente, se sumará el total de todos y se evaluará la magnitud de la siguiente forma: • 1 – 12 = muy significativo (-) • 13 – 24 = significativo (-) • 25 – 40 = poco significativo (-) • 41 – 57 = poco significativo (+) • 58 – 70 = significativo (+) • Mayor a 70 = muy significativo (+)
Economía y Calidad de Vida	**Empleos** Número de empleos directos e indirectos generados por el proyecto Se evaluará de la siguiente manera: • De 1 a 5 empleos = poco significativo • De 6 a 10 empleos = significativo • Más de 10 empleos = muy significativo
	Empleados con Prestaciones de Ley Porcentaje de empleados del proyecto con prestaciones de ley Se evaluará el porcentaje de empleados del proyecto con prestaciones de ley de acuerdo con el siguiente criterio: • Menos del 30% = poco significativo • Entre el 30 y el 60 % = significativo • Más del 60% = muy significativo

V.3. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir de las metodologías aplicadas para identificar, evaluar y valorar los impactos potenciales.

Matriz de Leopold

Con base en los apartados anteriores del actual capítulo, se presenta a continuación una matriz de Leopold modificada que permitió evaluar los impactos identificados por las actividades que se realizarán durante la construcción del proyecto.

Tabla.V.13. Matriz de Leopold de valoración de impactos en el predio.

			Preparación del Sitio								Construcción											Operaciónу mantenimiento						
Actividad / Elemento			1) Limpieza del predio	2) Remoción de vegetación	3) Trazado	4) Excavación	5) Nivelación y relleno	6) Acondicionamiento de sitio temporal	7) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	1) Cimentación	2) Levantamiento de muros e instalación de estructuras	3) Acabados y albañilería	4) Instalación de herrería y carpintería	5) Instalación del sistema eléctrico	6) Instalación de los sistemas hidráulico y sanitario	7) Desmantelamiento de obras temporales	8) Empleo de maquinaria y vehículos con motor	9) Limpieza y desmantelamiento del sitio temporal	10) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	1) Uso de instalaciones	2) Uso de sanitarios	3) Actividades de huespedes	4) Mantenimiento	5) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	IMPACTO TOTAL AMB.
Físico-Químico		Aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Suelo	1	1	0	1	1	1	1	6	2	0	0	0	1	1	1	1	1	1	8	0	0	0	1	1	2	16
		Agua (Subsuelo)	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	4	0	1	0	1	1	3	8
		Luz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ruido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	6	0	0	1	0	0	1	7
		Temperatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecosistema		Topoforma	0	0	0	1	1	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
		Hábitat	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2
		Paisaje	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3
		Derenaje natural	0	0	0	1	1	1	1	4	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	6	0	0	0	1	1	2	12
		Servicios ambientales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Corredores biológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biológico	Fauna	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	1	1	1	3	7
	Flora	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	1	1	0	0	0	1	1	4	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	4	0	0	0	1	1	2	10
	Interacciones		1	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	3
Socioeconómico	Espacio seguro de trabajo		1	1	1	1	1	1	0	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	0	0	0	1	0	1	16
	Bienestar de los trabajadores		1	1	1	1	1	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0	0	0	1	1	2	19
IMPACTO TOTAL ACTIVIDAD			7	5	2	5	5	6	6	36	8	4	4	3	5	6	5	5	7	6	53	0	1	2	8	6	17	10

0 '=impacto nulo 1 =poco significativo 2 =significancia media 3 =muy significativo

Tabla.V.13. Matriz de sombras de valoración de impactos en el predio.

			Preparación del Sitio							Construcción										Operación y mantenimiento				
Actividad / Elemento			1) Limpieza del predio	2) Remoción de vegetación	3) Trazado	4) Excavación	5) Nivelación y relleno	6) Acondicionamiento de sitio temporal	7) Generación de residuos	1) Cimentación	2) Levantamiento de muros e instalación de estructuras	3) Acabados y albañilería	4) Instalación de herrería y carpintería	5) Instalación del sistema eléctrico	6) Instalación de los sistemas hidráulico y sanitario	7) Desmantelamiento de obras temporales	8) Empleo de maquinaria y vehículos con motor	9) Limpieza y desmantelamiento del sitio temporal	10) Generación de residuos	1) Uso de instalaciones	2) Uso de sanitarios	3) Actividades de huespedes	4) Mantenimiento	5) Generación de residuos
Físico-Químico	Aire		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Suelo		+	-	0	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	-	+	-	0	0	0	+	-
	Agua (Subsuelo)		0	0	0	-	-	0	-	-	0	0	0	-	0	0	-	0	-	0	-	0	+	-
	Luz		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ruido		0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	0	-	0	0	0	0	-	0	0
	Temperatura		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecosistema	Topoforma		0	0	0	-	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hábitat		+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0
	Paisaje		+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Derenaje natural		0	0	0	-	-	-	-	-	0	0	0	-	-	-	0	+	-	0	0	0	+	-
	Servicios ambientales		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Corredores biológicos		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biológico	Fauna	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	+	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	+	-	0	0	-	+	-
	Flora	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	+	-	0	0	0	-	-	-	0	0	0	0	0	+	0	+	-	0	0	0	+	-
	Interacciones		+	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
Socioeconómico	Espacio seguro de trabajo		+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	0
	Bienestar de los trabajadores		+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	0	0	0	+	-
			+ =positivo				- =negativo				± =positivo-negativo							=temporal				=permanente		

De acuerdo con la matriz de Leopold, para el predio se generaron 106 interacciones de las cuales, se observa lo siguiente:

El componente abiótico, con sus parámetros **físico-químicos**, tuvieron la valoración de impactos más alta, con 31 puntos, repartidas en 32 interacciones; el elemento más afectado será el suelo y el agua con 16 y 8 puntos respectivamente.

- El suelo suele ser el elemento natural más afectado durante el desarrollo de un proyecto que implique edificación, construcción de vialidades, excavaciones y cimentación, debido a que con estas actividades se modifica la estructura del suelo al remover las primeras capas de los horizontes, modificar la superficie permeable disponible o eliminar la fuente de nutrientes y fijación como la que le brinda la cobertura vegetal. Como se aprecia en la matriz de sombras, gran parte de los impactos al suelo son permanentes, ya que una vez que las obras ocupan su superficie, el suelo pierde sus características en ese espacio. Dentro de las afectaciones temporales se observa que serán durante las etapas de preparación del sitio y construcción, relacionado con el sitio temporal y la generación de residuos, ya que una vez que terminen dichas etapas, ya no se generará el impacto.
- En cuanto al agua, podrá ser afectado principalmente por la construcción y el establecimiento de las obras, ya que, al impactar el suelo, también se modifica la capacidad de permeabilidad que alimenta los flujos subterráneos. La fuente más importante de causante de impactos en el agua es la generación de residuos, ya que, ante un mal manejo, pueden derivar en la contaminación del agua, e incluso del suelo; durante las etapas de preparación del sitio y construcción este impacto será temporal, mientras que durante la etapa de operación y mantenimiento serían permanentes, por lo cual se deberá realizar un correcto manejo de estos, evitando la contaminación del recurso hídrico.

El **ecosistema**, considerado como una unidad ambiental, tuvo una valoración de 20 puntos, con el mismo número de interacciones; los elementos más afectados serán el drenaje natural (12 puntos), el paisaje y la topoforma (ambos con 10 puntos).

- Gran parte de los impactos hacia el drenaje natural son negativos, esto se debe principalmente a la afectación que tendrá el suelo al momentos de excavar y colocar la cimentación, los cuales serán permanentes. Provocando una pérdida en la permeabilidad del suelo, por lo que, este ya no permite el paso del agua al subsuelo. Sin embargo, por el tamaño de la obra, el impacto será poco significativo, ya que al mantener espacios entre los elementos estructurales se favorecerá el flujo y escurrimiento natural del terreno.

- En cuanto al paisaje, el principal impacto es la pérdida de calidad visual y la estética natural que actualmente posee, por la introducción de elementos que rompen la armonía del paisaje.

En cuanto a los **factores bióticos**, tuvo una valoración de 20 puntos, con el mismo número de interacciones; siendo que la fauna obtuvo un valor de 7 puntos y la flora 10 puntos.

- La fauna es el elemento que sufrirá menor afectación, ya que, al ser organismos con capacidad de desplazamiento podrán ir hacia sitios colindantes para su resguardo, en donde cuentan con hábitats y recursos similares a los que poseen en el predio; una vez concluida la etapa de construcción podrán retornar al predio, por ello, las medidas deben estar enfocadas hacia la protección de la integridad de la fauna silvestre. Por otro lado, la flora será impactada directamente, sin embargo, debido a la superficie del predio y que únicamente se presentan individuos arbóreos que se han desarrollado debido a que en este no se presentan obras civiles, se considera un impacto poco significativo, ya que las especies distribuidas en el predio se encuentran presentes en las diferentes comunidades vegetales que componen el Sistema Ambiental, por ello, las medidas deberán estar encaminadas a mitigar los impactos por la remoción de la vegetación en el sitio de desplante.

En cuanto al aspecto **socioeconómico**, tuvo la valoración más alta con 35 puntos, y el mismo número de interacciones.

- El impacto positivo será por la generación de empleos, priorizando el bienestar de los trabajadores y un espacio seguro de trabajo, esto será de forma temporal en etapa de preparación del sito y de construcción; en etapa de operación y mantenimiento será permanente.

Tabla.V.14. Matriz de Leopold de valoración de impactos en el SA.

			Preparación del Sitio								Construcción												Operaciónу mantenimiento						
Actividad / Elemento			1) Limpieza del predio	2) Remoción de vegetación	3) Trazado	4) Excavación	5) Nivelación y relleno	6) Acondicionamiento de sitio temporal	7) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	1) Cimentación	2) Levantamiento de muros e instalación de estructuras	3) Acabados y albañilería	4) Instalación de herrería y carpintería	5) Instalación del sistema eléctrico	6) Instalación de los sistemas hidráulico y sanitario	7) Desmantelamiento de obras temporales	8) Empleo de maquinaria y vehículos con motor	9) Limpieza y desmantelamiento del sitio temporal	10) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	1) Uso de instalaciones	2) Uso de sanitarios	3) Actividades de huespedes	4) Mantenimiento	5) Generación de residuos	Valor del impacto subtotal	IMPACTO TOTAL AMB.
Físico-Químico		Aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Suelo	0	0	0	1	1	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	1	2	7
		Agua (Subsuelo)	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	3	5
		Luz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ruido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Temperatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecosistema		Topoforma	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
		Hábitat	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
		Paisaje	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
		Derenaje natural	0	0	0	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	1	1	2	6
		Servicios ambientales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Corredores biológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biológico	Fauna	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	2
	Flora	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	3
		Interacciones	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Socioeconómico		Empleo	1	1	1	1	1	1	0	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	0	0	0	1	0	1	16
		Calidad de vida	1	1	1	1	1	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10	0	0	0	1	1	2	19
		Desarrollo económico	1	1	1	1	1	1	0	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	0	0	0	1	0	1	16
	Migración	Inmigración	1	1	1	1	1	1	0	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	9	0	0	0	0	0	0	15
		Emigración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
IMPACTO TOTAL ACTIVIDAD			5	4	4	7	6	5	4	35	4	5	4	4	4	4	4	4	8	6	47	0	1	0	6	4	11	93
			0	=impacto nulo				1	=poco significativo						2	=significancia media					3	=muy significativo						

Tabla.V.15. Matriz de sombras de valoración de impactos en el SA.

			Preparación del Sitio							Construcción										Operaciónу mantenimiento				
Actividad / Elemento			1) Limpieza del predio	2) Remoción de vegetación	3) Trazado	4) Excavación	5) Nivelación y relleno	6) Acondicionamiento de sitio temporal	7) Generación de residuos	1) Cimentación	2) Levantamiento de muros e instalación de estructuras	3) Acabados y albañilería	4) Instalación de herrería y carpintería	5) Instalación del sistema eléctrico	6) Instalación de los sistemas hidráulico y sanitario	7) Desmantelamiento de obras temporales	8) Empleo de maquinaria y vehículos con motor	9) Limpieza y desmantelamiento del sitio temporal	10) Generación de residuos	1) Uso de instalaciones	2) Uso de sanitarios	3) Actividades de huespedes	4) Mantenimiento	5) Generación de residuos
Físico-Químico		Aire	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Suelo	0	0	0	-	-	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	+	-	0	0	0	+	-
		Agua (Subsuelo)	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	-	0	+	-
		Luz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ruido	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Temperatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ecosistema		Topoforma	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Hábitat	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Paisaje	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Derenaje natural	0	0	0	-	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	-	0	0	0	+	-
		Servicios ambientales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Corredores biológicos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Biológico	Fauna	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	-	0	0	0	0	0
	Flora	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Terrestre	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	-	0	0	0	0	0
	Interacciones		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Socioeconómico	Empleo		+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	0
	Calidad de vida		+	+	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	0	0	0	+	-
	Desarrollo económico		+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	0
	Migración	Inmigración	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	0	0
		Emigración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

+ =positivo - =negativo ± =positivo-negativo =temporal =permanente

De acuerdo con la matriz de Leopold, para el SA se generaron 93 interacciones de las cuales, se observa lo siguiente:

El componente abiótico, con sus parámetros **físico-químicos**, tuvieron la segunda valoración de impactos más alta, con 12 puntos, con el mismo número de interacciones; los elementos afectados serán el suelo (7 puntos) y el agua (5 puntos).

- El suelo suele ser el elemento natural más afectado durante el desarrollo de un proyecto que implique edificación, construcción de vialidades, excavaciones y cimentación, debido a que con estas actividades se modifica la estructura del suelo al remover las primeras capas de los horizontes. Si bien, gran parte de los impactos al suelo son permanentes, a nivel del SA estos representan un impacto poco significativo, ya que el tamaño del predio es pequeño, así como se encuentra ubicado en una zona que ya ha sido destinada previamente para la urbanización.
- En cuanto al agua, podrá ser afectado principalmente por la construcción y el establecimiento de las obras, así como el suelo, gran parte de los impactos serán permanentes, a nivel del SA representan un impacto poco significativo.

De presentarse estas afectaciones al suelo y al agua,

El **ecosistema** tuvo una valoración de 10 puntos, con el mismo número de interacciones; los elementos afectados serán el drenaje natural y el paisaje, ambos con 5 puntos.

- Gran parte de los impactos hacia el drenaje será al momentos de excavar y colocar la cimentación, los cuales serán permanentes. Debido a que estos impactos serán en una superficie mínima en comparación con la superficie del SA, la importancia de estos es poco significativa.
- En cuanto al paisaje, el principal impacto es la pérdida de calidad visual y la estética natural que actualmente posee, así como en el anterior punto, debido al tamaño del proyecto con respecto a la superficie del SA, los impactos son pocos significativos, aunado a lo anterior, el proyecto tendrá un diseño que mitiga el impacto, adecuándose y reduciendo la perdida de la calidad visual.

En cuanto a los **factores bióticos**, no se tuvo ninguna interacción y por lo tanto una valoración de 5. Con respecto a la fauna, si bien estos tienen la capacidad de desplazarse e ir hacia sitios colindantes al predio, la presencia del Área de Protección de Flora y Fauna Manglares de Puerto Morelos asegura la presencia de sitios en donde puedan permanecer y distribuirse. Si bien se removerán individuos arbóreos; esto no compromete a las comunidades vegetales del SA ya que el predio se encuentra en una zona urbana, además las especies afectadas se encuentran presentes en otras áreas del SA.

En cuanto al aspecto **socioeconómico**, tuvo la valoración más alta con 66 puntos, y el mismo número de interacciones.

- El impacto positivo será por la generación de empleos, esto será de forma temporal en etapa de preparación del sito y de construcción; en etapa de operación y mantenimiento será permanente.

- **VALORACIÓN MIXTA DE LOS IMPACTOS**

Para la valoración de los impactos del presente proyecto se utilizó la metodología propuesta por Salvador y colaboradores (2005), para la cual se utilizan los valores asignados de la siguiente tabla:

Tabla.V.16. Valores asignados a las características de cada impacto en una valoración cualitativa completa.

VALORACIÓN CUALITATIVA			
SIGNO		**ACUMULACIÓN (*A*)**	
Impacto beneficioso	-	Simple	1
Impacto perjudicial	+	Acumulativo	3
		Sinérgico	6
EXTENSIÓN (*P*) **Área de influencia**		**INTENSIDAD (*In*)** **Grado de destrucción**	
Puntual	1	Baja	1
Parcial	2	Media	4
Extenso	4	Alta	4
Total	6	Muy alta	6
Crítica	+4	Total	10
PERSISTENCIA (*P*) **Permanencia del efecto**		**REVERSIBILIDAD (*Rv*)** **Medios naturales**	
Fugaz	1	Corto plazo	1
Temporal	2	Medio plazo	2
Permanente	4	Largo plazo	3
		Irreversible	4
RECUPERABILIDAD (*Rc*) **Medios humanos**		**PERIODICIDAD (*Pr*)**	
Recuperable de manera inmediata	1	Aperiódico o discontinuo	1
Recuperable a medio plazo	2	Periódico	2
Mitigable	4	Continuo	4
Recuperable a largo plazo	6		
Irrecuperable	8		
MOMENTO (*Mo*) **Plazo de manifestación**		**EFECTO (*Ef*)**	
Largo plazo	1	Directo	3
Medio plazo	2	Indirecto secundario	2
Inmediato	4	Indirecto terciario	1
Crítico	+4		

Una vez completada la asignación de los valores, se aplica la siguiente fórmula:

$$Im = Signo\ (A + E + In + P + Rv + Rc + Pr + Mo + Ef).$$

En donde: *Im* = Importancia del impacto

Signo = ±

A = Acumulación

E = Extensión

In = Intensidad

P = Persistencia

Rv = Reversibilidad

Rc = Recuperabilidad

*P*r = Periodicidad

Mo = Momento

Ef = Efecto

Si bien se puede trabajar con el valor obtenido de la anterior fórmula, para una mejor interpretación de la misma, debe normalizarse, de manera que el resultado sea un número entre 0 y 1. Para obtener estos valores se utiliza la siguiente fórmula:

$$I_{NI} = \pm\ (|Im| - Mínimo) / (Máximo - Mínimo))$$

En donde: I_{NI} = Importancia del impacto normalizado

Im = Importancia del impacto

Mínimo = Valor máximo alcanzable (57)

Máximo = Valor mínimo alcanzable (9)

Siendo que los valores resultantes más cercanos a 0 comprenden una importancia menor, mientras que valores más cercanos a 1 suponen una mayor importancia. En las fórmulas normalizadas siempre se debe utilizar el valor absoluto de la importancia para la realización de los cálculos, colocando el signo del impacto (negativo o positivo) siempre al final.

Es importante mencionar que los impactos del presente proyecto que se valorarán a continuación se tomarán como si ya estuvieran presentes, sin embargo, durante las diferentes etapas del proyecto estos pueden no presentarse o verse reducidos por acciones de mitigación.

