Área que clasifica. -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

Identificación del documento. -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

Partes clasificadas.- Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, RFC, CURP, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

Fundamento Legal. - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 115 segundo párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

Razones. - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

Firma del titular.- Julio César García Vergara

Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.– Resolución **ACTA_15_2026_SIPOT_2T_2026_ART 67_FVI,** en la sesión celebrada el 17 de Julio del 2026.

MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL



MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL, SIN ACTIVIDAD ALTAMENTE RIESGOSA, PARA SOLICITAR LA AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL DEL PROYECTO:

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE "*PROYECTO VENADO*", EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO

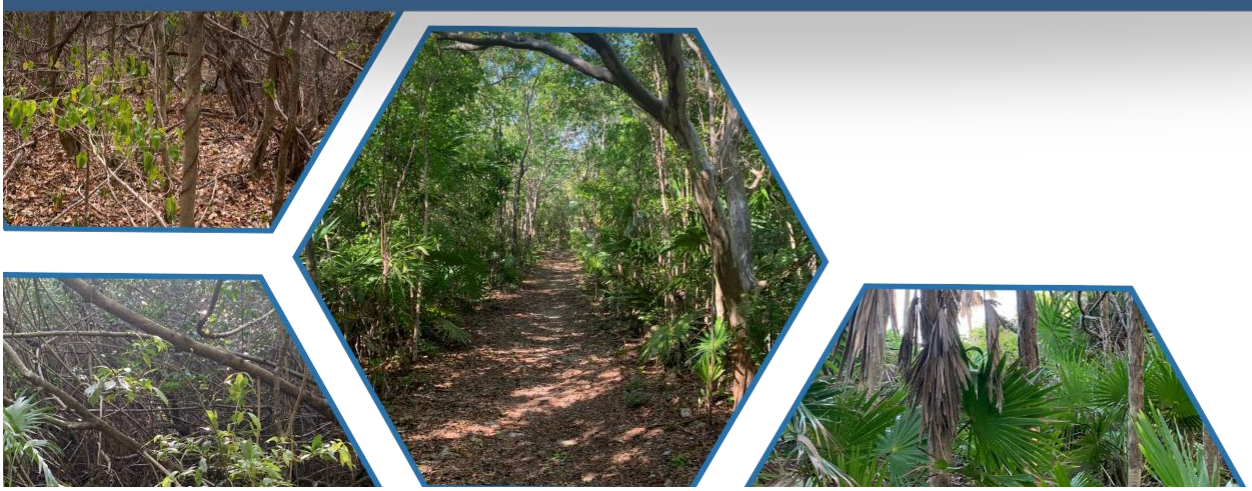
CON FUNDAMENTO EN EL ART. 28, FRACCIONES VII, IX, X; y EL ART. 30 DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE; EN EL ART. 5, INCISOS O, Q, R; EL ART. 9 y EL ART. 11 DE SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

ELABORADO POR:

PAS
Proyecto Ambiental y Sustentable SC

SEPTIEMBRE 2024









CAPÍTULO I

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

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO VENADO, EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO




I.1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

I.1.1. Nombre del proyecto

Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Objetivo del trámite:

Obtener la autorización en materia de impacto ambiental, a favor de la promovente ---------- para desarrollar las diferentes etapas del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo;* a través de la evaluación y resolución de su Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) que queda sujeta al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) a cargo de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) quién determinará la viabilidad ambiental del proyecto.

Fundamento legal:

El proyecto denominado *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo,* a través de la presente MIA-R queda sujeto al procedimiento de EIA con el objetivo de obtener la Autorización de Impacto Ambiental (AIA) emitida por la DGIRA de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), con fundamento en:

- El Artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), fracciones:
  - *VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;*
  - *IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros;*
  - *X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;*

  el cual dispone que, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades señaladas, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.
- El 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*.
- El Artículo 5° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), incisos y fracciones:

- *O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:*

  I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;

- 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.

- *R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales:*

  I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas, …

el cual dispone que, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades señaladas, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental.

- El Artículo 9° del REIA, el cualdispone 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*.
- El Artículo 11 del REIA, fracciones:

  - *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.

el cual dispone que, las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de los supuestos presentados en las fracciones señaladas.

El fundamento legal se estableció con base en las características del proyecto a desarrollar: "*Proyecto Venado"* es una obra de naturaleza turística de tipo hotelero-residencial, con amenidades y áreas de servicios, por lo que se considera un *desarrollo inmobiliario*; que por los componentes ambientales del predio seleccionado para su desarrollo y de la zona en la que está inmerso, entre los que se encuentran humedales costeros (manglares y cenotes), selvas inundables y playa, y colindante a la zona marina, se determina que el sistema natural corresponde a un *ecosistema costero,* lo cual coincide con la definición de ecosistema costero establecida en la fracción XIII Bis del artículo 3° de la LGEEPA, del que se lee también el siguiente extracto:

"…Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación".

Que para desarrollar el proyecto de interés se llevarán a cabo diversas actividades entre las que se encuentra el desmonte de cobertura vegetal forestal y el despalme del predio seleccionado, el cual se cataloga como un terreno forestal; por lo que se requiere realizar el cambio de uso de suelo en área forestal para destinarlo a un uso Turístico, de tipo hotelero-residencial.

Por lo expuesto previamente, se motiva la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo,* para obtener la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría y, así, desarrollar todas las etapas del mismo. Que la modalidad de la MIA presentada es Regional, debido a que el predio por aprovechar se encuentra en una región ecológica que comparte características ecológicas comunes como clima, tipo de suelo, relieve, tipos de vegetación, especies de fauna silvestre compartidas, presencia de humedales, sistema de aguas subterráneas, paisaje, procesos ecológicos, interacciones ecológicas y tipo de ecosistema (costero); además de que se ubica dentro de una Unidad de Gestión Ambiental denominada Corredor Turístico Punta Venado-Paamul, una unidad de ordenamiento territorial del POEL de Solidaridad considerada una unidad ecológica homogénea con Política Ambiental de Conservación, Vocación del uso de suelo Turística y Uso condicionado Turístico; por lo que se debe evaluar la interacción del proyecto con los componenetas ambientales regionales e identificar los impactos acumulativos, sinérgicos o residuales.

Descripción del proyecto:

El proyecto sujeto al procedimiento de EIA, *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo,* es una obra nueva que se propone desarrollar en un predio particular (propiedad privada) de 1,115,592.66 m^2 (111.55 ha), ubicada en el corredor turístico Punta Venado-Paamul, en la zona costera del municipio de Solidaridad y que, simultáneamente, forma parte de la región denominada Riviera Maya. "*Proyecto Venado*" consiste en un desarrollo inmobiliario turístico, de tipo hotelero residencial, el cual estará integrado por diversas áreas para la oferta de servicios de hospedaje, relajación y recreativos; por lo tanto, el proyecto es de Naturaleza Turística y se cataloga dentro del sector económico terciario (servicios) orientados al área de Turismo.

"*Proyecto Venado*" estará conformado por 108 cuartos de hotel, 50 suites especiales y 33 residencias, sumando una total de 191 unidades (llaves), las cuales serán complementadas con amenidades e infraestructura para brindar comodidad y servicios turísticos de calidad a sus huéspedes. El Desarrollo inmobiliario a establecer poseerá infraestructura para el goce de servicios básicos como electricidad, agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial; por ello, se considera el establecimiento de una Planta de Tratamientos de Aguas Residuales (PTAR) y una Planta de Ósmosis Inversa (POI). De forma general, las obras permanentes del proyecto se agrupan en las siguientes categorías (a desglosar en el capítulo II):

- Hotel (cuartos y suites)
- Residencias
- Áreas públicas
- Área de Servicios generales (BOH)
- Cuerpos de agua artificiales (lagos artificiales)
- Estacionamientos
- Vialidades
- Áreas verdes
- Área de conservación (manglar)

Para el establecimiento de las obras permanentes no se realizará el aprovechamiento de la superficie total del predio seleccionado, por lo tanto, se mantendrá cobertura vegetal original del terreno (remanentes de vegetación) en un 84.88% de la superficie total del predio, las cuales son independientes a la categoría de *áreas verdes* del proyecto. Las obras se establecerán en 16.868 ha, equivalente al 15.12% de la superficie total del predio. Durante la construcción del proyecto se llevarán a cabo diversas actividades y obras temporales/provisionales; por lo tanto, en las etapas de Preparación del sitio y Construcción se considera el desarrollo de lo siguiente:

- Obras temporales/provisionales: vías de acceso a la obra; caseta de vigilancia; campamento para trabajadores de obra; oficinas de campo de la constructora; oficinas de campo de la propietaria; comedor; área de sanitarios portátiles; área de primeros auxilios; patios de maniobras y maquinaria; bodegas; almacén de materiales; almacén de combustibles; almacén temporal de residuos; almacén de residuos peligrosos; área de lavado de camiones; estacionamiento; vivero provisional.
- Actividades: Limpieza del predio; instalación de vivero provisional; topografía; rescate y reubicación de flora y fauna silvestre; desmonte y despalme; excavaciones; nivelación; formación de plataformas de desplante; excavación de zanjas; cimentación; construcción de estructuras; cubiertas; acabados; conformación de cuerpos de agua artificiales; instalación eléctrica, red de agua potable, red de drenaje sanitario y red pluvial; establecimiento de PTAR y POI; construcción de pozos; establecimiento de áreas verdes; reforestación; desmantelamiento de áreas temporales/provisionales. Durante la operación de la obra se brindará mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones.

Con las actividades y obras a llevar a cabo durante el desarrollo del proyecto existirán distintas fuentes que potencialmente generarán impactos ambientales, tanto temporales como permanentes; por ello, se implementarán diversas medidas de manejo ambiental para prevenir, mitigar y/o compensar esos impactos.

I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, se desarrollará en un predio con una superficie total de 1,115,592.66 m2 (111.55 ha), conformado por dos lotes particulares: Carretera Federal 307, S/N, Lote 001, Manzana 002, Fracción 2 de la Fracción 1 Predio Punta Venado, con 1,110,172.03 m^2; y Lote 001-2, Manzana 009, Predio INA-Xcaret, municipio de Solidaridad, Quintana Roo, con 5,420.63 m^2. Ambos lotes integran la superficie total del terreno donde se desarrollará el proyecto, es decir, el predio general; de aquí en adelante, a través de la presente MIA-R se hará referencia como **predio del proyecto** a la superficie total conformada por ambos lotes.

El predio del proyecto se ubica en la zona costera al centro del municipio de Solidaridad, en la región norte de la entidad federativa de Quintana Roo; particularmente el polígono de interés se localiza en el corredor turístico Punta Venado-Paamul, dentro de la región denominada Riviera Maya, destino turístico mexicano reconocido a nivel internacional. El predio del proyecto se encuentra a 9 km de distancia de la ciudad de Playa del Carmen y aproximadamente a 8.5 km de Puerto Aventuras. La Carretera Federal 307 tramo Tulum-Cancún fungirá como la vía de acceso al predio seleccionado.

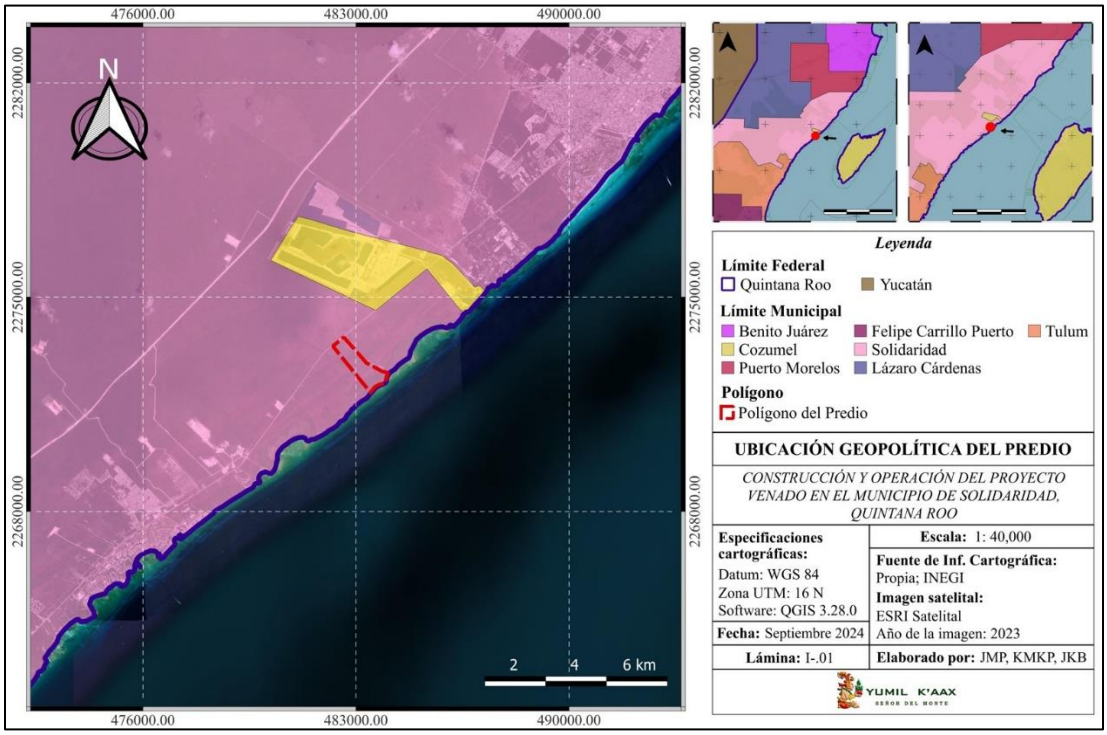


Lámina I.1. Ubicación del predio del proyecto en el municipio de Solidaridad.

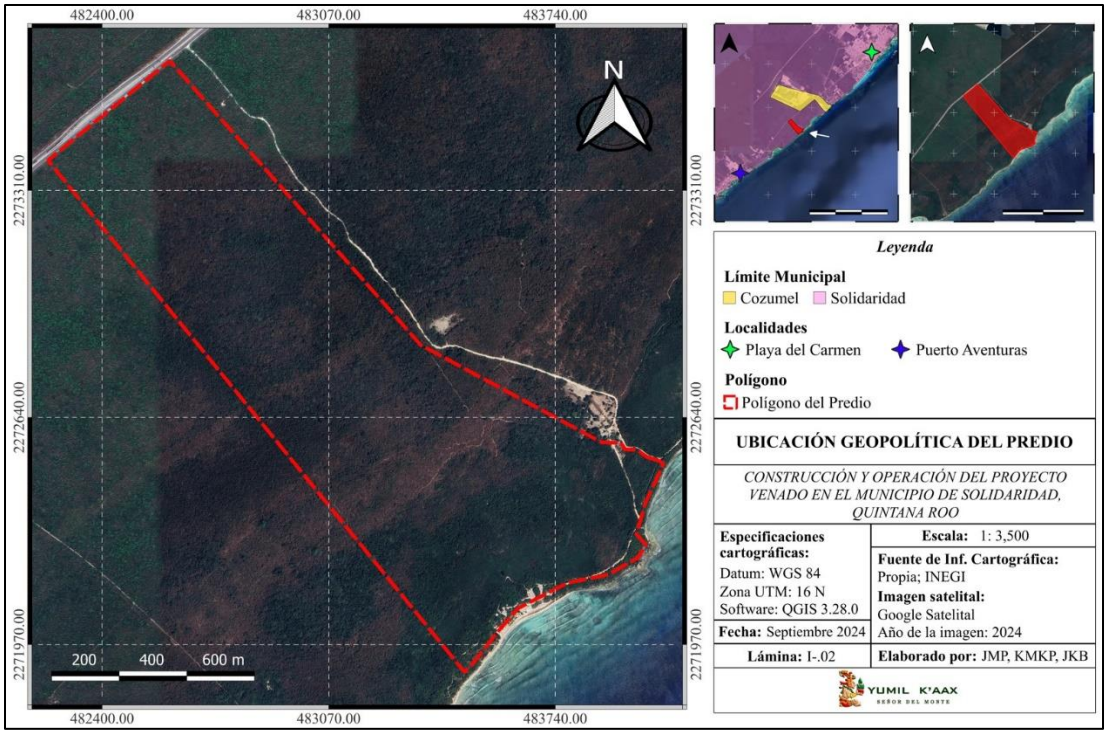


Lámina I.2. Predio donde se desarrollará "*Proyecto Venado*".

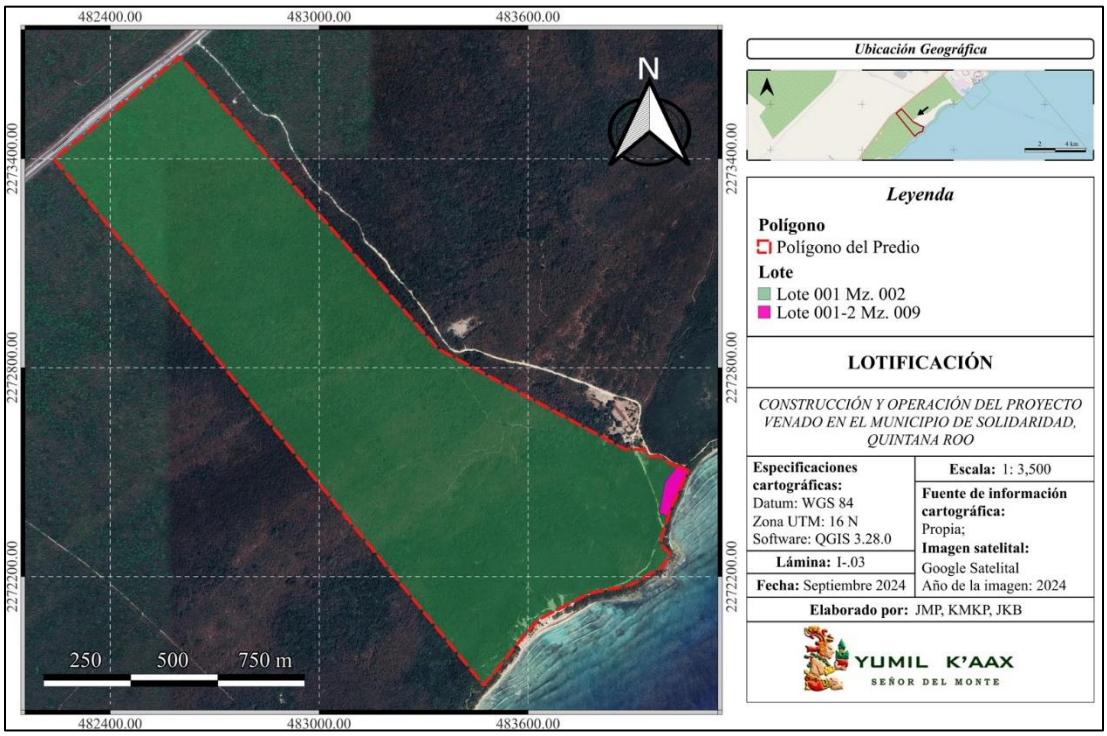


Lámina I.3. Lotes que integran el predio general donde se desarrollará "*Proyecto Venado*".

El predio del proyecto cuenta con un frente de playa aproximado de 940 metros de longitud, con vista al Mar Caribe; la Zona Federal Marítima Terrestre colindante se conforma por playa de arena y playa rocosa. El polígono total cuenta con las siguientes colindancias:

- Al norte y noreste colinda con el Lote 001, Fracción 1 de la Fracción 1 del Predio Punta Venado.
- Al sur y suroeste colinda con el Lote 001, Fracción 3 de la Fracción 1 del Predio Punta Venado.
- Al este colinda con Zona Federal Marítima Terrestre.
- Al oeste colinda con la Carretera Federal 307 (Tulum-Cancún).

I.1.3. Duración del proyecto

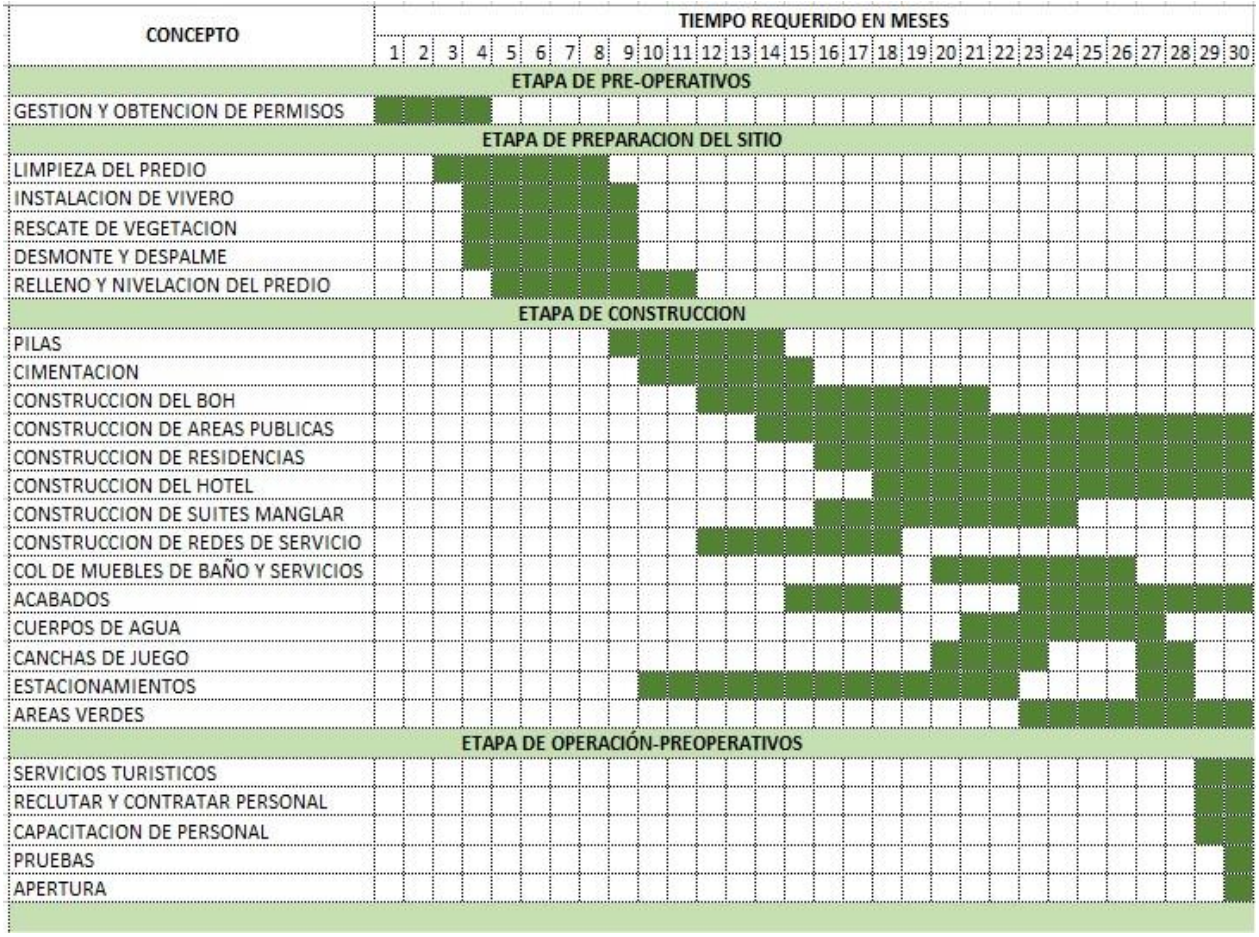
Para desarrollar el proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, se solicita un plazo de 30 meses para las etapas de Preparación del Sitio y Construcción; y 50 años para la etapa de Operación y mantenimiento:

- Etapa de Preparación del Sitio y Etapa de Construcción se desarrollarán en 30 meses, equivalentes a 2 años y medio, de acuerdo con el Programa General de Trabajo del proyecto.
- La etapa de Operación y Mantenimiento de todas las áreas en conjunto como un Desarrollo Inmobiliario integral, se desarrollará durante el tiempo de vida útil del proyecto, el cual se estima

en al menos de 50 años. Cabe mencionar que, el tiempo de vida útil de las obras a construir puede extenderse a más años al recibir un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo; asimismo, la implementación de las medidas de manejo ambiental contribuirá a reducir los efectos negativos por la presencia de las obras en el terreno, previniendo y mitigando los posibles impactos ambientales que puedan generarse con la operación y mantenimiento del proyecto. Por lo tanto, de extenderse el tiempo de vida útil del proyecto se solicitarán las autorizaciones correspondientes para continuar con su operación y mantenimiento.

A continuación, se presenta el programa de trabajo de las etapas de Preparación del Sitio y Construcción del proyecto, desglosado en los 30 meses estimados:

Tabla I.1. Programa general de trabajo del proyecto.



En la tabla anterior, se aprecia el concepto "Etapa de Operación" dentro de los 30 meses solicitados para la las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, sin embargo, son actividades que se consideran

preoperativas, es decir, aquellas actividades ocasionales relacionadas a la apertura de una nueva instalación. Por lo anterior, se incluyen dentro de los 30 meses. La etapa de Operación y Mantenimiento del proyecto, en el cual se incluye el uso de instalaciones por parte de turistas para hospedaje y actividades recreativas (funcionamiento del desarrollo inmobiliario) se llevará a cabo en un plazo de 50 años; en este plazo se continuará con actividades de reclutamiento y capacitación de personal operativo.

Etapa de abandono del sitio

Debido a que el tiempo de vida útil del proyecto puede extenderse a más de 50 años, bajo el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo, no se contempla la etapa de abandono del sitio del proyecto. En este sentido, se espera operar la obra en un plazo muy amplio debido al tiempo de vida útil estimado del proyecto. Sin embargo, en caso de que la autoridad ambiental requiriera el abandono del sitio (previa justificación y fundamentación correspondientes) 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 área donde se ubica "Proyecto Venado"*. Para dicho programa se considerará el total y tipo de obras presentes en el predio; las actividades de desmantelamiento y/o retiro de obras; manejo de residuos a generar; acciones de rehabilitación de áreas susceptibles a recuperar; la normatividad ambiental vigente; y se plantearán pronósticos ambientales posterior al abandono del predio.

Cabe señalar que, las obras temporales/provisionales propuestas para fungir como apoyo durante la construcción del proyecto, serán desmanteladas al concluir la etapa de construcción. Una vez realizado el desmantelamiento, las superficies podrán tener dos destinos finales: ser sustituidas por obra permanente del proyecto o ser reforestadas; con ello, se disminuye el impacto negativo sobre la cobertura vegetal del predio, al reducir la superficie de deforestación empleada para establecer el proyecto.