- **Preparación del sitio y construcción**

Tabla.V.17. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del suelo	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de los residuos sólidos y/o peligrosos	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	1
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	3
Total	**16**

Valor normalizado: **-0.15**

Tabla.V.18. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del suelo	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de aguas residuales	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	1
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2

Impacto: Contaminación del suelo	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de aguas residuales	
Carácter	**Valoración**
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	3
Total	**16**

Valor normalizado: **-0.15**

Tabla.V.19. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del agua	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de los residuos sólidos y/o peligrosos	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	1
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	3
Total	**16**

Valor normalizado: **-0.1**

Tabla.V.20. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del agua	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de aguas residuales	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	1
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	3
Total	**16**

Valor normalizado: **-0.15**

Tabla.V.21. Valoración del impacto

Impacto: Modificación de la calidad del aire	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Tránsito de vehículos y uso de equipos	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	1
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	1
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	1
Total	**13**

Valor normalizado: **-0.08**

Tabla.V.22. Valoración del impacto

Impacto: Pérdida de fauna silvestre	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Construcción de la obra	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	1
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	1
Periodicidad (*Pr*)	1
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**15**

Valor normalizado: **-0.13**

Tabla.V.23. Valoración del impacto

Impacto: Pérdida de vegetación	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Edificación de la casa	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**26**

Valor normalizado: **-0.35**

Tabla.V.24. Valoración del impacto

Impacto: Modificación de la calidad visual	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Edificación de la casa	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	6
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**28**

Valor normalizado: **-0.40**

Tabla.V.25. Valoración del impacto

Impacto: Modificación del paisaje	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Edificación de la casa	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	6
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**28**

Valor normalizado: **-0.40**

Tabla.V.26. Valoración del impacto

Impacto: Pérdida de superficie permeable	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Establecimiento de las obras civiles	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**24**

Valor normalizado: **-0.31**

Tabla.V.27. Valoración del impacto

Impacto: Compactación	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Establecimiento de las obras civiles	
Carácter	**Valoración**
Signo	**-**
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**24**

Valor normalizado: **-0.31**

Tabla.V.28. Valoración del impacto

Impacto: Alteración del drenaje natural del terreno	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Establecimiento de las obras civiles	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	1
Extensión (*E*) Área de influencia	1
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**24**

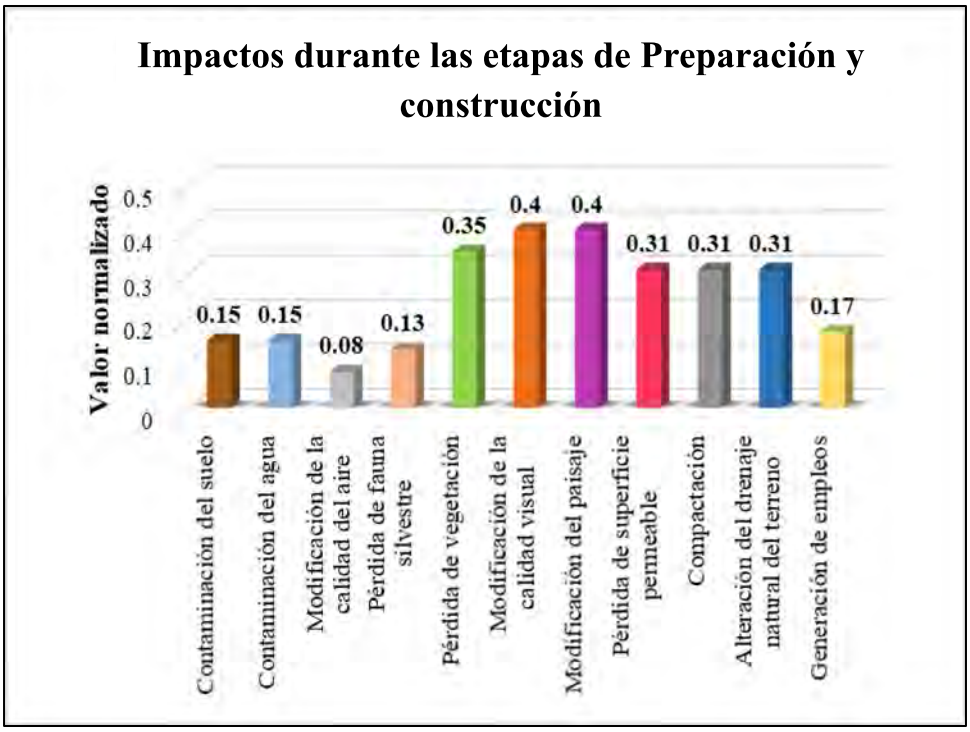
Valor normalizado: **-0.31**

Tabla.V.29. Valoración del impacto

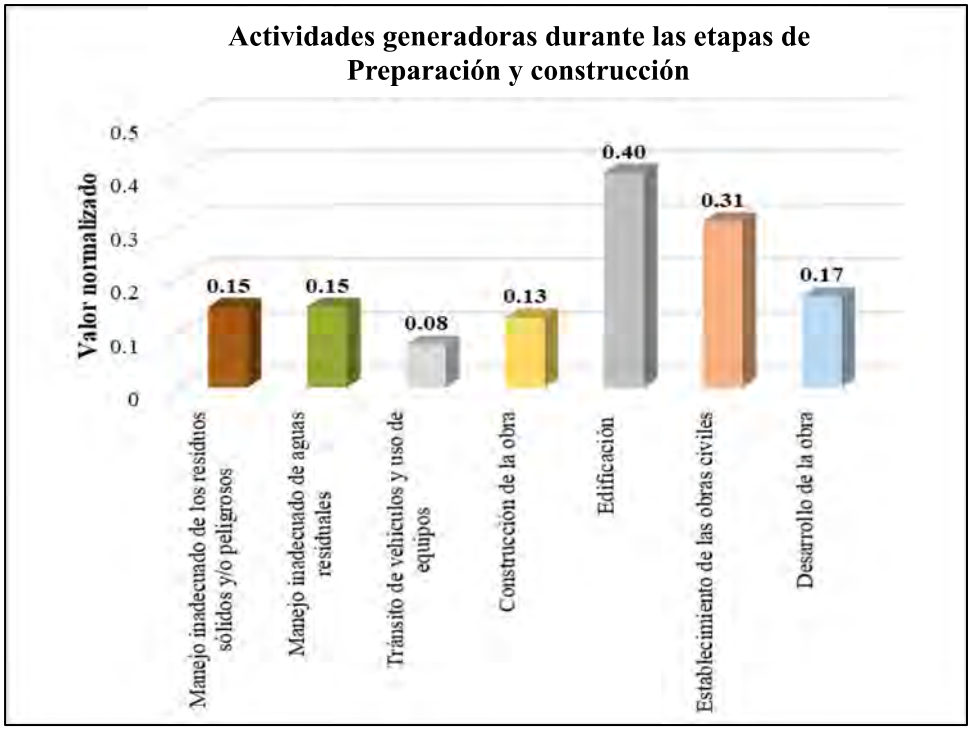
Impacto: Generación de empleos	
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
Actividad generadora: Desarrollo de la obra	
Carácter	**Valoración**
Signo	+
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	2
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	0
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	0
Periodicidad (*Pr*)	2
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**17**

Valor normalizado: +**0.17**

NOTA: se colocó 0 en *Rv* y *Rc,* ya que el impacto no presenta un valor en las características mencionadas.



Gráfica.V.1. Valores normalizados de los impactos durante las etapas de Preparación y construcción.



Gráfica.V.2. Valores normalizados de las actividades generadoras durante las etapas de Preparación y construcción.

Para las etapas de Preparación del sitio y construcción se identificaron 13 impactos, de los cuales 6 son permanentes y 7 son temporales. Todos los impactos se encuentran por debajo de la media (.50), por lo que son poco significativos. De estos 13 impactos, 12 son negativos, siendo el impacto Modificación de la calidad del aire el que presenta el valor menos significativo (-.08), por otro lado, los impactos con el mayor valor son modificación de la calidad visual y modificación del paisaje, ambos con -.40, esto debido a que una vez establecida la obra los componentes anteriormente mencionados se verán modificado de manera permanente. Esto se reafirma observando que las actividades generadoras con el mayor puntaje es la edificación (-.40) y establecimiento de las obras civiles (-.31).

- **Operación y mantenimiento**

Tabla.V.30. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del suelo	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de los residuos sólidos y/o peligrosos	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	2
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	1
Efecto (*Ef*)	3
Total	**22**

Valor normalizado: **-0.27**

Tabla.V.31. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del agua	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de los residuos sólidos y/o peligrosos	
Carácter	**Valoración**
Signo	**-**
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2

Impacto: Contaminación del agua	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de los residuos sólidos y/o peligrosos	
Carácter	**Valoración**
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	2
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	2
Total	**22**

Valor normalizado: **-0.27**

Tabla.V.32. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del suelo	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de aguas residuales	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	2
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	1
Efecto (*Ef*)	3
Total	**22**

Valor normalizado: **-0.27**

Tabla.V.33. Valoración del impacto

Impacto: Contaminación del agua	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Manejo inadecuado de aguas residuales	
Carácter	**Valoración**
Signo	**-**
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	2
Periodicidad (*Pr*)	2
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	2
Efecto (*Ef*)	2
Total	**22**

Valor normalizado: **-0.27**

Tabla.V.34. Valoración del impacto

Impacto: Generación de empleos	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Desarrollo de la obra	
Carácter	**Valoración**
Signo	+
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	1
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	0
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	0
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	4
Efecto (*Ef*)	3
Total	**21**

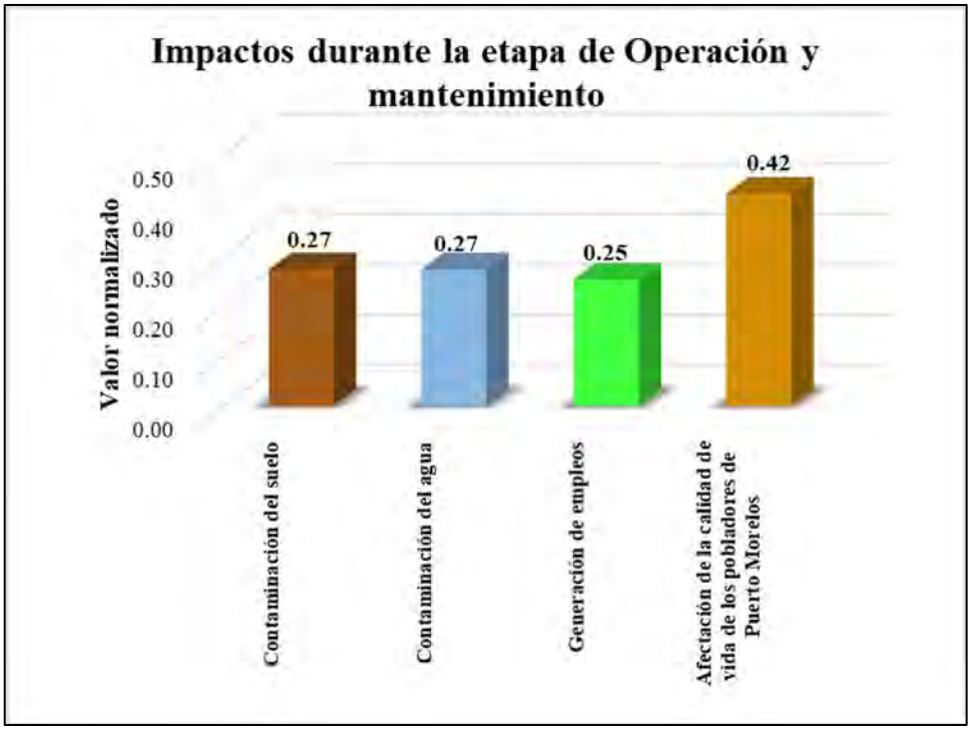
Valor normalizado: **+0.25**

NOTA: se colocó 0 en *Rv* y *Rc,* ya que el impacto no presenta un valor en las características mencionadas.

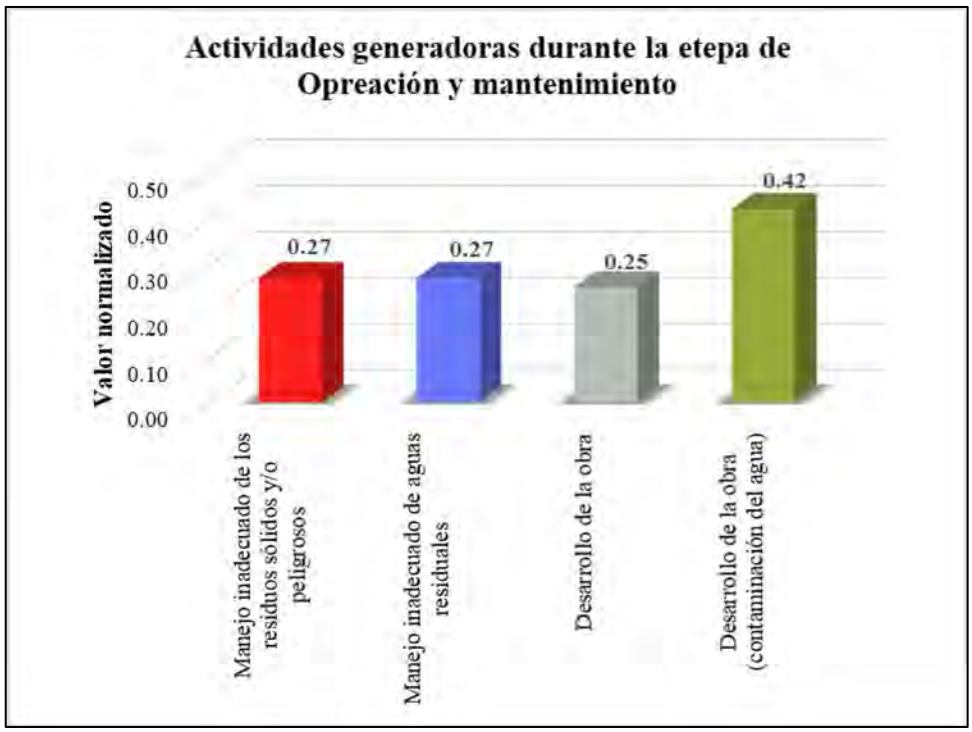
Tabla.V.35. Valoración del impacto

Impacto: Afectación de la calidad de vida de los pobladores de Puerto Morelos	
Etapa: Operación y mantenimiento	
Actividad generadora: Desarrollo de la obra (contaminación del agua)	
Carácter	**Valoración**
Signo	-
Acumulación (*A*)	3
Extensión (*E*) Área de influencia	2
Intensidad (*In*) Grado de destrucción	4
Persistencia (*P*) Permanencia del efecto	4
Reversibilidad (*Rv*) Grado de destrucción	4
Recuperabilidad (*Rc*) Medios humanos	6
Periodicidad (*Pr*)	4
Momento (*Mo*) Plazo de manifestación	1
Efecto (*Ef*)	1
Total	**29**

Valor normalizado: **-0.42**



Gráfica.V.3. Valores normalizados de los impactos durante la etapa de Operación y mantenimiento.



Gráfica.V.4. Valores normalizados de las actividades generadoras durante la etapa de Operación y mantenimiento.

En la etapa de Operación y mantenimiento se identificaron 6 impactos, siendo todos permanentes. Así como en la anterior etapa, los valores obtenidos se encuentran por debajo de la media (-.50), por lo tanto, estos son poco significativos. De los 6 impactos, 5 son negativos, siendo el impacto Afectación de la calidad de vida de los pobladores de Puerto Morelos el que presenta el valor más significativo (-.46), ya que, de no haber un correcto manejo de los residuos generados durante la operación del proyecto, estos podrían contaminar el agua. El resto de los impactos negativos presentaron un valor de -.27. Con respecto a las actividades generadoras se observa que el desarrollo de la obra obtiene el valor más alto, por lo anteriormente mencionado, ya que los contaminantes generados pudiesen llegar al manto freático, contaminando el agua y afectado a los pobladores de Puerto Morelos.

Con todo lo anteriormente presentado se observa que los impactos generados en las diferentes etapas del proyecto son poco significativos, siendo que, el tamaño del predio del proyecto en comparación con el SA es pequeño, asimismo el proyecto se desarrollará en una zona urbana, por lo que no habrá cambio de uso de suelo, sin afectar a las comunidades vegetales que se encuentran presentes en el SA. Los impactos generados con el proyecto pueden verse disminuidos con las medidas de protección y mitigación adecuadas.

V.4. IMPACTOS RESIDUALES

Hacen referencia a los impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas. De acuerdo con el análisis de las interacciones presentadas en la sección pasada, impactos residuales se darán principalmente en el suelo, ya que, durante las diferentes etapas del proyecto se generarán impactos a este recurso abiótico, principalmente por el establecimiento de las obras. Siendo estos la pérdida de superficie permeable, la alteración del drenaje natural del terreno y el cambio en la estructura del suelo; impactos que serán poco significativos con respecto a la superficie del SA.

V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS

Según en Compendio de Estadísticas Ambientales de SEMARNAT (2021), los impactos acumulativos hacen referencia a los efectos en el ambiente que resultan del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. Particularmente, la unidad de paisaje del SA conserva la mayor parte de sus elementos naturales en buen estado, por lo que no se estará generando impactos acumulativos significativos, esto es benéfico ya que, al seleccionar el predio, se evita construir en aquellos lugares donde existe una sobrecarga por presencia de desarrollos turísticos.

A continuación, se presentan los impactos acumulativos identificados para el proyecto.

Tabla V.36. Impactos acumulativos del proyecto.

Impacto	Descripción	Extensión	Frecuencia	Duración	Significancia
Generación de residuos sólidos	Los residuos generados durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se sumarán a la generación de residuos ocasionado por los habitantes de la casa y del personal que labore en la etapa de operación; todos estos residuos se sumarán a los residuos generados en el SA.	SA	Permanente	Duración del proyecto	Baja
Generación de aguas residuales	Los aguas residuales generadas durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se sumarán a la generación de las aguas residuales durante la etapa de operación; estos residuos se sumarán a los residuos generados en el SA. El agua es de los recursos con mayor demanda durante la operación y mantenimiento.	SA	Permanente	Duración del proyecto	Baja
Generación de empleos	Durante las distintas etapas del proyecto se generarán empleos para los trabajadores de la isla, siendo estos temporales durante las etapas de preparación y construcción y	SA	Permanente	Duración del proyecto	Baja

Impacto	Descripción	Extensión	Frecuencia	Duración	Significancia
	permanentes en la etapa de operación. Con los empleos generados se beneficiaría a la economía de las familias locales.				

V.6 IMPACTOS SINÉRGICOS

El Compendio de Estadísticas Ambientales de SEMARNAT (2021), nos indica que un impacto sinérgico es aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Para el presente proyecto no se contemplan impactos sinérgicos, debido al tamaño del predio con respecto a la superficie del SA la generación de los impactos es poco significativa, asimismo el diseño del proyecto contempla las características del entorno en donde se desarrollará, así como las problemáticas que se presentan en la isla con la finalidad de reducir gran parte de los impactos que pudieran llegar a producirse durante todas la etapas.

V.7. CONCLUSIÓN

Con base en los análisis realizados sobre los impactos y comparando las características del medo abiótico, medio biótico, medio perceptual y medio socioeconómico, de acuerdo con los trabajos que se realizarán en cada etapa del proyecto propuesto, y la relación que pueda existir con el área del polígono y el SA, se concluye que la mayoría de los impactos son negativos y de corta duración, por lo que no representan un verdadero riesgo para el sistema ambiental, sin embargo, los impactos en la calidad del aire, la calidad de agua y la producción de ruidos a pesar de ser de corta duración durante algunas etapas, continúan siendo impactos constantes sobre el polígono, sumándose a los que serán producidos en el SA.

Los impactos negativos en el polígono ocurren durante las diferentes etapas de ejecución del proyecto propuesto, siendo el de mayor valor el provocado al elemento natural suelo y a la vegetación, ya que en ambos se producirán afectaciones permanentes; sin embargo, éstas podrán contrarrestarse, con las medidas adecuadas se mitigarán los impactos generados sobre dichos elementos, aunado a que, por la superficie de impacto será poco significativa ya que el predio se encuentra en una zona urbana. Los componentes por afectar principalmente son el suelo e individuos arbóreos donde se desplantará la obra nueva.

Los impactos más duraderos podrían ser los producidos durante la etapa de operación y mantenimiento, con la generación de residuos de diferente naturaleza, la demanda de recursos y las emisiones de ruido y gases

GEI, así como sustancias contaminantes, ya que, de no implementar medidas adecuadas, se produciría contaminación de tres elementos naturales: agua, suelo y aire. No obstante, la magnitud de la afectación será mínima, puesto que el polígono solo representa un pequeño porcentaje del Sistema Ambiental, por lo que, a nivel del SA, estas afectaciones al ambiente y biodiversidad no son significativas, sin embargo, deben proponerse medidas que eviten en su totalidad dichos impactos sobre los recursos abióticos.

La mayor parte de los impactos positivos ocurren en los factores socioeconómicos, principalmente la generación de empleos ya sea de manera temporal o permanente, provocando así la derrama económica y con ella la mejora en la calidad de vida de los empleados. Por lo anterior, se puede concluir que el proyecto a desarrollar, junto con las oportunas medidas de prevención y mitigación, puede ser ambientalmente compatible con el ambiente y brindar beneficios socioeconómicos, así como beneficios por la protección ambiental de recursos naturales.

CAPÍTULO VI

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO “BOTÁNICA” EN LA LOCALIDAD DE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO

PAS
Proyecto Ambiental y Sustentable SC

Establecer medidas de mitigación es un elemento crucial que permite llevar a cabo de manera oportuna la prevención y/o remediación de los efectos y/o impactos negativos que son producidos por el desarrollo de un proyecto. Implementar de forma oportuna en cada una de las etapas del proyecto estas medidas, así como de su integración en programas, permite que los impactos ambientales producidos puedan verse reducidos. En este capítulo se describen las medidas que deberán ser contempladas por la promovente para eliminar, evitar, prevenir, controlar, atenuar, mitigar, corregir y/o compensar los impactos ambientales negativos y significativos que serán generados durante la realización, desarrollo y operación del proyecto, tanto en el predio, sus áreas de influencia directa e indirecta, como sobre el Sistema Ambiental Regional.

Con base en el Reglamento proporcionado por la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, señala que las medidas de prevención y mitigación son el conjunto de acciones que se deberán ejecutar, en este caso por el promovente, para evitar efectos previsibles del deterioro al ambiente, de igual manera, para atenuar los impactos y reestablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se podrían causar con la ejecución de un proyecto. Asimismo, se incluye la aplicación de políticas, estrategias, obras o acciones que tiendan a eliminar o disminuir impactos adversos que pudieran presentarse durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto.

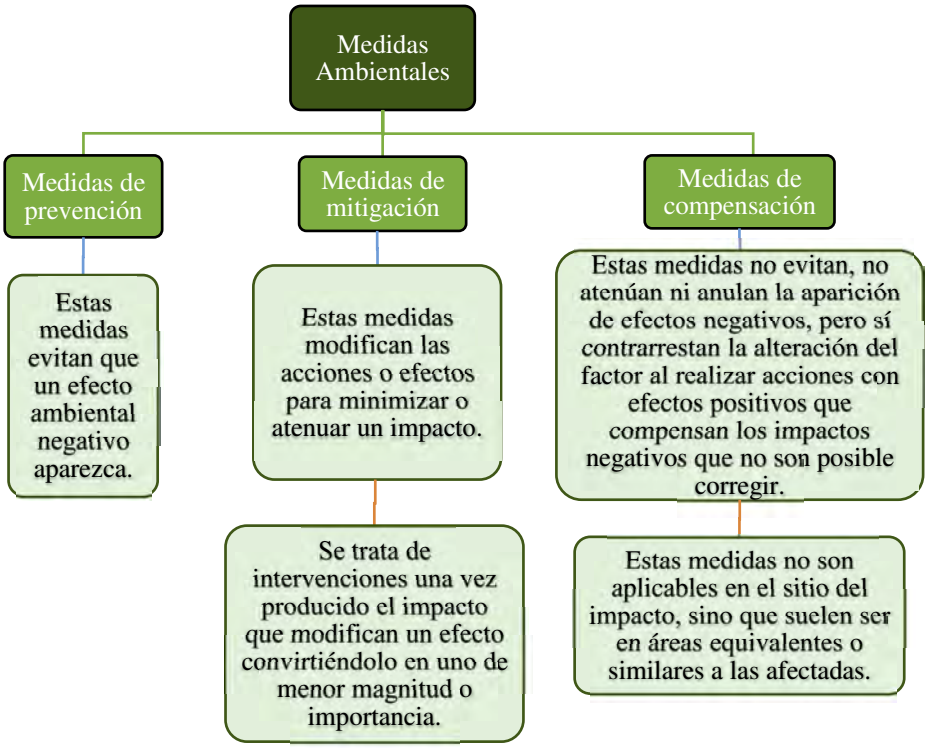


Figura VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación (Garmendia *et al*., 2006).

Mediante una correcta planeación y gestión ambiental realizada minuciosa y oportunamente, la mayoría de los impactos pueden ser evitados en su totalidad. Sin embargo, esta acción no siempre llega a ser posible, debido a que cuando existen impactos que no pueden prevenirse, es necesario tomar medidas correctoras, tales como reparación, rehabilitación o restauración, que limiten las consecuencias negativas. La implementación de acciones de preservación y mantenimiento durante la vida útil del proyecto puede reducir o eliminar los impactos a través del tiempo. Si esto no es posible, deben llevarse a cabo otras medidas que pudieran compensar el impacto producido mediante el reemplazo o sustitución de los recursos afectados.

VI.1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE LA MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL

A continuación, se describen las medidas de prevención y mitigación contempladas durante las etapas de preparación del sitio, operación y mantenimiento del proyecto "*Botánica*" para evitar y mitigar los impactos dentro del predio y su área de influencia, así como del SA.

Tabla VI.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

Tipo de Medida	Medida	Descripción	Etapa
Prev	Ahuyentamiento de fauna silvestre terrestre	Esta medida **evitará** los decesos de fauna silvestre dentro del predio y su área de influencia, tanto por afectación en procesos constructivos, por dispersión de residuos o por sacrificio por parte de los trabajadores.	P y C
Mit	Rescate y reubicación de flora	Los ejemplares de palma chit (*Thrinax radiata*) en el predio, serán rescatados y reubicados en los jardines del proyecto, para asegurar que se mantengan en el SA.	P
Prev	Almacenamiento de material y equipo en el área provisional	El almacenamiento de material y equipo en el área provisional debidamente acondicionado evitará que las emisiones y dispersión de polvo y partículas a la atmósfera dentro del predio sobrepasen los límites permitidos.	P y C
Prev	Establecimiento de horarios de trabajo diurnos	Esta medida permitirá mantener las emisiones de ruido dentro del horario permitido de acuerdo con la NOM-081-SEMARNAT-1994 en el predio.	P y C
Mit	Respetar caminos existentes para la circulación de vehículos automotores	El acceso para el transporte de materiales será únicamente mediante las vías existentes en la localidad, lo cual evitará la creación de nuevos caminos, reduciendo la compactación del suelo. Para acceder al predio, se circulará por la calle Andrés Quintana Roo.	P, C y O
Prev	Solicitar la utilización vehículos ligeros	La utilización de vehículos ligeros (menores a 3.85 toneladas) evitará la generación de ruidos que sobrepasen los decibeles permitidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994 en el predio.	P, C y O
Prev	Revisiones a la maquinaria y vehículos, para corroborar que se encuentren en buen estado.	Esta medida evitará la emisión de contaminantes a la atmósfera que sobrepasen los límites permitidos por la NOM-042-SEMARNAT-2003 en el predio. También se evitarán derrames de hidrocarburos que puedan contaminar el suelo del predio o caminos existentes en la localidad.	P, C y O

Tipo de Medida	Medida	Descripción	Etapa
Mit (solo si se requiere)	Remoción de suelo en caso de contaminación	En caso de que, a pesar de la revisión de la maquinaria y vehículos, se presenten o produzcan derrames de hidrocarburos u otras sustancias, o que, a pesar de la utilización de contenedores, exista contaminación en el suelo por desechos, se removerá el área de suelo afectada y 10 cm más de profundidad, para darle un manejo y disposición final adecuados.	P, C y O
Prev	El mantenimiento y la operación de equipo y vehículos será realizado por personal capacitado	Únicamente el personal capacitado operará y dará mantenimiento al equipo y vehículos, con la finalidad de evitar derrames de hidrocarburos en el predio y accidentes.	P, C y O
Prev	Transporte de materiales cubiertos con lonas	Evitará que la dispersión de polvos y partículas que puedan contaminar el aire al transportar materiales de construcción en el predio rebasen los límites permitidos.	P y C
Prev	Humedecer los caminos y sitios de tránsito de vehículos de sitios colindantes al predio.	Evitará que el levantamiento de polvos y partículas que puedan contaminar el aire rebasen los límites permitidos.	P y C
Prev	Prohibición de quema de residuos en el sitio.	Esta medida evitará que se produzcan partículas que contaminen el aire tanto en el predio como en el SA.	P, C y O
Prev	Utilización de sanitarios portátiles.	Evitará el fecalismo al aire libre, evitando la contaminación del aire y suelo en el predio y el SA.	P y C
Prev	Conexión al drenaje sanitario local.	Esta medida hará que las aguas residuales que se generen durante el proyecto lleguen a una planta de tratamiento local por medio de la red de drenaje sanitario municipal, donde serán debidamente tratadas, evitando la contaminación del suelo y del manto freático.	O
Prev	Prohibición de la extracción de flora y fauna silvestre.	Previo al inicio de las actividades, se capacitará a los trabajadores, para evitar la extracción o sacrifico de ejemplares de flora y fauna silvestre en el predio.	P, C y O
Mit	Verificar que se respeten las dimensiones autorizadas para las construcciones	Esta medida evitará que las afectaciones a los elementos bióticos y abióticos del predio que alcancen grandes magnitudes mediante un sistema de delimitación del predio. Tales afectaciones incluyen: disminución o aumento de la superficie permeable, pérdida de cobertura de vegetación, disminución de la riqueza y diversidad de especies, afectaciones a las especies en estatus de riesgo y disminución de la calidad paisajística.	P y C
Prev	Uso de contenedores con tapa y rotulados para la disposición de residuos	Esta medida evitará que los residuos generados durante el proyecto contaminen el suelo, el aire o cuerpos de agua cercanos al predio antes de su disposición final. Además, permitirá la separación de residuos para su adecuada disposición final en sitios autorizados.	P, C y O
Prev	Mantenimiento de las instalaciones	Esta medida evitará que se deteriore la calidad paisajística del proyecto con el paso del tiempo. Esta medida incluye reparaciones de toda índole sobre la infraestructura y los acabados de las construcciones y en el resto del predio.	O
Prev	Establecer sitios destinados al agrupamiento de pinturas y solventes	Las pinturas o solventes deberán ser conservados en todo momento en recipientes tapados y agrupados en áreas destinadas para este fin y nunca en contacto con el suelo	P y C

Tipo de Medida	Medida	Descripción	Etapa
		directo o de manera dispersa a lo largo de la superficie del polígono.	
Mit	Elaboración y aplicación del **Programa de atención de contingencias ambientales e hidrometeorológicas, así como los efectos del cambio climático**	El programa tiene como finalidad implementar acciones de prevención, atención o corrección de los efectos de fenómenos hidrometeorológicos que ocurran en la zona, así como de contingencias ambientales y efectos del cambio climático. Este programa es necesario considerando la ubicación geográfica del predio de interés, donde la obra estará expuesta cada año a diversos fenómenos naturales de ese tipo.	P, C y O
Mit	Elaboración y aplicación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**	Esta medida implica implementar acciones que garanticen el correcto manejo y disposición final de los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto, para evitar la contaminación del suelo, aire, cuerpos de agua, daños a la flora y fauna y proliferación de fauna nociva en el área del proyecto y en el SA.	P, C y O
Mit	Elaboración y aplicación del **Plan de manejo ambiental**	A través de este se identificarán todas las medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental durante el desarrollo del proyecto. Se establecerán las políticas ambientales que dirigirán la ejecución de acciones de protección del ambiente y reducción de los impactos ambientales para evitar el desequilibrio ecológico en el SA.	
Mit	Elaboración y aplicación del **Plan de Supervisión Ambiental**	Se establecerán todas las acciones y medidas que se tomarán para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales que se producirán en este proyecto. Dentro de este, se incluye el Programa de Vigilancia Ambiental, cuyo propósito es monitorear y garantizar la correcta ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos propuestas, así como la ejecución de los Programas Ambientales descritos anteriormente.	P, C y O

Prev = prevención, Mit = mitigación Com = Compensación; P = preparación del sitio, C = construcción y O = operación y mantenimiento.

A continuación, se establecen las medidas de mitigación por componentes ambientales dentro del predio y su área de influencia. De igual forma, se especifican los impactos hacia los que van dirigidas. La columna denominada "Medida de Éxito", fue valorada del 1 al 3, siendo 1 el grado de mitigación más bajo y 3 el grado máximo de mitigación de cada uno de los impactos del predio y su área de influencia. No se encuentran incluidas en la tabla las medidas preventivas, ya que estas logran evitar los impactos a los que van dirigidas, solo se incluyen aquellas dirigidas a mitigar los impactos que si serán producidos.

Tabla VI.2. Impactos a los que van dirigidas las medidas de mitigación y medida de éxito esperada para el predio y su área de influencia.

Medida	Impacto al que va dirigido	Componente	Medida de Éxito
Ahuyentamiento de fauna silvestre terrestre	Disminución de la riqueza de especies	Biótico (fauna terrestre)	2

Medida	Impacto al que va dirigido	Componente	Medida de Éxito
Rescate y reubicación de flora	Disminución de riqueza de especies	Biótico (flora terrestre)	1
Almacenamiento de material y equipo en el sitio provisional	Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
Establecimiento de horarios de trabajo diurnos	Emisión de ruido Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
Respetar caminos existentes para la circulación	Disminución de la riqueza de especies Disminución de la abundancia de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (fauna terrestre)	2
Utilización de vehículos ligeros	Emisión de ruido Compactación del suelo	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Revisiones a la maquinaria y vehículos, para corroborar que se encuentren en buen estado.	Emisión de ruido Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
El mantenimiento y la operación de la maquinaria y vehículos será realizado por personal capacitado	Emisión de ruido Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
Establecer sitios destinados al agrupamiento de pinturas y solventes	Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (suelo)	2
Transporte de materiales cubiertos con lonas	Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
Humedecer los caminos y sitios de tránsito de vehículos	Disminución de la calidad del aire Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Prohibición de quema de residuos dentro del sitio	Disminución de la calidad del aire Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Utilización de sanitario portátil	Disminución de la calidad del suelo Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Uso de contenedores con tapa y rotulados para la disposición de residuos	Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (suelo)	2
Conexión a red de drenaje local	Disminución de la calidad del agua Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (agua) Fisicoquímico (suelo)	2
Prohibición de la extracción de fauna silvestre.	Disminución de la riqueza de especies	Biótico (fauna terrestre)	2
Verificar que se respeten las dimensiones autorizadas para las construcciones y Mantenimiento de las instalaciones	Disminución de la superficie permeable	Fisicoquímico (suelo)	2
	Disminución de la riqueza de especies	Biótico (fauna terrestre)	2

Medida	Impacto al que va dirigido	Componente	Medida de Éxito
	Disminución de la diversidad de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (Flora y fauna terrestre)	2
	Disminución de la calidad paisajística	Perceptual (paisaje)	2
Elaboración y aplicación del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre**	Disminución de la riqueza de especies Disminución de la diversidad de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (flora y fauna terrestre)	2
Aplicación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**	Contaminación	Fisicoquímico (suelo)	3
	Disminución en la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	
Elaboración y aplicación del **Plan de Manejo Ambiental**	Este programa va dirigido a todos los impactos mencionados anteriormente.	Fisicoquímico (suelo, y aire) Biótico (fauna terrestre) Perceptual (calidad paisajística)	3
Elaboración y aplicación del **Plan de Supervisión Ambiental**	Manejo de medidas para prevención y mitigación de todos los impactos a generarse.	Fisicoquímico (suelo, y aire) Biótico (fauna terrestre) Perceptual (calidad paisajística)	3

A continuación, se especifican las medidas de mitigación por componentes ambientales aplicables al SA y se especifican los impactos hacia los que van dirigidos. Para la columna denominada "Medida de Éxito", se valoró cada medida del 1 al 3, siendo 1 el grado de mitigación más bajo 3 el grado máximo de mitigación de cada uno de los impactos para el predio y su área de influencia. En la tabla no se incluyen las medidas preventivas, ya que estas logran evitar el impacto, solo se incluyen aquellas dirigidas a mitigar los impactos que si serán producidos. Cabe resaltar que en la tabla de medidas de mitigación aplicables al SA no se toman en cuanta algunas medidas descritas para mitigar impactos en el polígono del predio, ya que, algunos impactos significativos a nivel predio, no lo son a nivel SA.

Tabla VI.3. Impactos a los que van dirigidas las medidas de mitigación y medida de éxito esperada para el SA.

Medida	Impacto al que va Dirigido	Componente	Medida de Éxito
Rescate y reubicación de flora	Disminución de la riqueza de especies Disminución de la abundancia de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (flora terrestre)	2
Ahuyentamiento de fauna silvestre terrestre	Disminución de la riqueza de especies	Biótico (fauna terrestre)	2
Respetar caminos construidos para la circulación	Disminución de la riqueza de especies Disminución de la abundancia de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (fauna terrestre)	2
Transporte de materiales cubiertos con lonas	Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	2
Humedecer los caminos y sitios de tránsito de vehículos	Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Elaboración y aplicación del **Programa de atención de contingencias ambientales e hidrometeorológicas, así como los efectos del cambio climático**	Contaminación del aire, agua y suelo Disminución de biodiversidad	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo) Fisicoquímico (agua) Biótico	3
Elaboración y aplicación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**	Contaminación	Fisicoquímico (suelo)	3
	Disminución en la calidad del aire	Fisicoquímico (aire)	
Elaboración y aplicación del **Plan de Supervisión Ambiental**	Este programa va dirigido a todos los impactos mencionados anteriormente	Fisicoquímico (suelo, y aire) Biótico (sistema natural, fauna terrestre) Perceptual (calidad paisajística)	3
Elaboración y aplicación del **Plan de Supervisión Ambiental**	Manejo de medidas para prevención y mitigación de todos los impactos a generarse.	Fisicoquímico (suelo, y aire) Biótico (fauna terrestre) Perceptual (calidad paisajística)	3

A continuación, se presenta una tabla con los indicadores que servirán para evaluar el grado de mitigación de los impactos ambientales negativos para cada uno de los factores ambientales del predio contemplados para el presente proyecto y su área de influencia. Se describe la meta de mitigación esperada para cada indicador gracias a la aplicación de las medidas. Cabe mencionar que, en la tabla no se incluyen los impactos evitados, únicamente se incluyen aquellos impactos significativos que, si serán producidos, pero mitigados.

Tabla VI.4. Indicadores y metas para evaluar el grado de mitigación en el predio y su área de influencia

Factor Ambiental	Indicadores de Mitigación de Impactos	Meta:
Suelo	**Superficie Permeable** • Área de superficie permeable Se medirá la superficie permeable del predio posterior a la construcción del proyecto y se comparará con el área de superficie permeable del predio antes del desarrollo del proyecto.	La disminución de la superficie permeable del predio sea de máximo el 60%.
	Erosión • Grado de erosión Previo al inicio de las obras, se clavarán varillas para medir la erosión en diferentes puntos del predio. Al término de la construcción, se tomarán mediciones para saber si se ha perdido suelo.	Se espera que la erosión en el predio no supere los 5 cm.
Flora Terrestre	**Cobertura** ▪ Área de cobertura vegetal Se calculará el área de cobertura vegetal en el predio previo al inicio del proyecto y posterior a las obras. Se contrastará la segunda medición con respecto a la primera medición.	Se espera que se el máximo de cobertura vegetal removida en el predio sea del 60%, considerando los criterios de C.O.S. permitidos en el sitio.
	Riqueza ▪ Riqueza de especies Se obtendrá la riqueza de especies en el predio posterior al desarrollo de las obras y se contrastará con la riqueza previo al inicio de las obras (# especies).	Se espera que no disminuya significativamente la riqueza de especies nativas en el predio.
	Diversidad ▪ Índice de Shannon Se calculará el índice de Shannon previo al inicio de las obras y posterior a estas dentro del área del predio. Se contrastará la segunda medición con la primera.	Se espera que el índice de Shannon no disminuya en más de 3 décimas.
	Especies en Estatus de Riesgo ▪ Especies en riesgo afectadas Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059 afectadas en el predio.	Se espera que no disminuya la abundancia de especies en la NOM-059 en el predio.
Fauna Terrestre	**Riqueza** Se medirá la riqueza de especies en el predio posterior al desarrollo de las obras y se contrastará con la riqueza encontrada previo al inicio de las obras (X especies).	**S**e espera que no disminuya la riqueza de especies en el predio.
	Diversidad ▪ Índice de Shannon Se medirá el índice de Shannon previo al inicio de las obras y posterior a estas dentro del área del predio. Se contrastará la segunda medición con la primera.	**S**e espera que el índice de Shannon en el predio no disminuya en más de 3 décimas.
	Especies en Estatus de Riesgo ▪ Especies en riesgo afectadas Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059 afectadas en el predio.	**S**e espera que no disminuya la abundancia de especies en la NOM-059 en el predio.

A continuación, se presenta una tabla con los indicadores que servirán para evaluar el grado de mitigación de los impactos ambientales negativos para cada uno de los factores ambientales del SA contemplados para el presente proyecto. Además, para cada indicador, se describe la meta de mitigación esperada gracias a la

aplicación de las medidas. Cabe mencionar que en la tabla no se incluyen los impactos evitados, sino que únicamente se incluyen los impactos significativos que, si serán producidos, pero mitigados.