I.1.4. Presentación de la documentación legal

Anexo a la presente MIA-R, se incluyen los siguientes documentos legales:

- Copia del *Testimonio del Instrumento de Constitución de "Residencial Punta Venado", Sociedad Anónima de Capital Variable.* Instrumento número 54,876; Libro 1576; de fecha 24 de marzo de 2021. A través de este instrumento se Designa como Apoderado de la sociedad Residencial Punta Venado S.A. de C.V. al señor Andrés Chico Hernández.

- Copia de la Identificación oficial del representante legal de la empresa promovente: Pasaporte de los Estados Unidos Mexicanos No. N00775369 del señor Andrés Chico Hernández.

- Copia de las escrituras públicas de subdivisión de los Lotes que integran el predio del proyecto:

- Escritura Pública Número P.A. 118,055, Volumen 1196/2022, de fecha 17 de febrero de 2022; del Lote 001, Fracción 2 de la Fracción 1 del Predio Punta Venado.

- Escritura Pública Número P.A. 118,054, Volumen 1196/2022, de fecha 17 de febrero de 2022; del Lote 001-2, Predio INA-Xcaret.

En cuanto a los documentos técnicos y el anexo fotográfico que sustentan los resultados contenidos en el estudio, se incluyen en el capítulo VIII de la presente MIA-R.

I.2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. Nombre o razón social

I.2.2. Registro Federal de Contribuyentes del promovente

I.2.3. Nombre y cargo del representante legal

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

Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del representante legal

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

Teléfono:

Correo electrónico:

I.2.5. Nombre del responsable técnico del estudio

Registro Federal de Contribuyentes (RFC)

Nombre del responsable técnico del estudio

Registro Federal de Contribuyentes del responsable técnico del estudio

Clave Única de Registro de Población del responsable técnico del estudio

Número de Cédula Profesional del responsable técnico del estudio

Dirección del responsable técnico del estudio

Teléfono:

Correo electrónico:







CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO VENADO, EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO




II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

"Proyecto Venado" es un nuevo desarrollo a establecer en la región costera del municipio de Solidaridad Quintana Roo. El proyecto, de naturaleza turística con uso hotelero-residencial, estará integrado en su fase operativa por distintas obras civiles, infraestructura y espacios para brindar servicios de hospedaje, recreativos y de relajación; los huéspedes y visitantes podrán gozar de instalaciones de calidad inmersas entre la naturaleza del sitio, envueltas en una atmósfera y belleza escénica características del ecosistema costero del estado de Quintana Roo, con presencia de una rica biodiversidad representada por flora y fauna nativas de la región. El concepto del proyecto se definió con base en criterios de: protección del ambiente y los componentes naturales del sitio; un modelo de desarrollo sustentable (desarrollo sostenible) integrando sus tres pilares: el ecológico, económico y social; y la búsqueda de confort, calidad, armonía y estética.

El desarrollo turístico *"Proyecto Venado"* se establecerá en un predio con una superficie total 1,115,592.66 m^2 (111.55 ha), del cual se realizará el aprovechamiento de 168,685.50 m^2 (16.86 ha), equivalente al 15.12% de la superficie total del terreno, para el desplante de obras civiles, vialidades, cuerpos de agua artificiales y áreas verdes (camellones, jardines y superficies reforestadas de áreas previamente impactadas), quedando 94.69 ha, equivalentes al 84.88% de la superficie total del predio, sin construcción de obras por lo que se mantendrán: remanentes de la vegetación que actualmente se distribuye en el predio; estructuras kársticas sin modificar y el manglar como *área de conservación*.

El predio se encuentra en la región "Riviera Maya", por lo que tiene un potencial turístico alto; particularmente, se ubica en el corredor turístico Punta Venado-Paamul delimitado como la UGA 16, la cual, el POEL del municipio de Solidaridad, señala como una unidad con recursos naturales intactos, en estado natural con una superficie afectada muy reducida, en la que se permitirá establecimiento de desarrollos turísticos de baja intensidad que integren el escenario natural y sus recursos en el diseño de los proyectos.

El nuevo proyecto consideró la distribución actual de los elementos naturales del predio, para determinar la cantidad y distribución de obras a construir. "*Proyecto Venado*" estará conformado por 108 cuartos de hotel, 50 suites especiales y 33 residencias, sumando una total de 191 unidades (llaves), las cuales serán complementadas con áreas públicas, áreas de servicios generales, áreas verdes e infraestructura para el goce de servicios como electricidad, agua potable, drenaje sanitario y drenaje pluvial; también, se considera el establecimiento de una Planta de Tratamientos de Aguas Residuales (PTAR) para el manejo integral de aguas negras y una Planta de Ósmosis Inversa (POI) para obtener agua potable.

Durante la operación del proyecto los huéspedes podrán desarrollar actividades domiciliarias; recreativas de sol y playa; caminatas; deportes al aire libre; consumo de alimentos y bebidas; observación y fotografía de naturaleza; de relajación y contemplación. Por su parte, el personal operativo desarrollará actividades

administrativas; de asistencia; preparación de alimentos y bebidas; limpieza y mantenimiento; supervisión ambiental y monitoreo.

Debido al tipo de obras a establecer con el proyecto propuesto y por los componentes ambientales que se encuentran en el predio seleccionado para construirlo, es necesario implementar medidas ambientales para prevenir, minimizar o compensar las posibles afectaciones que se generarán en el ecosistema natural por la presencia de "*Proyecto Venado*". En este sentido, es necesario que previamente se identifiquen las fuentes que pudieran generar impactos ambientales en el sitio y posteriormente listar las afectaciones sobre el sistema natural, para que, derivado de ello se realice la propuesta de las medidas más adecuadas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales detectados. Para llevar a cabo lo anterior, se requiere la descripción de las obras y actividades a ejecutar con el desarrollo del proyecto; señalar dimensiones; establecer el programa de trabajo; proporcionar coordenadas de ubicación e identificar el tipo de vegetación en las que se establecerán; en conjunto, se podrán identificar los elementos que posiblemente generarán impactos ambientales en el sistema ambiental regional.

Dentro de este contexto, "*Proyecto Venado*" se evaluará de forma integral a través de la presente Manifestación de Impacto ambiental modalidad Regional (MIA-R) bajo el nombre de trámite *Construcción y Operación de "Proyecto Venado", en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, la cual queda sujeta al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental a cargo de la SEMARNAT a través de la DGIRA. El objetivo de establecer "*Proyecto Venado*" es el de crear un desarrollo inmobiliario con un ambiente confortable inmerso en naturaleza para proporcionar alojamiento, experiencias y servicios de alta calidad a turistas del municipio de Solidaridad y de la región "Riviera Maya". El proyecto contribuirá a cubrir la demanda turística de sitios de hospedaje y recreativos del estado de Quintana Roo; los desarrollos de tipo hotelero y hotelero-residencial son elementos importantes en la industria turística, ya que el tipo de infraestructura, servicios y capacidad, contribuyen a posicionar a un sitio determinado como un destino turístico de relevancia, además, promueve la inversión e impulsa la economía de una región.

"*Proyecto Venado*" se desarrollará orientado bajo principios del desarrollo sustentable, con la finalidad de reducir los impactos ambientales sobre el sistema natural y, así, coadyuvar a evitar el desequilibrio ecológico del ecosistema costero regional. Lo anterior es importante ya que, los desarrollos turísticos tradicionales del pasado generaron una gran cantidad de impactos ambientales que contribuyeron al deterioro y/o pérdida de sistemas naturales claves del ecosistema, necesarios para el equilibrio de sí mismo y para el aporte de servicios ambientales benéficos para el ser humano, como los manglares. Los tiempos actuales exigen que el desarrollo de proyectos turísticos, como "*Proyecto Venado*", sean bajo un modelo de aprovechamiento responsable que considere los componentes naturales del sitio y los integre a su diseño, por medio del cual

se establecerán obras amigables con el ambiente y con menor impacto sobre los elementos naturales para contribuir con la conservación de hábitats y recursos naturales claves del ecosistema.

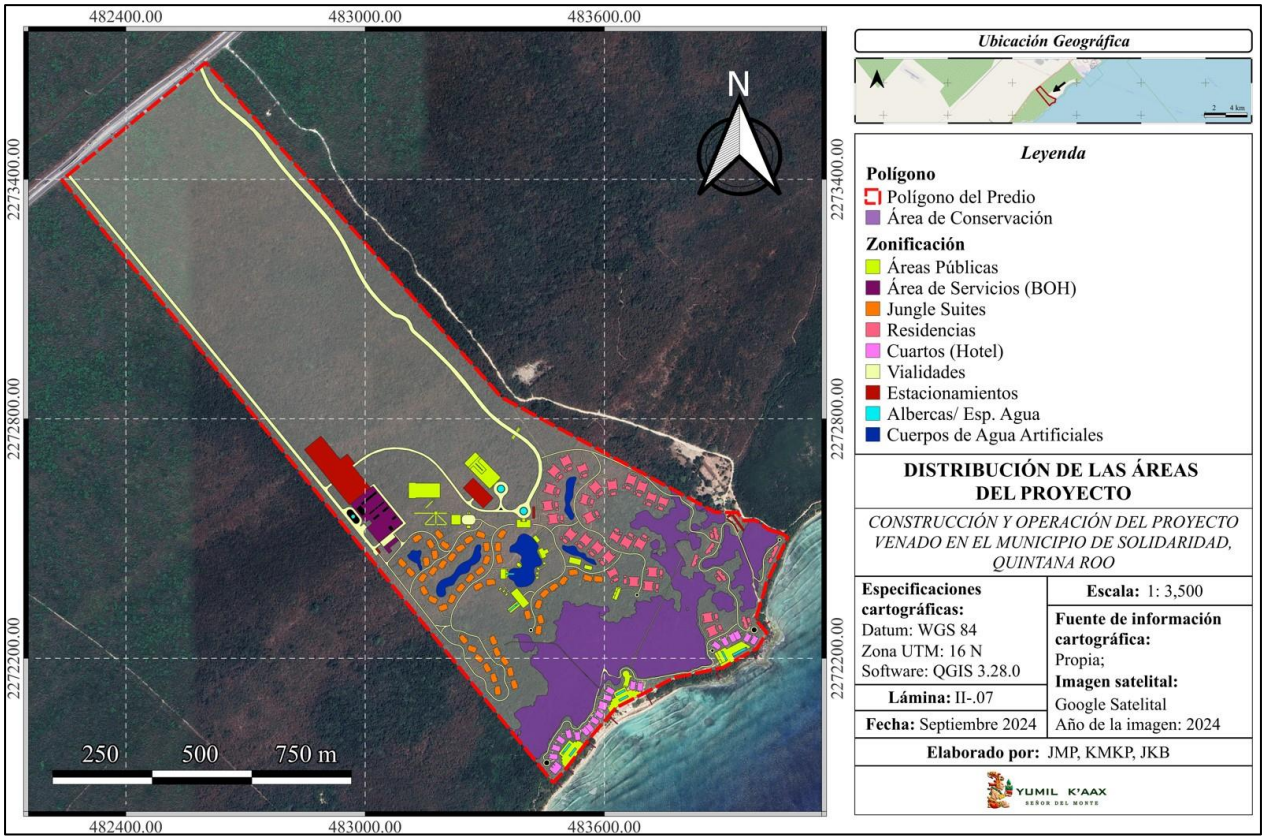


Lámina II.1. "*Proyecto Venado*", a desarrollar en un predio en el municipio de Solidaridad.

A continuación, a través del capítulo II de la MIA-R del proyecto *Construcción y Operación de "Proyecto Venado", en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo,* se presentan las obras, actividades, elementos, procedimientos constructivos, tiempos de construcción, ubicación, distribución y dimensiones, que integrarán a "*Proyecto Venado*". La información presentada se complementa con los planos de obra, las memorias técnicas, los documentos Excel con coordenadas y los archivos shape o kml, que se adjuntan en los anexos de esta MIA-R; los archivos shape y kml, por su tipo, se incluyen en las copias digitales.

II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa

Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo es un proyecto nuevo que estará integrado por diversas obras, áreas e infraestructura para la oferta de servicios turísticos de hospedaje, recreativos y de relajación; específicamente estará conformado por 108 cuartos de hotel, 50 suites especiales, 33 residencias, áreas públicas, área de servicios generales (BOH), cuerpos de agua artificiales (lagos artificiales), estacionamientos, vialidades, áreas verdes y área de conservación

(manglar). Por sus características, "*Proyecto Venado*" corresponde a un Desarrollo Turístico de uso de tipo hotelero-residencial, por lo tanto, se clasifica dentro del sector económico terciario, es decir, al área de servicios, particularmente orientado al área de turismo.

El proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo* se realizará mediante inversión privada, con la cual la promovente podrá desarrollar un conjunto de obras y actividades para ejecutar las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento de "*Proyecto Venado*". Para determinar las obras y actividades del proyecto, su distribución, cantidad, tipo y orientación, se realizó el análisis de factibilidad técnico, legal y ambiental del predio seleccionado, considerando los componentes ambientales del sitio; las leyes y reglamentos en materia ambiental aplicables; el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad; el Programa Municipal de Desarrollo Urbano; los programas de manejo de Áreas Naturales Protegidas cercanas; los pronósticos de los efectos del cambio climático y los riesgos por fenómenos naturales.

El diseño de "*Proyecto Venado*" tiene un concepto que busca realzar la belleza y estética de la naturaleza del predio donde se establecerá; las obras tendrán diseños y acabados finos, así como características que mezclan el lujo y el confort, los cuales se seleccionaron de forma que armonicen con el entorno para crear un ambiente de comodidad y bienestar para los huéspedes. Las obras del proyecto estarán inmersas entre la vegetación del predio; los colores seleccionados para las obras mitigarán un impacto visual para que no altere significativamente el paisaje y su belleza. La construcción se limitará al desplante de obras, manteniendo en condiciones originales el resto de la vegetación en superficies que no sean aprovechadas; por lo tanto, se mantendrán en pie especies nativas y árboles de gran talla en el sitio.

Integrar los elementos naturales del predio al proyecto atiende la necesidad de desarrollar obras más amigables con el ambiente para reducir el impacto sobre el ecosistema natural, con lo cual se contribuirá a conservar biodiversidad, servicios ambientales y recursos naturales de la región, indispensables para un ambiente sano y mantener en buen estado al propio ecosistema y permitir el desarrollo de las poblaciones humanas locales. Además, existen beneficios que la naturaleza proporciona al ser humano como mejorar la salud física, generar bienestar emocional y reducir el estrés; por ello, las obras rodeadas de naturaleza son una alternativa que brinda comodidad y bienestar a los huéspedes, visitantes e, incluso, a los trabajadores. Aunado a lo anterior, la naturaleza es imprescindible para el turismo en el estado de Quintana Roo, por lo que es importante conservar los paisajes naturales y la biodiversidad que fungen como el atractivo principal para visitar las costas de la entidad y de los cuales depende la calidad y viabilidad del sector turístico.

Con el concepto definido y el conocimiento de los componentes del predio seleccionado, se realizó el diseño previo de "*Proyecto Venado*" determinando las obras, cantidad y distribución. Posteriormente, se realizaron

visitas de campo al predio para identificar que el diseño establecido no afectara o que no coincidiera con elementos frágiles, vulnerables, protegidos o claves del sistema natural del terreno. Con la toma de evidencia de campo, cada vez más puntual, se realizó un ajuste minucioso del proyecto mediante el cambio en la distribución y orientación de algunas unidades; la eliminación de obras para asegurar la protección de sitios vulnerables; la modificación de la trayectoria de algunas vialidades; la identificación de los sitios prioritarios para establecer pasos de fauna silvestre; la identificación de los sitios previamente impactados factibles para ser aprovechados con el nuevo proyecto; la selección de áreas a reforestar; y la modificación de los accesos de playa. Con ello, el proyecto se ajustó al terreno para reducir impactos ambientales. Con el diseño final se elaboró el "*plano llave*" (también denominado *master plan* o *plano conjunto*) del proyecto.

El diseño final de "*Proyecto Venado*" integra las siguientes obras y actividades:

Obras permanentes

El proyecto estará integrado de distintas áreas, las cuales de forma general se agrupan en las siguientes categorías:

- Hotel (cuartos y suites)
- Residencias
- Áreas públicas
- Área de Servicios generales (BOH)
- Cuerpos de agua artificiales (lagos artificiales)
- Estacionamientos
- Vialidades
- Áreas verdes
- Área de conservación (manglar)

Las categorías y obras que las integran se describen en el apartado siguiente denominado *II.1.3. Descripción de las obras y actividades que integrarán al proyecto.*

Con el desarrollo del proyecto se construirán distintos pozos: 2 pozos de extracción de agua salobre, a 15 metros de profundidad; 2 pozos de inyección de agua de rechazo de la Planta De Ósmosis Inversa (POI), a 45 metros de profundidad; 1 pozo de inyección de excedente de agua tratada de La Planta De Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), de 80 a 120 metros de profundidad; 185 pozos pluviales, con una zona de absorción de entre los 12 hasta los 24 metros de profundidad. *Los descripción de los pozos, la POI y la PTAR, se presentará en el apartado II.2. de la presente MIA-R.*

Obras temporales/provisionales

Para llevar a cabo la construcción del proyecto se establecerán obras temporales/provisionales, con el fin de contar con espacios para el almacén de equipos, materiales y maquinaria, así como para que los trabajadores desarrollen actividades complementarias que harán posible la construcción de las obras permanentes. Las obras temporales/provisionales son las siguientes:

- Vías de acceso a la obra
- Caseta de vigilancia
- Campamento para trabajadores de obra
- Oficinas de campo de la constructora
- Oficinas de campo de la propietaria
- Comedor
- Área de sanitarios portátiles
- Área de primeros auxilios
- Patios de maniobras y maquinaria
- Bodegas
- Almacén de materiales
- Almacén de combustibles
- Almacén temporal de residuos
- Almacén temporal de residuos peligrosos
- Área de lavado de camiones
- Estacionamiento
- Vivero provisional

Las obras temporales/provisionales se describen en el apartado siguiente denominado *II.1.3. Descripción de las obras y actividades que integrarán al proyecto.*

Brechas en ZOFEMAT

Todas las obras del proyecto se establecerán dentro del predio seleccionado, sin embargo, por las condiciones de la Zona Federal Marítimo Terrestre colindante que posee vegetación de matorral costero, se requiere establecer senderos rústicos que permitan acceder hasta la zona de playa. Para lo anterior, se realizará la remoción de vegetación para abrir 6 brechas rústicas que conectarán a 6 de los 8 andadores (accesos a playa) que estarán dentro del predio; los dos andadores restantes no poseerán brechas porque colindan con zonas de arena sin vegetación, por lo que no es necesario remover cobertura vegetal. Cabe

mencionar que, tanto las obras civiles como el mobiliario turísticos (camastros, sillas, sombrillas, etc.), se establecerán dentro del predio, lo cual se determinó para reducir el impacto sobre la ZOFEMAT.

Actividades para desarrollar el proyecto

Para el desarrollo del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo,* se realizarán diversas actividades divididas en tres etapas: preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento. Las primeras dos etapas mencionadas abarcan el período para preparar el terreno y construir todas las obras de "*Proyecto Venado*" y la tercera etapa abarca el período para operar dichas obras establecidas. Distinguir las actividades a llevar a cabo con el proyecto permitirá identificar los impactos que podrían generarse durante el desarrollo de este (se señalarán en el capítulo V de la presente MIA-R). Las actividades a desarrollar serán:

Actividades a desarrollar durante la preparación del sitio

- Limpieza del predio y desmantelamiento de obras existentes
- Instalación de vivero provisional
- Delimitación de áreas a impactar (topografía)
- Establecimiento de obras temporales
- Rescate y reubicación de flora y fauna silvestre
- Desmonte y despalme
- Excavaciones
- Nivelación
- Supervisión ambiental

Actividades a desarrollar durante la construcción

- Formación de plataformas de desplante
- Excavación de zanjas
- Cimentación
- Construcción de estructuras
- Cubiertas
- Acabados
- Conformación de cuerpos de agua artificiales (Lagos artificiales)
- Instalación eléctrica
- Instalación de red de agua potable y red de drenaje sanitario
- Instalación de red pluvial (pozos pluviales)

- Establecimiento de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)
- Planta de Ósmosis Inversa (POI)
- Construcción de pozos de extracción, de rechazo y de inyección de excedente de aguas tratadas
- Establecimiento de áreas verdes
- Reforestación
- Desmantelamiento de áreas temporales/provisionales
- Supervisión ambiental

Actividades a desarrollar durante la operación y mantenimiento

- Operación de instalaciones
- Elaboración de alimentos y bebidas
- Uso de vialidades y caminos
- Actividades recreativas y de descanso
- Uso de energía eléctrica
- Empleo de agua potable
- Generación de residuos
- Supervisión ambiental y seguimiento de cumplimiento de medidas ambientales y condicionantes
- Monitoreo de componentes ambientales
- Mantenimiento preventivo y correctivo de instalaciones

La descripción y procedimientos de las actividades a desarrollar se presentan en el apartado *II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA* del presente capítulo II.

Objetivos durante el desarrollo del proyecto

El desarrollo de actividades y el establecimiento de obras civiles por el "*Proyecto Venado*" podrían generar diversos impactos sobre los componentes ambientales del predio seleccionado e, incluso, de la región donde se ubica. Debido a ello, se establecen diversos objetivos en materia de protección ambiental para cumplir durante el desarrollo del proyecto, con el fin de reducir, prevenir y/o mitigar las afectaciones o cambios adversos sobre el sistema natural del predio o el sistema ambiental regional. Con lo anterior se establece la base para determinar las acciones a ejecutar para la protección de los elementos naturales de la zona, así como para mitigar o adaptarse a los efectos del cambio climático.

Los objetivos y acciones para la protección ambiental y mitigación/adaptación a los efectos del cambio climático durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto son:

Tabla II.1. Objetivos y acciones de desarrollo en las etapas de preparación del sitio y construcción.

Objetivo	Acciones
Proteger componentes claves del sistema natural del predio donde se desarrollará el proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.*	▪ Realizar el desmonte y despalme del predio en los sitios manifestados y autorizados para desarrollar el proyecto. ▪ No realizar desmonte de ninguna superficie cubierta de manglar. ▪ Realizar la construcción de obras civiles fuera de cenotes del predio. ▪ Respetar un área de amortiguamiento de los cenotes del predio donde no se construirán obras civiles permanentes, con el fin de evitar posibles afectaciones. ▪ Realizar el manejo integral de los residuos para evitar la contaminación del suelo, agua (subterránea y superficial) y la atmósfera. ▪ Establecer la infraestructura de almacenamiento temporal de residuos (sólidos, líquidos y peligrosos) alejados de cenotes, vegetación de manglar, la playa y el mar, para evitar la posible contaminación de dichos sistemas naturales. ▪ Mantener cobertura original del predio para contribuir a conservar especies de plantas nativas de la región. ▪ Mantener especies de plantas nativas de la región para contribuir a conservar recursos para el desarrollo de fauna silvestre nativa de la región. ▪ Realizar el aprovechamiento dentro del terreno seleccionado con base en los criterios permitidos del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio de la región para asegurar la preservación de recursos naturales y el paisaje del ecosistema costero del municipio de Solidaridad. ▪ Obtener insumos y materiales necesarios para el proyecto, de proveedores autorizados para su venta y suministro, para evitar la sobreexplotación de recursos naturales de la región.
Proteger los componentes ambientales de mayor vulnerabilidad en el predio donde se desarrollará el proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.*	▪ El manglar y la selva de transición (que posee algunos ejemplares dispersos de manglar) brindan diversos servicios ecosistémicos que permiten proteger al ecosistema costero, así como mitigar o adaptarse a ciertos efectos del cambio climático, lo que directa e indirectamente benefician al ser humano. Sin embargo, estos se vieron fuertemente amenazados por muchos años a causa del cambio de uso de suelo, sobreexplotación y pérdida del hábitat, por ello, es importante conservar la cobertura existente en el predio de esos tipos de vegetación para mantener los servicios que brinda; esto se logrará dentro del predio a través de: no remover o cortar manglar; no obstruir el flujo de agua que alimenta la vegetación del manglar; realizar el manejo integral de residuos para evitar la contaminación del suelo y el agua que nutre el manglar. ▪ El predio seleccionado para el proyecto colinda con playa (arenosa y rocosa); este sistema natural puede verse modificado significativamente en su estructura, composición y forma por la construcción de obras civiles, excavaciones, dragado de arena, obstrucción y cambio en el transporte de nutrientes, así como por fenómenos naturales como tormentas, ciclones tropicales y aumento del nivel del mar. Para evitar su afectación se realizará

Objetivo	Acciones
	lo siguiente: no se construirán obras civiles para fines recreativos en el mar; no se construirán obras civiles permanentes en la playa; las obras del proyecto se establecerán dentro de los límites del predio; no se extraerá arena de la playa; realizar inspecciones en la playa para detectar posibles afectaciones; realizar manejo integral de residuos; realizar monitoreo en la playa colindante, posterior al paso de un ciclón tropical o tormenta para detectar impactos y así proponer las medidas de mantenimiento o correctivas más adecuadas.
Proteger especies en alguna categoría de riesgo registradas en el predio, mediante acciones que aseguren su permanencia y desarrollo en el sistema ambiental de la zona.	▪ No realizar la extracción de especies de flora y fauna silvestre del predio. ▪ Implementar un programa de rescate y reubicación de flora previo al desmonte en el predio; se priorizará el rescate de especies en alguna categoría de riesgo. ▪ Implementar un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre durante el desarrollo del proyecto, para ahuyentar o rescatar animales susceptibles a afectaciones por las actividades de desmonte, despalme y construcción de obras. ▪ Se implementará el Programa de conservación de manglar, para asegurar la permanencia de las cuatro especies de mangle registradas en el predio. ▪ Se implementará el Programa de protección de tortugas marinas, para asegurar que no sean afectadas durante el desarrollo del proyecto en el predio seleccionado, el cual colinda con playa arenosa donde se registró la presencia de dichos reptiles marinos. ▪ Capacitar al personal de obra para concientizar sobre el cuidado y la importancia de la vida silvestre en el predio. ▪ Llevar a cabo la Supervisión ambiental para asegurar que se implementen las medidas ambientales propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales. ▪ Establecer pasos de fauna con el proyecto para permitir el desplazamiento de la fauna silvestre en el predio y así ellos puedan acceder a los recursos naturales necesarios para su desarrollo. ▪ Reforestar sitios previamente impactados y que no serán aprovechados con el proyecto, para reestablecer la conexión de fragmentos de vegetación. ▪ Establecer como área de conservación el polígono con cobertura de manglar del predio.
Reducir la generación de impactos sobre el ambiente durante el desarrollo del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.*	▪ Establecer medidas de manejo ambiental que contribuyan a prevenir la generación de impactos sobre el ambiente. ▪ Realizar la vigilancia del desarrollo del proyecto para garantizar que se apliquen las medidas de manejo ambiental propuestas. ▪ Realizar la supervisión ambiental para detectar la efectividad de la aplicación de las medidas de manejo ambiental propuestas. ▪ Brindar a los trabajadores pláticas sobre la aplicación de las medidas de manejo ambiental. ▪ Realizar un manejo integral de los residuos generados. ▪ Verificar el buen estado de la maquinaria y vehículos que ingresen y se empleen en trabajos dentro del predio para asegurar

Objetivo	Acciones
	que no se generen emisiones a la atmósfera fuera de los límites permitidos establecidos en la normatividad ambiental. ▪ No realizar quema de residuos en el predio ni en ningún sitio colindante. ▪ Establecer elementos y sistemas contraincendios que ayuden a evitar incendios que afecten la vegetación del predio.
Mitigar los impactos ambientales que se generen durante el desarrollo del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, para reducir los efectos adversos sobre el ambiente.	▪ Ante la generación de los impactos sobre el ambiente, se aplicarán medidas de manejo ambiental que contribuirán a minimizar la intensidad con la que se manifiesten los efectos adversos sobre el sistema ambiental. ▪ Realizar la vigilancia de la aplicación de las medidas de manejo ambiental propuestas. ▪ Realizar la supervisión ambiental para detectar la efectividad de las medidas aplicadas. ▪ Brindar a los trabajadores pláticas sobre la aplicación de las medidas de manejo ambiental. ▪ Realizar inspección y monitoreo de los componentes ambientales del predio para registrar su estado y detectar posibles efectos adversos sobre sus elementos. ▪ Establecer elementos y sistemas contraincendios que ayuden a evitar incendios que afecten la vegetación del predio.
Reducir la presencia de fuentes generadoras de impactos ambientales durante el desarrollo del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.*	▪ Establecer convenios con empresas y proveedores para reducir la generación de residuos sólidos y peligrosos, a través de adquirir los insumos en mayores cantidades para disminuir embalajes particulares. ▪ Verificar el buen funcionamiento de la maquinaria a emplear durante las etapas de preparación del sitio y construcción. ▪ Implementar acciones como el humedecer el material fino para prevenir la suspensión de partículas en la atmósfera. ▪ Apegarse a los procesos constructivos de las obras propuestas. ▪ Instalar unidades de acopio temporal en buenas condiciones, de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, para evitar fugas o dispersión de residuos. ▪ Realizar la construcción de las obras señaladas en la presente MIA-R, en las superficies que sean autorizadas para reducir el impacto sobre el suelo y la vegetación del predio. ▪ Reforestar áreas previamente impactadas y que no serán aprovechadas para el proyecto, con el fin de reducir la fragmentación de la vegetación del predio.
Dar cumplimiento a las disposiciones normativas en materia ambiental, de carácter federal, estatal y municipal.	▪ Identificar los instrumentos normativos que rigen la región donde se encuentra el predio, para dar cumplimiento a las disposiciones jurídicas, criterios y lineamientos, que tienen como finalidad regular el desarrollo de obras de origen humano y proteger los elementos naturales del sistema ambiental. ▪ Contar con un supervisor ambiental que observe las actualizaciones a la normatividad ambiental aplicable al proyecto a desarrollar, para continuar implementando las disposiciones jurídicas que contribuyan a proteger el ambiente.