Tabla VI.5. Indicadores y metas para evaluar el grado de mitigación en el SA.

Factor Ambiental	Indicadores de Mitigación de Impactos	Meta:
Suelo	**Contaminación** • Volumen de residuos producidos Se evaluará el grado de contaminación del suelo por el proyecto a nivel SA, según el volumen de desechos generados una vez que el proyecto esté en su etapa de operación.	Que el volumen de desechos producido no supere los 1.2 kg por persona por día, contemplando trabajadores del proyecto y turistas
Flora Terrestre	**Cobertura** ▪ Área de cobertura vegetal Se medirá el área de cobertura vegetal en el predio y a nivel SA.	Permanencia de la riqueza de vegetación en el SA.
	Riqueza ▪ Riqueza de especies Se medirá la riqueza de especies en el predio y a nivel SA.	No habrá pérdida de ninguna especie.
	Diversidad ▪ Índice de Shannon Se medirá el índice de Shannon con respecto al área de conservación.	No se esperan disminuciones en el índice de Shannon.
Fauna Terrestre	**Riqueza** ▪ Riqueza de especies Se medirá la riqueza de especies en el área (# especies).	No se espera pérdida de riqueza.
	Diversidad ▪ Índice de Shannon Se medirá el índice de Shannon en el área	Se espera que el índice de Shannon no disminuya en más de 3 décimas en el área, pero no se espera pérdida de diversidad.
	Especies en Estatus de Riesgo Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059 afectadas a nivel SA.	No se espera pérdida de diversidad de especies.

Impactos ambientales adicionales

Debido a la aplicación de algunas de las medidas de mitigación se pudieran llegar a generar impactos adicionales. Por tal motivo, es necesario que el desarrollo del proyecto contemple estos impactos ambientales a generarse, de manera que se incorporen a la relación de impactos ambientales definitivos. A continuación, se establecen los impactos ambientales adicionales que serán derivados de la aplicación de las medidas de mitigación propuestas.

Tabla VI.6. Impactos adicionales

Medida De Mitigación	Impacto Adicional
Remoción de suelo en caso de derrame de hidrocarburos o contaminación por desechos	Esta medida es una medida de emergencia en caso de que ocurran derrames de hidrocarburos o contaminación del suelo por residuos. Aunque se espera que esto no suceda, en caso de que sí ocurra, será necesario remover hasta diez centímetros de suelo. Aunque esta medida evitará que la contaminación permee y se amplíe el área afectada, se perderá cierto volumen de suelo con la aplicación de esta medida (erosión).

VI.1.1 COMPONENTES FISICOQUÍMICOS

En la sección que se presenta a continuación se establecen los componentes fisicoquímicos del aire, suelo y agua, así como sus medidas preventivas y de mitigación dentro del marco jurídico correspondiente.

Tabla VI.7. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto al componente aire, tomando en cuenta como indicador la calidad de este.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
Los gases contaminantes provenientes de la combustión interna de los vehículos deberán encontrarse dentro de los límites permitidos, por lo que el uso de los vehículos que trasladen el material de construcción al sitio de las obras estará limitado a ciertos horarios y verificando que se encuentren en buen estado con la comprobación de afinaciones correspondientes.	NOM-041-SEMARNAT-2015. NOM-045-SEMARNAT- 2017. NOM-080-SEMARNAT-1994. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	X	X	
Para las actividades de construcción, se humedecerá el suelo, esto con la finalidad de evitar la dispersión de partículas sólidos suspendidos.		X	X	
La maquinaria y vehículos empleados durante las actividades de las diferentes etapas no deberán generar niveles de ruido que sobrepasen los niveles máximos de ruido provenientes de escapes automotores.		X	X	
Se contarán con sanitarios portátiles para el uso de trabajadores, con el fin de prevenir la dispersión de materia fecal en el ambiente o la propagación, por medio del viento, de organismos patógenos, esto con el fin de evitar la contaminación del agua.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	

Tabla VI.8. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto al componente suelo, tomando en cuenta como indicador la calidad y la estructura de este.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
Se deberá tener contenedores con tapa y en buen estado para evitar derrame de lixiviados en el suelo,	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	X

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
para ello se implementará un Programa de manejo integral de residuos.				
Se recomendará a los responsables del manejo de transporte y equipos de combustión interna que mantengan sus vehículos y maquinarias en condiciones óptimas de operación.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	X	X	
No se contempla que se ocupen o afecten superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado.	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	X	X	
Los diferentes tipos de residuos que se generen podrán ser almacenados temporalmente en los almacenes temporales para posteriormente ser enviados de manera apropiada para su disposición final en sitios autorizados por el Municipio de Puerto Morelos.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	X

Tabla VI.9. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto al componente agua, tomando en cuenta como indicador la calidad de esta.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
Se contará con sanitarios portátiles, para el uso de trabajadores, con la finalidad de prevenir la dispersión de materia fecal y residuos líquidos al ambiente, y así evitar la contaminación de la calidad del agua y la propagación, por medio del viento de organismos patógenos.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	
Los contenedores para los residuos sólidos que se colocarán en el área de trabajo se mantendrán con tapa y en buen estado para evitar derrames o escurrimiento de lixiviados al agua.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	X
En el mantenimiento de las estructuras se realizará con especificaciones técnicas que no representen un posible daño a algún componente del ambiente (flora y fauna).	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente Ley Federal de Responsabilidad Ambiental			X

VI.1.2. COMPONENTES ECOLÓGICOS

A continuación, se presentan los componentes ecológicos con respecto a la flora terrestre, fauna terrestre y al paisaje, así como sus medidas preventivas y de mitigación dentro del marco jurídico correspondiente.

Tabla VI.10. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto a flora terrestre y fauna silvestre, el marco jurídico en el que se desarrolla y la etapa en la que se llevará a cabo.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
Se prohíbe extraer por cualquier motivo, sin autorización, individuos de la flora presente en el área del proyecto o sus colindancias.	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	X
Se prohíbe extraer, molestar, dañar, alimentar o afectar a la fauna silvestre del predio el SA; se tiene que garantizar la protección de los individuos y la conservación de recursos naturales que permiten su desarrollo en el medio que habitan	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	X
Al inicio de las actividades de construcción se verificará que no exista fauna en las áreas de trabajo. En caso de existir se ahuyentará a las áreas colindantes. Esta medida permitirá proteger la fauna.	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	
Se prohíbe atrapar por cualquier motivo individuos de fauna que llegaran a arribar en el área del proyecto o sus colindancias.	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	X

Tabla VI.12. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto al paisaje, el marco jurídico en el que se desarrolla y la etapa en la que se llevará a cabo.

MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
No se deberán ocupar o afectar superficies adicionales a las requeridas por el diseño evaluado en este documento. Se deberá tener cuidado de no afectar la flora colindante al polígono y que no queden inmersas en el área de afectación.	Ley General de Vida Silvestre		X	
El diseño de las estructuras en general deberá incluir elementos naturales que armonicen y sean compatibles con el medio y no se provoque un impacto visual negativo alto, al tiempo que cuente con elementos estructurales sólidos que permitan su resistencia a huracanes.	Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.		X	
Se prohíbe la disposición de cualquier tipo de residuos en área natural o de vegetación.	Ley General de Vida Silvestre NOM-022-SEMARNAT-2003	X	X	X
Incorporar todos los elementos de diseño del proyecto que fueron establecidos con el fin de reducir los impactos sobre el paisaje.	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental		X	
No establecer más caminos y vialidades de las existentes.	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental		X	
Mantener los corredores biológicos del SA, a través de la protección de la vegetación de sitios colindantes.	Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente	X	X	X

Tabla VI.13. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto a ecosistema terrestre, el marco jurídico en el que se desarrolla y la etapa en la que se llevará a cabo.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
No se realizará la quema o la eliminación de los residuos sólidos generados mediante el empleo de productos químicos, sino que tendrán un almacenamiento temporal hasta su disposición final	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	X
Se deberán establecer procedimientos e infraestructura como contenedores de residuos que eviten o minimicen la generación y la dispersión de residuos sólidos que pudieran causar contaminación en la parte terrestre.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	X
Respetar los criterios de ocupación del suelo para asegurar la protección de los componentes ambientales.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	X	X	

VI.1.3. COMPONENTE SOCIOECONÓMICO

A continuación, se presentan los componentes socioeconómicos dentro del correspondiente marco jurídico.

Tabla VI.14. Descripción de las medidas preventivas y de mitigación con respecto al carácter socioeconómico, el marco jurídico en el que se desarrolla y la etapa en la que se llevará a cabo.

MEDIDAS PREVENTIVAS DE MITIGACION	MARCO JURÍDICO	ETAPA		
		Pr	Co	OM
Al menos un porcentaje moderado de empleados, que se empleará para la construcción del proyecto y su operación, deberán provenir de municipio de Puerto Morelos y de las poblaciones circunvecinas de manera que el proyecto sea fuente de empleo y bienestar socioeconómico en el Sistema Ambiental en que se encuentra inmerso.	Ley Federal del Trabajo	X	X	X

Se presentan los impactos ambientales por componente y las medidas de mitigación para la etapa preliminar, de construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

Tabla VI.15. Impactos ambientales y medidas de mitigación para la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.

COMPONENTE	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Aire/ Atmósfera	Emisiones de gases de combustión y polvos derivados de la utilización de equipo, así como por el tránsito de vehículos.	• El promovente se asegurará, mediante convenios con los contratistas e inspecciones periódicas, que la maquinaria y vehículos utilizados durante las etapas de preparación del sitio y construcción no generen emisiones a la atmósfera que sobrepasen los límites establecidos por la normatividad vigente (NOM-041-SEMARNAT-2015; NOM-045-SEMARNAT-2017; NOM-050-SEMARNAT-2018).

COMPONENTE	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
		• Se prohíbe la quema de cualquier tipo de residuos en el área de trabajo o áreas colindantes, con la finalidad de prevenir impactos al SA. • Se solicitará a los contratistas contar con un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo que asegure su buen estado. • Se restringirá la circulación de vehículos a las áreas específicas de trabajo y se solicitará que los camiones transiten con lonas con la finalidad de evitar dispersión de polvos. • Se realizarán riegos periódicos a los caminos de terracería para evitar la dispersión de partículas de polvo.
	Emisiones de ruido derivadas de la utilización de equipo, así como al tránsito de vehículos.	• El promovente se asegurará, mediante convenios con los contratistas e inspecciones periódicas, que los vehículos empleados durante las actividades de preparación del sitio y construcción no generen niveles de ruido que sobrepasen los niveles máximos de ruido provenientes de escapes automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994. • Se solicitará a los contratistas contar con un programa de mantenimiento de equipo que asegure su buen estado.
Agua	Contaminación por mal manejo de residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	• Se solicitará a los contratistas contar con acciones de mantenimiento de maquinaria y equipo que asegure su buen estado. • Todos los residuos generados durante las diferentes etapas del proyecto deberán ser almacenados y dispuestos de conformidad con el Programa de Manejo Integral de Residuos. • Se supervisarán las actividades a realizar para corroborar que se esté cumpliendo con lo establecido en la información técnica del Capítulo II, del presente documento, así como el cumplimiento de las medidas de mitigación y prevención establecidas en el presente capítulo.
Ecosistema y Fauna	Modificación de la distribución de fauna a nivel local.	• Se ahuyentará a la fauna que pudiera encontrarse en la zona de influencia directa, para ello, se debe verificar la presencia de individuos que pudiera encontrarse en ese momento en los sitios de intervención, para que, por medio de ruidos ahuyente a la fauna de rápido desplazamiento.
Paisaje	Modificación del paisaje original debido a la presencia de equipo durante las labores de preparación del sitio y construcción.	• Durante la etapa de preparación del sitio, las labores se realizarán de manera paulatina y conforme a las etapas establecidas en el programa de trabajo. • Para la presencia de equipo en la zona no se contempla la afectación significativa del paisaje; se estima que, una vez finalizados los trabajos, se retire toda la maquinaria y equipo y el sitio retome la calidad paisajística inicial.
Socioeconómico (Económico)	Generación de empleos directos e indirectos por la contratación de personal de la zona.	• Se contratará personal principalmente de la localidad de Puerto Morelos y secundariamente de otras localidades, como Playa del Carmen o Cancún. • Este es un impacto benéfico por lo que no se contemplan medidas de mitigación y/o compensación.
Manejo y disposición de residuos	Demanda de servicios para el manejo de residuos y sitios	• En las zonas de trabajo se instalarán sanitarios portátiles para uso exclusivo de los trabajadores.

COMPONENTE	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	autorizados para el tratamiento y/o disposición de los residuos sólidos.	• Los residuos generados durante las diferentes etapas de la preparación del sitio y construcción serán manejados de acuerdo con sus características diferenciando residuos peligrosos y no peligrosos y tomando en consideración la legislación ambiental correspondiente. Estos serán dispuestos en sitios debidamente autorizados y con la capacidad suficiente para ello. Se tramitarán los permisos, convenios y/o contratos correspondientes. Todo esto estará contemplado dentro del Programa de Manejo Integral de Residuos.
Insumos	Demanda de insumos para las actividades de preparación del sitio y construcción.	• Todos los insumos serán abastecidos por proveedores locales • Este es un impacto benéfico por lo que no se contemplan medidas de mitigación y/o compensación

Tabla VI.16. Impactos ambientales y medidas de mitigación para la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

COMPONENTE	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Suelo	Contaminación del suelo por filtración de contaminantes.	• En el mantenimiento de las estructuras se utilizarán técnicas que no representen un posible daño al ambiente. • La promovente se asegurará, mediante contratos e inspecciones periódicas, que los vehículos autorizados de los contratistas que realicen actividades de mantenimiento no presenten goteos de combustible y/o aceites, así como la prohibición de llevar a cabo mantenimientos a los vehículos o maquinaria dentro de la zona de trabajo del proyecto.
Ecosistema y Fauna	Modificación de la distribución de especies a nivel local.	• Identificar la diversidad de especies presentes en el área para el desarrollo del proyecto.
Paisaje	Modificación del paisaje original debido a la presencia de equipo durante las labores de mantenimiento	• Por la presencia de equipo en la zona no se tiene contemplada medida de mitigación, sin embargo, se estima que, una vez finalizados los trabajos de mantenimiento, se retire toda la maquinaria y equipo y el sitio retome la calidad paisajística inicial.
Empleos	Generación de empleos directos e indirectos por la contratación de personal de la zona.	• Durante la operación del proyecto y las actividades de inspección y mantenimiento se requerirá de la contratación mínima de personal. Se intentará, en la medida de lo posible, que el personal pertenezca a las localidades cercanas y/o a la región. • Este es un impacto benéfico por lo que no se contemplan medidas de mitigación y/o compensación.
Manejo y disposición de residuos	La generación de residuos demandará el uso de rellenos sanitarios debidamente autorizados	• Habrá contenedores para el acopio de residuos sólidos en sitios cercanos para evitar la contaminación del suelo. Además, los contenedores serán rotulados para la debida separación de la basura en orgánica e inorgánica; el contenedor destinado para la basura orgánica se mantendrá tapado para prevenir la aparición de fauna nociva, que pudiera generar problemas en la salud de los usuarios. Todos los residuos serán recolectados por el servicio de recolección municipal para su disposición final en el Centro Integral de

COMPONENTE	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
		Manejo de Residuos Intermunicipal Benito Juárez-Isla Mujeres, de acuerdo con lo señalado por las autoridades municipales y la nueva concesión de recolecta de residuos. • Para los residuos líquidos, se hará uso de la red de drenaje sanitario municipal y se enviarás las aguas negras hacia una planta de tratamiento local donde serán tratadas y dispuestas finalmente en los sitios que CAPA tenga autorizado.

VI.2 PLAN DE SUPERVISIÓN AMBIENTAL

Un Plan de Supervisión Ambiental tiene como objetivo y función dar seguimiento a las condiciones y de asegurar que exista un equilibrio entre el ambiente y la sociedad. Con la aplicación de este plan, puede verificar que las medidas y las actividades de un proyecto se realicen de manera satisfactoria, de tal manera que las afectaciones al ambiente sean mínimas o nulas. Las verificaciones frecuentes permiten adaptar las medidas a un proceso de mejora continua, involucrando planificación, ejecución, comprobación y el actuar en consecuencia. De esta forma se detectan cuales medidas son adecuadas, cuales no y en dado caso estas pueden cambiarse o corregirse.

Como parte del Plan de Supervisión Ambiental para el proyecto "*Botánica*", se contempla una serie de Programas Ambientales que describen las acciones necesarias para mitigar, reducir y compensar impactos ambientales negativos muy concretos que requieren de un análisis más profundo de la información disponible y acciones específicas conjuntas para que la mitigación de los impactos se lleve a cabo de manera exitosa. De esta forma, se garantizará que la continuidad de los elementos bióticos comprendidos dentro del área del proyecto no se vea afectada. Sin embargo, no basta con proponer y ejecutar Programas Ambientales, también es necesario que se incluya un Programa de Vigilancia Ambiental que se encargue de monitorear y garantizar la correcta ejecución de cada uno de los Programas Ambientales y el cumplimiento de las obligaciones ambientales y de las medidas de mitigación, en general.

Durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto se llevarán a cabo actividades que derivarán en una serie de impactos ambientales, las cuales podrían poner en riesgo la continuidad de los ecosistemas y los servicios ecosistémicos proporcionados por el Sistema Ambiental Regional. Por tal motivo, el promovente tiene la obligación de proponer una serie de medidas de prevención, mitigación y/o reducción de las afectaciones que pudieran producirse con el desarrollo del proyecto. Estas medidas deben complementarse con Programas Ambientales que contengan las acciones pertinentes para la protección ambiental y de monitoreo, para conocer la influencia del proyecto sobre los elementos del Sistema Ambiental Regional.

Objetivo General:

Supervisar la aplicación de las medidas de mitigación propuestas por la promovente y solicitadas por la autoridad ambiental, durante las diferentes etapas de ejecución del proyecto *"Botánica*" vigilando el cumplimiento de las acciones establecidas y proponiendo nuevas medidas de mitigación en caso de detectarse impactos ambientales no previstos, con la finalidad de que el desarrollo del proyecto no se afecte de manera significativa en el Sistema Ambiental Regional.

Objetivos Específicos:

- Identificar los impactos ambientales negativos que se producirán en cada una de las etapas del proyecto, así como las medidas de mitigación propuestas ante estos impactos.
- Aplicar las medidas de mitigación propuestas para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales derivados del proyecto.
- Planificar la gestión ambiental, con la finalidad de dar cumplimiento a los instrumentos legales en materia ambiental aplicables al proyecto.
- Delegar un vigilante ambiental, que será responsable de dar seguimiento y monitorear la correcta aplicación de las medidas de mitigación propuestas y modificarlas en caso de que no estén dando los resultados esperados.
- Supervisar el correcto desarrollo de las actividades de cada una de las etapas del proyecto, así como de las medidas de mitigación aplicadas.
- Generar informes anuales para presentar ante las autoridades ambientales, los cuales contendrán el avance y la medida del cumplimiento de las medidas propuestas.
- Desarrollar el Programa de Vigilancia Ambiental, en que se establezcan las acciones de vigilancia de las medidas de mitigación propuestas.
- Identificar impactos no previstos y proponer medidas de mitigación adecuadas para hacer frente a estos impactos.

A continuación, se enlistan los Programas Ambientales que se llevarán a cabo como medidas de prevención, mitigación y compensación para los impactos potenciales a generarse durante las diferentes etapas del proyecto *"Botánica"*

- Programa de Supervisión Ambiental
- Programa de atención de contingencias ambientales e hidrometeorológicos, así como los efectos del cambio climático
- Programa de Manejo Integral de Residuos

Cabe recalcar que estas son las medidas propuestas a llevar a cabo por el promovente, sin embargo, se dará continuidad conforme al dictamen que establezca la autoridad en el resolutivo del presente proyecto.

VI.3. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL

Considerando las características del proyecto y las condiciones ambientales del área seleccionado para su desarrollo, el Programa de Vigilancia Ambiental consistirá en la planificación, aplicación, evaluación y, en caso de requerirse, la modificación de las medidas de prevención, reducción y mitigación de impactos, con la finalidad de minimizar los daños que pudieran generarse al ambiente, derivados de las actividades de construcción y operación de la obra. Para el cumplimiento de dicho programa se deberá designar un responsable, quien será el encargado de coordinar las actividades durante las diferentes etapas del proyecto y verificar que se apliquen adecuadamente las medidas de mitigación propuestas.