Objetivo	Acciones
	▪ Brindar a los trabajadores pláticas de actualización sobre los criterios, lineamientos y disposiciones jurídicas en materia ambiental a implementar durante el desarrollo del proyecto.
Construir el proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo* respetando los límites de desplante establecidos, para evitar el impacto sobre el suelo en mayor superficie de la prevista.	▪ Realizar la Vigilancia ambiental durante el desarrollo del proyecto para garantizar que se respeten las superficies de desplante de acuerdo con lo propuesto en la presente MIA-R. ▪ Realizar el trazado y topografía en los sitios de construcción y desplante de obras, previo al inicio de cada obra para respetar las superficies de impacto señaladas. ▪ Establecer áreas verdes para mantener superficies permeables dentro del predio. ▪ Reforestar áreas previamente impactadas en el predio y que no serán ocupadas por las nuevas obras propuestas, con la finalidad de recuperar cobertura vegetal y proteger suelo natural. ▪ Realizar la Supervisión ambiental para asegurar que se implementen las medidas ambientales para proteger el suelo del predio. ▪ Realizar el manejo integral de los residuos a generar. ▪ Conservar vegetación original del predio. ▪ Respetar el área de conservación de manglar. ▪ No extraer material de suelo del predio en sitios con vegetación original del terreno. Solo podrá reutilizarse el material de suelo producto de las excavaciones en los sitios de desplante de las obras autorizadas.
Desarrollar el proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo* sin contaminar el suelo del predio, áreas colindantes y/o del Sistema Ambiental Regional (SAR).	▪ Realizar el manejo integral de residuos sólidos, líquidos y peligrosos a generar: clasificación, acopio temporal y transporte a sitios de disposición final autorizados. ▪ Instalación de unidades de acopio temporal de residuos dentro del predio: contenedores con tapa y sanitarios portátiles. ▪ Realizar la protección de suelos mediante la instalación de lonas sobre las superficies a ocupar para revisión de equipos en el patio de maniobras y verificación de que la maquinaria no posea fugas para evitar derrames de sustancias contaminantes. ▪ Valorización, acopio temporal y disposición final en sitios autorizados, de residuos generados con el proyecto que sean susceptibles a reúso y reciclaje. ▪ Realizar Vigilancia ambiental para garantizar que se apliquen las medidas de manejo ambiental propuestas.
Desarrollar el proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo* sin contaminar el aire/atmósfera del predio, áreas colindantes y/o del Sistema Ambiental Regional (SAR).	▪ Identificar y dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas que establecen los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera. ▪ Verificar que la maquinaria empleada durante el desarrollo del proyecto se encuentre en óptimas condiciones para respetar las disposiciones normativas en materia de emisiones. ▪ No realizar la quema de residuos sólidos en el predio, sitios colindantes o el SAR. ▪ Realizar Vigilancia ambiental para garantizar que se apliquen las medidas de manejo ambiental propuestas.

Objetivo	Acciones
Proteger especies de flora y fauna silvestre de la región, para no comprometer la existencia o permanencia de las especies nativas.	▪ Reubicar en las áreas verdes (camellones, áreas ajardinadas y áreas a reforestar) del predio las especies de flora rescatadas durante el desarrollo del proyecto. ▪ El enriquecimiento de las áreas verdes del proyecto se realizará con especies nativas de la región para no afectar los ejemplares de las especies reubicadas. ▪ Se mantendrán remanentes de vegetación original del predio para conservar especies nativas de la región. ▪ Ahuyentar a la fauna silvestre de los sitios de construcción durante el desarrollo del proyecto, para evitar la afectación de los individuos. ▪ Se prohibirá la extracción o aprovechamiento directo de especies de fauna silvestre del predio o la región. ▪ Las especies de flora no podrán ser extraídas del predio para fines de lucro. ▪ Se prohíbe la introducción de especies exóticas de fauna silvestre en el predio o el SAR. ▪ Se prohíbe la introducción de especies exóticas con potencial de invasoras de flora, en el predio o en el SAR. ▪ Se brindará a los trabajadores pláticas sobre la importancia de la protección de flora y fauna silvestre nativa de la región. ▪ Se realizará la Supervisión Ambiental para verificar que se implementen las medidas ambientales.
Generar fuentes con efectos positivos durante el desarrollo del proyecto.	▪ Identificar las posibles fuentes generadoras de impactos positivos sobre el ambiente. ▪ Establecer elementos dentro del proyecto que generen efectos positivos sobre el ambiente, como: establecimiento de áreas verdes, reforestación y mantenimiento de superficies permeables. ▪ Establecer condiciones adecuadas de trabajo para que los trabajadores puedan desempañar sus actividades de forma segura y, a la vez, cumplir con la aplicación de medidas de manejo ambiental.
Desarrollar un proyecto compatible con el uso de suelo predominante de la región.	▪ Establecer en el proyecto elementos que permitan que éste sea compatible con el uso de suelo actual de la zona donde se ubica el predio para su desarrollo. El predio se encuentra en la región costera del municipio de Solidaridad, que forma parte de la Riviera Maya, región internacionalmente conocida por la oferta de servicios turísticos; la preferencia de esta región es por la belleza de los paisajes y sus playas, así como la riqueza de su biodiversidad. En este sentido, el turismo de la región depende de la presencia de componentes ambientales y la presencia de infraestructura turística para hospedaje y servicios recreativos. Por ello, el desarrollo del proyecto propuesto es compatible con las obras existentes en la región. ▪ De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, el predio se encuentra en la Unidad de Gestión ambiental (UGA) 16 denominada corredor turístico

Objetivo	Acciones
	Punta Venado-Paamul. En esta UGA en el que se permite de forma condicionada el establecimiento de proyectos turísticos. ▪ Respetar el diseño del proyecto que integra elementos compatibles con los usos del suelo de la región. ▪ Establecer el proyecto en el predio seleccionado bajo criterios de regulación ambiental de la normatividad aplicable, para no fragmentar otras comunidades de vegetación presentes en el SAR, de acuerdo con lo señalado en las cartas de uso de suelo y vegetación del INEGI serie VII, complementado con la información obtenida en las visitas de campo.
Reducir la vulnerabilidad de los elementos naturales y antrópicos, así como del personal, que integrarán el proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo* para minimizar los efectos derivados de la incidencia de fenómenos naturales en la región, algunos de los cuales se han intensificado por el cambio climático.	▪ Previo a definir las obras del proyecto, se realizó el estudio y análisis de las condiciones ambientales de la zona donde se ubica el predio. Asimismo, se llevaron a cabo estudios técnicos complementarios para determinar los posibles escenarios de inundación del predio para definir los materiales, alturas y formas de las obras a construir. ▪ Se establecerán medidas de manejo ambiental para atender previo, durante y después, los fenómenos naturales. ▪ Identificar la temporada de lluvias y de ciclones tropicales en la región, para implementar las medidas preventivas correspondientes. ▪ Atender las instrucciones de Protección Civil durante la temporada, o ante la incidencia, de fenómenos hidrometeorológicos. ▪ Proteger la integridad de los trabajadores en obra, mediante la suspensión de actividades ante la incidencia de fenómenos naturales que representen un peligro de gran magnitud a la salud humana. ▪ Posterior al paso de los fenómenos hidrometeorológicos, se realizará la inspección del predio y la obra, para detectar el posible daño de algún elemento del proyecto en desarrollo, y de esta forma determinar las medidas correctivas necesarias. ▪ Emplear materiales resistentes a las condiciones atmosféricas y climáticas de la región. ▪ Crear un plan de contingencias ambientales para implementar durante el desarrollo del proyecto. ▪ Conservar elementos naturales vulnerables del predio: proteger el manglar, proteger la playa, proteger los cenotes y mantener la representación de los tipos de vegetación registrados en el predio. ▪ Proteger fauna silvestre del predio para asegurar que se mantengan procesos ecológicos que contribuyan a conservar otros componentes naturales del terreno. Por ejemplo, mantener la dispersión de semillas y la polinización que permita mantener vegetación nativa del predio.
Reducir la vulnerabilidad de los elementos naturales y antrópicos, así como del personal, que integrarán el proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad,*	▪ Reducir la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y emisiones a la atmósfera, mediante el empleo de maquinaria en óptimas condiciones y/o modelos más recientes los cuales contemplan en su tecnología la reducción de emisiones. ▪ Mantener remanentes de vegetación original del predio y establecer áreas verdes en el proyecto para conservar servicios

Objetivo	Acciones
Quintana Roo, para minimizar los efectos del cambio climático.	ambientales como: captación de carbono; mantener áreas con sombra y áreas húmedas que contribuyan a regular los cambios de temperatura, en especial ante el incremento de esta en la región. ▪ Emplear materiales resistentes a fenómenos hidrometeorológicos de gran intensidad. ▪ Respetar el diseño de las obras ya que consideran elementos y ecotecnias (como ventilación cruzada) para reducir el uso de equipos como aires acondicionados o calefacción. También se emplearán equipos ahorradores de energía eléctrica. Con lo anterior, se contribuye a la estrategia estatal de eficiencia energética. ▪ Establecer la planta de tratamiento de aguas residuales para reutilizar agua tratada. ▪ Establecer la planta de ósmosis inversa (planta desaladora) para suministro de agua potable al proyecto; con ello se reduce la presión sobre el acuífero por sobreexplotación del mismo para extracción de agua dulce. ▪ No afectar comunidades de vegetación existentes en el SAR, protegiendo elementos naturales que contribuyen con la fijación del suelo; secuestro de carbono; regulación de temperatura; mantenimiento de áreas permeables; prevención de inundaciones; barrera contra vientos; prevención de erosión eólica entre otros. ▪ Establecer como área de conservación el polígono de vegetación de manglar, para mantener los servicios ambientales que brinda.

Para la etapa de operación y mantenimiento, los objetivos y acciones planteados son los siguientes:

Tabla II.2. Objetivos y acciones de desarrollo en la etapa de operación y mantenimiento.

Objetivo	Acciones
Proteger componentes claves del sistema natural del predio durante la operación del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.*	▪ No realizar desmonte de ninguna superficie cubierta de manglar. ▪ Brindar mantenimiento (riego diario y poda) de las áreas verdes como camellones y zonas ajardinadas; en los remanentes de vegetación original del predio se permitirá que éstos se mantengan mediante procesos naturales, ya que las especies de flora están adaptadas al ecosistema. ▪ Realizar el monitoreo de las áreas reforestadas para asegurar su desarrollo y supervivencia. ▪ No se realizará remoción o corte de ejemplares de manglar. ▪ Realizar el manejo integral de los residuos para evitar la contaminación del suelo, agua (subterránea y superficial) y la atmósfera. ▪ Establecer la infraestructura de almacenamiento temporal de residuos (sólidos, líquidos y peligrosos) alejados de cenotes, vegetación de manglar, la playa y el mar, para evitar la posible contaminación de dichos sistemas naturales.

Objetivo	Acciones
	▪ Obtener insumos necesarios para el proyecto de proveedores autorizados para su venta y suministro, para evitar la sobreexplotación de recursos naturales de la región.
Proteger los componentes ambientales de mayor vulnerabilidad en el predio durante la operación del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.*	▪ Para continuar la protección de las especies de mangle en el predio, se implementará lo siguiente: no remover o cortar manglar; no obstruir el flujo de agua que alimenta la vegetación del manglar; realizar el manejo integral de residuos para evitar la contaminación del suelo y el agua que nutre el manglar. ▪ Para continuar la protección de la playa se implementará lo siguiente: el mobiliario turístico del proyecto se establecerá dentro de los límites del predio; no se extraerá arena de la playa; realizar inspecciones en la playa para detectar posibles afectaciones; realizar manejo integral de residuos; realizar monitoreo en la playa colindante, posterior al paso de un ciclón tropical o tormenta para detectar impactos y así proponer las medidas de mantenimiento o correctivas más adecuadas.
Proteger especies en alguna categoría de riesgo registradas en el predio, mediante acciones que aseguren su permanencia y desarrollo en el sistema ambiental de la zona.	▪ No realizar la extracción de especies de flora y fauna silvestre del predio. ▪ Implementar un programa de manejo integral de flora y fauna dentro del proyecto para establecer acciones de protección durante la operación del mismo. ▪ Se implementará el Programa de conservación de manglar, para asegurar la permanencia de las cuatro especies de mangle registradas en el predio. ▪ Se implementará el Programa de protección de tortugas marinas, para asegurar que no sean afectadas durante el desarrollo del proyecto en el predio seleccionado, el cual colinda con playa arenosa donde se registró la presencia de dichos reptiles marinos. ▪ Capacitar al personal de obra para concientizar sobre el cuidado y la importancia de la vida silvestre en el predio. ▪ Llevar a cabo la Supervisión ambiental para asegurar que se implementen las medidas ambientales propuestas para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales. ▪ Realizar el monitoreo de los sitios reforestados. ▪ Monitoreo del área de conservación con cobertura de manglar del predio.
Reducir la generación de impactos sobre el ambiente durante la operación y mantenimiento del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.*	▪ Continuar la implementación de medidas de manejo ambiental que contribuyan a prevenir la generación de impactos sobre el ambiente. ▪ Señalar a los trabajadores, visitantes, residentes y huéspedes las medidas de manejo ambiental a implementar para prevenir la generación de impactos ambientales, principalmente, a través de señaléticas en el proyecto, y de instrucciones y reglamentos brindados en las habitaciones o lobby del hotel. ▪ Ante la detección de generación de impactos adversos sobre el sistema ambiental por la operación y mantenimiento de las instalaciones, la administración del proyecto deberá implementar nuevas medidas que garanticen la prevención de impactos. ▪ Ante la detección del incumplimiento de la aplicación de medidas ambientales que propicie efectos adversos que comprometan la salud o integridad de los elementos naturales del sistema ambiental, los responsables serán dispuestos ante las

Objetivo	Acciones
	autoridades correspondientes, con la finalidad de subsanar, revertir y restaurar las condiciones ambientales del medio.
Mitigar los impactos ambientales que se generen durante el desarrollo del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, para reducir los efectos adversos sobre el ambiente.	▪ Ante la manifestación de un impacto ambiental, se aplicarán medidas de manejo ambiental que contribuirán a minimizar la intensidad con la que se manifiesten los efectos adversos sobre el sistema. ▪ Señalar al personal, visitantes, residentes y huéspedes, las medidas de manejo ambiental a implementar para prevenir la generación de impactos ambientales.
Reducir la presencia de fuentes generadoras de impactos ambientales durante la operación y mantenimiento del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.*	▪ Establecer convenios con empresas y proveedores para reducir la generación de residuos sólidos y peligrosos, a través de adquirir los insumos en mayores cantidades para disminuir embalajes particulares. ▪ Mantener unidades de acopio temporal de residuos sólidos en buenas condiciones para evitar dispersión de residuos. ▪ Verificar el buen funcionamiento de la Planta de tratamiento de aguas residuales, así como brindarle el mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente. ▪ Verificar el buen funcionamiento de la Planta de ósmosis inversa y brindarle mantenimiento frecuente. ▪ Mantener la superficie permeable y las áreas verdes del proyecto. ▪ No desarrollar nuevas actividades de construcción sin antes obtener las autorizaciones correspondientes emitidas por la autoridad ambiental facultada para tal fin. ▪ No remover cobertura vegetal no autorizada del predio.
Dar cumplimiento a las disposiciones normativas en materia ambiental, de carácter federal, estatal y municipal.	▪ Continuar con el cumplimiento de las disposiciones jurídicas, criterios y lineamientos, que tiene como finalidad regular el desarrollo de obras de origen humano y proteger los elementos naturales del sistema ambiental. ▪ Apegarse a los procedimientos legales establecidos en las leyes y reglamentos correspondientes, en caso de tener interés de realizar modificaciones al proyecto. ▪ Obtener licencias y permisos otorgados por el municipio y el estado para desarrollar el proyecto.
Operar y brindar mantenimiento al proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, sin contaminar el suelo del predio, áreas colindantes y/o del Sistema Ambiental Regional (SAR).	▪ Manejo integral de residuos sólidos, líquidos y peligrosos a generar: clasificación, acopio temporal y transporte a sitios de disposición final autorizados. ▪ Mantenimiento de unidades de acopio temporal de residuos dentro del predio y de la infraestructura de almacén temporal de residuos sólidos y peligrosos. ▪ Mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales. ▪ Mantenimiento de la planta de ósmosis inversa. ▪ Valorización de residuos susceptibles a reúso y reciclaje.
Operar y brindar mantenimiento al proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, sin contaminar el aire/atmósfera del predio, áreas colindantes y/o del Sistema Ambiental Regional (SAR).	▪ Identificar y dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas que establecen los límites máximos permisibles de emisiones a la atmósfera. ▪ No realizar la quema de residuos en el predio, sitios colindantes o el SAR. ▪ En caso de emplear maquinaria para el mantenimiento de vialidades ante la incidencia de fenómenos hidrometeorológicos u otros, se verificará que se encuentren en óptimas condiciones para evitar que se rebasen los límites máximos permisibles de

Objetivo	Acciones
	emisiones a la atmósfera, de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
Proteger especies de flora y fauna silvestre de la región, para no comprometer la existencia o permanencia de las especies nativas.	▪ Brindar mantenimiento constante a las áreas verdes del proyecto. ▪ Mantener la cobertura vegetal del predio, tanto de las áreas verdes como de los remanentes de vegetación original del terreno, para ello se prohibirá la extracción de especies de flora y fauna silvestre en el sitio; se mantendrán limpias las áreas que evite la contaminación del suelo y agua, así como evitar incendios; establecer un equipo y sistema contraincendios. ▪ Implementar medidas de manejo ambiental para continuar la protección del manglar. ▪ Permitir el libre tránsito de la fauna silvestre en las áreas verdes del proyecto y colindancias, siempre y cuando esto no genere afectación a la integridad del organismo o de algún habitante/visitante del proyecto. En caso de que un organismo esté susceptible de daño por presencia humana, o de que se detecte un animal de importancia médica en área de actividades humanas, se rescatará y reubicará en el área de conservación o en un remanente de vegetación original con las condiciones adecuadas para su desarrollo. ▪ Se señalará a los empleados, huéspedes y visitantes las actividades no permitidas para mantener el bienestar de la fauna silvestre. ▪ No se podrá alimentar a la fauna silvestre. Se realizará el manejo integral de los residuos para evitar que la fauna silvestre lo consuma o quede atrapada en ella. ▪ De detectar algún individuo de fauna silvestre de importancia médica para los habitantes/visitantes del proyecto y que la reubicación dentro del predio no sea la opción más factible, se notificará a las autoridades ambientales correspondientes para el rescate y reubicación del organismo. ▪ Estará prohibido la extracción o aprovechamiento directo de especies de fauna silvestre del predio o la región. ▪ Estará prohibido molestar a la fauna silvestre. ▪ Estará prohibido extraer especies de flora de las áreas verdes. ▪ En caso de acceder con mascotas, estas deberán ser vigiladas y estar controladas por sus dueños, para evitar la afectación de especies de flora y fauna silvestre de la zona.
Mantener las fuentes con efectos positivos durante la operación del proyecto.	▪ Brindar mantenimiento a las áreas verdes del proyecto. ▪ Mantener las superficies permeables del proyecto. ▪ Reducir el consumo de energía eléctrica mediante el empleo de electrodomésticos o equipos ahorradores. ▪ Reducir el consumo de agua potable de la red municipal, obteniendo agua potable por medio de la planta de ósmosis inversa y aprovechando el uso de agua previamente tratada de la planta de tratamiento de aguas residuales. ▪ Proteger la cobertura de manglar del predio. ▪ Inspección de los remanentes de vegetación original del predio para asegurar que mantienen buenas condiciones y que no existen elementos que puedan poner en riesgo su permanencia.
Reducir la vulnerabilidad de los elementos naturales y antrópicos, así como de los trabajadores y usuarios, que integrarán el	▪ Identificar la temporada de lluvias y ciclones tropicales en la región, para implementar medidas de prevención para no exponer

Objetivo	Acciones
proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo,* para minimizar los efectos derivados de la incidencia de fenómenos naturales en la región.	a daños significativos a las personas dentro del proyecto, así como evitar la afectación de los componentes ambientales. ▪ Atender las instrucciones de Protección Civil durante la temporada, o ante la incidencia, de fenómenos hidrometeorológicos. ▪ Posterior al paso de los fenómenos hidrometeorológicos, se realizará la inspección del predio y las instalaciones, para detectar el posible daño de algún elemento del proyecto, y de esta forma determinar las medidas correctivas necesarias. ▪ Implementar el plan de contingencias ambientales del proyecto.
Reducir la vulnerabilidad de los elementos naturales y antrópicos, así como de los ocupantes y usuarios, que integrarán el proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo,* para minimizar los efectos del cambio climático.	▪ Reducir la generación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y emisiones a la atmósfera, mediante el empleo de electrodomésticos que contribuyan con el ahorro de energía, así como implementar buenas prácticas de consumo de energía. ▪ Brindar mantenimiento a las áreas verdes e inspeccionar los remanentes de vegetación original del proyecto para mantener los servicios ambientales. ▪ Brindar mantenimiento a las instalaciones del proyecto y sustituir aquellos materiales que se deterioren. ▪ Brindar mantenimiento a la planta de tratamiento de aguas residuales para reutilizar agua tratada y reducir el consumo de agua potable. ▪ Brindar mantenimiento a la planta de ósmosis inversa para reducir el consumo de agua de la red municipal y evitar la extracción de agua dulce del acuífero. ▪ No remover la cobertura vegetal del predio en nuevos sitios no autorizados y no afectar comunidades de vegetación existentes en el SAR, protegiendo así elementos naturales que contribuyen con la fijación del suelo; secuestro de carbono; regulación de temperatura; mantenimiento de áreas permeables; prevención de inundaciones; barrera contra vientos; prevención de erosión del suelo, entre otros.

Los objetivos propuestos permitirán desarrollar un proyecto viable ambientalmente, garantizando no generar desequilibrio ecológico del sistema ambiental y no comprometer la existencia o permanencia de especies de vida silvestre de la región. El proyecto se construirá bajo criterios que contemplan la naturaleza del terreno, como el microrelieve, las estructuras kársticas y los tipos de vegetación más vulnerables, para construir las obras de forma que no pongan en riesgo su existencia; asimismo, conocer los componentes del suelo así como los factores climáticos permitirá establecer obras civiles resistentes a las condiciones ambientales del predio para no comprometer la integridad de los empleados, huéspedes y visitantes de "*Proyecto Venado*". El proyecto a desarrollar generará beneficios socioeconómicos por la oferta de empleos temporales y permanentes durante todas las etapas de ejecución, además de que se producirá el aprovechamiento de insumos y servicios de la región, contribuyendo a la generación de empleos indirectos y con ello ingresos locales, lo que beneficia a las poblaciones y asentamientos humanos de la zona.

II.1.2. Justificación

La Riviera Maya, en el estado de Quintana Roo, es una región reconocida a nivel mundial por la belleza de sus paisajes costeros, la riqueza biológica y la representación de la cultura maya, con una alta demanda del turismo nacional e internacional, lo que ha propiciado que se diversifique y amplíe la oferta de servicios turísticos; por ello, en la zona existe una variedad de servicios de alojamiento, transporte, oferta de actividades recreativas, acuáticas y deportivas, entre otros. La presencia de hoteles, restaurantes y atracciones turísticas ha impulsado el desarrollo económico de la Riviera Maya, que abarca desde Puerto Morelos hasta Punta Allen, por la generación de empleos y aumento de ingresos locales, contribuyendo incluso a preservar la cultura y brindar oportunidades a productores locales y artesanos.

La demanda del turismo recreativo (de sol y playa) y de naturaleza en la Riviera Maya continúa en aumento, lo que beneficia tanto al estado de Quintana Roo como al país al fungir como una puerta para la inversión y demanda de recursos locales y nacionales; ante la posición de esa región como un destino turístico popular se ha creado nuevas oportunidades de crecimiento para otros tipos de turismo, como el de negocios, de aventura, de eventos y convenciones, propiciando la inversión y mejora de la infraestructura para cubrir las necesidades de los visitantes, estableciendo nuevos sitios de alojamiento, áreas para congresos y conciertos, transporte, restaurantes, entre otros. Así, los nuevos mercados impulsan el desarrollo económico de la región que depende del sector terciario, influyendo sobre la calidad de vida de las poblaciones locales.

Los beneficios socioeconómicos del turismo son notorios en la región de la Riviera Maya, sin embargo, la actividad humana no planificada adecuadamente crea presión sobre el ecosistema y recursos naturales, amenazando el desarrollo, permanencia y existencia de los componentes ambientales del lugar, siendo esto último de mucha preocupación para aquellas regiones en las que el desarrollo turístico depende de la naturaleza y las condiciones en las que esté. Además, el deterioro de los ecosistemas naturales no solo pone en riesgo la fuente de ingresos de una región, sino que compromete la salud de sus poblaciones humanas al reducir la disponibilidad de recursos naturales y de servicios ambientales que mantienen un ambiente sano para su desarrollo. Es por ello que el desarrollo turístico en la actualidad debe ser bajo un modelo sustentable, para encontrar un equilibrio entre el crecimiento económico y la conservación del ambiente.

Si bien, en el estado de Quintana Roo y sus regiones turísticas la oferta de servicios para la demanda de distintos tipos de turismo genera un importante beneficio económico, también ha generado impactos sobre el ambiente, afectando sistemas vulnerables y frágiles como playas, manglares y arrecifes de coral; aunado a ello, el cambio de uso de suelo ha provocado la pérdida de hábitat y con ello el desplazamiento de la fauna silvestre nativa de la región. Por lo tanto, el sector público federal, estatal y municipal, cuenta actualmente con diversas herramientas que regulen el desarrollo de proyectos en las costas del estado de Quintana Roo,

con el fin de proteger los componentes ambientales, recursos naturales y servicios naturales de los ecosistemas de la entidad. Así, por medio de leyes y reglamentos en materia ambiental; programas de ordenamiento territorial y desarrollo urbano; Áreas Naturales Protegidas; vigilancia de la aplicación de la normatividad ambiental y evaluación de proyectos en materia de impacto ambiental a través de las secretaría de medio ambiente como SEMARNAT y SEMA; se regula el establecimiento de proyectos en ecosistemas naturales para un desarrollo próspero y sustentable que implemente prácticas responsables para el aprovechamiento de los recursos naturales, los servicios ambientales y el uso del suelo.

Con la protección de los ecosistemas y sus componentes naturales en el estado de Quintana Roo, se garantiza la protección de un ambiente sano para el desarrollo de las poblaciones humanas que lo habitan; y asegura el mantenimiento del flujo del turismo que impulsa el desarrollo económico de la entidad. En consecuencia, la actividad turística incrementa y, con ello, la demanda de servicios que motiva la inversión privada en el sector inmobiliario (hotelero, residencial y comercial), así como la inversión pública para la mejora de la infraestructura para el goce de servicios básicos y el mantenimiento de vías de comunicación. Esta inversión pública y privada también benefician el desarrollo social de las poblaciones humanas de la región. En este sentido, tanto la protección del ambiente como la inversión económica son imprescindibles para continuar con el desarrollo de las comunidades de la entidad de Quintana Roo y regiones como la Riviera Maya, razón por la cual las autoridades locales impulsan la inversión y desarrollo de proyectos que amplíen la oferta y variedad de servicios turísticos pero que, actualmente, coincidan con el modelo del desarrollo sustentable.

Considerando factores como el flujo de turismo, la creciente demanda de servicios turísticos, la belleza de los paisajes naturales, el acceso a insumos locales, la apertura de nuevos mercados y la diversificación e incremento de las poblaciones humanas; la inversión en la Riviera Maya para el desarrollo de un proyecto inmobiliario turístico es una opción factible. Derivado de lo anterior, la empresa ----------., tiene la propuesta de construir y operar "*Proyecto Venado*", a establecer en un predio en el municipio de Solidaridad, parte de la región de la Riviera Maya; el proyecto consiste en un desarrollo inmobiliario que poseerá un ambiente confortable inmerso en naturaleza para proporcionar alojamiento, experiencias y servicios de alta calidad a sus huéspedes. El proyecto se integrará de elementos y áreas que contribuirán a cubrir las necesidades del turismo de sol y playa, de naturaleza, de negocios, de convenciones, de aventura y acuático, en el estado de Quintana Roo; asimismo, ampliará la oferta residencial en la región.

Los desarrollos inmobiliarios de tipo hotelero y hotelero-residencial son elementos importantes en la industria turística ya que, el tipo de infraestructura, servicios y capacidad, contribuyen a posicionar a un sitio determinado como un destino turístico de relevancia, además de promover la inversión e impulsar la economía de una región como lo es la Riviera Maya. En tiempos actuales en varias partes del mundo,

incluido el estado de Quintana Roo, este tipo de proyectos ha evolucionado de un modelo de desarrollo tradicional hacia modelos que buscan ser sustentables, respetando e integrando la naturaleza del sitio donde son establecidos; con ello ha cambiado el panorama, pasando de ajustar el sistema natural al proyecto, a uno donde el proyecto se ajusta al sistema ambiental, por medio del cual para las obras se consideran desde el diseño los componentes ambientales de un predio, con el fin de reducir los impactos sobre el ecosistema y proteger elementos claves del mismo. De este modo, es posible establecer obras más amigables con el ambiente sin comprometer los beneficios socioeconómicos que generan, a lo cual se le suman los beneficios en la salud mental y física que brindan los proyectos en contacto con mayor naturaleza, razón por la que el turismo tiene una alta preferencia por este tipo de obras al permitirles apreciar y disfrutar del ambiente.

"*Proyecto Venado*" se establecerá como un desarrollo inmobiliario turístico con uso hotelero-residencial, el cual fue diseñado bajo un concepto que busca realzar la belleza y estética de la naturaleza del predio donde se desarrollará; las obras tendrán diseños y acabados finos, así como características que mezclan el lujo y el confort, los cuales se seleccionaron de forma que armonicen con el entorno natural del sitio para crear un ambiente de comodidad y bienestar para los huéspedes. El diseño de las obras también atiende la necesidad de proteger componentes naturales claves del sistema ambiental del sitio; si bien, todos los elementos del terreno son parte del ecosistema costero, se realizó la selección cuidadosa de espacios y componentes naturales que podrán ser aprovechados sin comprometer la existencia o permanencia de los mismos. Así, por ejemplo, con "*Proyecto Venado*" se establecerán obras permanentes entre comunidad secundaria de selva mediana subperennifolia, sin embargo, éste tipo de vegetación se encuentra bien representada en la región, por lo que no se pone en riesgo su distribución ni la existencia de las especies que la integran.

Las obras del proyecto estarán inmersas entre la vegetación del predio; los colores seleccionados para las obras mitigarán el impacto visual para que no altere significativamente el paisaje y su belleza. La construcción se limitará al desplante de obras propuestas, manteniendo en condiciones originales el resto de la vegetación en superficies que no sean aprovechadas; por lo tanto, se mantendrán en pie especies nativas y árboles de gran talla en el sitio. Las obras se establecerán en sitios donde no se afecten componentes claves del sistema natural; por el contrario, se implementarán acciones que contribuirán a proteger elementos vulnerables como el manglar, la selva de transición, las estructuras kársticas y la fauna silvestre en categoría de riesgo. También, con el proyecto se instalarán obras para evitar o mitigar ciertos impactos ambientales: una planta de tratamiento de aguas residuales; una planta de ósmosis inversa; pasos de fauna dentro del predio; almacén temporal de residuos sólidos y otro de residuos peligrosos; sitios de reforestación.

Cabe mencionar que el proyecto se establecerá en un predio que reúne las condiciones para poder materializar el concepto de diseño, al ser un terreno en una unidad de paisaje rodeada de varios elementos

naturales característicos de la región que resultan atractivos para el turismo. Por su ubicación, el predio se encuentra en la UGA 16 delimitado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad, en el cual se señala que la tendencia será la de establecer desarrollos de baja intensidad en los que se integre el escenario natural y sus recursos en el diseño de los proyectos, por lo que "*Proyecto Venado*" es compatible con la tendencia del lugar; asimismo, la vocación de uso de suelo es turística y el uso condicionado es turístico, ecoturístico y suburbano, por lo que establecer un proyecto de naturaleza turística con uso hotelero-residencial es compatible con los usos permitidos de la UGA 16. En este sentido, es factible desarrollar el proyecto propuesto en el sitio seleccionado, siempre y cuando se de cumplimiento a los criterios de regulación de los instrumentos normativos que rigen la zona. Aunado a lo anterior, al ser un predio en una unidad de paisaje poco impactada con baja presencia de sitios para el turismo, es factible establecer la obra en el sitio; con ello se evita construir en zonas con mayor cantidad de desarrollos inmobiliarios y de alta densidad, reduciendo así la acumulación y sobrecarga en el ecosistema costero.

El desarrollo de *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo* generará los siguientes aportes a la región donde se establecerá:

- Conservar el prestigio que caracteriza al sector hotelero y de servicios de la zona, elevando su predilección como destino turístico durante los próximos años.
- Incremento en el número de plazas de trabajo.
- Mejorar la calidad de servicio otorgado en la zona mediante su ambiente natural "único".
- Ofrecer un servicio único y exclusivo para eventos.
- Al encontrarse entre Playa del Carmen y Tulum, el proyecto cuenta con una ubicación de fácil acceso para turistas de negocios y convenciones que acudan a la Riviera Maya; asimismo, los huéspedes del proyecto podrán acudir a dichas localidades haciendo uso de servicios locales, generando indirectamente un beneficio socioeconómico.
- Incentivar el sector turístico de primer nivel en la zona.
- Otorgar servicios con infraestructura de calidad, acorde con la magnitud de las edificaciones que lo acompañarán con capacidad suficiente.
- Crear un precedente en la tipología hotelera y comercial de zona, incrementando la plusvalía de su entorno y tendiendo a mejorar la calidad del servicio ofrecido actualmente en la Ciudad de Playa del Carmen.

- Forjar como un nuevo hito urbano, bajo las características especiales que le acompañarán, cambiando de alguna forma el concepto de hotelería tradicional, en conjunto con una mejora de servicios y un ambiente arquitectónico excepcional, dirigidos hacia un modelo sustentable.
- Ser un referente regional de un proyecto turístico que brinde un escenario natural inigualable a cada una de las edificaciones y, al mismo tiempo, que mantenga el nivel de calidad brindada por cada uno de los núcleos que se establezcan con el proyecto.
- Respetar la tendencia de desarrollo de la zona, mediante la construcción del proyecto de baja densidad el cual establecerá unidades de hospedaje por debajo de la cantidad permitida en el sitio.
- Reducir el impacto ambiental al establecer un proyecto que dé cumplimiento a criterios de regulación para la protección del ambiente, los recursos naturales y los servicios ambientales.
- Realizar el aprovechamiento responsable del terreno seleccionado permitirá reducir el impacto por el cambio de uso de suelo en la zona.

Con base en todo lo previamente expuesto, se justifica el desarrollo del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo,* siendo factible técnica, legal y ambientalmente su establecimiento en el predio seleccionado.

II.1.3. Descripción de las obras y actividades que integrarán al proyecto

El desarrollo turístico *"Proyecto Venado"* se establecerá en un predio con una superficie total 1,115,592.66 m^2 (111.55 ha); éste se integrará de diversas obras y áreas para que durante su operación se ofrezcan servicios turísticos para llevar a cabo actividades de alojamiento, recreativas, de relajación y coordinación de eventos. Por el concepto del diseño del proyecto, la construcción de las obras se limitará a los sitios de desplante propuestos, con el fin de mantener vegetación original del predio intacta para brindar un medio de confort rodeado de naturaleza. Con el desarrollo del proyecto se construirá un Hotel, Residencias, Suites, Áreas públicas y Área de Servicios, edificios que podrán contar con Planta Baja (PB), Nivel 1 (N1) y Nivel 2 (N2), por lo tanto, las edificaciones se construirán hasta en 3 niveles/pisos como máximo, sin exceder los 12 m de altura a la última losa y 13 m al pretil de altura a partir del nivel máximo requerido para evitar inundaciones en caso de tormentas/huracanes (N+3.00) y solo ocurre en algunas habitaciones del hotel.

El Proyecto Arquitectónico y el Diseño de Interiores se desarrollaron de manera integral y comprenden dos zonas básicas, la primera es la Planta Baja de hotel, residencias, suites y áreas públicas, Ballroom, salones de reunión, servicios, lobby de grupos, estacionamientos y habitaciones, restaurante de 3 tiempos, restaurante de especialidades, las zonas de terrazas de los restaurantes y albercas en la zona de playa; la segunda es el Nivel 1 y Nivel 2 para el Área Residencial y para el Hotel, con habitaciones tipo, Standard

King, Doble-Doble, Suites, balcones y terrazas. Se cuenta con 3 zonas de albercas: familiares, infantiles y de adultos, para dar servicio a todo tipo de usuario; habrá un restaurante de 3 tiempos, un bar de alberca, un restaurante parrilla, sanitarios, áreas para camastros y todas las comodidades para hacer deportes acuáticos.

La entrada de huéspedes, visitantes y grupos al Desarrollo se realizará a través de la vialidad principal que conecta con la Carretera Tulum-Cancún; el camino principal es una vía interior del circuito del predio rodeado de vegetación natural y con camellón central; el camino llega directamente a la plaza de acceso del motor lobby para camiones y automóviles el cual cuenta con un espejo de agua y abundantes áreas verdes; éste nos conduce al vestíbulo de recepción/front desk y registro de grupos, por este mismo camino se llegará al car lobby y estacionamiento de Eventos.

El motor lobby principal (Arrival Core), estará cubierto por un canopy a base de estructura de madera y/o metálica forrada con madera y arañas de acero inoxidable y cristal laminado 6+6 y/o palma de corte recto, a través de ese se llegará a la zona de valet y bellboy, de esta zona se pasa a un vestíbulo el cual conducirá a la recepción, registro del hotel, lobby, área comercial, oficinas ejecutivas, áreas de descanso, guarda equipaje y áreas de espera para llegadas y salidas del hotel. También se podrá acceder al car lobby de eventos donde se encontrará el Ballroom, salones de juntas y reunión; asimismo, se podrá acceder a las diferentes áreas del hotel como la zona de lobby lounge, bar café, y restaurantes del nivel planta baja. Las áreas que conforman la zona de eventos son un gran Foyer principal para acceder al Ballroom, ventas de banquetes, sanitarios de hombres y mujeres, área de valet, concierge, una gran terraza para el foyer y salones individuales, así como un jardín para eventos al aire libre, también se contará con una gran extensión de áreas verdes, terrazas y espejos de agua para darle frescura y tranquilidad al proyecto y a la vista.

Para la construcción de las áreas exteriores (motor lobby, estacionamientos, vialidades, senderos, decks, terrazas etc.) se utilizarán materiales permeables como ecocreto y madera; también considera el uso de energía limpia como el uso de paneles solares para calentar el agua de las albercas y generación de energía eléctrica para luminarias exteriores; el reúso de las aguas grises y negras para servicios sanitarios y riego de jardines; el uso de ventilación cruzada para reducir al máximo el uso de aire acondicionado y el uso de equipos de generación de energía como bombas, plantas de emergencia, motores, etc. de alta eficiencia para reducir los consumos de energía eléctrica y diésel.

El proyecto contará con Gimnasio y Spa del hotel el cual cuenta con cabinas de masaje al interior; también, se contará con el área de Club familiar (niños, adolescentes y adultos). Además, se ubican los siguientes espacios de servicio BOH los cuales se ubicarán en el npt+6.00: anden de carga y descarga; almacén de residuos; vigilancia; almacén general; lavandería; cuartos de máquinas; subestación y cuarto eléctrico; oficinas administrativas y contabilidad; oficinas de recursos humanos; el site y seguridad; la cocina principal

del hotel y del ballroom; el comedor de colaboradores; los baños y vestidores de colaboradores; bodegas de mobiliario; mantenimiento; tanques de gas y torres de enfriamiento en el exterior y estacionamientos.

Los exteriores de los dos Motor lobby del hotel y eventos cuentan con un proyecto espectacular de landscape, el cual contempla muros de piedra verdes y húmedos, así como fuentes centrales con espectaculares chorros de agua; áreas verdes con árboles y jardines y alrededor de ellas girará la circulación vehicular de entrada y salida.

Se prevé que el proyecto genere más de 2,500 empleos temporales en las etapas de preparación del sitio y construcción y 315 empleos permanentes durante la etapa de operación y mantenimiento; de forma indirecta se contribuirá e generar o mantener empleos locales por el requerimiento de servicios especializados para mantenimiento de instalaciones y supervisión ambiental, así como por la demanda de insumos para preparar alimentos y bebidas, por ejemplo. El proyecto beneficiará a poblaciones locales del municipio de Solidaridad, el cual cuenta con la mano de obra calificada para desempeñar las actividades laborales que se requieren para el desarrollo del proyecto. Asimismo, se contribuirá al incremento de la derrama económica tanto municipal como estatal por concepto de pagos de impuestos.

A continuación, se describen las obras que integrarán al proyecto:

Obras permanentes

Tabla II.3. Descripción de áreas y obras permanentes del proyecto.

Áreas generales	Áreas que la integran	Descripción
Habitaciones de Hotel *158 unidades* (108 cuartos+50 suites)	108 cuartos: ▪ 61 Standard King room ▪ 15 Standard Doble/doble ▪ 1 Ada King standard room ▪ 31 Suites K/dd	Se construirán 108 cuartos de hotel, es decir, 108 llaves. Estas unidades estarán distribuidas en edificios, por lo tanto, no se desplantarán directamente sobre el suelo 108 cuartos; la construcción en edificios verticales contribuye a reducir la ocupación del suelo y, con ello, minimiza el impacto sobre la vegetación. Los 108 cuartos se distribuirán en los siguientes 21 edificios: ▪ 1 Standard King room pair 2 pisos ▪ 12 Standard King room pair 3 pisos ▪ 6 One bedroom Suite 2 pisos ▪ 1 One bedroom Suite + Stándard King 3 pisos ▪ 1 Presidential Suite Los edificios serán funcionales y con muy buena seguridad, ya que contarán con escaleras amplias y abiertas que sirven de tránsito y de emergencia al centro de las unidades para ligar las habitaciones de planta baja y del nivel 1 y 2; no se instalarán elevadores

Áreas generales	Áreas que la integran	Descripción
		de público ni de servicio por la altura de las unidades. La armonía de los acabados proporcionará un ambiente de tranquilidad y confort a los huéspedes. Cada nivel cuenta con Cuartos Doble-Doble, Cuartos King, Cuartos para Personas con discapacidad, Suites, balcones, albercas y terrazas. Las habitaciones tendrán un diseño sencillo pero confortable y cómodo aprovechando los acabados locales como el sascab en los muros, la piedra, pergolados y cancelerías de madera, cristales naturales con mucha iluminación natural, piedras naturales en los pisos exteriores de las terraza, así como decks de madera de la región y piedras naturales como el mármol en las habitaciones; los plafones serán altos y las cubiertas inclinadas a base de estructura metálica y/o concreto con impermeabilizante y acabado de madera para exterior s.m.a.
	50 suites (jungle suites) ▪ 50 Jungle suites	El proyecto contará con 50 Suites especiales distribuidas de forma que puedan tener vista hacia cuerpos de agua artificiales (lagos artificiales) y estructuras kársticas naturales del predio. Estas unidades se construirán dentro de la superficie con cobertura de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia para apreciar la belleza de la selva, de lo cual deriva el nombre de las suites. Estarán ligadas por vialidades a las diferentes amenidades como el gimnasio, spa y restaurantes. Las habitaciones tendrán un diseño sencillo pero confortable y cómodo aprovechando los acabados locales como el sascab en los muros, la piedra, pergolados y cancelerías de madera, cristales naturales con mucha iluminación natural, piedras naturales en los pisos exteriores de las terraza, así como decks de madera de la región y piedras naturales como el mármol en las habitaciones; los plafones serán altos y las cubiertas inclinadas a base de estructura metálica y/o concreto con impermeabilizante y acabado de madera para exterior s.m.a. Las unidades estarán rodeadas de vegetación original del predio y con vegetación tipo jardín entre espacios de cada unidad.
Residencias *33 unidades*	33 residencias: ▪ 6 residencias de 3 recámaras 2 pisos	El proyecto contará con 33 residencias las cuales estarán administradas por el hotel; estas unidades estarán clasificadas con 3, 4 y 5 recámaras. Contarán

Áreas generales	Áreas que la integran	Descripción
	▪ 4 residencias de 4 recámaras 2 pisos ▪ 6 residencias de 4 recámaras 1 piso Alt-2 ▪ 17 residencias de 5 recámaras 2 pisos	con jacuzzi y alberca independiente para cada unidad; tendrán un acceso fácil y rápido a través de las vialidades las cuales las comunicarán hacia las áreas públicas, canchas de juego, áreas verdes, senderismo, restaurantes y playa. Las residencias habitaciones tendrán un diseño sencillo pero confortable y cómodo aprovechando los acabados locales como el sascab en los muros, la piedra, pergolados y cancelerías de madera, cristales naturales con mucha iluminación natural, piedras naturales en los pisos exteriores de las terraza, así como decks de madera de la región y piedras naturales como el mármol en las habitaciones; los plafones serán altos y las cubiertas inclinadas a base de estructura metálica y/o concreto con impermeabilizante y acabado de madera para exterior s.m.a. Las unidades estarán rodeadas de vegetación original del predio y con vegetación tipo jardín entre espacios de cada unidad.
Áreas públicas	▪ Event Facilities ▪ Cannopy Car Lobby ▪ Family Clubs ▪ Pabellón Tennis/retail ▪ Pabellón Deportes Acuáticos ▪ Arrival Core ▪ Cannopy Car Lobby ▪ Looby/ Lounge ▪ Restaurante de Especialidades ▪ Comedores Privados ▪ Área Pública (de las Residencias) ▪ Residence Club ▪ Spa ▪ Cabinas Outdoor Spa ▪ Fitness ▪ Yoga Pavillions ▪ Discovery Center ▪ Restaurant All Day ▪ Restaurant Grill ▪ Albercas ▪ Terrazas ▪ Canchas de juego y tirolesa ▪ Espejos de agua	El proyecto contará con Áreas públicas (Amenidades) necesarias para dar un servicio de eficiencia, calidad y confort a los huéspedes; las áreas contarán con excelentes vistas a la selva, cenotes y cuerpos de agua artificiales. Contará con un motor lobby para huéspedes donde podrán llegar camiones, automóviles, vagonetas, etc. Ahí se encontrará la recepción y registro. Poseerá Restaurantes de especialidades y comedores independientes, restaurante de 3 tiempos, restaurante parrilla, bar de alberca, Spa, Gimnasio con cabinas de masaje, estética, pabellones de meditación, canchas de juego (basquetbol, tenis y volibol) pabellones de deportes, amenidades para las residencias y pabellón para aventuras en la selva y tirolesas, pabellones para deportes acuáticos y club de playa.