Otro factor importante para el cumplimiento de las medidas propuestas es la capacitación de los trabajadores del proyecto, brindándoles pláticas sobre el adecuado manejo de los residuos, las acciones permitidas y prohibidas para asegurar su integridad física, así como pláticas sobre los recursos bióticos del predio y la zona para promover su protección y conservación. Los trabajadores deberán tener conocimiento de los procedimientos de respuesta ante contingencias ambientales. Para el desarrollo del proyecto, se llevarán a cabo actividades derivadas en una serie de impactos ambientales que pondrán en resigo la salud y continuidad del Sistema Ambiental. En los apartados anteriores se describieron todas las medidas de mitigación que el promovente aplicará para garantizar que los impactos producidos por el proyecto sean mínimos. Además, se propuso una serie de Programas Ambientales que se enfocarán en describir las acciones necesarias para mitigar, reducir y compensar impactos ambientales negativos concretos y acciones específicas conjuntas para que la mitigación de dichos impactos se lleve a cabo de manera exitosa.

Los Programas de Vigilancia Ambiental surgen de la necesidad de implementar un área administrativa que se encargue de vigilar el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación que forman parte del Plan de Supervisión Ambiental. El Programa de Vigilancia Ambiental del proyecto detallará una serie de acciones a realizar para lograr una planeación y gestión ambiental que se orienten hacia la disminución de los impactos ambientales negativos. Asimismo, el Programa de Vigilancia Ambiental se encargará de recopilar y condensar la información generada durante cada una de las etapas del proyecto. El Programa de Vigilancia Ambiental es parte fundamental del Plan de Supervisión Ambiental, puesto que será la herramienta de verificación directa de los aspectos de planificación y gestión de los programas elaborados para el proyecto, así como actividades asociadas al mismo.

Objetivo General:

Garantizar la adecuada aplicación de las medidas de mitigación propuestas por la promovente en la MIA-P y solicitadas por la autoridad ambiental, en las diferentes etapas de ejecución del proyecto *"Botánica"* vigilando el cumplimiento de las acciones establecidas y proponiendo nuevas en caso de detectarse impactos ambientales no previstos, con la finalidad de que al desarrollar el proyecto no se afecte significativamente al ambiente, favoreciendo la protección y conservación del Sistema Ambiental.

Objetivos Específicos:

- Realizar actividades de planificación, coordinación y gestión orientadas hacia la definición e implementación de estrategias y medidas que conduzcan al proyecto hacia esquemas de desarrollo sostenible.
- Verificar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales en todas las etapas del proyecto.
- Supervisión del proceso constructivo y de operación.
- Vigilar y dar seguimiento a la ejecución de los Programas Ambientales propuestos como medidas de mitigación.
- Ser el documento rector del grado de cumplimiento del proyecto.
- Coordinar y ejecutar las actividades de la educación ambiental entre los trabajadores.
- Verificación de los indicadores de éxito de las medidas de mitigación.
- Generar el informe que se presentará ante el Supervisor Ambiental y las autoridades ambientales, el cual contendrá el avance y cumplimiento de las medidas propuestas.

Dentro del Programa de Vigilancia Ambiental, se contempla darles seguimiento a las medidas de prevención y mitigación, así como a las acciones incluidas en los Programas Ambientales. Esto se hará mediante acciones de monitoreo ambiental.

VI.4. PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL

Con el propósito de establecer una estrategia para darle seguimiento y control a las medidas de mitigación propuestas y asegurar su cumplimiento, es necesario la elaboración de un programa de seguimiento y control (monitoreo), como complemento del Programa de Vigilancia Ambiental. En el programa de monitoreo se deben detallar los parámetros, frecuencia de recolección de datos, metodologías y sitios de muestreo que se seguirán para los monitoreos pertinentes. La información recolectada será útil para demostrar el cumplimiento de las medidas de mitigación propuestas por la promovente o que las medidas resulten ser insuficientes o inadecuadas o en caso de que aparezcan impactos no previstos, se deberá de proponer nuevas medidas de mitigación. De tal manera, esta información servirá para retroalimentar el Programa de Vigilancia Ambiental.

Tabla VI.17. Seguimiento y control de las medidas de prevención y mitigación

Medida	Recursos Necesarios	Forma De Evaluación	Etapa
Ahuyentamiento de fauna silvestre terrestre	Capacitación a los trabajadores	Evidencia fotográfica	P y C
Establecer un reglamento sobre los límites máximos permisibles de velocidad para los vehículos de tránsito en el predio	Capacitación a los trabajadores Letreros en determinados puntos de toda la superficie del predio	Evidencia fotográfica	P, C y O
Almacenamiento de material, maquinaria y equipo en el sitio provisional	Sitio provisional	Inspecciones del área del proyecto, para corroborar que no se encuentre material y maquinaria almacenada fuera del sitio provisional	P y C
Establecimiento de horarios de trabajo diurnos	Control del horario los trabajadores	Se revisarán las listas para corroborar que se respeten los horarios establecidos	P y C
Respetar caminos preexistentes para la circulación	Vehículos	Evidencia fotográfica	P, C y O
Revisiones a vehículos, para corroborar que se encuentren en buen estado.	Recurso humano Equipo y materiales para el mantenimiento	Evidencia fotográfica Reporte de ejecución de la medida	P, C y O
El mantenimiento y la operación del equipo y vehículos será realizado por personal capacitado	Recurso humano Equipo y materiales para el mantenimiento	Corroborar que el equipo sea operado y mantenida por personal capacitado	P, C y O
Transporte de materiales cubiertos con lonas	Vehículos Lonas y cuerdas Recurso humano	Inspecciones del momento de llegada de los vehículos cargados Evidencia fotográfica	P y C
Humedecer los caminos y sitios de tránsito de vehículos	Recurso humano Mangueras Toma de agua	Inspecciones de los caminos y sitios de tránsito de los vehículos Evidencia fotográfica	P y C
Uso de sanitarios portátiles	Capacitaciones a los trabajadores	Inspecciones en el área de trabajo Listas de asistencia a las capacitaciones	P, C y O
Establecer sitios destinados al agrupamiento de pinturas y solventes	Capacitaciones a los trabajadores	Inspecciones en el área de trabajo Evidencia fotográfica	P y C
Uso de contenedores con tapa y rotulados para la disposición de residuos	Sanitario portátil	Capacitaciones a los trabajadores Se realizarán inspecciones para verificar que no haya vertederos de basura.	P y C
Uso de red de drenaje sanitaria local	Recurso humano Tuberías, Equipo y herramientas de plomería	Evidencia fotográfica. Verificación de que el drenaje esté funcionando correctamente.	P, C y O

Medida	Recursos Necesarios	Forma De Evaluación	Etapa
	Equipo y herramientas de construcción Materiales de construcción		
Prohibición de la extracción de flora y fauna silvestre.	Letreros Capacitación a los trabajadores	Evidencia fotográfica Verificación periódica de que el equipo esté funcionando correctamente	C y O
Verificar que se respeten las dimensiones autorizadas para las construcciones y Mantenimiento de las instalaciones	Capacitaciones a los trabajadores	Inspecciones en el área de trabajo Listas de asistencia a las capacitaciones	P, C y O
	Planos del proyecto	Evidencia fotográfica Verificación de las áreas de vegetación mantenidas	P, C y O
Elaboración y aplicación del **Programa de Manejo Integral de Residuos**	Computadora Contenedores debidamente rotulados Contrato (con las empresas encargadas de la disposición final)	Vigencia de los contratos con las empresas encargadas de la disposición final de los residuos Verificación de que no existan residuos fuera de sus sitios Verificación de que los residuos estén separados correctamente	P, C y O

Por las características, el tipo y las dimensiones del presente proyecto y de la superficie del área seleccionada para su desarrollo, es necesario el seguimiento de la aplicación de prevención, reducción y mitigación de impactos en las etapas de preparación del sitio y construcción, el cual será realizado por el supervisor ambiental. Durante la etapa de operación, el promovente será la responsable de dar seguimiento y cumplir con las medidas propuestas en el presente capítulo. En la etapa de construcción se considerarán los siguientes criterios para verificar que las medidas de reducción, prevención y mitigación de impactos están siendo aplicadas correctamente.

Tabla VI.18. Seguimiento y control de las medidas de prevención y mitigación.

Medida de prevención, reducción y/o mitigación.	Recursos necesarios	Forma de evaluación	Tiempo en el que se instrumentará
Manejo adecuado y disposición final en sitios autorizados de residuos sólidos.	Contenedores con tapa debidamente rotulados para su clasificación.	Inspección del área del proyecto. Residuos generados en sus respectivos contenedores. Disposición final de residuos en sitios autorizados.	Etapas de preparación del sitio, construcción y operación.
Ahuyentamiento de especies de fauna.	Equipo de sonido.	Evidencia fotográfica.	Etapa de preparación del sitio.
Rescate y reubicación de flora	Equipo de jardinería	Evidencia fotográfica y reporte de supervivencia	Etapa de preparación del sitio.

Medida de prevención, reducción y/o mitigación.	Recursos necesarios	Forma de evaluación	Tiempo en el que se instrumentará
Protección de la fauna que circule por el sitio del proyecto.	Materiales para generar ruido.	Evidencia de capacitación de personal. Fotografías.	Durante etapa de preparación del sitio y construcción.
Mantenimiento del equipo y herramientas que se utilizará para la construcción de obras.	Recurso humando.	Corroborar que el mantenimiento del equipo se lleve a cabo de la manera adecuada.	Etapa de preparación del sitio y construcción.

VI.5. PROGRAMA DE RESCTAE Y REUBICACIÓN DE FLORA Y FAUNA

La ejecución del proyecto generará impactos de diversa índole en los componentes bióticos y abióticos del Sistema Ambiental y sus colindancias. Entre los elementos de los componentes bióticos que se verán afectados, se encuentran la flora y fauna silvestre.

Las afectaciones a la flora y fauna silvestre terrestre del SA podrían derivar en la pérdida de biodiversidad y la reducción de interacciones ecológicas en el medio. Sin embargo, la elaboración y aplicación del Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, más que un requisito, es una actividad indispensable para contrarrestar las afectaciones sobre la flora y fauna silvestre identificada en el predio y el SA. Entre sus metas se contempla la conservación de la diversidad de la flora y fauna y evitar los impactos directos que comprometan su integridad en el área del proyecto y el SA. Por esta razón, la realización del proyecto contempla entre sus actividades la elaboración y aplicación del Programa, en el cual serán descritas las actividades, consideraciones y criterios que deberán tomarse en cuenta para rescatar y reubicar a los ejemplares de flora y fauna que se encuentren en áreas del predio donde sean susceptibles por alguna afectación, de manera que se garantice su éxito y supervivencia.

Objetivo General:

Proteger la integridad física y garantizar la sobrevivencia de los individuos de flora ya fauna terrestre en el predio, dando especial énfasis a aquellas especies que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, con acciones de ahuyentamiento y reubicación de ejemplares, con la finalidad de mantener la riqueza y abundancia de las especies terrestres en el Sistema Ambiental.

Objetivos Específicos

- Describir fauna presente en el área del proyecto.
- Describir las unidades de vegetación que servirán como áreas verdes.
- Designar las áreas donde se llevará a cabo la reubicación de los ejemplares de fauna.

- Describir las medidas adecuadas para llevar a cabo el ahuyentamiento, rescate y reubicación de ejemplares de fauna de manera exitosa.
- Reubicar exitosamente ejemplares de flora y fauna, de manera que puedan continuar su desarrollo en otro sitio.
- Verificar las áreas del proyecto previo a las actividades de construcción, para ahuyentar y reubicar a las especies susceptibles a afectación.
- Registrar y tomar evidencia fotográfica de los ejemplares presentes en el proyecto.
- Designar la responsabilidad del Supervisor Ambiental, para el seguimiento y cumplimiento del programa y sus subprogramas, durante el desarrollo de las obras.

VI.6. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE RESIDUOS

Las actividades que se llevarán a cabo durante las diferentes etapas del proyecto generarán residuos de diversa índole. En primer lugar, las actividades de preparación del sitio y construcción producirán residuos que pueden clasificarse como "residuos de manejo especial". La utilización de sanitarios portátiles y las actividades cotidianas de los trabajadores, como su alimentación y descanso producirán residuos sólidos urbanos. Posteriormente, la utilización de maquinaria, equipo y vehículos podría derivar en la producción de residuos peligrosos. Por último, la operación del sitio generará residuos sólidos urbanos derivado de las actividades de los huéspedes del complejo.

Los residuos que se produzcan durante las diferentes etapas del proyecto pueden contaminar de manera mínima el suelo, aire y los cuerpos de aguas cercanos, sin poner en riesgo la estabilidad ecológica del Sistema Ambiental y los recursos naturales. Sin embargo, una mala gestión y disposición final de residuos puede promover la proliferación de plagas de animales, tales como los roedores y moscas, los cuales son reservorios y vectores de enfermedades zoonóticas que podrían poner en riesgo la salud de los seres humanos. Por tal motivo la elaboración de un Programa de Manejo Integral de Residuos sentará las bases para realizar una correcta gestión, manejo y disposición final de los residuos. Esto, con la finalidad de que los residuos producidos por el proyecto no comprometan la salid ambiental ni los recursos naturales.

Objetivo General:

Implementar estrategias y procedimientos para el manejo integral de los residuos que se generen durante las diferentes etapas del proyecto *"Botánica"* a través de la ejecución de acciones de un manejo adecuado como la separación, reducción, tratamiento, transporte, valorización y disposición final de los residuos con el fin de prevenir, reducir y mitigar los impactos ambientales que pudieran verse derivados por la generación de residuos.

Objetivos Específicos

- Establecer estrategias de manejo integral de los residuos que se generen durante las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.
- Establecer un sistema de información dirigido a los empleados y visitantes del proyecto, para el manejo adecuado de los residuos a generarse.
- Realizar un adecuado manejo de los residuos a generarse con la obra, dando cumplimiento a las disposiciones en los distintos instrumentos jurídicos en materia de Gestión Integral de los Residuos.
- Identificar las fuentes y actividades generadoras de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, durante el desarrollo de las obras.
- Clasificar los residuos a generarse con el desarrollo de las obras, en Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Manejo Especial (RME) y Residuos Peligrosos (RP), conforme a las normas jurídicas aplicables en materia de Gestión Integral de los Residuos.
- Establecer políticas de manejo de los residuos a generarse durante el desarrollo de las obras.
- Determinar el protocolo de manejo de los residuos a generarse durante el desarrollo de las obras.
- Designar la responsabilidad del Supervisor Ambiental, para el seguimiento y cumplimiento del programa y sus subprogramas, durante el desarrollo de las obras.
- Establecer estrategias de prevención y manejo de los residuos identificados, tomando en cuenta cada etapa de desarrollo de las obras.
- Establecer estrategias para disminuir las fuentes emisoras y de actividades generadoras, lo cual contribuirá a la reducción de reducción de residuos a generarse con el desarrollo de las obras.
- Desarrollar los subprogramas de manejo de RSU, RME Y RP, en los que se especifiquen las acciones para un adecuado manejo de cada tipo de residuo a generarse con el desarrollo de las obras.
- Valorizar los residuos a generarse, para recuperar aquellos susceptibles a reúso y reciclaje.
- Fomentar el criterio de las tres R's: Reducir, Reusar y Reciclar.
- Definir las características de los contenedores y la infraestructura a usar para el manejo adecuado de los residuos a generarse durante el desarrollo de las obras.
- Seleccionar y acondicionar espacios dentro del polígono del proyecto con el fin de realizar un adecuado control y acopio de los residuos generados.
- Establecer las características para los señalamientos y/o rotulados del equipo, material, espacios e infraestructura, para el manejo de los residuos a generarse con el desarrollo de las obras.
- Capacitar a los trabajadores de las distintas etapas de desarrollo de las obras, a fin de que estos conozcan e implementen las estrategias y acciones propuestas para el manejo integral de los residuos.

- Identificar los posibles impactos ambientales que resultarían de no ejecutarse adecuadamente las estrategias y acciones para el manejo integral de los residuos. La identificación de impactos permitirá proponer nuevas estrategias y acciones futuras, con el objeto de mejorar el programa de manejo.
- Establecer indicadores que permitan evidenciar si se cumplen los objetivos del programa.
- Especificar las estrategias de acción ante los casos de un mal manejo de los residuos generados.
- Especificar las estrategias de acción ante la generación de residuos no identificados en este programa.
- Establecer el procedimiento para garantizar la disposición final de los residuos en sitios autorizados.
- Presentar a la autoridad ambiental un reporte final de la ejecución del Programa. Asimismo, incluir los resultados de la aplicación del programa, en los Informes Anuales del proyecto.

El Programa de Manejo Integral de Residuos consta de los siguientes subprogramas:

- Subprograma de Manejo de Residuos Sólidos Urbanos: Abarcará el manejo de todos aquellos residuos sólidos que se generen durante la realización del proyecto.
- Subprograma de Manejo de Residuos de Manejo Especial: Abarcará el manejo de residuos líquidos generados durante y después del desarrollo del proyecto, incluyendo el manejo de aguas negras.
- Subprograma de Manejo de Residuos Peligrosos: Abarcará el manejo de todos aquellos residuos en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas y biológico-infecciosas, y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general. La identificación y clasificación de estos se realizará de acuerdo con lo establecido en la NOM-052-SEMARNAT-2005 que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

VI.7 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

En el siguiente apartado se describen de manera general los temas y medidas que incluirá el Plan de Manejo Ambiental, cuyo objetivo general es garantizar la protección y conservación de los recursos naturales identificados en el área del proyecto.

Los objetivos específicos del Programa de Manejo Ambiental son los siguientes:

- Evaluación del estado de los diferentes componentes ambientales que serán afectados por el proyecto por medio de indicadores que permitan la identificación de las modificaciones positivas y negativas que se generan durante el desarrollo del proyecto.
- Verificación oportuna de cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación que se aplicarán durante y después de la vida útil del proyecto, para disminuir al mínimo los impactos ambientales.
- Comprobación de la eficacia de las medidas implementadas, para que cuando ésta se considere insatisfactoria, se determinen las causas raíz y se realicen las acciones pertinentes.

- Detección de impactos no previstos, para implementar medidas adicionales, así como alteraciones no previstas anteriormente.

Como resultado de la aplicación del Plan de Manejo Ambiental se generará un informa de cumplimiento, para su entrega a las autoridades. Este informe se elaborará una vez concluidas las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, donde se presentará con evidencia de cumplimiento de las medidas de prevención y mitigación y sus indicadores, propuestas en el capítulo VI del presente documento.

VI.8. PROGRAMA DE MONITOREO PARA EL MANTENIMIENTO DE LAS OBRAS

Debido al tipo de obras a construir, es importante que se realice el monitoreo de las estructuras para conocer la forma en la que interactúa con los elementos del sistema natural, asimismo, para detectar los posibles cambios o daños sobre las obras, lo cual derivará en el establecimiento de nuevas medidas y acciones de mantenimiento para conservarlas a través del tiempo y lograr que éstas se integren al sistema en el que se encuentran, como un elemento más del ambiente. Por lo que es necesario que el promovente elabore un programa de monitoreo para el mantenimiento de las obras a establecer y éstas se cumplan de manera objetiva y oportuna.

VI.9. ANÁLISIS DE POSIBLES IMPACTOS ACUMULATIVOS Y SINÉRGICOS A NIVEL DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Las emisiones de ruido y partículas contaminantes hacia la atmósfera por el desarrollo de la obra son mínimas. La demanda turística y la derrama económica para el SA serán significativamente positivas, mientras que el manejo de residuos sólidos y líquidos se deben disponer conforme al Programa de Manejo Integral de Residuos, con la finalidad de reducir los residuos que se generan y evitar su acumulación, con el fin de reducir los impactos sobre el suelo. La presencia antrópica en la región es de tipo urbano y de presencia turística, presenta la infraestructura necesaria como caminos previamente establecidos, energía eléctrica y alumbrado público.

Los impactos acumulativos potenciales van relacionados con la generación de residuos y de emisiones a la atmósfera durante la construcción, sin embargo, con la implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos y, con la verificación de la maquinaria para el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en la Normas Oficiales Mexicanas, se considera que los impactos producidos por el proyecto serán de baja significancia. Además, al emplear eco técnicas, se reduce la presión sobre sistemas de drenaje y abastecimiento de agua potable, reduciendo la acumulación de impactos en el SA.