Áreas generales	Áreas que la integran	Descripción
Área de servicios generales (BOH)	▪ Planta de Emergencia ▪ Cto. Electromecánico ▪ Área Carga y Descarga ▪ Cuarto de Basuras ▪ Seguridad ▪ Compras ▪ Lavandería ▪ Oficina Finanzas ▪ Oficinas Administrativas ▪ Site ▪ Baños y Vestidores Staff ▪ Personalidad y Cultura ▪ Servicio Médico ▪ Almacén 1 ▪ Cocina Principal y Room Service ▪ Comedor Empleados ▪ Reparación y Mantenimiento ▪ Mantenimiento A. Edificios ▪ Planta de Ósmosis Inversa (POI) ▪ Bodega Jardinería ▪ Bodega 01 ▪ Toilets Choferes ▪ Cuarto Eléctrico 02 ▪ Circulaciones ▪ Cisterna ▪ Cuarto de máquinas ▪ Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) ▪ Cuarto de bombas albercas y jacuzzis	Por la configuración y curvas de nivel del terreno, este nivel se ubicará en el npt+3.00 y n+6.00. En el nivel npt+3.00 se ubicarán las cisternas de agua potable, tratada y contra incendio, planta de tratamiento de aguas residuales (grises y negras) y cuartos de bombeo y equipos de albercas y jacuzzis de habitaciones, residencias y suites. Este nivel estará protegido por muros de concreto en todo su perímetro y los accesos a los cuartos de máquinas y bombas se realizará por el nivel superior npt+6.00 para evitar inundaciones en caso de siniestro. En el npt+6.00 se ubicará la subestación y planta de emergencia; la lavandería, oficinas administrativas y de finanzas; cocina principal; almacén general, comedor de empleados, baños y vestidores de empleados; cuarto de mantenimiento, cuartos de almacén temporal de residuos; patio de carga y descarga; Planta de Ósmosis Inversa;, almacenes, andenes y circulaciones de peatonales, carts y vehículos.
Cuerpos de agua artificiales (Lagos artificiales)	5 lagos artificiales: ▪ Cuerpo de agua 02 ▪ Cuerpo de agua 03 ▪ Cuerpo de agua 04 ▪ Cuerpo de agua 05 ▪ Cuerpo de agua 06	Cuerpos de agua artificiales dispuestos en forma de "lagos" de polígonos irregulares. Estas obras serán totalmente impermeables, por lo que no se crearán afloramientos de agua natural y no conectarán con el manto freático (acuífero). Los lagos artificiales son de suma importancia en el proyecto debido a que se pretende tener un lugar paradisiaco lleno de vegetación y agua dentro del predio para reflejar la tranquilidad y belleza de la naturaleza que brindará la paz y tranquilidad que el huésped busca al visitar un lugar de este tipo. Estos cuerpos de origen artificial se llenarán de forma natural

Áreas generales	Áreas que la integran	Descripción
		con agua de lluvia; la idea es que se integren al entorno natural del predio, en el cual existen otros cuerpos de agua como cenotes; los lagos artificiales al ser impermeables no conectarán con cenotes ni con el manglar del terreno, tampoco se crearán galerías subterráneas de ningún tipo. Los cuerpos de agua contribuyen también a regular el microclima del sitio, amortiguando altas temperaturas del ambiente en períodos de secas; en períodos de lluvias extraordinarias o fenómenos hidrometeorológicos como ciclones tropicales amortiguarán posibles inundaciones en el predio.
Estacionamientos	5 estacionamientos: ▪ Estacionamiento principal (dividido en sección principal, empleados, motos y carts y de autobuses) ▪ Estacionamiento para eventos ▪ Estacionamiento Car lobby ▪ Estacionamiento remoto ▪ Estacionamiento de emergencias	Los estacionamientos se encuentran ubicados estratégicamente para un buen funcionamiento; estarán techados con pergolados de madera y en su parte superior se colocarán celdas solares para el alumbrado exterior. Habrá un estacionamiento principal dividido en secciones para estacionamiento para residencias y huéspedes del hotel; estacionamiento para empleados y visitantes; estacionamiento para motocicletas y carts del hotel; y estacionamiento para camiones de turismo. Los 4 estacionamientos restantes serán: uno para el área de eventos; otro para la zona de la recepción principal (Car lobby); otro remoto cera de la zona de residencias y hotel y otro de emergencia.
Vialidades internas	6 tipos de vialidades: ▪ Acceso entrada principal ▪ Acceso entrada secundaria y servicios ▪ Circulación de servicios (BOH) ▪ Vialidades internas ▪ Senderos y andadores (acceso a cuartos, residencias y accesos a la playa) ▪ Caminos interiores renovados	El proyecto contará con una variedad de vialidades dependiendo de su uso: caminos principales para acceso y salida de vehículos con 2 carriles y camellón central siempre rodeados de vegetación para hacer interesante su recorrido; caminos principales de servicio con 2 carriles también con anchos suficientes para la circulación de vehículos de carga, los cuales estarán surtiendo de provisiones al hotel; vialidades internas que recorrerán el complejo para llevar y traer a los usuarios por medio de carts (carros de golf) para recorridos muy largos; caminos y senderos para bicicletas, peatonales, para correr y para practicar el senderismo. Se estarán utilizando materiales regionales y que permitan al máximo la permeabilidad en el terreno.
Áreas verdes	3 tipos de áreas verdes: ▪ Camellones ▪ Jardineras ▪ Áreas de reforestación	Las áreas verdes corresponden a aquellas superficies donde se plantarán especies de flora para enriquecer la belleza y estética del predio, así como de las zonas donde se recuperará cobertura vegetal por medio de reforestación. En este sentido, en las áreas verdes

Áreas generales	Áreas que la integran	Descripción
		existirá intervención humana para conformar espacios con vegetación de acuerdo con el plano de landscape. Es importante señalar que, en el predio no se aprovechará la superficie total del terreno, por lo tanto, las superficies sin obras se mantendrán con la vegetación original del sitio, a esas áreas se les identificará a través de la MIA-R como *remanentes de vegetación original del predio.* Los remanentes de vegetación son aparte de las *áreas verdes* del proyecto, ya que en las primeras, no existirá intervención humana, manteniendo los componentes originales del suelo y permitiendo que las plantas se desarrollen por procesos naturales; únicamente se realizarán inspecciones para prevenir incendios y, en caso de iniciarse alguno, se atenderá con equipo y sistema contraincendios que se instalarán para el proyecto. A diferencia, las áreas verdes recibirán mantenimiento frecuente y monitoreo.
Área de conservación	12.94 ha de comunidad de manglar del predio	En el predio se registró la presencia de vegetación de manglar, por lo tanto, para asegurar su protección se mantendrá como *área de conservación*. En dicha área no se removerá la cobertura vegetal, es decir, no habrá deforestación. Con esto, se mantendrán en su sitio de desplante original las especies de manglar presentes en el predio, dando cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre. Cabe mencionar que, el manglar forma parte de los remanentes de vegetación original del predio, sin embargo, el concepto de *área de conservación* se aplica únicamente a las comunidades de manglar dentro del predio. Los otros tipos de vegetación se consideran como remanentes y su superficie se considerará dentro del concepto *superficie sin desplante* o *superficie sin aprovechar*. En conjunto, la superficie sin aprovechar del predio y el área de conservación suman 95.69 ha equivalentes al 84.88% de la superficie total del terreno.

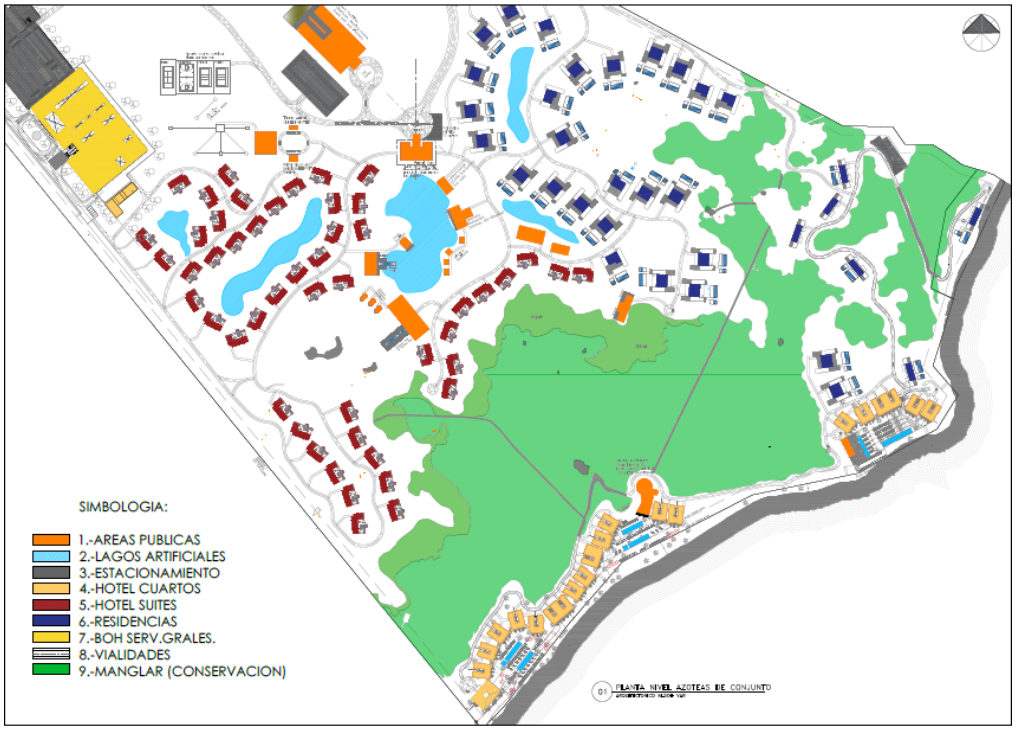


Figura II.1. Obras permanentes que integrarán a "*Proyecto Venado*".

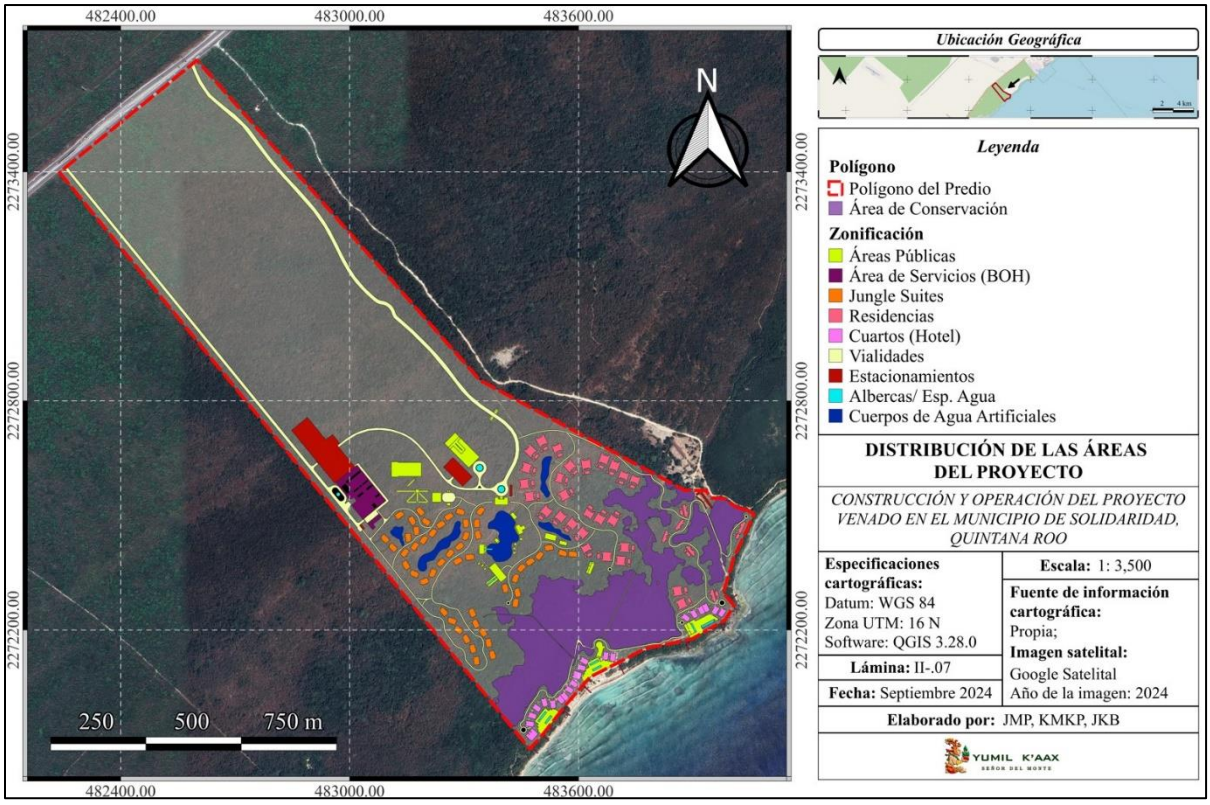


Lámina II.2. Distribución de obras permanentes en el predio seleccionado.

Obras temporales/provisionales

Para llevar a cabo la construcción del proyecto se establecerán obras temporales/provisionales, con el fin de contar con espacios para el almacén de equipos, materiales y maquinaria, así como para que los trabajadores desarrollen actividades complementarias que harán posible la construcción de las obras permanentes. Las obras temporales/provisionales son las siguientes:

Tabla II.4. Descripción de áreas y obras temporales/provisionales del proyecto.

Obras temporales/provisionales	Descripción	Uso final del área posterior a desmantelamiento
Almacén de materiales	Estas se utilizarán como almacén y zona de distribución para aire acondicionado, eléctrica, hidrosanitaria, acabados, materiales, sustancias, insumos, equipos, tablaroca, varilla y materiales para construcción, etc. Los almacenes serán habilitados con polines de madera, lamina ondulada y triplay, techumbre de lámina de cartón y sin piso, con lonas para proteger el suelo.	Estacionamiento principal del proyecto (obra permanente)
Almacén de combustible		Estacionamiento principal del proyecto (obra permanente)
Almacén temporal de residuos	Área destinada a depositar los residuos de la obra, donde se considerará situar desechos tales como residuos sólidos y escombro producto de los procesos de construcción y demolición de obras existentes; mismos que serán desalojados periódicamente para evitar el exceso de estos residuos o su acumulamiento en dicho acopio. El almacén será habilitado con polines de madera, lamina ondulada y triplay, techumbre de lámina de cartón y sin piso, con lonas para proteger el suelo; el acopio de escombros se realizará en áreas delimitadas con lona para proteger el suelo. Cabe mencionar que, de forma temporal se utilizarán botes de 200 L para almacenar temporalmente los residuos y evitar escurrimientos de lixiviados; estos se distribuirán en los sitios de trabajo y construcción. Los residuos de estos contenedores serán transportados al almacén temporal y posteriormente se trasladarán a su destino final al relleno sanitario del Municipio de Solidaridad en el caso de residuos sólidos urbanos, y a sitios autorizados para recibir escombros, para ello se revisará el padrón de empresas autorizadas para transporte y disposición final en el estado de Quintana Roo.	Estacionamiento principal del proyecto (obra permanente)
Almacén de residuos peligrosos	Este almacén fungirá como sitio de acopio temporal de residuos peligrosos que se generen durante la construcción del proyecto, como residuos de pinturas y estopas impregnadas con aceites. El almacén será habilitado con polines de madera, lamina ondulada y triplay, techumbre de lámina de cartón y sin piso, con lonas para proteger el suelo; se deberá seguir indicaciones para dimensiones del almacén establecidas en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Asimismo, el rótulo de los contenedores de acopio temporal deberá realizarse con base en la clasificación de la NOM-052. Los residuos peligrosos serán transportados por empresas autorizadas para dicha actividad; se dispondrán en los sitios de disposición final autorizados en la región. Para lo anterior se	Estacionamiento principal del proyecto (obra permanente)

Obras temporales/provisionales	Descripción	Uso final del área posterior a desmantelamiento
	revisará el padrón de prestadores de servicio de transporte y acopio de residuos peligrosos del estado de Quintana Roo. Para el control de residuos generados, se llenará un manifiesto de entrega cada que se retiren del sitio temporal dentro del predio. En el plano de obras provisionales el almacén temporal de residuos peligrosos sale con la denominación de "almacén de sustancias peligrosas".	
Bodegas de materiales	Estas se utilizarán como almacén y zona de distribución para aire acondicionado, eléctrica, hidrosanitaria, Acabados, Materiales, equipos, Tablaroca, varilla y materiales para construcción, etc. Las bodegas serán habilitadas con polines de madera, lamina ondulada y triplay, techumbre de lámina de cartón y sin piso, con lonas para proteger el suelo.	Estacionamiento principal del proyecto (obra permanente)
Caseta de vigilancia	Éstas áreas serán aprovechadas para las actividades de los trabajadores en la etapa de preparación del sitio y	Reforestación
Campamento de trabajadores de obra Comedor Área de primeros auxilios	construcción. Las características de estas obras son similares al de las bodegas y almacenes, es decir, serán habilitadas con polines de madera, lamina ondulada y triplay, techumbre de lámina de cartón y sin piso.	Estacionamiento principal del proyecto (obra permanente)
Oficia de campo de la propietaria Oficina de campo de la constructora	Estas serán utilizadas por el personal responsable de la dirección de los trabajos y en la que se resguardarán planos y documentos varios. Tanto la oficina, el almacén los sanitarios de personal y demás obras provisionales se instalarán en la porción del predio que será destinada posteriormente al estacionamiento principal del proyecto, un área extensa y que es adyacente al edificio de Servicios (BOH), debido a que está área será la primera etapa de construcción del proyecto por ser el corazón de este.	Estacionamiento principal del proyecto (obra permanente)
Sanitarios portátiles	Se contratará el servicio de renta de sanitarios (1 por cada 20 trabajadores), así como la limpieza que estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades, quien realizará el transporte de las aguas residuales, su tratamiento y disposición final en sitios autorizados.	Estacionamiento principal del proyecto (obra permanente)
Área de lavado de camiones	El área de lavado se situará en un polígono aparte de las obras provisionales anteriores. En este, se realizará el lavado y limpieza de camiones de trabajadores y vehículos de transporte de materiales; se verificará que no se generen derrames de combustibles y aceites en el sitio.	Reforestación
Patio de maniobras y maquinaria	Esta área será destinada como el sitio para maniobras, revisión, estacionamiento temporal, limpieza y resguardo de maquinarias, volquetes y equipos empleados para la construcción del proyecto.	Estacionamiento principal del proyecto (obra permanente)
Estacionamiento	Esta área será destinada para el estacionamiento de vehículos, motocicletas, vehículos de transporte de materiales, entre otros, de los trabajadores, supervisores y proveedores de materiales del proyecto durante la etapa de preparación del sitio y construcción. En el estacionamiento se establecerá un área para la colocación de un tinaco cuya capacidad aproximada será de 5,000 l de agua para cubrir las necesidades de construcción. Este se ubicará en la zona del estacionamiento principal que contará con un fácil	Estacionamiento principal del proyecto (obra permanente)

Obras temporales/provisionales	Descripción	Uso final del área posterior a desmantelamiento
	acceso para facilitar su llenado. Para ello se destinará un área aproximada de 25 m² (5 x 5) con un área libre y amplia para facilitar la circulación y movimiento de vehículos y personal.	
Vivero provisional	Se acondicionará un vivero provisional de 1576.23 m^2 dentro del predio para el mantenimiento de las plantas que se rescaten previo al desmonte, hasta su reubicación dentro en las áreas verdes del proyecto. Para establecer el vivero no se requiere el desmonte de cobertura forestal; el acondicionamiento consiste en remover vegetación herbácea y rastreara, posteriormente se colocará malla-sombra para proteger a las plantas rescatadas. En este sentido, el vivero se encontrará por debajo del dosel de la vegetación arbórea del sitio. Al concluir el proyecto, esta área será desmantelada y se realizará la limpieza para evitar que queden residuos dispersos; no será necesaria la reforestación ya que no se removerán árboles del sitio, por lo que se permitirá que de forma natural se recupere la cobertura de plantas herbáceas.	Mantener el área como parte de los remanentes de vegetación original del proyecto. La cobertura de herbáceas se recuperará por procesos naturales.
Vía de acceso a la obra	La vía de acceso al área de obras temporales/provisionales será a través de un camino que se abrirá en la misma superficie en la que se establecerá el *Acceso de entrada secundaria y servicios*, obra permanente del proyecto, por lo tanto, no se requerirá la reforestación del camino una vez que concluya la etapa de construcción.	Acceso secundario y de servicios del proyecto (obra permanente)

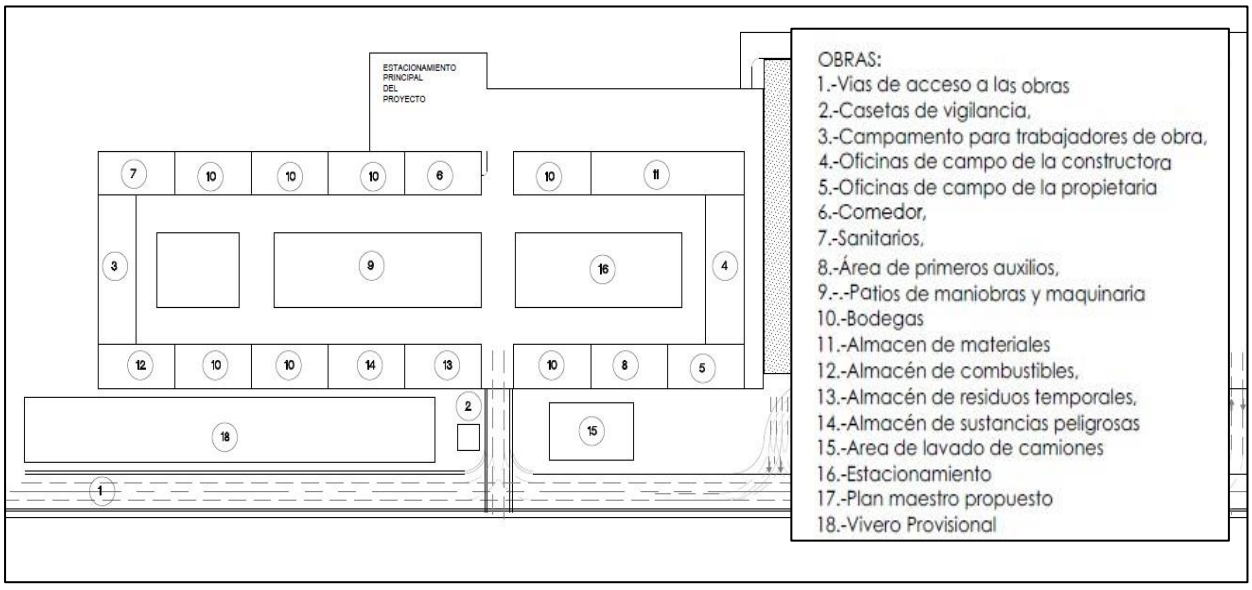


Figura II.2. Obras temporales/provisionales del proyecto.

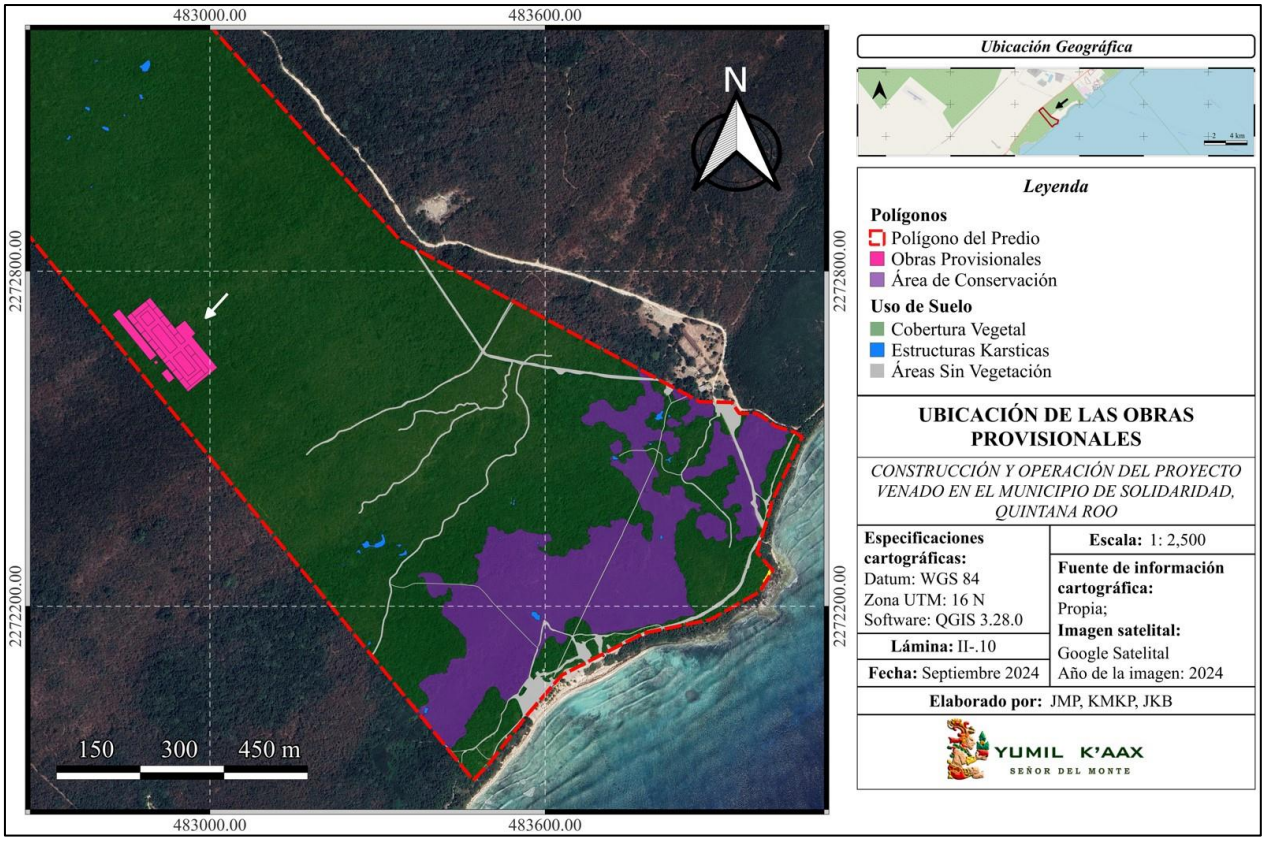


Lámina II.3. Distribución de obras temporales/provisionales del proyecto.

Actividades en ZOFEMAT

Tabla II.5. Actividades a desarrollar en ZOFEMAT.

Actividad	Resultado	Descripción
Abrir brechas para acceder a la playa	6 brechas rústicas de acceso a la playa	Se realizará la remoción de vegetación para abrir 6 brechas rústicas que conectarán a 6 de los 8 andadores (accesos a playa) que estarán dentro del predio; los dos andadores restantes no poseerán brechas porque colindan con zonas de arena sin vegetación, por lo que no es necesario remover cobertura vegetal.
Actividades recreativas de sol y playa	Durante la etapa de operación, los huéspedes del hotel y residencias transitarán por la zona de playa	Los huéspedes realizarán actividades como descanso, caminata, observación de amanecer/atardecer, acceso al mar para nadar, entre otros. Estas actividades son de bajo impacto. No se instalarán obras o mobiliario turístico del hotel en la playa; los camastros se establecerán dentro del proyecto en las terrazas junto a las albercas. Las actividades serán vigiladas por un salvavidas y personal de mantenimiento del proyecto, para evitar accidentes entre los bañistas.

Actividad	Resultado	Descripción
		En temporada de anidación de tortugas marinas se incrementará la vigilancia y se restringirá las actividades en la playa para antes del ocaso y anochecer, con el fin de proteger y evitar molestar o afectar el proceso de anidación de dichos reptiles.

Obras que complementan el funcionamiento de las obras permanentes

Tabla II.6. Obras a establecer que fungirán como apoyo o elemento necesario para el funcionamiento de las obras permanentes del proyecto.

Obra	Elementos	Descripción
Pozos	▪ 2 pozos de extracción de agua salobre ▪ 2 pozos de inyección de agua de rechazo ▪ 1 pozo de inyección de agua tratada ▪ 185 pozos pluviales	Los pozos se construirán de acuerdo con las características, recomendaciones y conclusiones obtenidas en el *Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto Venado.* ▪ 2 pozos de extracción de agua salobre, a 15 metros de profundidad; el agua será dirigida a la Planta de Ósmosis Inversa (POI) para desalar el recurso y obtener agua potable. ▪ 2 pozos de inyección de agua de rechazo de la Planta de Ósmosis Inversa (POI), a 45 metros de profundidad. ▪ 1 pozo de inyección del excedente de agua tratada obtenida de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), de 80 a 120 metros de profundidad. ▪ 185 pozos pluviales, con una zona de absorción de entre los 12 hasta los 24 metros de profundidad.
Pasos de fauna	41 pasos de fauna: ▪ 28 inferiores ▪ 13 superiores	Estos pasos permitirán el tránsito de la fauna silvestre en sitios clave. Los pasos de fauna conectarán remanentes de vegetación o cuerpos de agua para permitir que la fauna silvestre acceda a recursos naturales idóneos para su desarrollo.
Paneles solares	296 paneles solares	Se instalarán 296 paneles solares de 460 W para una generación de 136.16 KW para las cargas eléctricas de servicios generales. Las celdas trabajarán conectadas a la red de servicio normal de la compañía que suministra energía eléctrica.

Nota: la descripción de las obras que complementan el funcionamiento de las obras permanentes, se presentará en el apartado II.2. de la presente MIA-R.

A continuación, se presentan características particulares de diseño de las obras del proyecto:

- **Cuartos de hotel**

Se construirán 108 cuartos de hotel distribuidos en 21 edificios.

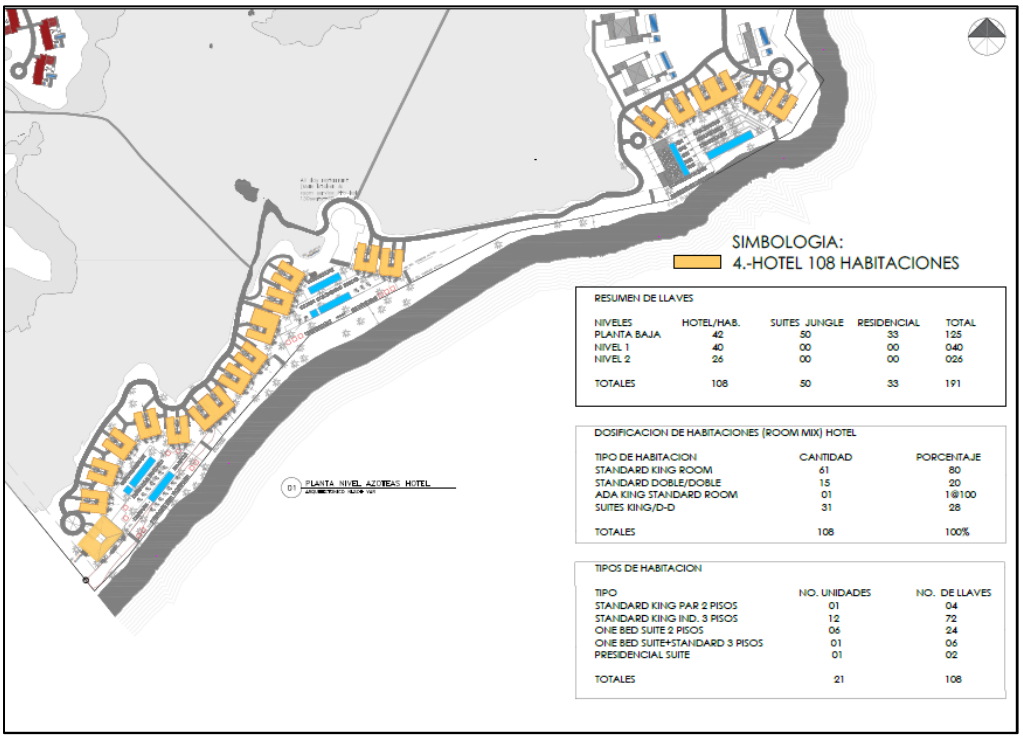


Figura II.3. Distribución de 108 cuartos de hotel en 21 edificios con vista hacia la playa y el mar.

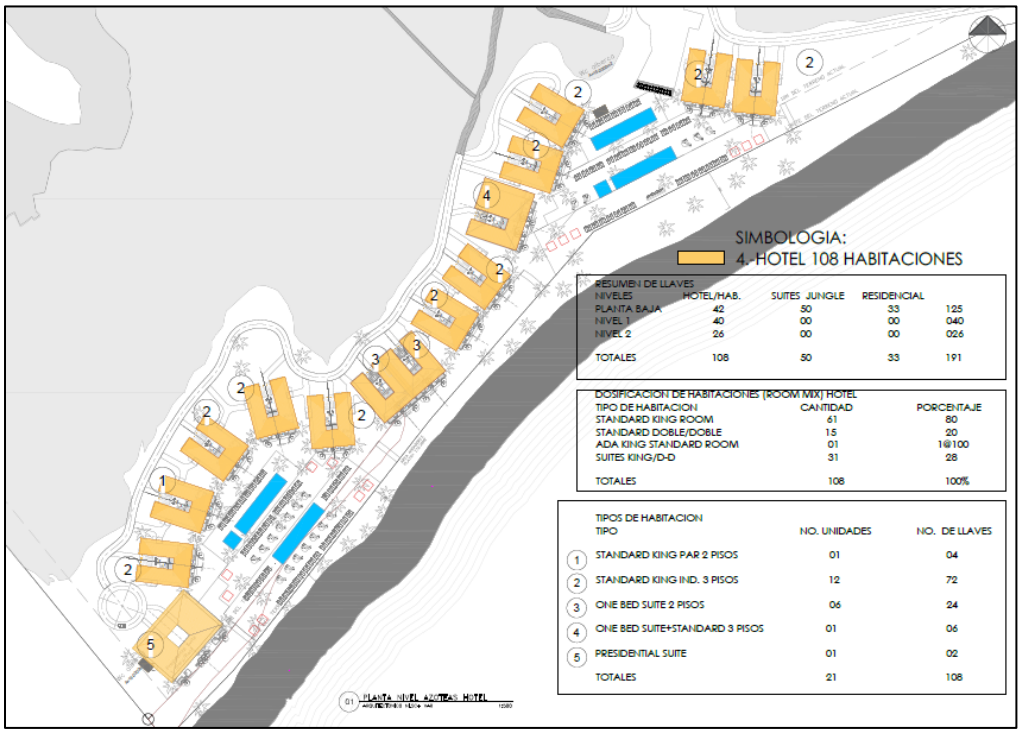


Figura II.4. Distribución de los edificios con los cuartos de hotel.

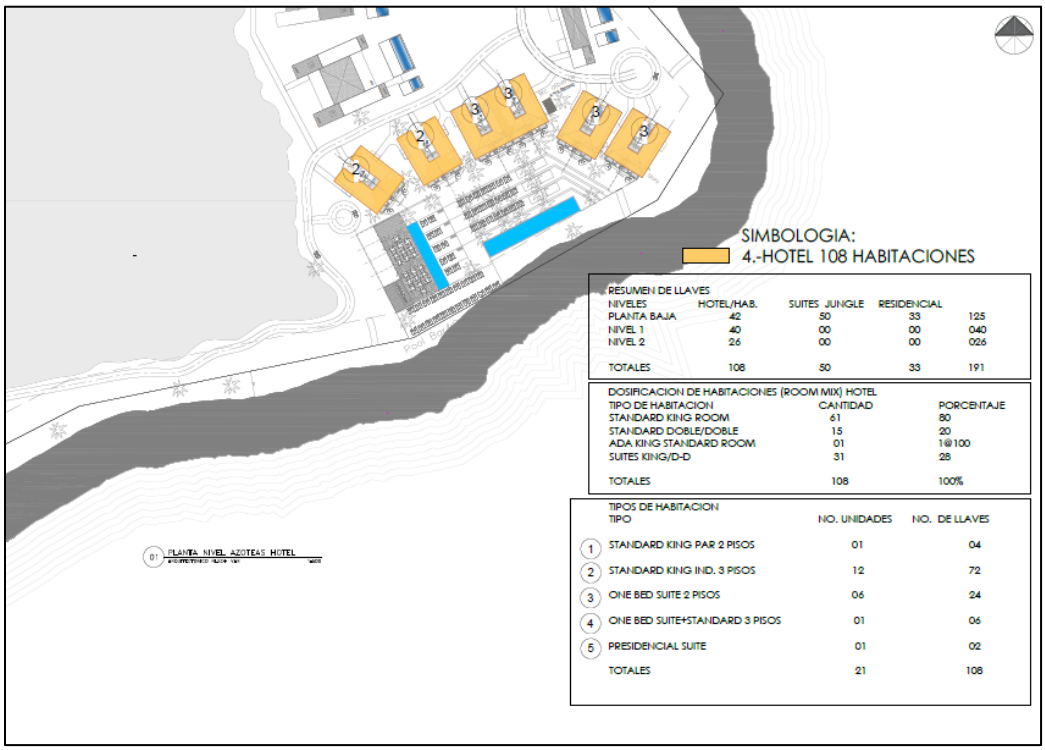


Figura II.5. Distribución de los edificios con los cuartos de hotel.

Edificios Estándar King doble 2 y 3 pisos (Standard King Pair 2 pisos y Standard King Ind. 3 pisos)

El proyecto contará con: 1 unidad (edificio) de habitaciones estándar king doble de 2 pisos con un total de 4 llaves (cuartos); y con 12 unidades (edificios) de habitaciones estandar king dobles de 3 pisos con un total de 72 llaves (cuartos). Estas habitaciones contarán con un área de 70.99m^2 donde se ubicará el sanitario, clóset, recámara king y sala de estar; una regadera exterior con tina en un área de 14.70m^2; una terraza exterior cubierta en un área de 20.13m^2 y una terraza exterior con un área de 21.27m^2 donde se encontrará un jacuzzi con un área de 3.75m^2. Los planos se adjuntan en el anexo 2 de la presente MIA-R.



Figura II.6. Render de cuarto tipo de edificio Estándar king 2 y 3 pisos/NPT+3.00,7.00 y 15.00.

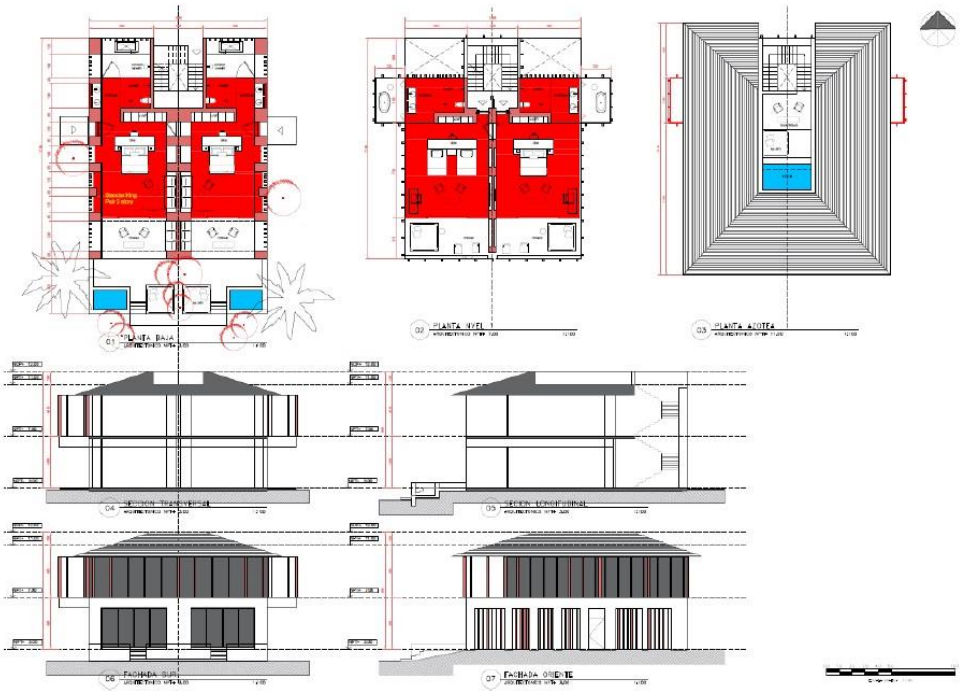


Figura II.7. Cuarto tipo de edificio Estándar king 2 pisos/NTP+3.00 y NPT+7.00.

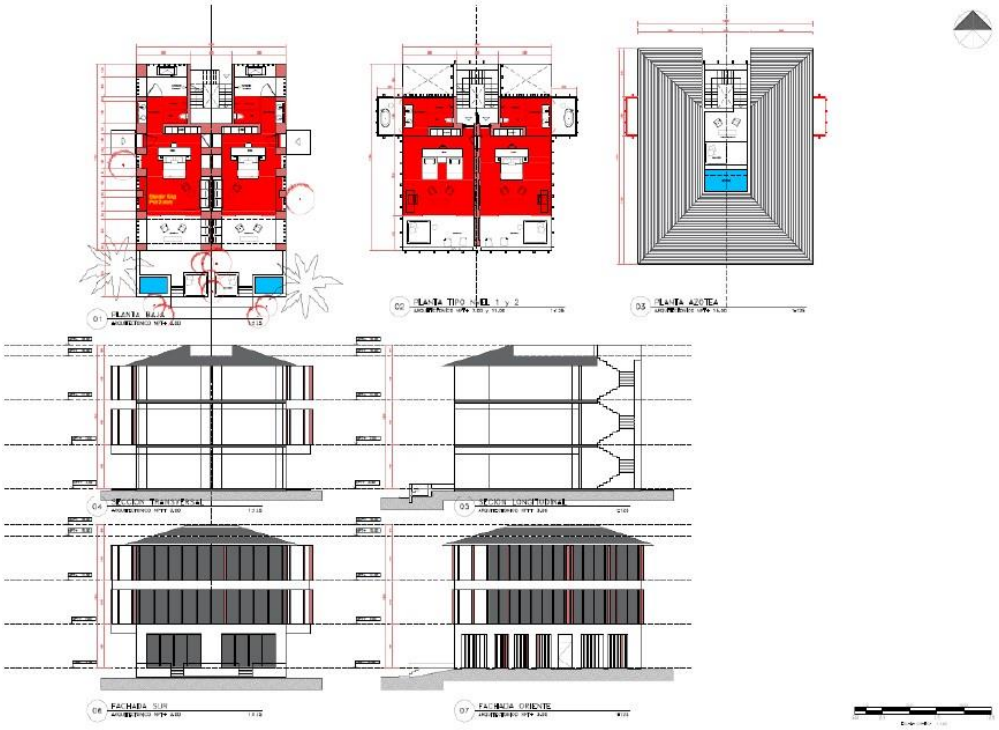


Figura II.8. Cuarto tipo de edificio Estándar king 3 pisos/NTP+3.00, NPT+7.00 y NPT+15.00.

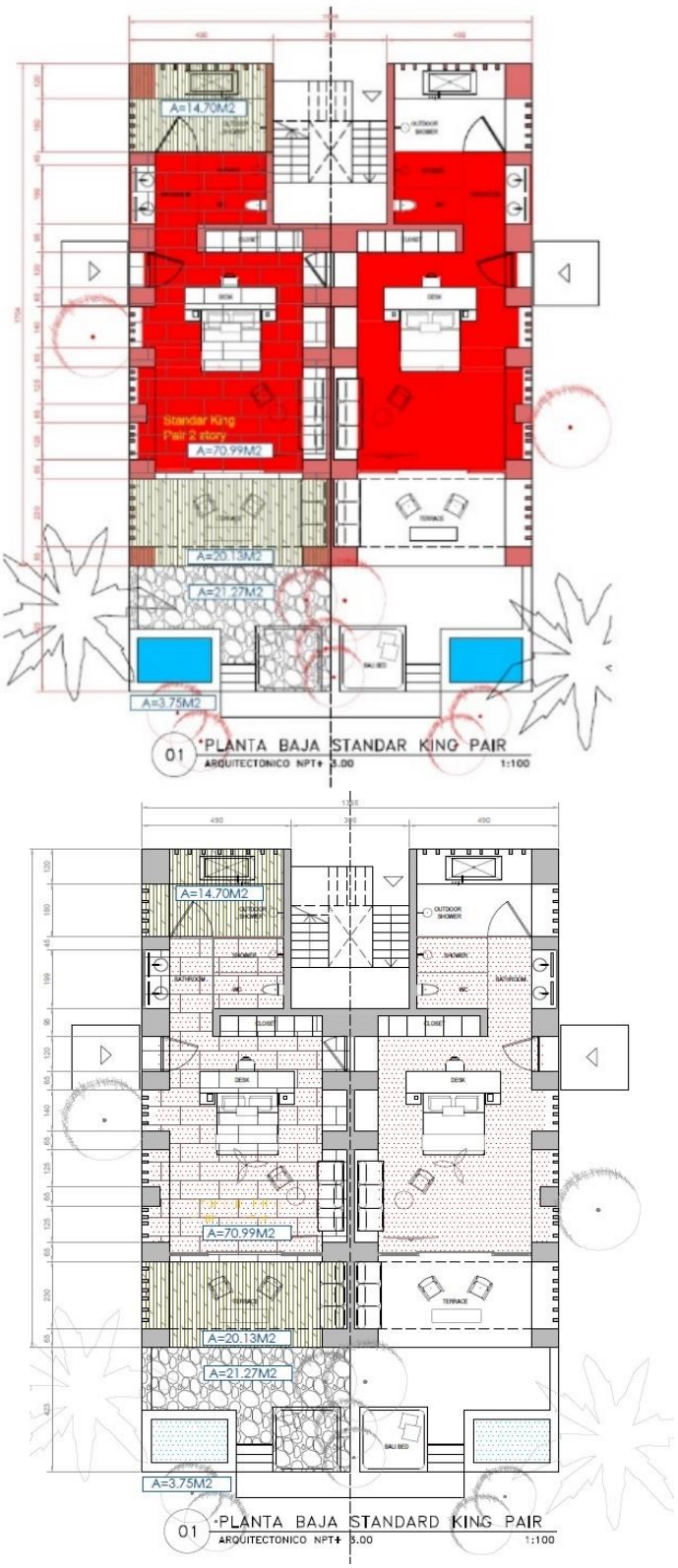


Figura II.9. Planta baja de las Estándar King doble.

Edificios One bedroom Suite doble 2 pisos

El proyecto contará con 6 unidades (edificios) de habitaciones One bedroom Suite doble de 2 pisos con un total de 24 llaves. Estas habitaciones contarán con un área de 156.68m^2 donde se ubicarán 2 sanitarios, 2 clósets, recámara king con sala de estar; una regadera exterior con tina en un área de 14.70m^2; un comedor y estancia; una terraza exterior cubierta en un área de 40.26m^2 y una terraza exterior con un área de 42.54m^2 donde se ubicarán 2 jacuzzis con un área de 3.75m^2 cada uno.



Figura II.10. Cuarto tipo de edificio One Bedroom suite 2 pisos NPT+3.00 y NPT+7.00.

Edificio One bedroom Suite+Stándard 3 pisos

El proyecto contará con 1 unidad (edificio) de habitaciones One bedroom suite + standar king de 3 pisos con un total de 6 llaves. Estas habitaciones contarán con un área de 156.68m^2 donde se ubicarán 2 sanitarios, 2 clósets, recámara king con sala de estar, una regadera exterior con tina en un área de 14.70m^2; un comedor y estancia una terraza exterior cubierta en un área de 40.26m^2 y una terraza exterior con un área de 42.54m^2 donde se ubicarán 2 jacuzzis con un área de 3.75m^2 cada uno y estarán interconectadas con una habitación tipo Standard doble/doble.

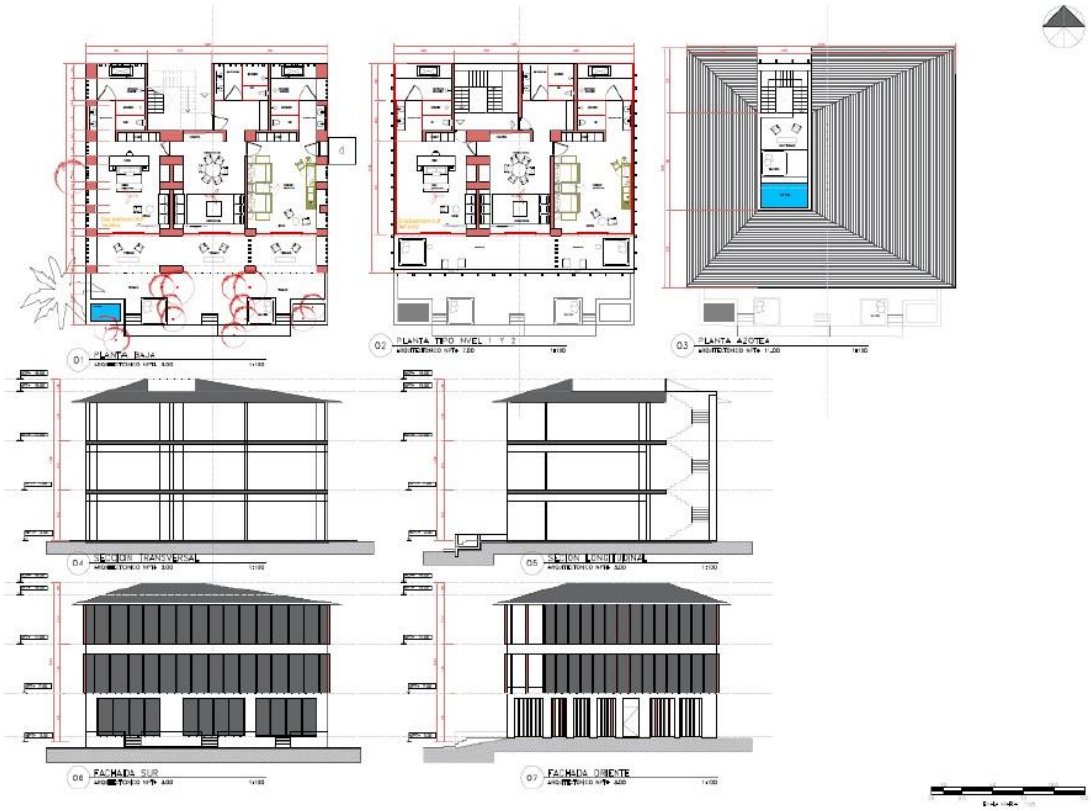


Figura II.11. Cuarto tipo de edificio One Bedroom Suite+Standar 3 pisos NPT+3.00/7 y 15.00.

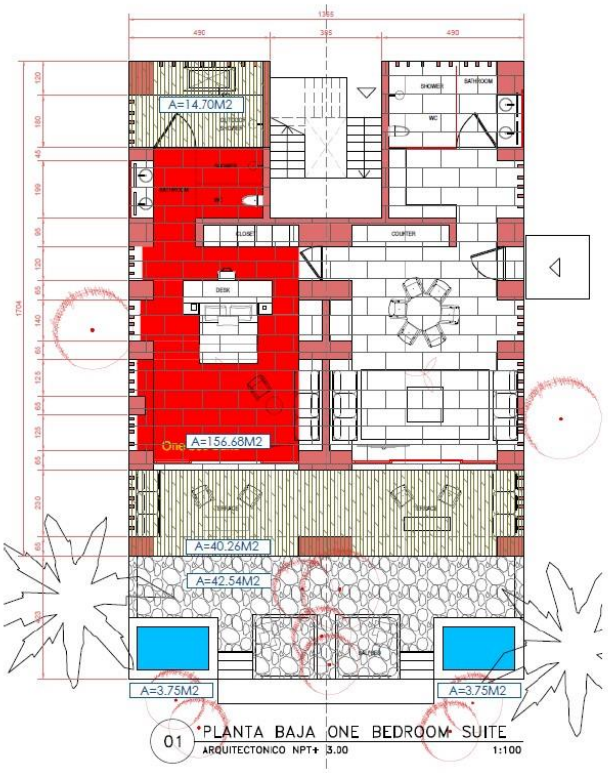


Figura II.12. Planta baja de One bedroom suite.

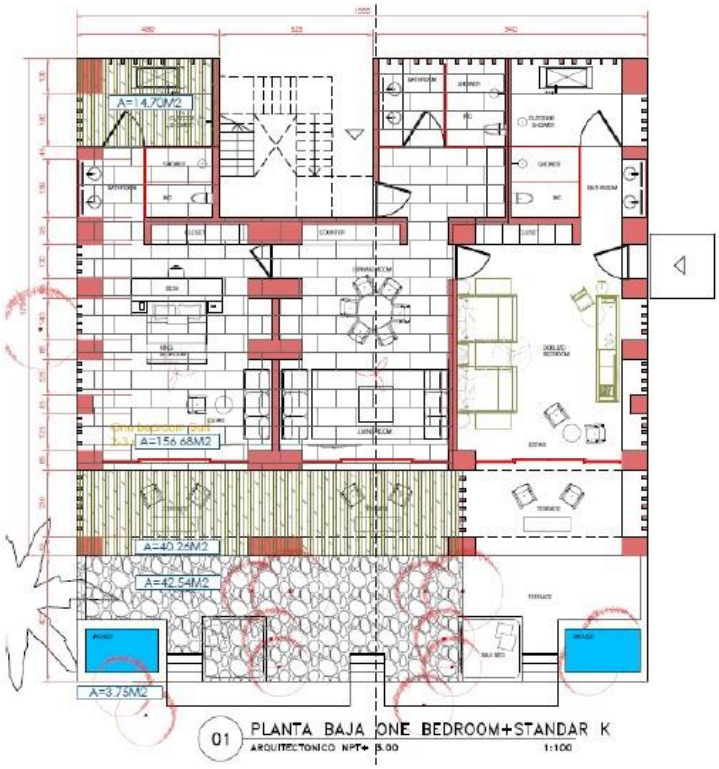


Figura II.13. Planta baja de One bedroom+standar K.

Edificio Suite Presidencial 1 piso

El proyecto contará con 1 unidad (edificio) de habitaciones suite presidencial de 1 piso con un total de 2 llaves. Estas habitaciones contarán con un área de 314.17m^2 donde se ubicarán 2.5 sanitarios, 2 clósets, recámara king con sala de estar; una regaderas exteriores con tina en un área de 14.70m^2; un comedor con bar y cocina una estancia y una terraza exterior cubierta en un área de 107.69m^2; y una terraza exterior con un área de 77.99m^2 donde se encontrarán 2 jacuzzis con un área de 3.75m^2 cada uno y estarán interconectadas con una habitación tipo Standard doble/doble.

Estas habitaciones tienen un diseño sencillo pero confortable y cómodo aprovechando los acabados locales como el sascab en los muros, la piedra, pergolados y cancelerías de madera, cristales naturales con mucha iluminación natural, las piedras naturales en los pisos exteriores de las terrazas así como decks de madera de la región y piedras naturales como el mármol en las habitaciones, los plafones serán altos y las cubiertas inclinadas a base de estructura metálica y/o concreto con impermeabilizante y acabado de madera para exterior s.m.a.