VI.10. IMPACTOS RESIDUALES

Impacto residual es el efecto que permanece en el ambiente después de aplicar las medidas de mitigación. Es un hecho que se podrían generar impactos residuales pese a la implementación de medidas de mitigación

en las diferentes etapas del proyecto. Los componentes ambientales que pueden ser involucrados por los impactos residuales son los siguientes:

- **Modificación del paisaje:** Se identifica como impacto residual sobre este elemento la modificación permanente del estado natural del paisaje local. Cabe destacar que la construcción del proyecto *"Botánica"* no afectará al paisaje significativamente ya que existe la presencia de otras obras en la zona urbanizada y gran parte del SA aún mantiene comunidades extensas de vegetación nativa.
- **Entorno socioeconómico:** El impacto residual sobre este elemento estará representado por las fuentes de trabajo, sin embargo, se plantea la obtención de mano de obra local para el desarrollo de las etapas del proyecto, lo cual generará nuevos empleos temporales y permanentes, así como el consumo de materiales de la región y la contratación de empleados y diversos servicios. Por lo que, este proyecto es viable tanto en término ambientales como económicos siempre y cuando se tomen las medidas necesarias y el cumplimiento adecuado de las mismas a corto, mediano y largo plazo.

VI.11. MEDIDAS DE COMPENSACIÓN

Debido al aprovechamiento del predio y a la huella de construcción, se estableció una medida de compensación que deberá llevarse en coordinación con las autoridades ambientales del municipio de Puerto Morelos. Asimismo, debido a que el sitio se ubica a menos de 100 m de distancia de la comunidad de manglar del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, la promovente deberá llevar a cabo una medida de compensación para atender lo dispuesto en la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Medidas

Aprovechamiento del predio y remoción de vegetación:

Para llevar a cabo el aprovechamiento del predio seleccionado y construir la obra conforme a los criterios autorizados por la Dirección de Desarrollo Urbano, la promovente celebrará un convenio con las autoridades municipales para ejecutar una medida de compensación que consiste en la donación de plantas para la reforestación de camellones y áreas verdes de la localidad de Puerto Morelos. Esta medida compensa la remoción de árboles en el predio y la ocupación del suelo mayor al porcentaje originalmente autorizado para la zona, lo que implicará una menor superficie de áreas verdes. A través del convenio se definirán las siguientes cláusulas:

- Objeto del convenio
- Especificaciones de la donación, en el que se determinará la cantidad de plantas y especies a donar. Se priorizará la donación de especies nativas de la región con características que permitan su

adecuado desarrollo en camellones y áreas verdes de la localidad, sin que estas representen un riesgo físico para la infraestructura y equipamiento urbano de Puerto Morelos. La cantidad de plantas a donar dependerá de los metros cuadrados a aprovechar para la huella de construcción (252.87 m^2) y la cantidad de árboles a remover del predio (20 elementos arbóreos y 2 palmas de coco; ninguno en categoría de riesgo).

- Destino de las plantas.
- Entrega y recepción.
- Responsabilidades del receptor.
- Vigencia del convenio.

Asimismo, se deberá definir el alcance de la participación de la promovente para las actividades de reforestación con las plantas en donación. La ejecución del convenio compensará el aprovechamiento del predio seleccionado y la remoción de la vegetación. Cabe recordar que, las medidas de compensación se ejecutan en otros sitios distintos del predio seleccionado, ya que se considera que no se podrá mitigar o prevenir el impacto ambiental en ese terreno.

Distancia menor a 100 metros de comunidades de manglar:

Por su naturaleza, la medida de compensación debe ser aplicada fuera del sitio de impacto, por ello, la promovente propone la medida de reforestación de un sitio degradado de manglar en el municipio de Puerto Morelos, dentro o fuera del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, que tenga equivalencia al doble de la superficie del predio en el que se desarrollará el proyecto. En este sentido, se propone la reforestación de 599.92 m^2 de una zona de manglar impactada.

Para efectuar la medida, se deberá complementar y delimitar el área a reforestar en un *Programa de reforestación de comunidad de manglar como compensación por el desarrollo del proyecto "Botánica"*, en coordinación con la CONANP o las autoridades municipales de Puerto Morelos. El polígono a reforestar y su ubicación con coordenadas se determinará en coordinación con la autoridad ambiental con la que se celebre el convenio; la ubicación se incluirá en el programa. En el programa se establecerá la metodología más adecuada dependiendo de la especie de manglar que se vaya a plantar; se definirán los medios de obtención de semillas o propágulos; se determinará la metodología de seguimiento para garantizar la supervivencia de los individuos plantados; se determinarán los costos de efectuar el programa; se especificarán los materiales e insumos para llevar a cabo el programa de reforestación. Este programa deberá

llevarse en coordinación de la CONANP o autoridades municipales, para garantizar su efectividad y no contravenir ninguna disposición de regulación del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos.

El programa de compensación ambiental señala los montos equivalentes para la reforestación de la superficie propuesta. Por lo anterior, en caso de que la autoridad ambiental lo disponga y de no ser posible la reforestación de algún área dentro del ANP, la promovente realizará la compensación económica equivalente al costo propuesto por la reforestación señalada en el programa (sustituyendo la acción de reforestar por el incentivo económico), en este sentido, se entregaría el recurso económico a la administración del ANP APFF Manglares de Puerto Morelos, previo convenio con la CONANP, o a las autoridades municipales previo convenio. La finalidad de la entrega de la compensación económica será la de destinarla para la administración de la reserva o protección de la misma, mediante acciones de reforestación o monitoreo que será determinado por la misma autoridad; o en su caso, para acciones de monitoreo, limpieza o protección de áreas con manglar en el territorio del municipio de Puerto Morelos.

Cabe recalcar que, con el desarrollo del proyecto no se afectará ninguna especies de manglar dentro del predio ni dentro del ANP en mención. Asimismo, el fuljo hidrológico no será afectado con el desarrollo del proyecto, ya que se construirá en un lote urbano fuera de zona de humedal y de zona inundable.

VI.12. CONCLUSIÓN DEL CAPÍTULO

Las medidas de mitigación de impactos ambientales son un conjunto de disposiciones y acciones anticipadas, las cuales se implementan con el objetivo de evitar, reducir, minimizar y/o compensar los impactos potenciales sobre el ambiente, que se generarán con la ejecución del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Botánica" en la localidad de Puerto Morelos, Quintana Roo*. La correcta implementación de las medidas contribuirá a evitar la degradación, contaminación o fragmentación del ecosistema costero y de los elementos naturales del predio y sus alrededores, pero principalmente del SA y la zona de impacto directo. Por lo anterior, se considera que la ejecución del proyecto no causará impactos significativos, por el contrario, en algunos casos potencializará algunos impactos positivos en el SA y en el municipio en general. Es importante recordar que, desde su diseño, se consideraron los componentes ambientales que integran el predio y el SA, de forma que fue posible determinar un concepto de obra dirigido por el modelo de desarrollo sustentable, es por ello que, la ejecución del proyecto ya contempla acciones que reducen la generación de impactos sobre el sistema ambiental.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO “BOTÁNICA” EN LA LOCALIDAD DE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO

PAS
Proyecto Ambiental y Sustentable SC

En capítulos anteriores, se han descrito a detalle las actividades que se desarrollarán durante las diversas etapas del Proyecto denominado "*Botánica*", ubicado en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo.

Como parte del cumplimiento de lo establecido en la guía para la elaboración de la MIA-P, en el presente capítulo se llevará a cabo un pronóstico ambiental, mediante el análisis de los posibles escenarios del área de estudio. El objetivo del pronóstico es, evaluar la evolución de los procesos propios del Sistema Ambiental (SA), en cuanto a la mejora esperada en la calidad ambiental, mediante la implementación de medidas de manejo ambiental propuestas en el presente estudio, además, de visualizar la interacción final que tendrá el proyecto con respecto a los recursos y procesos biológicos que se lleven a cabo en el área de estudio, en tres escenarios principales:

a) Escenario sin proyecto (situación actual).
b) Escenario con proyecto (sin medidas de manejo ambiental).
c) Escenario con proyecto (con medidas de manejo ambiental).

La interpretación o predicción de acciones futuras, con base en perspectivas, resulta complicado por la complejidad de su comportamiento. Sin embargo, existen métodos para la formulación de escenarios, como los pronósticos cualitativos y cuantitativos, estudios prospectivos, modelos causales, entre otros, que nos proporcionan indicios de lo que podría esperarse para un tiempo posterior, derivado de una acción.

El objetivo de cualquiera de estos métodos es pronosticar escenarios coherentes y acordes a las implicaciones que puede ocasionar la implementación del proyecto (*Vergara C., Maza F. y Fontalvo T., 2010*). Por lo tanto, el análisis de los posibles escenarios, se desarrolló mediante el uso de estos métodos.

VII.1. METODOLOGÍA DE ESCENARIOS PARA ESTUDIOS PROSPECTIVOS

Existen diferentes formas de aproximarse al futuro, siendo la prospectiva la única que lo aborda como una realidad múltiple e indeterminada, orientada como resultado de las infinitas posibilidades de acción humana, reflejada en los diferentes proyectos, anhelos y temores de los grupos sociales (*Cely B., 1999*).

Para la realización de los pronósticos ambientales, se optó por utilizar el método de "Escenarios para Estudios Prospectivos", cuya principal premisa, se basa en que el futuro no sucede aleatoriamente, sino que depende de la acción del hombre. Por esta razón, la prospectiva se convierte en una gran herramienta para la planeación de proyectos, debido a que permite orientar las acciones humanas que conducirán a su realización y la manera en que se asociarán con el medio.

De acuerdo con, el artículo escrito por Alexandra V. Cely B. (1999), en la práctica no existe un solo método de obtención de escenarios, sino una multitud de maneras de construirlos e implementarlos.

Sin embargo, el calificativo de método de escenarios se asigna únicamente a aquellos estudios que se realizan teniendo en cuenta los siguientes tres aspectos fundamentales:

A. Analizar el fenómeno de estudio, desde un punto de vista retrospectivo y actual.

B. Analizar la influencia de los grupos sociales que son gestores del desarrollo del fenómeno, así como, de los factores de cambio.

C. Presentar los resultados finales en forma de escenarios.

Primeramente, definiremos un escenario como, la descripción provisoria y exploratoria de un futuro probable. Los escenarios describen eventos y tendencias, y cómo éstas pueden evolucionar en tiempo y espacio (*Fírmenich, 2009*). Asimismo, dependen directamente de su probabilidad de ocurrencia, pudiéndose clasificar de la siguiente manera:

- **Escenarios Posibles**: Aquellos escenarios que se puedan imaginar sin importar si probabilidad de ocurrencia es alta o baja.
- **Escenarios Realizables:** Se tratan de los escenarios cuya ocurrencia es factible, teniendo en cuenta todas las restricciones del sistema.
- **Escenarios Deseables:** Son los escenarios a los que se desea llegar, se pueden clasificar de igual manera como "los escenarios más convenientes". Forman parte de los escenarios posibles y no necesariamente son realizables.

VII.1.1. Objetivos

La metodología de escenarios posee tres objetivos fundamentales, los cuales deben desarrollarse de manera concreta, utilizando el análisis de los factores del sistema y la manera en la que interactúan con el medio y las acciones humanas. Dichos objetivos son:

- Identificar y vincular los factores clave (componentes), que caracterizan al sistema a analizar, mediante un análisis explicativo global.
- Determinar a partir de los factores clave, los actores fundamentales (todos aquellos que puedan influir significativamente sobre el sistema) y los medios de que disponen para concretar sus proyectos.
- Describir en forma de escenarios, la posible evolución del sistema de estudio, a partir de la observación y análisis de los factores clave, así como, de las acciones y comportamiento de los actores, respecto a una hipótesis especifica.

Para lograr dichos objetivos, la metodología de escenarios se divide en dos fases: la construcción de la base analítica y la elaboración de los escenarios.

VII.1.2. Construcción de la Base Analítica

La base analítica se construirá a partir de la caracterización de los componentes ambientales (fisicoquímicos, bióticos y socioeconómicos) que integran el Sistema Ambiental. Esto con el propósito de, obtener una visión global del sistema y su entorno, obteniendo así, una caracterización más precisa del mismo.

De esta forma, se hará un análisis de la situación actual del sistema, describiendo el estado actual de sus componentes, lo cual nos permitirá encontrar las "tendencias de cambio" dentro de los mismos. Por lo tanto, se describirán los componentes que integran el medio fisicoquímico (aire, agua y suelo), biótico (flora y fauna) y socioeconómico (paisaje, empleo y desarrollo económico).

La base analítica construida a partir de los componentes ambientales del área de estudio, constituye una fuente de información significativa, para determinar los impactos ambientales esperados por la implementación del proyecto en el medio. Por lo anterior, se podrán establecer medidas de manejo ambiental apropiadas, asimismo, se implementarán programas ambientales que garantizarán su cumplimiento, de esta forma, la continuidad de los elementos que conforman el predio y sus zonas de influencia, no será afectada por la inserción del proyecto.

Una vez realizada la base analítica, obtenida a partir del análisis de la situación actual de los componentes claves del Sistema Ambiental, identificando los posibles impactos que la implementación del proyecto podría ocasionar en el sistema, y estableciendo los programas que verificarán el cumplimiento de dichas medidas, se determinaran los escenarios a desarrollar.

VII.1.3. Determinación de los Escenarios

Los escenarios tomarán como variable la inserción del proyecto en el sistema y la implementación de medidas de manejo ambiental durante el desarrollo del mismo, tomando en cuenta las tendencias de cambio observadas y las esperadas en cada uno de los escenarios. El desarrollo de estos, permitirá prever los posibles impactos ambientales sobre los componentes del sistema., con y sin la presencia del proyecto, lo cual nos permitirá comparar las condiciones ambientales actuales y posteriores a la ejecución del mismo.

- **Escenario Ambiental "A" (sin proyecto):** Se considerará la situación ambiental actual del área del predio y del Sistema Ambiental. La descripción de este escenario considera que las condiciones naturales del área de estudio, presentan impactos previos, originados por actividades humanas, esto se debe a que el predio se sitúa dentro de un área urbanizada, perteneciente a una localidad con un continuo desarrollo turístico.
- **Escenario Ambiental "B" (con el proyecto y sin medidas de manejo):** Considera la dinámica natural y socioeconómica actual, las actividades y obras que el proyecto desarrollará en sus distintas etapas

presentadas a lo largo de este documento, tomando como referencia el Sistema Ambiental delimitado y descrito en el Capítulo IV, así como, los posibles impactos ambientales que se pudieran generar con las actividades a realizar durante las etapas del proyecto.

- **Escenario Ambiental "C" (con el proyecto y con medidas de manejo):** Se tomo la descripción de los aspectos citados en el escenario "B", incorporando las medidas de manejo ambiental propuestas en el Capítulo VI. El pronóstico de este escenario, se abordará a partir de la perspectiva de cambio que resultará de las acciones del proyecto sobre el medio, tras la implementación del mismo y la ejecución de las medidas de manejo ambiental correspondientes. Para lo anterior, se debe tomar la dinámica ambiental del proyecto, considerando la aplicación de las medidas como parte del mismo y la situación ambiental que prevalece al momento del estudio (antes de la inserción del proyecto).

VII.1.4. Elaboración del Pronóstico Ambiental a partir del Desarrollo del Proyecto

Con base en el análisis de los escenarios, se elaborará el pronóstico ambiental que resulta de la inserción del proyecto en los componentes ambientales del medio, tomando en consideración la aplicación de las medidas de manejo ambiental y la ejecución de los programas ambientales, propuestos en el capítulo IV.

Asimismo, se deben señalar los beneficios de la aplicación y ejecución de las medidas y programas ambientales a los componentes que integran al sistema, con la finalidad de evaluar la evolución de los procesos propios del Sistema Ambiental, en cuanto a la mejora esperada en su calidad ambiental. De esta manera, se podrá visualizar la interacción final que tendrá la implementación del proyecto con respecto a los componentes sociales y procesos biológicos, descritos a lo largo del documento.

VII.2. PRONÓSTICO AMBIENTAL

El pronóstico ambiental puede definirse como la proyección de los posibles cambios o modificaciones en los elementos naturales, resultado de las actividades humanas, fenómenos naturales o el desarrollo de un proyecto en un lugar determinado. Este pronóstico es una herramienta clave para identificar riesgos, evaluar alternativas y establecer medidas de manejo ambiental que se ajusten a las condiciones y problemáticas específicas de una región.

En el presente documento se realizó la caracterización de los componentes ambientales de la región donde se pretende establecer el proyecto. Asimismo, se identificaron los impactos potenciales derivados de las actividades propuestas y la ejecución de las obras. Todo esto con el objetivo de implementar medidas de manejo y programas ambientales que promuevan la conservación de los elementos naturales.

Por lo tanto, mediante la metodología de "Escenarios para Estudios Prospectivos" se elaborará el pronóstico ambiental del proyecto, lo que nos permitirá visualizar la interacción final del desarrollo con los aspectos bióticos y abióticos previamente identificados en la región correspondiente al Sistema Ambiental.

VII.2.1. Base Analítica de los Componentes Ambientales Actuales

La construcción de la base analítica, se realizará a partir de la descripción actual de cada factor ambiental, tomando en cuenta las tendencias de cambio observadas.

Tabla VII.1.- Descripción actual de los componentes que integran al SAR.

Componente Ambiental	Estado Actual del Componente
Medio Fisicoquímico	
Aire	El componente presenta buena calidad, con niveles bajos de contaminantes atmosféricos, debido a la escasa actividad industrial en la zona y una moderada densidad poblacional. La brisa marina y el relieve casi nulo de la región contribuyen a la dispersión de gases y la constante renovación del aire. Las fuentes contaminantes de emisión se limitan a actividades domésticas, servicios turísticos y tránsito vehicular ligero. Asimismo, el Atlas de Riesgo para el Estado de Quintana Roo menciona que la principal fuente de contaminación del elemento natural, son los vehículos y medios de transporte debido a la emisión de gases de efecto invernadero.
Agua	La principal fuente de abastecimiento de agua para la región, proviene de corrientes subterráneas, las cuales son formadas por la alta permeabilidad y características kársticas de las rocas calizas. Su calidad es buena, sin embargo, es vulnerable a la infiltración de contaminantes por la baja calidad de retención del suelo. La hidrodinámica resultante del comportamiento del acuífero, esta alterada por la presencia de dos periodos (lluvias y época de sequías). La contaminación del acuífero se evidencia a nivel freático; siendo sus posibles causas la disposición inadecuada de las aguas residuales y los tiraderos a cielo abierto, propiciando su infiltración en el acuífero, lo cual deteriora su calidad.
Suelo	Mantiene una estructura simple, sin horizontes complejos, una alta porosidad que permite la rápida infiltración del agua al manto freático. Es susceptible a la erosión potencial por escorrentía, compactación y salinización en caso d una intervención inadecuada. Las zonas de manglar y las comunidades de vegetación costera juegan un papel fundamental para la estabilización del recurso. No se utiliza para actividades agrícolas, pues mantienen un bajo rendimiento y presentan una alta susceptibilidad a la erosión. Presenta un material paternal de textura gruesa, con una baja permeabilidad, debido a su poca retención de agua o nutrientes.
Medio Biótico	
Flora	Dentro del APFF Manglares de Puerto Morelos podemos encontrar las cuatro especies de mangle que se distribuyen en la región los cuales son: mangle rojo (*Rhizophora mangle*) y el mangle negro (*Avicennia germinans*), seguido por el mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y ocasionalmente se encuentra el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*), las cuatro especies se encuentran listadas en la categoría de Amenazada (A) dentro de la NOM-059 SEMARNAT-2010. De igual forma, la vegetación de matorral costero, mezclado con algunas palmas remanentes forma las comunidades costeras. La flora mantiene un buen estado de conservación, aunque se encuentra bajo presión por el crecimiento urbano y la incorporación de infraestructura para uso turístico o doméstico.

Componente Ambiental	Estado Actual del Componente
Fauna	La fauna local incluye especies adaptadas a ecosistemas costeros y de humedal. Se han identificado aves acuáticas, mamíferos pequeños, reptiles y peces, muchos de los cuales dependen directamente de los manglares y zonas de transición. Sin embargo, aunque la fauna tiene una presencia significativa, sigue amenazada por la fragmentación de los hábitats y la presión antrópica. Se identificaron los cuatro grupos de cordados, destacando el grupo de las aves, las cuales aprovechan la vegetación de manglar para su protección, reproducción, alimentación y crianza.
Medio Socioeconómico	
Paisaje	El sistema presenta una calidad visual media. A pesar de la intervención humana, los elementos naturales mantienen cierto grado de conservación, lo que aparta un valor escénico. La presencia de manglares y vegetación nativa contribuyen a una percepción positiva del entorno, aunque los asentamientos humanos modifican parcialmente la homogeneidad del paisaje. La localidad responde a la valoración del paisaje como un bien comercial, destinado a un sector turístico.
Aspectos Sociales	La localidad es parte de una comunidad costera con actividades centradas en el turismo, los servicios y, en menor medida, la pesca. La población mantiene un nivel de interacción constante con el entorno natural, lo que genera demandas y presiones, pero de igual manera, oportunidades para la educación ambiental y la participación en su conservación.
Desarrollo económico	El desarrollo económico está vinculado principalmente a la actividad turística. La demanda de infraestructura y servicios ha aumentado, generando oportunidades de empleo y mejor movilidad social. No obstante, este desarrollo conlleva riesgos ambientales si no se gestiona de manera adecuado con los criterios sostenibles. La Población Económicamente Activa (PEA) representa el 65.7% de la población total, siendo el sector terciario el de mayor relevancia para el derrame económico de la región, siendo la actividad principal el turismo.



Fotografías VII.1 y 2. Condiciones actuales de los componentes ambientales dentro del sistema **A)** Vista general de la infraestructura urbana típica de la región. **B)** Estructura y condición actual de la cobertura vegetal que se distribuye en el sistema ambiental.

VII.2.2. Desarrollo de los Escenarios Planteados

El desarrollo de los escenarios se realizará a partir de la base analítica, la descripción ambiental del sitio, el diagnóstico ambiental, la evaluación de los impactos y las medidas de manejo ambiental propuestas.

Tabla VII.2.- Interpretación de los escenarios planteados para el proyecto.

Componente ambiental	Pronóstico Ambiental		
	Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación**	**Escenario con proyecto y medidas de mitigación**
Medio Fisicoquímico			
Aire	Debido a la magnitud del proyecto, no se prevé una disminución en la calidad del recurso durante el desarrollo de las actividades a realizar. Por lo que, en un escenario sin la inserción del proyecto en el medio, la calidad del recurso no tendría un cambio significativo. Cabe señalar que, debido al aumento de fuentes contaminantes en el municipio, la calidad del recurso tendrá de manera eventual una disminución en su calidad, sin importar, la ejecución del proyecto.	El flujo de vehículos y maquinaria aumentará durante las etapas de preparación y construcción, por lo que habrá un aumento en la emisión de gases de efecto invernadero, asimismo, se incrementará la dispersión de polvos y partículas en las áreas circundantes al proyecto. Esto producirá un riesgo para la salud de los trabajadores y de las personas que habiten en las proximidades del área donde se desarrollará el proyecto, debido a la mala calidad del recurso.	Debido al aumento en el flujo de vehículos y maquinaria para el desarrollo del proyecto, se implementarán medidas de manejo ambiental, tales como: • Humedecer el material fino o cubrirlo durante su utilización, con el objetivo de disminuir su dispersión. • Mantenimiento periódico de los vehículos y maquinaria, para reducir la emisión de gases contaminantes y ruido. La implementación de las medidas descritas en el Capítulo VI, reducirá los posibles impactos, los cuales serán locales y de corta duración.
Agua	Debido al constante crecimiento de la mancha urbana que caracteriza a la región, no es posible descartar la degradación del recurso por actividades antropogénicas o la mala disposición de los residuos, lo cual degrada directamente al acuífero. Se debe recordar, que la afectación al recurso continuaría de manera progresiva, con o sin la implementación del proyecto.	Dentro de las actividades del proyecto no se contempla el uso, aprovechamiento o descarga alguna sobre ningún cuerpo de agua cercano o dentro de los límites del Sistema Ambiental. Sin embargo, en el escenario donde se realice el proyecto sin la aplicación de medidas de manejo, se pronostica la ocurrencia de impactos, por la generación de residuos sólidos, peligrosos y de manejo especial que, de no contar con una disposición final adecuada, terminarán contaminando el suelo y el agua de la zona del proyecto.	En el escenario donde el proyecto se lleve a cabo, aplicando las correctas medidas de manejo, se prevé que la calidad del recurso no se vea afectada por el desarrollo e inserción del proyecto en el medio. Algunas de estas medidas son: • Colocación de sanitarios portátiles durante las diversas etapas del proyecto. • Mantenimiento constante de la maquinaría y vehículos para evitar el derrame de hidrocarburos. • Implementar el Programa de Manejo Integral de Residuos.

Componente ambiental	Pronóstico Ambiental		
	Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación**	**Escenario con proyecto y medidas de mitigación**
Suelo	En un escenario donde el proyecto no se lleve a cabo, el recurso del suelo mantendrá su calidad actual. Cabe señalar que, en el área urbana donde se pretende desarrollar el proyecto, el suelo presenta impactos previos, por actividades humanas como el desarrollo de infraestructura, por lo que, de manera eventual, habrá una disminución en su calidad. La calidad de este recurso se ve afectada principalmente por el manejo inadecuado de los residuos sólidos que derivan a lixiviados, los cuales tienen una rápida infiltración, provocando una disminución en la calidad del suelo.	Las obras y actividades que se pretenden realizar dentro de los límites del predio, consideran la ocurrencia de ciertos impactos potenciales durante las etapas de realización. Durante la etapa de preparación del sitio se prevé la remoción de individuos vegetales presentes en el predio, lo cual ocasionaría un aumento en la erosión del suelo, asimismo, las excavaciones y el desplante de las obras, provocara la compactación del recurso. De esta forma, sin la aplicación de medidas de manejo ambiental durante el desarrollo de las obras, se prevé un deterioro a la calidad del suelo, debido a la erosión y posible infiltración de sustancias contaminantes, al no contar con un adecuado manejo de residuos.	Durante el desarrollo del proyecto, se garantizará la aplicación de medidas de manejo ambiental, tales como: • La implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos. • Establecimiento y etiquetado de contenedores para los residuos. • Mantener sitios puntuales de excavación para el desplante de las obras. • La remoción puntual de individuos vegetales, solo en las zonas que lo ameritan. Manteniendo la aplicación de las medidas propuestas, la calidad del recurso no se verá disminuida, debido a que se mantendrá áreas permeables para no afectar la infiltración del agua, reduciendo de igual manera la erosión que se podría provocar.
Medio Biótico			
Flora	Sin el desarrollo de proyecto los individuos identificados en el predio continuarán con su crecimiento. Sin embargo, se debe señalar que la cobertura vegetal dentro del área de estudio, no pertenece a una comunidad vegetal, si no a la ausencia de obras que requerirían del desplante del terreno. Por lo tanto, sin el desarrollo de proyecto dichos individuos mantendrían un crecimiento, pero no conformarían parte de una comunidad vegetal representativa para la región.	Sin la aplicación de medidas de manejo adecuadas, la vegetación dentro del área de estudio se vería comprometida, por la remoción de individuos de manera desmedida en sitios donde no se establecerán obras. Cabe señalar que, el suelo también presentaría modificaciones en sus características como su densidad, porosidad, capacidad de retención, permeabilidad, entre otros. Sin embargo, se debe mencionar que los individuos presentes en el predio se deben a la ausencia de obras dentro del predio.	Dentro del escenario donde el proyecto implemente las medidas de manejo adecuadas, la afectación de los individuos presentes en el predio y las comunidades vegetales cercanas al área será mínima. Algunas de estas medidas son: • Mantener sitios puntuales de construcción, para mantener una remoción de vegetación establecida y autorizada. • La aplicación del Programa de Manejo Integral de Flora y Fauna. • La implementación del Programa de Manejo Integral de Residuos.
Fauna	Sin el desarrollo del proyecto, las comunidades	De no contar con medidas de manejo durante el desarrollo del	Con la implementación de las medidas de manejo ambiental,

Componente ambiental	Pronóstico Ambiental		
	Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación**	**Escenario con proyecto y medidas de mitigación**
	locales de fauna no se verían afectadas, debido a la baja riqueza registrada en el área del predio, al estar dentro de un área con un alto grado de urbanización. El grupo predominante en el área (aves) mantendría sin alteraciones su comportamiento actual.	proyecto, las especies de fauna se verían afectadas por la dispersión de residuos generados durante las actividades a realizar, debido a la contaminación de las comunidades vegetales que son cruciales para su desarrollo. Asimismo, se afectaría a la población de la misma causando su desplazamiento. Cabe señalar que la riqueza registrada en el área es baja, debido a las características de la región.	durante el desarrollo del proyecto, no se prevé ningún impacto significativo a las comunidades de fauna que caracterizan a la región. Algunas de estas medidas son: • Se llevará a cabo el ahuyentamiento de especímenes de ser necesario. Asimismo, solo de ser necesario se llevará a cabo la reubicación de los mismos. • La aplicación del Programa de Manejo Integral de Flora y Fauna.
Medio Socioeconómico			
Paisaje	De no realizarse el proyecto, el paisaje conservará su estructura actual, en la cual predomina la infraestructura y obras habitacionales, dejando de lado los componentes vegetales de la zona. Cabe señalar que, debido al constante desarrollo económico de la región, la degradación del recurso irá en aumento, sin importar la implementación del proyecto.	Sin las medidas de mitigación aplicables, el desarrollo del proyecto causaría una perturbación en los elementos naturales que componen al paisaje, ya que se generaría un impacto a la calidad visual por el transitó de maquinaría o el aumento de ruido que podría alejar a fauna presente en el área. Sin embargo, estos impactos no serán de importancia ya que el predio se encuentra dentro de una localidad en constante crecimiento, lo que indica una constante expansión de construcciones para los sectores que predominan en la región.	Por el tipo de obras a elaborar, el proyecto no prevé alteraciones significativas al paisaje, debido a que se integran al paisaje urbano de la localidad. Además, se realizará un mantenimiento periódico, lo que ayudará a preservar la imagen actual de los elementos naturales circundantes al área de estudio. Con la operación del proyecto, el promovente realizará acciones que contribuyan a mantener limpia y conservada el área del predio, al acopiar de forma adecuada los residuos sólidos generados.
Aspectos Sociales	El aspecto social que podría verse afectado sin el desarrollo del proyecto, sería la generación de empleos directos o indirectos para la población de la localidad. Sin embargo, la oferta se mantendrá similar a la contemplada, debido a que la zona es un destino turístico de importancia para la región.	El desarrollo del proyecto representa una oportunidad en la generación de empleos. Sin embargo, la ejecución de las obras sin medidas de manejo, podría ocasionar que los trabajadores se vean afectados por la generación de gases y partículas, así como el ruido producido por parte de la maquinaría. Lo cual generaría problemas de salud a nivel general. Asimismo, el	El desarrollo del proyector representa una fuente generadora de empleos directos e indirectos, así como temporales y permanentes, lo cual ayudará al derrame económico de la región. Siguiendo las medidas propuestas en el documento, la calidad de vida y salud de los trabajadores no se verá afectada por el desarrollo de las obras.

Componente ambiental	Pronóstico Ambiental		
	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación	Escenario con proyecto y medidas de mitigación
		desarrollo sin ordenamiento y sin participación comunitaria podría generar tensiones sociales, la saturación de los servicios, el aumento de los residuos y la pérdida de espacios naturales afectarían la calidad de vida de los habitantes locales.	
Desarrollo económico	En el escenario donde no se lleva a cabo el proyecto, la derrama económica se mantendrá sin cambios significativos para la región. Esto se debe a que la localidad de Puerto Morelos, es un sector turístico de importancia para el estado, aumentando su economía de manera regular.	El desarrollo del proyecto representa un beneficio económico temporal, debido a que, durante el periodo de construcción, habrá una adquisición de productos y servicios de la localidad por parte de los trabajadores y de manera permanente por la generación de empleos. Sin embargo, sin las medidas de manejo propuestas, se pudiera generar un rechazo al desarrollo del proyecto por parte de los habitantes de la región, debido a los riesgos que se puedan ocasionar. La degradación ambiental afectaría la competitividad turística del área y podría reducir las oportunidades económicas relacionadas con el ecoturismo o la educación ambiental.	Con el debido establecimiento de las medidas de manejo propuestas, el riesgo para los habitantes de la región, así como de los trabajadores del proyecto, será mínimo. Asimismo, se ha tomado en cuenta la elaboración de este documento y de sus medidas de manejo ambiental, con la finalidad de que el proyecto sea incluyente y exista una relación de beneficio mutuo para el promovente y los habitantes de la localidad. Por lo que se asegurará, la calidad de los recursos ambientales y de los recursos que brindan.

VII 2.3. Pronóstico Ambiental a partir del Desarrollo del Proyecto

El análisis de los escenarios planteados anteriormente permite valorar de forma integral las posibles trayectorias del sistema ambiental ante la relación o no del proyecto, considerando los medios físicos, biológicos y socioeconómicos. El escenario con proyecto y con medidas de mitigación (escenario C), representa la alternativa más favorable y equilibrada, permitiendo el aprovechamiento ordenado del predio sin comprometer la integridad ecológica del sistema, gracias a la implementación de acciones específicas y medidas de manejo adecuadas. Con base en el análisis de los escenarios planteados anteriormente, se elaboró el siguiente pronóstico modificado por la introducción del proyecto en el medio, aplicando las medidas de manejo ambiental propuestas en el Capítulo VI.

En caso de que el proyecto se lleve a cabo sin implementar medidas de manejo adecuadas, se podrían generar impactos negativos significativos, como la alteración de la dinámica hídrica del suelo, reducción de áreas permeables, degradación del acuífero por contaminación de residuos sólidos, entre otros. Además, durante la fase de construcción, podrían generase emisiones de gases de efecto invernadero, dispersión de partículas y ruidos que sobrepasen los límites establecidos. Estos impactos afectarían los elementos naturales locales y los servicios ecosistémicos que brindan, así como a las localidades cercanas.

Sin embargo, con la implementación de las medidas señaladas a lo largo de este documento, los impactos se reducirán drásticamente. Las actividades de construcción incluirán el manejo controlado de la vegetación, con una remoción puntual en los sitios de desplante, lo que fomentará la recuperación del ecosistema. Asimismo, se reducirán las emisiones partículas y de gases de efecto invernadero, mediante el mantenimiento periódico de la maquinaria y vehículos necesarios para las actividades. Se implementarán programas ambientales destinados al manejo óptimo de residuos sólidos, la conservación de las comunidades de manglar y la presencia de contingencias ambientales y fenómenos hidrometeorológicos.

El pronóstico ambiental del proyecto, considerando la aplicación de las medidas de manejo ambiental, es favorable. Las acciones propuestas garantizarán que los impactos negativos sean mínimos, manteniendo la biodiversidad local. Además, el proyecto se apegará a los lineamientos oficiales, asegurando un equilibrio entre el desarrollo turístico y la conservación de los ecosistemas propios de la región. Por lo tanto, la implementación del proyecto fomentará un modelo de turismo sostenible, que respete los elementos naturales, reduciendo la presión sobre el entorno natural

VII.3. CONCLUSIONES

A partir del análisis realizado a través de la MIA-P, la descripción de los elementos naturales, la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables, la identificación de los impactos ambientales y la propuesta de medidas de prevención y mitigación de impactos, se concluye que el desarrollo del proyecto "*Botánica*" en el municipio de Puerto Morelos, Quintana Roo, es viable para ser desarrollado en el predio seleccionado ya que su arquitectura, diseño y planeación son compatibles y armonizan con el entorno y paisaje. Es importante mencionar que se han establecido medidas de prevención y mitigación de impactos, así como de protección para la flora y fauna del sitio asegurando su conservación durante el desarrollo del proyecto y se vigilará en todo momento que se cumplan las medidas establecidas, así como con la normatividad vigente. Con la administración del particular se garantiza el cumplimiento de las medidas de mitigación establecidas, contribuyendo de este modo con la conservación del manglar y la protección de los elementos naturales del sistema ambiental.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO "BOTÁNICA" EN LA LOCALIDAD DE PUERTO MORELOS, QUINTANA ROO

PAS
Proyecto Ambiental y Sustentable SC

VIII.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El promovente ingresa un ejemplar de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular y copias en medio magnético, una de ellas con la leyenda "Consulta al Público" para ser utilizada en la consulta pública. Asimismo, se adjunta el resumen ejecutivo y la carta responsiva del responsable técnico.

VIII.1.1. Cartografía

Para la elaboración del presente documento, se utilizaron diversos sistemas de información geográfica entre los que destacan: QGIS, Google Earth y SIGEIA. Asimismo, se optó por usar un software de diseño asistido por computadora (CAD) para dibujar, diseñar y modelar (AUTOCAD y CivilCAD).

A través de dichas herramientas se ingresaron coordenadas geográficas (obtenidas mediante el uso de estaciones totales de topógrafos, GPS propios y el GPS integrado en las cámaras fotográficas) de polígonos y de las obras, con la finalidad de identificar las zonas de desplante, la superficie del proyecto, el área de las comunidades vegetales, así como, los espacios donde no hubo registro de vegetación, entre otros.

Para la cartografía se emplearon imágenes de satélite (Google Earth, ESRI Word, entre otros), fotografías áreas obtenidas con un vehículo no tripulado denominado "Phantom 3 SE" (generación propia), croquis (elaboración propia), mapas (elaboración propia con uso de shape´s y kml´s de fuentes oficiales y de creación propia), y planos de obra proporcionados por el promovente.

La cartografía se distribuyó entre los capítulos de la MIA-P, siendo legible para su fácil interpretación, con la excepción de los planos de obra, los cuales se presentarán en el Anexo 2 "Planos de Obra" del presente documento. A continuación, se presenta el listado de mapas incluidos en el estudio.

Tabla VIII.1.- Lista de los mapas elaborados para la MIA-P.

Lámina	Nombre	Capítulo
I-01	Ubicación del Predio a nivel Municipal	I
I-02	Ubicación Geopolítica del Predio	I
I-03	Uso de Suelo y Vegetación (INEGI Serie VII)	I
I-04	Accesos y Vialidades	I
II-.01	Representación Gráfica Local	II
II-.02	Representación Gráfica Regional	II
II-.03	Huella Constructiva	II
II-.04	Indv. Arbóreos Identificados	II
II-.04-A	Tabla de Individuos Arbóreos	II
II-.05	Individuos a Reubicar	II
II-.05-A	Tabla de Individuos a Reubicar	II
III-.01	Programa de Ordenamiento General del Territorio	III
III-.02	POEMyR del Golfo de México y Mar Caribe	III
III-.03	Programa de Ordenamiento Ecológico Local (Benito Juárez)	III
III-.05	Áreas Naturales Protegidas	III

Lámina	Nombre	Capítulo
III-.06	Áreas Naturales Protegidas (escala 1: 5,000)	III
III-.07	Regiones Terrestres Prioritarias	III
III-.08	Regiones Hidrológicas Prioritarias	III
III-.09	Regiones Marinas Prioritarias	III
III-.10	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves	III
III-.11	Sitios Ramsar	III
III-.12	Sitios Ramsar (escala 1: 5,000)	III
IV-.01	Zona de Influencia del Proyecto	IV
IV-.02	Zona de Influencia (Coordenadas)	IV
IV-.03	Sistema Ambiental	IV
IV-.04	Sistema Ambiental (Coordenadas)	
IV-.05	Ubicación Geopolítica del Sistema Ambiental	IV
IV-.06	Ubicación del APFF "Manglares de Puerto Morelos" respecto al proyecto	IV
IV-.07	Unidad Climática	IV
IV-.08	Condiciones Climáticas (Temperatura y Precipitación)	IV
IV-.09	Material Geológico	IV
IV-.11	Ubicación Fisiográfica	IV
IV-.12	Sistemas de Topoformas	IV
IV-.13	Grupo de Suelo (Clave WRB) Asociaciones Principales	IV
IV-.14	Regiones Hidrológicas	IV
IV-.15	Cuenca Hidrológica	IV
IV-.16	Acuíferos	IV
IV-.17	Material Geohidrológico	IV
IV-.18	Uso de Suelo y Vegetación (INEGI Serie VII) Sistema Ambiental	IV
IV-.19	Uso de Suelo y Vegetación identificado en el Sistema Ambiental	IV
IV-.20	Uso de Suelo y Vegetación (INEGI Serie VII) Predio	IV
IV-.21	Muestreo de Vegetación realizado en el Predio	IV
IV-.22	Grado de Peligro (Ciclones Tropicales)	IV
IV-.23	Grado de Peligro (Sequías)	IV
IV-.24	Grado de Riesgo (Inundaciones)	IV
A	Datos de la Estación 23014 "Leona Vicario"	IV
B	Normales Climatológicas de la estación 23014	IV
VIII-01	Registro Fotográfico	IV

VIII.1.2. Fotografías

Como parte de la presente MIA-P, se integró un anexo fotográfico incluido en el Anexo 3. En este se describen los componentes ambientales observados en el área de estudio y sus zonas de influencia (directa e indirecta), así como, en el Sistema Ambiental (SA) que fue delimitado para el proyecto.