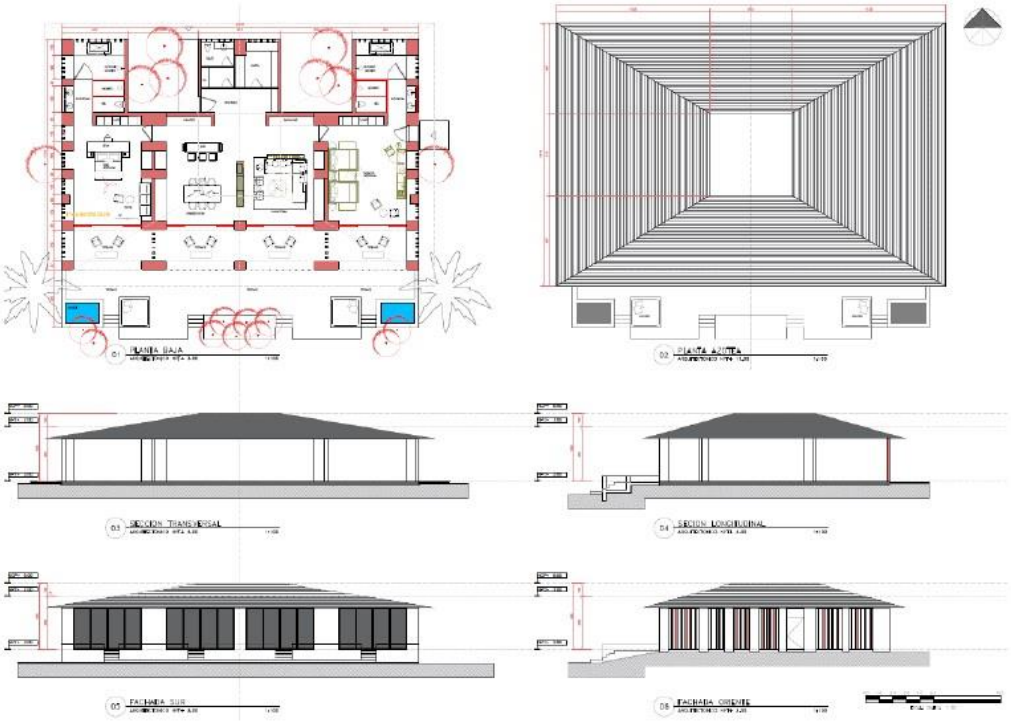


Figura II.14. Cuarto tipo de edificio Suite Presidencial NPT+3.00.



Figura II.15. Planta baja de Suite Presidencial 1 piso NPT+3.00.

- **Suites de hotel (Jungle suites)**

El proyecto contará con 50 Suites especiales.

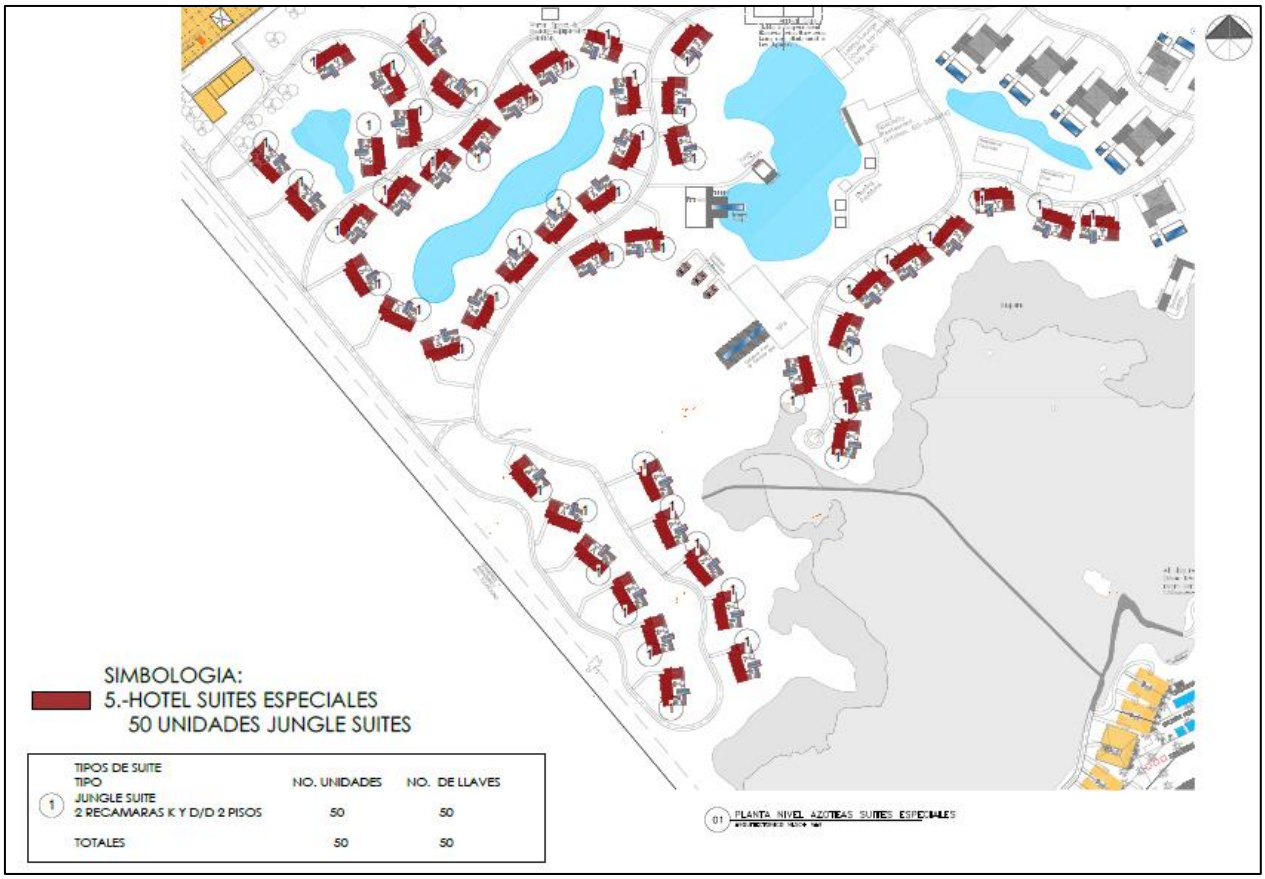


Figura II.16. Distribución de Suites Especiales Jungle Suite 1 piso NPT+3.00.

Estas habitaciones contarán con un área de 138.36m^2 donde se ubicará 1 sanitario, 1 clóset, recámara king, una sala de estar, una regadera al exterior, una terraza exterior cubierta con un área de 36.18m^2 y una terraza exterior descubierta con un área de 122.14m^2 donde se encontrará una alberca con un área de 16.08m^2, un área de estar y un jardín aromático.

Estas habitaciones tienen un diseño sencillo pero confortable y cómodo aprovechando los acabados locales como el sascab en los muros, la piedra, pergolados y cancelerías de madera, cristales naturales con mucha iluminación natural, las piedras naturales en los pisos exteriores de las terrazas así como decks de madera de la región y piedras naturales como el mármol en las habitaciones, los plafones serán altos simulando a la arquitectura maya, las cubiertas inclinadas a base de estructura metálica y/o concreto con impermeabilizante y acabado de madera para exterior s.m.a. y los edificios estarán rodeados de vegetación natural y complementada con exuberante landscape nuevo.

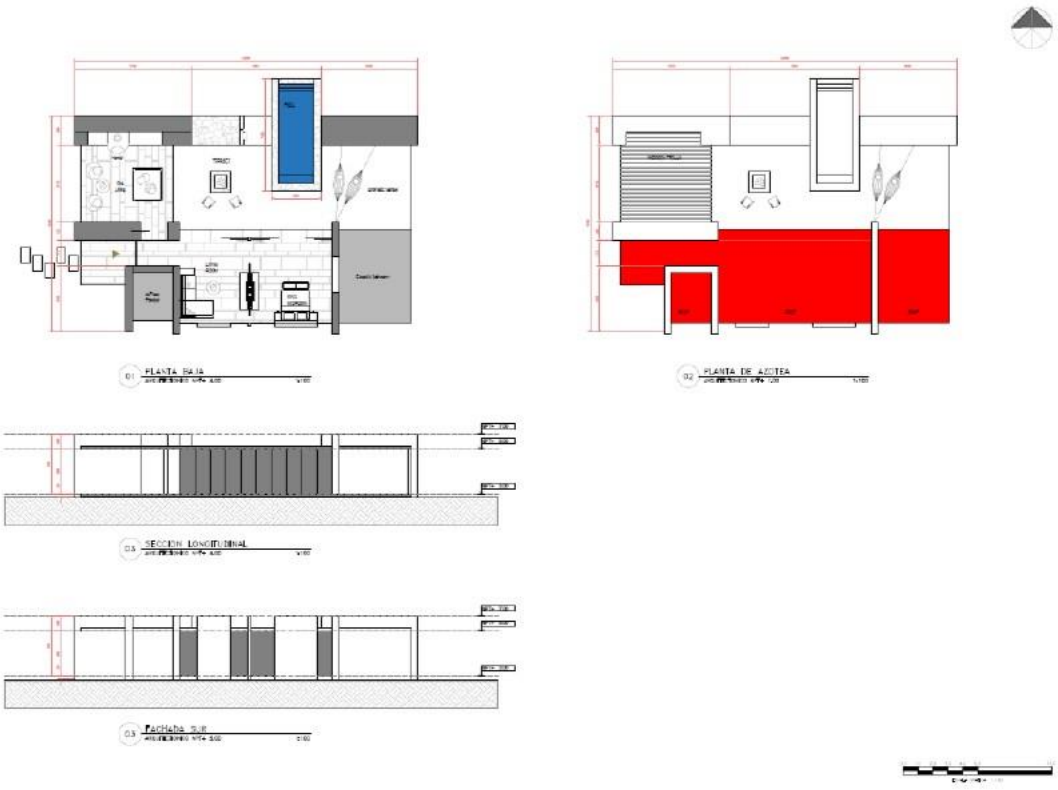


Figura II.17. Suites Especiales Jungle Suite 1 piso NPT+3.00.



Figura II.18. Planta baja de Suites Especiales Jungle Suite 1 piso NPT+3.00.



Figura II.19. Render de exterior de Suites Especiales Jungle Suite 1 piso NPT+3.00.



Figura II.20. Render de interior de Suites Especiales Jungle Suite 1 piso NPT+3.00.

- **Residencias**

El proyecto contará con 33 residencias las cuales estarán administradas por el hotel; las residencias estarán clasificadas en 3, 4 y 5 recámaras.

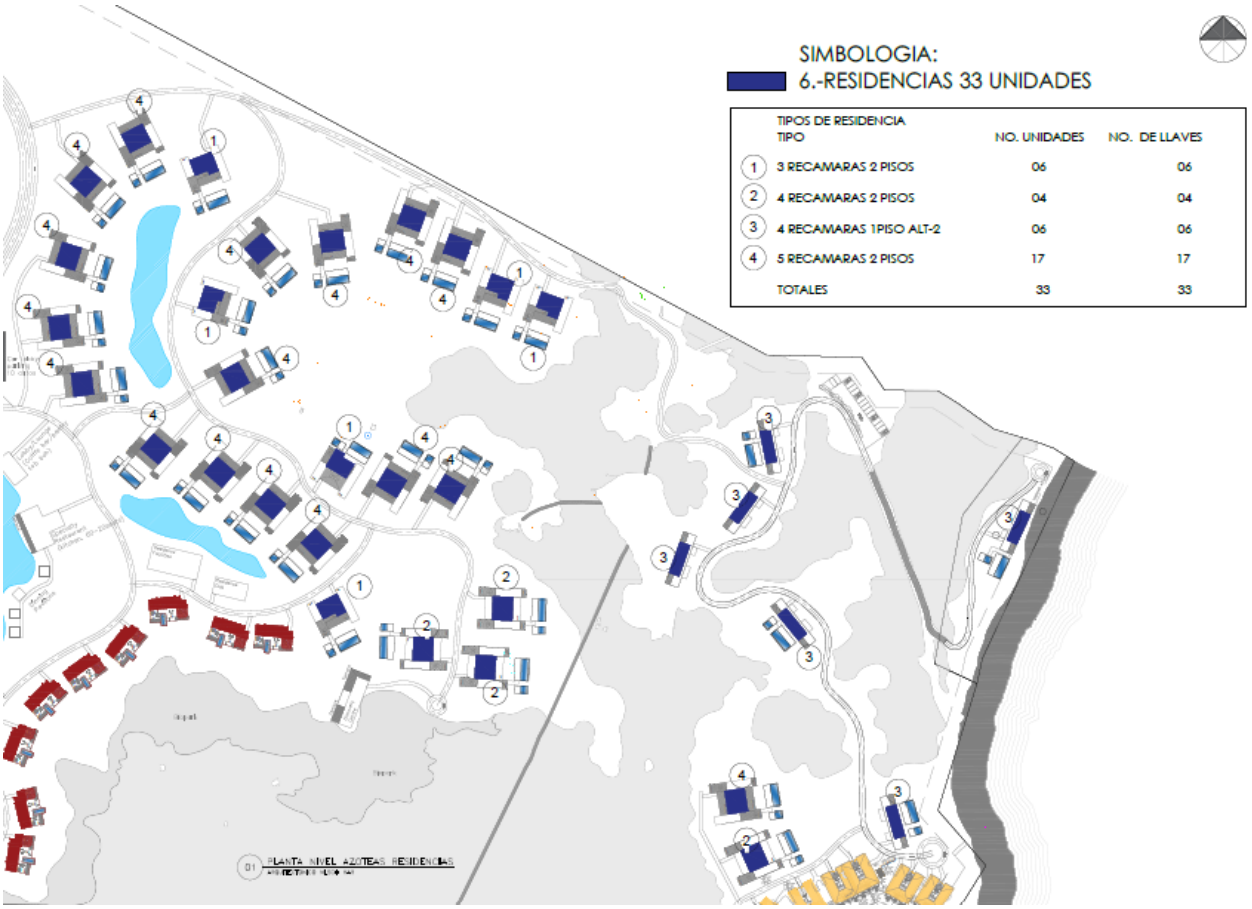


Figura II.21. Distribución de residencias NPT+3.00 y 7.00.

Residencia tipo 3 recámaras 2 pisos NPT+3.00 y NPT+7.00

El proyecto contara con 6 unidades (edificios) de residencias de 3 recámaras resueltos en 2 pisos dando un total de 6 llaves. Estas residencias cuentan con un área de 364.14m^2 en planta baja donde se ubica el acceso principal, un vestíbulo, una sala comedor con una gran estancia y área de juegos, estos espacios cuentan con una gran terraza, dos baños, una cocina con un patio de servicio, 2 recámaras con terraza y baño, una escalera para acceder al nivel 1; las terrazas en este piso tienen un área de 60.41m^2 , hay una alberca con un área de 50.33m^2 y un jacuzzi de 12.96m^2; una terraza exterior para la alberca con un área de 85.31m^2. En planta alta se cuenta con un vestíbulo de acceso, una recámara con baño y terrazas, el área de este nivel es de 76.80m^2 y las terrazas con un área de 68.20m^2.



Figura II.22. Residencias de 3 recámaras 2 pisos NPT+3.00 y NPT+7.00.

Residencia tipo 4 recámaras 2 pisos NPT+3.00 y NPT+7.00

El proyecto contará con 4 unidades (edificios) de residencias de 4 recámaras resueltos en 2 pisos dándonos un total de 4 llaves. Estas residencias contarán con un área de 339.01m^2 en planta baja donde se ubicará el acceso principal, un vestíbulo una sala comedor con una gran estancia y área de juegos, estos espacios tendrán una gran terraza, dos baños, una cocina con un patio de servicio, 2 recámaras con terraza y baño, una escalera para acceder al nivel 1, las terrazas en este piso tendrán un área de 150m^2; habrá una alberca con un área de 50.33m^2 y un jacuzzi de 12.96m^2; una terraza exterior para la alberca con un área de 85.31m^2. En planta alta se contará con un vestíbulo de acceso, dos recamara con baño y terrazas, el área de este nivel será de 155.18m^2 y las terrazas con un área de 123.96m^2.



Figura II.23. Residencia tipo 4 recámaras 2 pisos NPT+3.00 y NPT+7.00.

Residencia tipo 4 recámaras 1 piso Alt-2 NPT+3.00 y NPT+7.00

El proyecto contara con 6 unidades (edificios) de residencias de 4 recámaras resueltos en 2 pisos dándonos un total de 6 llaves. Estas residencias cuentan con un área de 256.80m^2 en planta baja donde se ubicará el acceso principal, un vestíbulo, una sala comedor con una gran estancia y área de juegos, estos espacios contarán con una gran terraza, dos baños, una cocina con un patio de servicio, 2 recámaras con terraza y baño; una escalera para acceder al nivel 1, las terrazas en este piso tienen un área de 39.00m^2 , hay una alberca con un área de 50.33m^2 y un jacuzzi de 12.96m^2; una terraza exterior para la alberca con un área de 85.31m^2. En planta alta se cuenta con un vestíbulo de acceso, dos recámaras con baño y terrazas, el área de este nivel es de 96.04m^2 y las terrazas con un área de 39.00m^2.



Figura II.24. Residencia tipo 4 recámaras 1 piso Alt-2 NPT+3.00 y NPT+7.00.

Residencia tipo 5 recámaras 2 pisos NPT+3.00 y NPT+7.00

El proyecto contará con 17 unidades (edificios) de residencias de 4 recámaras resueltos en 2 pisos dándonos un total de 17 llaves. Estas residencias contarán con un área de 339.01m^2 en planta baja donde se ubicará el acceso principal, un vestíbulo, una sala comedor con una gran estancia y área de juegos, estos espacios contarán con una gran terraza, dos baños, una cocina con un patio de servicio, 2 recámaras con terraza y baño, una escalera para acceder al nivel 1, las terrazas en este piso tienen un área de 150m^2 , hay una alberca con un área de 50.33m^2 y un jacuzzi de 12.96m^2; una terraza exterior para la alberca con un área de 85.31m^2. En planta alta contará con un vestíbulo de acceso, tres recámaras con baño y terrazas; el área de este nivel será de 239.00m^2 y las terrazas con un área de 123.96m^2.



Figura II.25. Residencia tipo 5 recámaras 2 pisos NPT+3.00 y NPT+7.00.



Figura II.26. Render de residencia tipo 5 recámaras NPT+3.00 y NPT+7.00.

Áreas públicas

El proyecto contará con amenidades necesarias para dar un servicio de eficiencia, calidad y confort a los huéspedes, las cuales contarán con excelentes vistas a la selva, cenotes y cuerpos de agua artificiales. Tendrá un motor lobby para huéspedes donde podrán llegar camiones, automóviles, vagonetas, etc. Las áreas públicas se integran de la recepción y registro, restaurantes de especialidades y comedores independientes, restaurante de 3 tiempos, restaurante parrilla, bar de alberca, Spa, Gimnasio con cabinas de masaje, estética, pabellones de meditación, canchas de juego (basquetbol, tenis y volibol) pabellones de deportes, amenidades para las residencias, pabellón para aventuras en la selva, pabellones para deportes acuáticos y club de playa. La estructura de las obras incluye elementos con roca y madera, inspirados en la arquitectura de la cultura de la región, tomando como referencia edificios construidos con roca por los mayas.

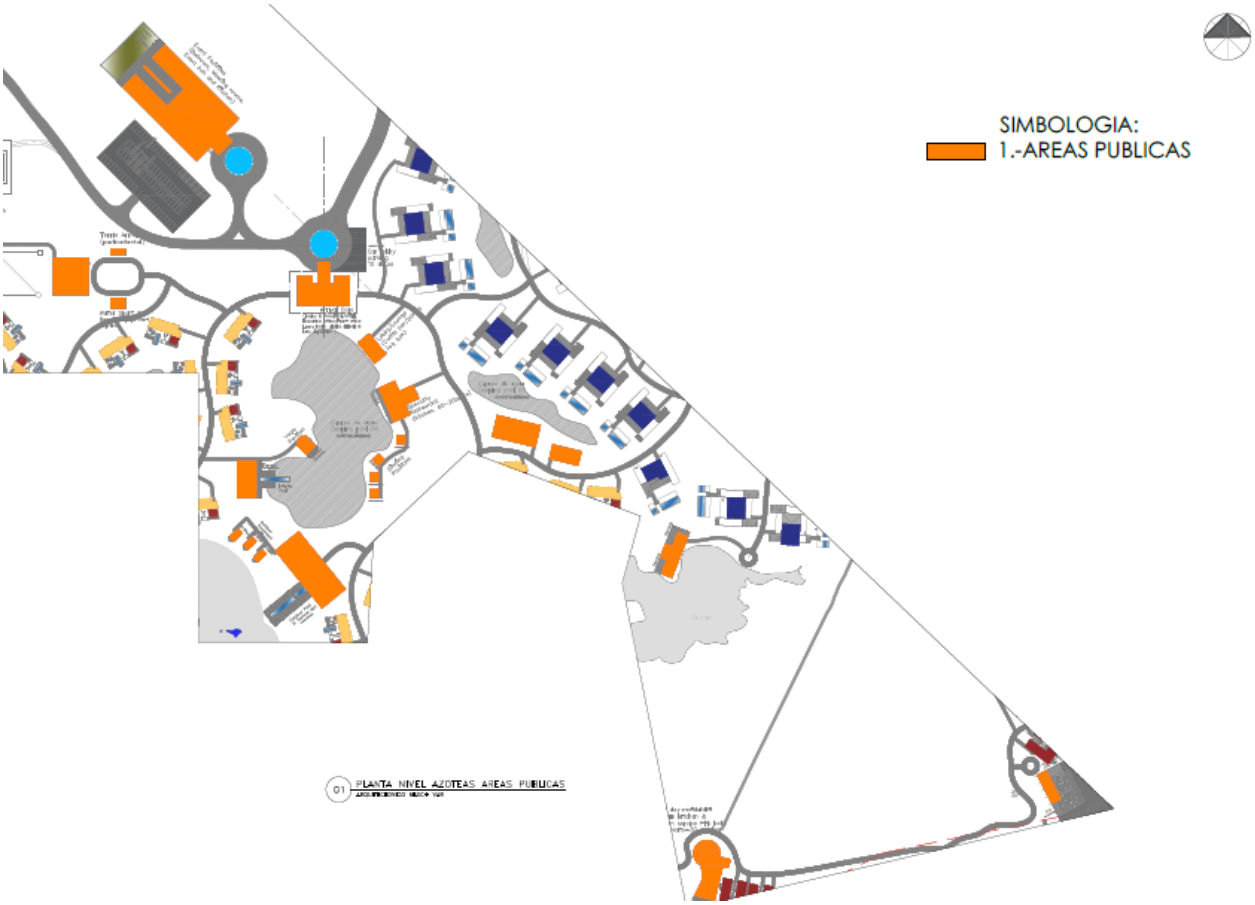


Figura II.27. Distribución de áreas públicas.



Figura II.28. Render de Lobby recepción NPT+3.00.



Figura II.29. Render de restaurante de especialidades NPT+3.00.



Figura II.30. Render de spa NPT+3.00.



Figura II.31. Render de alberca adultos NPT+3.00.



Figura II.32. Render de restaurante tres tiempos.

- **Cuerpos de agua artificiales (Lagos artificiales)**

Se construirán 5 cuerpos de agua artificiales (a manera de lagos artificiales) con fines recreativos, estéticos y de regulación ambiental, los cuales brindarán mayor naturalidad y belleza al paisaje así como a los edificios anexos a estos elementos como el Spa, salas de masajes, gimnasio , restaurantes y suites que, además, permitirán a los huéspedes transportarse dentro del desarrollo turístico a través de embarcaciones no motorizadas o embarcaciones con motor eléctrico que navegarán a lo largo de los mismos. Se emplearán embarcaciones con motor eléctrico también para la realización de obras de mantenimiento o reparaciones menores.

En condiciones definitivas de trazo (habiendo identificado desviaciones por árboles de diámetro considerable), se llevará a cabo un desmonte y despalme de dicha trayectoria, con la intención de identificar niveles de plataforma, posterior a ello se tenderá en capas la mejora de material en el área de desplante mediante material tipo sascab procedente del banco autorizado para éste proyecto; una vez alcanzado el nivel de desplante el fondo de los cuerpos estará recubierto con geomembranas impermeables de tal forma que el agua que contendrán no estará en contacto directo con el medio geológico ni con el agua subterránea de la zona. La geomembrana se cubrirá con arena y materiales no contaminantes que le proporcionarán un aspecto natural al fondo de los cuerpos de agua. Sus costados serán en pendiente y se plantarán especies nativas de la región, priorizando ejemplares de especies similares a las encontradas en áreas adyacentes.

Su profundidad será de 1.50 m con un tirante de agua de 1.20 m, lo que implica que existirá un bordo libre de 30 cm. La longitud de los cuerpos de agua es variable van desde los 50m hasta los 165m, así como su ancho el cual va desde los 10m hasta los 70m en su conjunto ocupan un área de 14,232.82 m^2. El volumen de material que será necesario excavar para su construcción será de 24,194.09 m^3 aproximadamente debido a que habrá que excavar una profundidad de 1.70m para su construcción. El volumen de agua que contendrán en conjunto será de 17,078.54m^3 aproximadamente. La propuesta del llenado de los cuerpos de agua artificiales es de manera natural por medio de escurrimientos de agua pluvial.

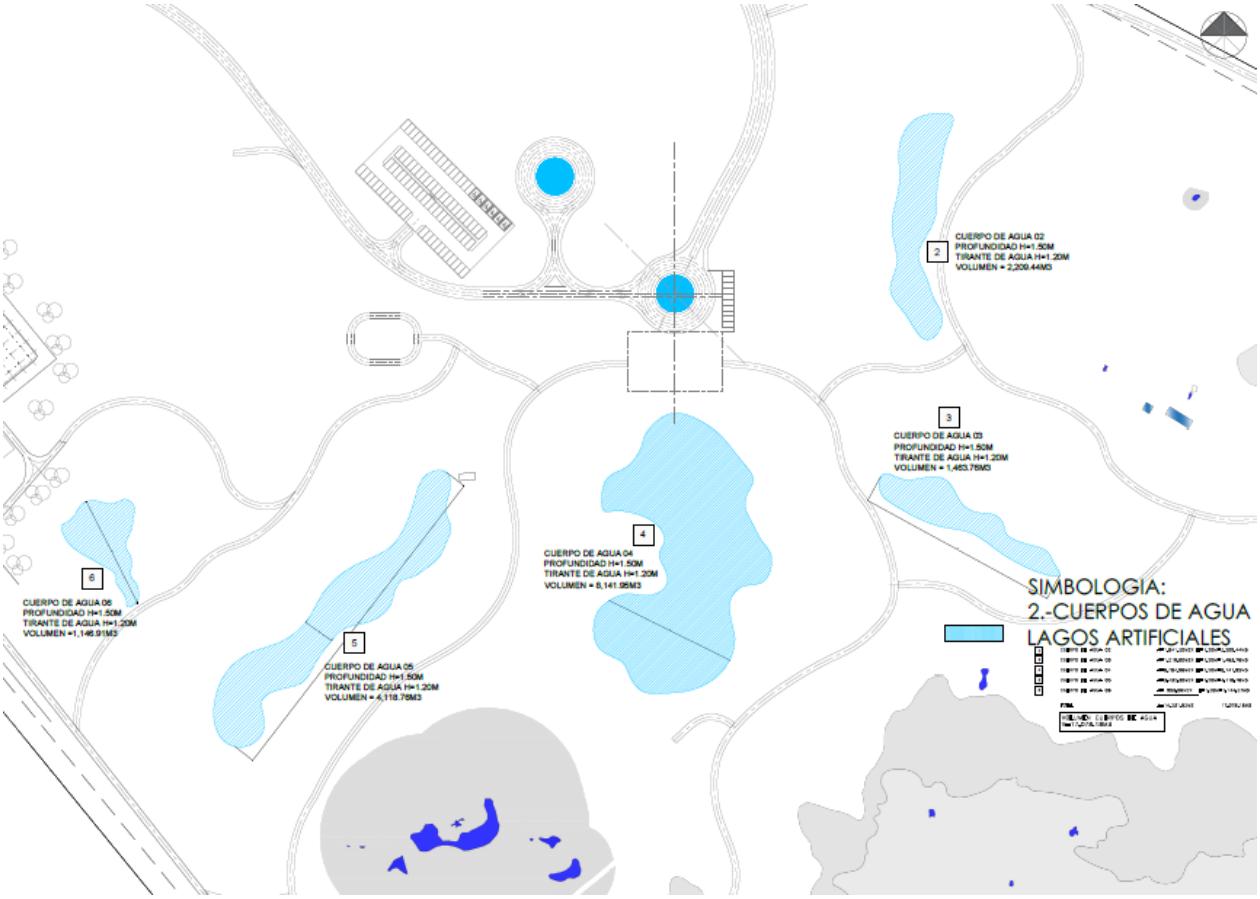


Figura II.33. Cuerpos de agua artificiales a construir.