Cabe señalar que, a través de los capítulos del presente documento se incluyeron fotografías (aparte del anexo fotográfico), que ejemplifican lo descrito en los textos del estudio. De este modo, lo señalado en la MIA-P puede ser apreciado a través de todas las fotografías consideradas para el presente estudio.

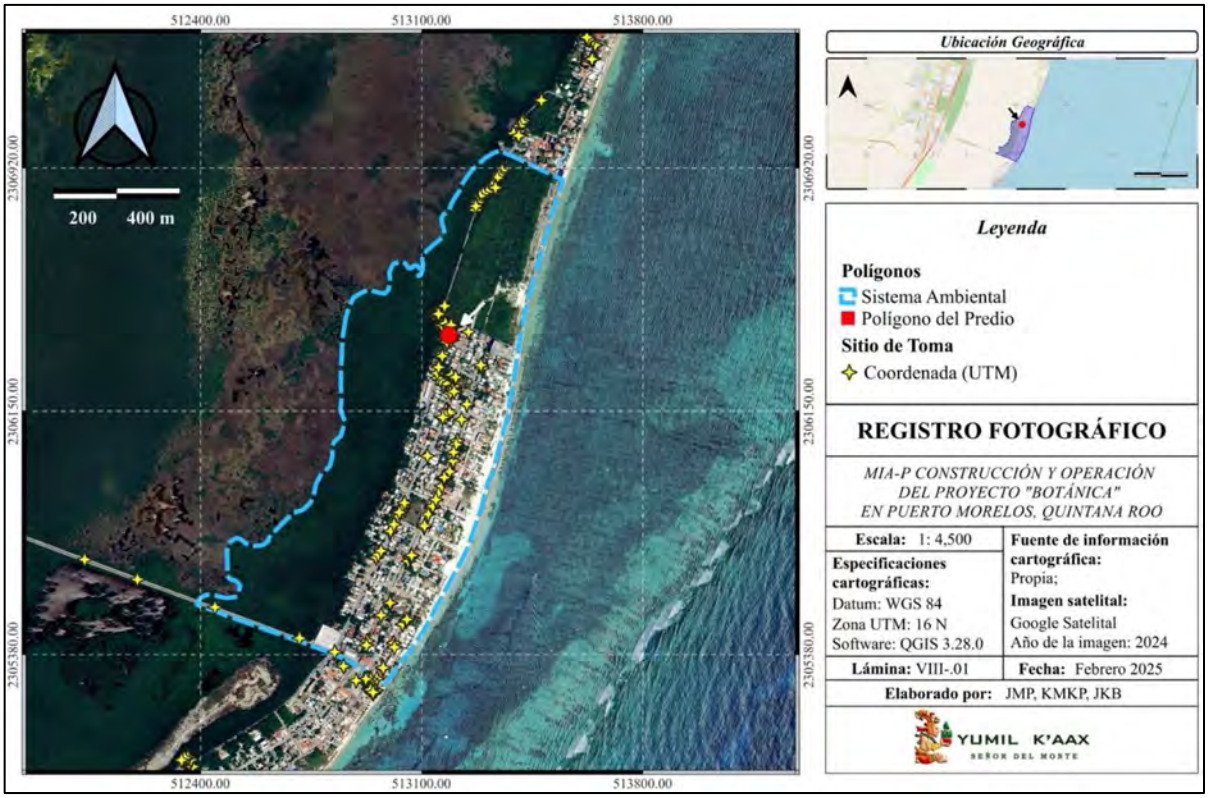


Lámina VIII.1.- Sitios de toma (coordenadas UTM) de fotografías presentadas en el documento.

VIII.2. OTROS ANEXOS

VIII.2.1. Consulta de fuentes de información

Para complementar la información obtenida en campo, se realizó la consulta de diversas fuentes de información (artículos científicos, libros especializados, guías, reportes de periódicos, archivos disponibles en fuentes web, informes técnicos, entre otros). En los capítulos correspondientes se presentó la lista de las fuentes de información consultadas. Asimismo, para el capítulo III se presentó como apartado cada instrumento jurídico analizado, fungiendo como el referente de la fuente consultada. En cuanto a la cartografía, como complemento se consultó la información disponible en distintas fuentes web y literaturas especializadas para delimitar los polígonos de interés.

VIII.2.2. Diagramas y gráficos

A través de los capítulos de la MIA-P, se presentaron diagramas y gráficas. Los primeros fueron elaborados por el equipo técnico de obra para las especificaciones de equipos; los segundos fueron obtenidos de fuentes oficiales como el INEGI y la CONAGUA, además, se elaboraron gráficas de fuente propia considerando los datos presentados en los programas de desarrollo del estado de Quintana Roo.

VIII.4. FUENTES DE INFORMACIÓN

A continuación, se presentan las fuentes de información que fueron de utilidad para el estudio:

- Aguilar-Salazar, F., J.A. González-Iturbe, A. Sentíes Granados, M. Rueda, J. Herrera-Silveira, I. Olmsted, F. Remolina-Suárez, J. Martínez-Aguilar, R. Figueroa-Paz, y F. Figueroa-Paz. 2003. Batimetría, variables hidrológicas, vegetación acuática sumergida y peces de la Laguna de Yalahau, Quintana Roo, México. Grupo Editorial Regiomontano, S. A. de C. V. Cancún, Q. Roo. 25 pp.
- Aguirre-Alvarez, A.A. 1989. Clinical and Toxicological Findings in Caribbean Flamingos (*Phoenicopterus ruber ruber*) During a Recent Outbreak of Lead Poisoning in Yucatan, Mexico. In: Olsen, J. H. and M. Eisanacher. Proc. 1989 Annual meeting. American Association of Zoo Veterinarians. Greensboro, North Carolina.
- Bouchard, S. S. y K. A. Bjorndal. 2000. Sea turtles as biological transporters of nurtrients and energy from marine to terrestrial ecosystems. Ecology, 81: 2305 – 2313.
- Cervantes M., A., Gutiérrez A., M. A., Álvarez L., T. (2015). Indicadores de la calidad del agua en lagunas insulares costeras con influencia turística: Cozumel e Isla Mujeres, Quintana Roo, México. Teoría y Praxis. Publicación semestral ISSN 1870-1582 número especial, Año 10, Cozumel, Quintana Roo, México.
- Colmenero, R. L.C. y M.E. Hoz. 1986. Distribución de los Manatíes, Situación y su Conservación en México. An. Inst. Biol. UNAM. Serie Zool. 56 (3): 955-1022.
- Colmenero, R.L.C. 1984. Nuevos Registros de Manatí (*Trichechus manatus*) en el Sureste de México. An. Inst. Biol. UNAM. Serie Zool. 56 (2): 589-602.
- Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE). (s.f.). *Guías de eficiencia energética para viviendas*. https://www.gob.mx/conuee
- CONANP. 2003. Ficha Informativa de los Humedales de RAMSAR. Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. 22 p.
- Contreras-Espinosa, F. 1993. Ecosistemas Costeros Mexicanos. Universidad Autónoma Metropolitana. 415 pp.
- Corona, A. P., Servón, P. F., & Martínez, O. F. (2016). Suelos, agua, inundaciones y cambio climático en zonas de karst: el caso de Quintana Roo, México. *Geos*, *36*(2).
- Correa, J. y E. Battlori.1990. Dispersión de Flamencos (*Phoenicopterus ruber*) en la Costa de la Península de Yucatán. Centro de Investigaciones y de Estudios Avanzados del I.P.N., Mérida, Yucatán, México.

- Cruz Islas, Ignacio César. (2016). Emisiones de CO2 en hogares urbanos. El caso del Distrito Federal. Estudios demográficos y urbanos, 31(1), 115-142. Recuperado en 12 de abril de 2025, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-72102016000100115&lng=es&tlng=es.
- Cuevas, E., F. A. Abreu-Grobois, V. Guzmán-Hernández, M. A. Liceaga-Correa y R. P. van Dam. 2008. Post-nesting, migratory movements of hawksbill turtles *Eretmochelys imbricata* in waters adjacent to the Yucatan Peninsula, Mexico. Endangered Species Research, 10: 123 – 133.
- De la Parra-Venegas, R., R. Hueter, J. González-Cano y J. Tyminski. 2011. An unprecedented aggregation of whale sharks, Rhincodon typus, in Mexican coastal waters of the Caribbean Sea. PLoS ONE 6: e18994.
- Díaz-Aguilar, C., E. Cuevas-Flores y S. Gallegos-Fernández. 2015. Diseño de un protocolo de monitoreo de tortugas marinas en el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam. PPY/CONANP/MARFUND/German Cooperation. 25 p.
- Díaz-Martín, M.A., E. Torres-Mejía y J. Espinoza-Avalos. 1998. Lista de algas del Area de Protección Yum Balam, Quintana Roo, México. Revista de Biología Tropical. Rev. biol. trop v.46 n.3.
- Duarte, C. M., y C. L. Chiscano. 199). Seagrass biomass and production: a reassessment. Aquatic botany, 65(1), 159-174.
- Durán R., Torres W. y Espejel I. En Prensa. La vegetación de la duna costera del estado de Yucatán. En: Durán R., Méndez M. y Arellano J. Eds. Diversidad biológica y desarrollo humano en Yucatán. CICY, SEDUMA PNUD, CONABIO.
- Environmental Protection Agency (EPA). (2023). *Carbon footprint calculator*. United States Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/carbon-footprint-calculator
- Espino-Barros, R. y G.A. Baldasarre.1989. Activity and Habitat-Use Patterns of Breeding Caribbean Flamingos in Yucatan, México. Condor 91: 585-591.
- Espinoza A. J. 1993. Macroalgas Marinas del Golfo de California. p. 328-357. In (S.I. Salazar Vallejo y N.E. González, eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. Com. Nac. Biodiv.& CIQRO. México.
- Flores S. y Espejel I. 1994., Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Etnoflora Yucatanense Fasciculo 3. Yucatán, México.
- Flores, O. y P. Gerez.1988. Conservación en México: Síntesis sobre Vertebrados Terrestres, Vegetación y Uso del Suelo. INIREB, México. 302 pp.

- Genoways, H.H. y J.K. Jontes Jr. 1975. Annotated Checklist of Mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. IV Occas. Papers Mus. Texas Tech. Univ. 26: 7-22.
- Global Carbon Atlas. (2023). *Data explorer: CO_2 emissions by country and sector*. https://www.globalcarbonatlas.org
- Gómez A.S. 1993. Cacerolita de Mar (*Limulus polyphemus* L.) en la Península de Yucatán. p. 650-659. *In* (S.I. Salazar Vallejo y N.E. González, eds.) Biodiversidad Marina y Costera de México. Com. Nac. Biodiv. & CIQRO, México.
- Green, E. P. y F. T. Short. 2003. World Atlas of Seagrasses. Prepared by the UNEP World Conservation Monitoring Centre. University of California Press. Berkely, USA.
- Hernández, G. 1995. Reptiles y Anfibios. En: Yum Balam A. C. 1995. Diagnóstico de la Región maya del norte del estado de Quintana Roo.
- Herrera S., J. A., Aranda, N., Troccoli G., L., Comín, F. A., y Madden, C. (2005). Eutrofización costera en la Península de Yucatán.
- Herrera S., J. A., Comín, F. A., y Capurro, L. (2005). Los usos y abusos de la zona costera en la península de Yucatán.
- INECC. (2022). *Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero 2019* (INEGEI). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. https://transparenciaclimatica.mx
- INEGI 2015. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Cuaderno estadístico.
- IPCC. (2021). *Sixth Assessment Report: Climate Change 2021 – The Physical Science Basis*. Intergovernmental Panel on Climate Change. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/
- Jones, J.K. et al. 1973. Annotated Checklist of Mammals of the Yucatan Peninsula, Mexico. I Occas. Papers Mus. Texas Tech. Univ. 13: 1-31.
- Lazcano, M., M. Vázquez-Sánchez, I. March, H. Núñez y M. Fuller. 1995. La Región de Yalahau: Propuesta para el Establecimiento de una Zona de Conservación y Desarrollo Sostenible en el Norte de Quintana Roo. CECRN, Colegio de la Frontera Sur, México.
- Lee, J.C. 1980. An Ecogeographic Analysis of the Herpetofauna of the Yucatán Península. Misc. Pub. Univ. Of Kansas. 67:1-75.
- Lee, J.C. 1996. The Amphibians and Reptiles of the Yucatan Peninsula. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press.
- Les, D., M. Cleland y M. Waycott, 1997. Phylogenetic Studies in Alismatidae, II: Evolution of Marine Angiosperms (Seagrasses) and Hydrophily. Systematic Botany, 22(3), 443-463.

- López-Calderón, J. y R. Riosmena-Rodríguez. 2010. Pastos marinos en Laguna San Ignacio, Baja California Sur: un ecosistema desatendido. CONABIO. Biodiversitas 93: 7-10.
- Lynch, J.F. 1989. Distribution of Overwintering Nearting Migrants in the Yucatan Peninsula, I. General Patterns of Occurrence. Condor 91: 515-544.
- MacKinnon H, B. 2013. Sal a pajarear Yucatán. Guía de aves. Editorial La Vaca Independiente. México, DF.
- MacKinnon, B. 2008. Seminario Sobre la Conservacion de la Zona Norte de Quintana Roo-Importancia del Norte de Quintana Roo para la Conservacion de las Aves Residentes y Migratorias. Cancun, Quintana Roo.
- Martínez M.L., Moreno–Casasola P. y Castillo S. 1993. Biodiversidad Costera: Playas y Dunas En: Salazar–Vallejo S. I. y González N.E. Eds. Biodiversidad Marina y Costera de México, pp.160–181 CONABIO y CIQRO, México.
- Miller TE., Gornish E.S. y Buckley H.L. 2010. Climate and coastal dune vegetation: disturbance, recovery and succession. Plant ecology 206:97–104.
- Moreno–Casasola P., Espejel I., Castillo S., Castillo–Campos G., Durán R., Pérez–Navarro J.J., León J.L., Olmsted I. y Trejo–Torres J. 1998. Flora de los ambientes arenosos y rocosos de las costas de México. En: Halffter G. (Comp.). La Diversidad Biológica de Iberoamérica Vol. II, pp.177–258 Acta Zoológica Mexicana, nueva serie, Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, México.
- Navarro, D. 1994. Biogeografía, Conservación y Diversidad de Mamíferos. En: Biodiversidad Faunística en la Península de Yucatán. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México.
- Navarro, D. T.Jiménez y, J. Juárez. 1990. Los Mamíferos de Quintana Roo. En: Diversidad Biológica en la Reserva de Sian ka´an, Quintana Roo, México. Daniel Navarro y John G. Robinson (Editores).
- Nellemann, C., E. Corcoran, C. M. Duarte, L. Valdes, C. DeYoung, L. Fonseca y G. Grimsditch (Eds). 2009. Blue Carbon. A Rapid Response Assesment. United Nations Environmental Programme. GRID-Arendal, www.grida.no.
- Niño-Torres C. A., M. C. García-Rivas, D. N. Castelblanco-Martínez, J. A. Padilla-Saldívar, M. P. Blanco-Parra and R. de la Parra-Venegas. 2015. Aquatic mammals from the Mexican Caribbean; a review. Hidrobiológica 25 (1): 127-138.
- Olmsted, I. y R. Durán G. 1986. Aspectos Ecológicos de la Selva Baja Inundable de la Reserva de la Biosfera de Sian ka´an, Quintana Roo, México. Biótica 11:151-179.
- Orellana, R., E. García de Miranda, I. Bañuelos, M. Balan, J.A. González-Iturbe, F. Herrera y J. Vidal. 1999. Climatología de la Península de Yucatán. P. Chico-Ponce de León, A. García de Fuentes. (eds.). Atlas de Procesos Territoriales de Yucatán.

- Pereira-Corona, A. (2005). Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial de la región Laguna de Bacalar: México. Universidad de Quintana Roo-Gobierno del Estado-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Pozo, C., Armijo Canto, N. y Calmé, S. (editoras). 2011. Riqueza Biológica de Quintana Roo. Un análisis para su conservación, Tomo I. El Colegio de la Frontera Sur (Ecosur), Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio), Gobierno del Estado de Quintana Roo y Programa de Pequeñas Donaciones (ppd). México, D. F.
- Rappole, J.H., E.S. Morton, T.E. Lovejoy,y J. Ruos. 1983. Neartic Avian Migrants in the Neotropics. U. S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service.
- Remolina, F. 1995. Mamíferos. En: Yum Balam A. C. 1995. Diagnóstico de la Región maya del Norte del Estado de Quintana Roo.
- Riosmena-Rodríguez, R., J. López-Calderón, P. Herrera. 2015. Diagnóstico y monitoreo de los manglares respecto a sus servicios ambientales en el ÁPFF Yum Balam. AICMMARH AC. Programa para la Conservación de Especies en Riesgo, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (Conanp). 82 p.
- Secretaría de Energía. (2022). *Prospectiva del sector eléctrico 2022–2036*. Gobierno de México. https://www.gob.mx/sener
- Shaver, D. J., K. M. Hart, I. Fujisaki, C. Rubio, A. R. Sartain-Iverson, J. Peña, D. Gomez-Gamez, R. J. González-Díaz-Mirón, P.M. Burchfield, H.J. Martínez y J. Ortíz. 2016. Migratory corridors of adult female Kemp's ridley turtles in the Gulf of Mexico. Biological Conservation, 194: 158 – 167.
- Shaver, D. J., K. M. Hart; I. Fujisaki, C. Rubio, A.R. Sartain, J. Peña, P.M. Burchfield, D. Gomez-Gamez y J. Ortíz. 2013. Foraging area fidelity for Kemp's ridleys in the Gulf of Mexico. Ecology and Evolution, 3: 2022 – 2012.
- Snedaker, S., J. Clarck e I. Olmsted. 1991. The Status of Biodiversity in Quintana Roo, Yucatán Peninsula. A Review Prepared by the Collaborating Institutions: CINVESTAV, Mérida, México; RSMAS/University of Miami, Miami; CIQRO, Chetumal, Q Roo, México; GEMA, Cancún, México; PRONATURA, Mérida, México; Audubon Society, Tavernier, Florida.
- Stadler, M., M. Salmon y C. Roberts. 2014. Ecological correlates of green turtle (*Chelonia mydas*) abundance on the nearshore worm reefs of Southeastern Florida. Journal of Coastal Research, doi: 10.2112/jcoastres.d.14.00070.1.
- Terborgh, J. 1989.- Where Have All the Birds Gone? Essays on the Biology and Conservation of Birds that Migrate to the American Tropics. Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey.

- Tobón, W., T. Urquiza, B. Ayala-Orozco, E. Calixto, J. Alarcón, P. Koleff, M. Kolb, G. Ramos-Fernández, P. A. D. Dias, C. Domingo-Balcells, V. Arroyo-Rodríguez, M. Améndola, E. García-Frapolli y T.Ortiz-Ávila 2012. Hacia un plan de conservación de los primates mexicanos: prioridades y estrategias. Boletín de la Asociación Mexicana de Primatología 7: 3–16.
- Torres L.N. y Bojórquez L.H. 2002. Las dunas costeras de Veracruz: Un paisaje amenazado. Revista Higiene 4:7–15.
- Trejo-Torres, J., R. Durán y I. Olmsted. 1993. Manglares de la Península de Yucatán. En: Salazar-Vallejo, S. y N. González (eds.). Biodiversidad Marina y Costera de México. CONABIO, CIQRO, México.