Área de servicios generales (BOH)

Por la configuración y curvas de nivel del terreno, este nivel se ubicará en el npt+3.00 y n+6.00; en el nivel npt+3.00 se ubicarán las cisternas de agua potable, tratada y contra incendio, planta de tratamiento de aguas grises y negras y cuartos de bombeo y equipos de albercas y jacuzzis de habitaciones, residencias y suites,

este nivel estará protegido por muros de concreto en todo su perímetro y los accesos a los cuartos de máquinas y bombas se realizará por el nivel superior npt+6.00 para evitar inundaciones en caso de siniestro.

En el npt+6.00 se ubicará la subestación y planta de emergencia, la lavandería, oficinas administrativas y de finanzas, cocina principal, almacén general, comedor de empleados, baños y vestidores de empleados, mantenimiento, cuartos de residuos, patio de carga y descarga, planta de ósmosis inversa, almacenes, andenes y circulaciones de peatonales, carts y vehículos.

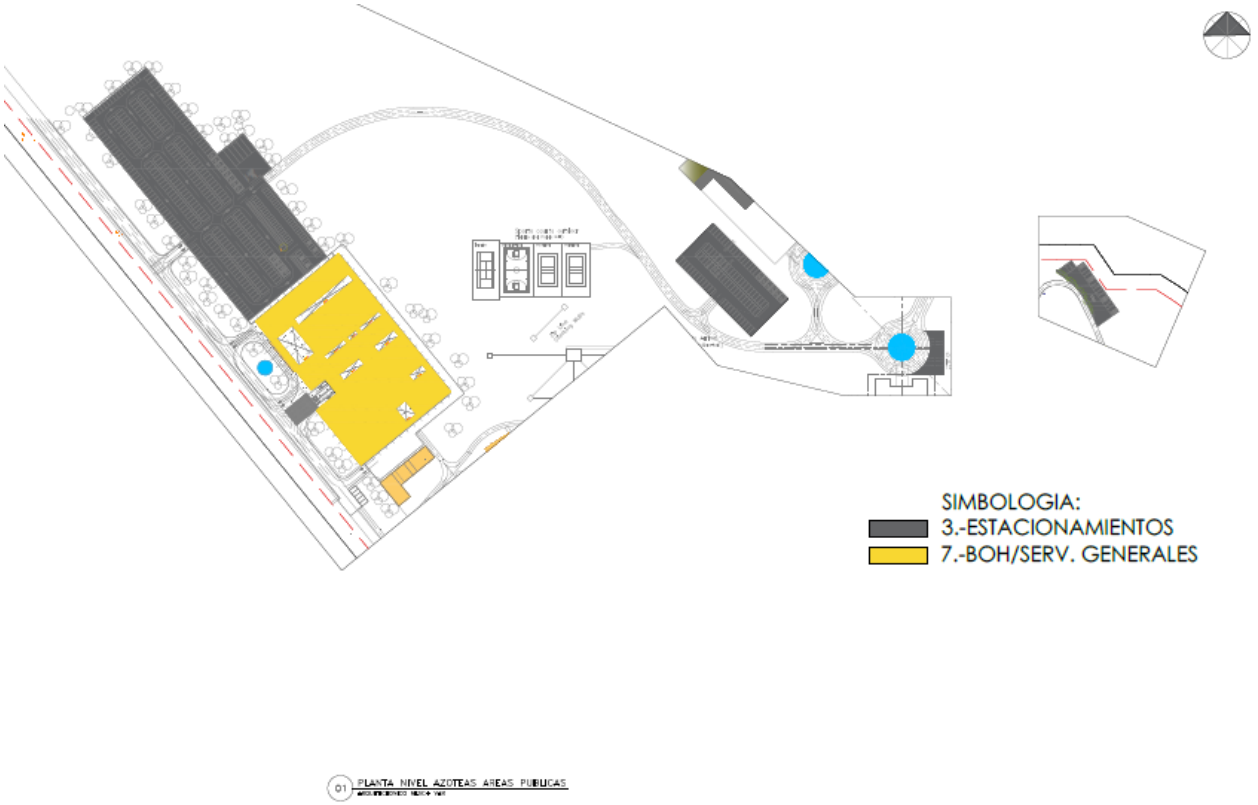


Figura II.34. Distribución de área de servicios generales y estacionamientos.

Estacionamientos

El estacionamiento requerido para cumplir con la demanda reglamentaria que establecen las Normas Técnicas Complementarias, se ubicará en el NPT+3.00 para 394 automóviles, 43 motocicletas y 5 autobuses siendo el 100 % de cajones grandes (5.50x2.70m), con su provisión correspondiente para personas con discapacidad de 4 % y no se contemplan cajones chicos; el servicio de estacionamiento será a base de valet y autoservicio. A pesar de que el requerimiento de acuerdo con las normas es de 394 cajones el proyecto estará suministrando 429 cajones para huéspedes más 18 cajones ADA para personas con discapacidad, dando un total de 447 para huéspedes y visitantes; adicionalmente se establecerán

103 cajones para uso de servicios, empleados y otros visitantes. A continuación, se presenta la distribución de los estacionamientos:

Tabla II.7. Distribución de cajones de estacionamientos.

Tipo de estacionamiento	Cajones (huéspedes y visitantes)	Cajones (de servicios)	Cajones ADA* (405x550 m)
Estacionamiento principal			
Sección principal (hotel y residencias)	208	-	12
Empleados y visitas	100	-	-
Motos	-	43	-
Carts	-	55	-
Autobuses	-	05	-
Estacionamiento para eventos	88	-	6
Estacionamiento Car lobby	10	-	-
Estacionamiento remoto	18	-	-
Estacionamiento de emergencias	05	-	-
Total	**429**	**103**	**18**

* Cajones especiales para personas con discapacidad.

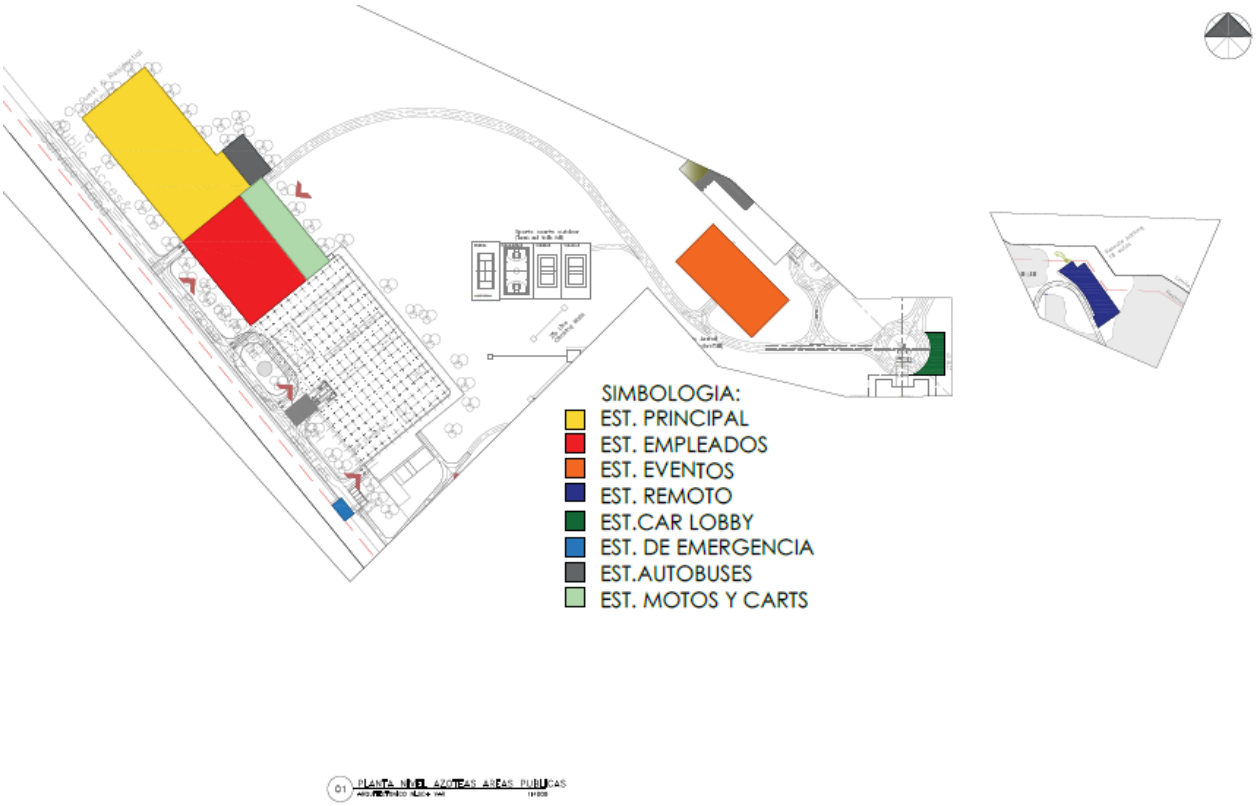


Figura II.35. Distribución de estacionamientos.

El funcionamiento de los estacionamientos contempla la mezcla de usos y la compatibilidad de horarios compartidos, asimismo consideran el 100 % de los cajones con acceso libre a la circulación. Los estacionamientos tienen una altura libre de 2.40m hasta la pérgola de protección contra el asoleamiento y también tienen las dimensiones reglamentarias para cajones y vialidades. Los estacionamientos se iluminarán con luz natural y se ventilarán naturalmente también; para el alumbrado público en las noches se emplearán luces LED cálidas de baja intensidad que se alimentarán de energía solar.

- Vialidades

El proyecto contara con una variedad de vialidades dependiendo de su uso: caminos principales para acceso y salida de vehículos con 2 carriles y camellón central con vegetación; camino acceso secundario de servicio con 2 carriles; vialidades internas para llevar y traer a los usuarios por medio de carts (carros de golf) y senderos para bicicletas y peatones, para correr y practicar el senderismo.

Las vialidades principales deberán tratarse en su base con suelo cemento al 10% sobre el agregado para su compactación, se deberá utilizar piedra de la región según muestra aprobada y consultar y verificar la especificación con el especialista correspondiente. La superficie de rodamiento será a base de concreto estructural clase 1 con f'c=250kg/cm2 de 15cm de espesor, se deberán hacer cortes en el concreto para generar placas de 3.40mx3.40m, el acabado será lavado cuidando que la exposición de la gravilla sea homogénea evitando al máximo las zonas de concentración de finos.

Las cenefas serán a base de roca del sitio de entre 10 y 20 cm de diámetro en promedio colocada según muestra y dejando juntas de 2cm de espesor en promedio para permitir el crecimiento de pasto, se deberán asentar sobre sascab compactado sirviendo como cimbra para el colado del concreto de la vialidad.

Escurrimiento pluvial en el borde: el pasto servirá como retenedor del fino, generando las pendientes requeridas para desalojar el agua hacia el terreno natural y pozos de absorción.

En el caso de los senderos y andadores se utilizará como sub base una cama de sascab compactada al 95% Proctor para recibir la carpeta de concreto se deberán consultar los niveles de rasante especificados en planos de trazo, y la superficie de rodamiento será a base de una mezcla de gravon de 4" con ecocreto en gravilla de ½" cuidando el nivel del gravon al colar con llana extendida, reforzar con malla electrosoldada y con acabado final lavado buscando la exposición final homogénea de la gravilla y el gravon, según muestra en sitio, las cenefas de piedra y escurrimientos deberán seguir el criterio indicado anteriormente.

A continuación, se presentan características de las vialidades. Las dimensiones se presentan en el apartado de *superficies y dimensiones*.

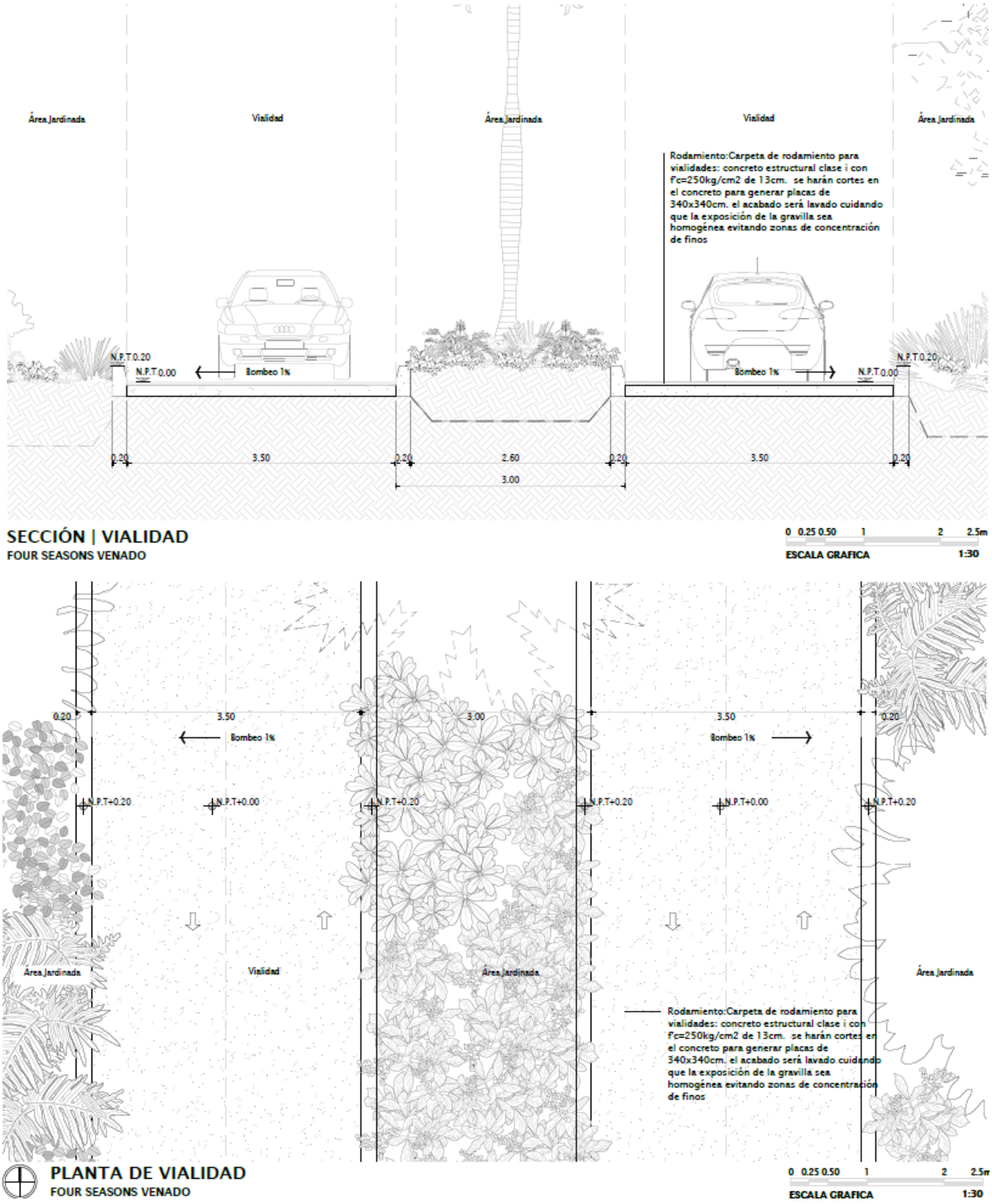


Figura II.36. Características de Acceso principal.

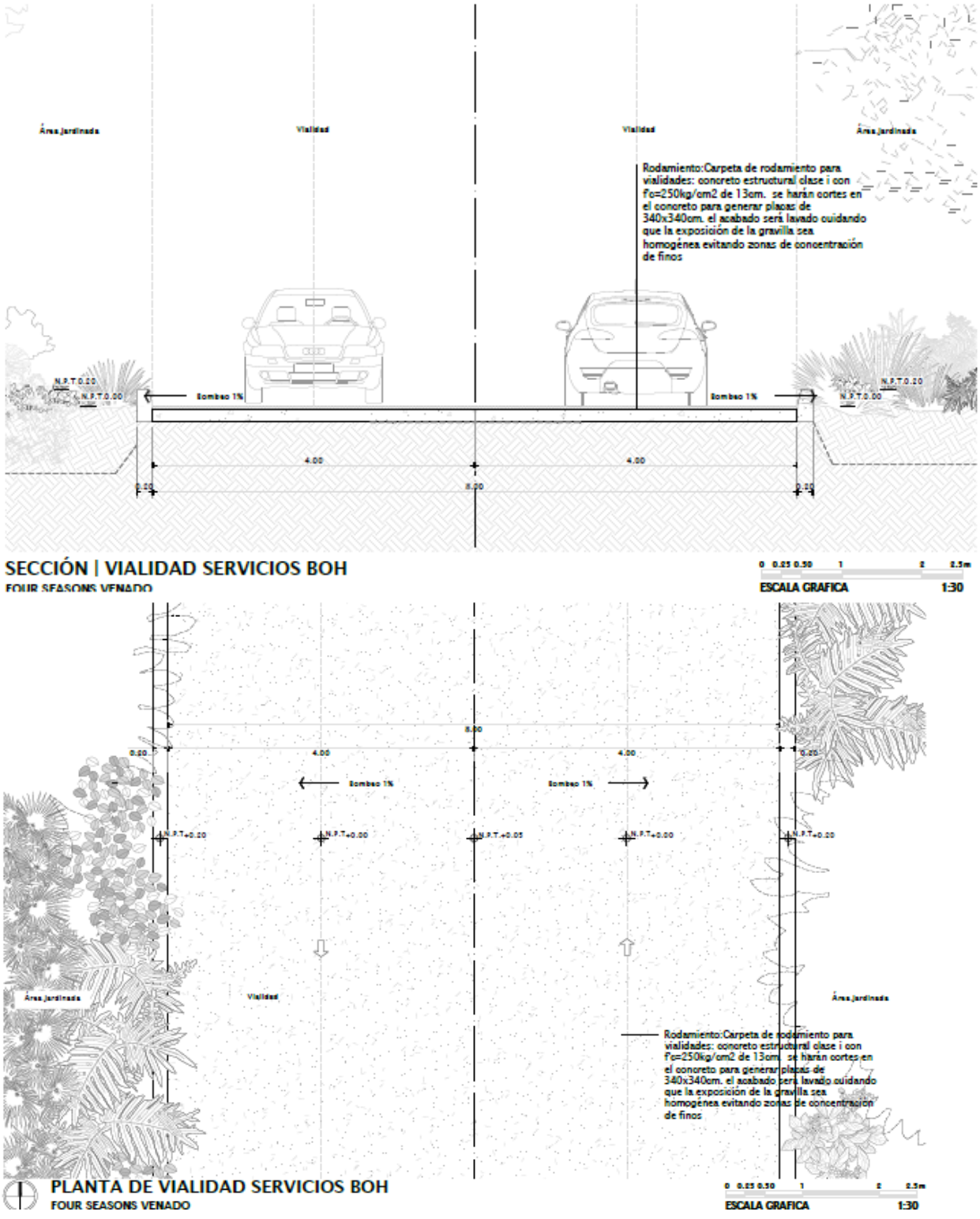


Figura II.37. Características de acceso secundario y de servicios.

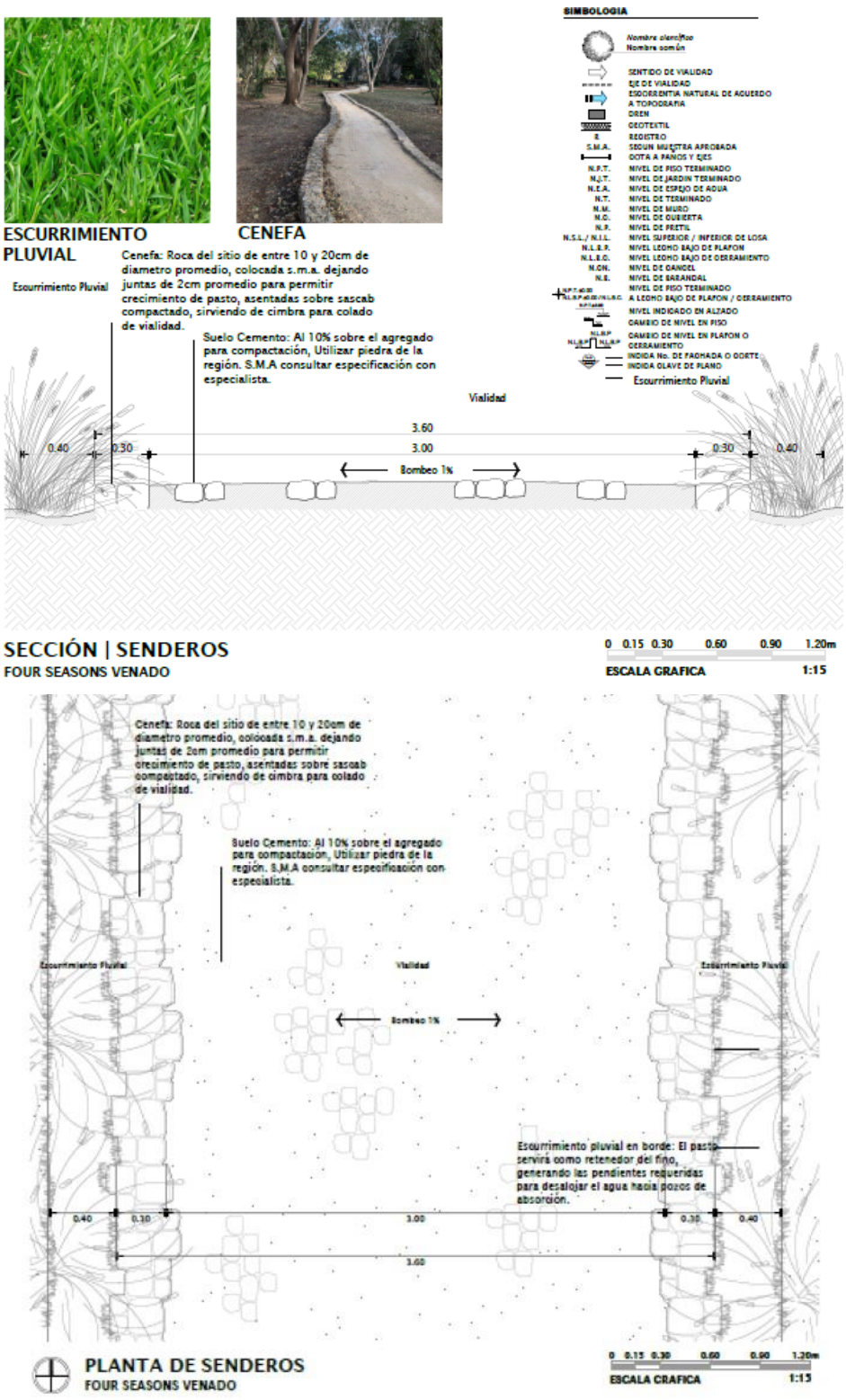
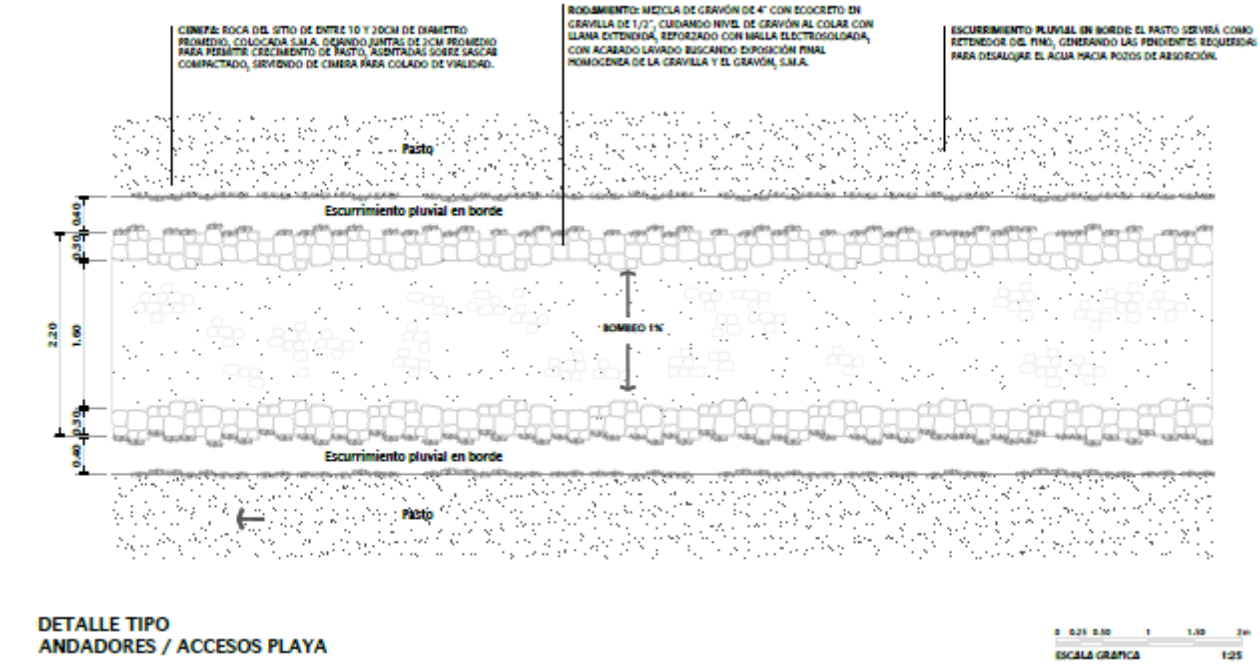


Figura II.38. Características de senderos.



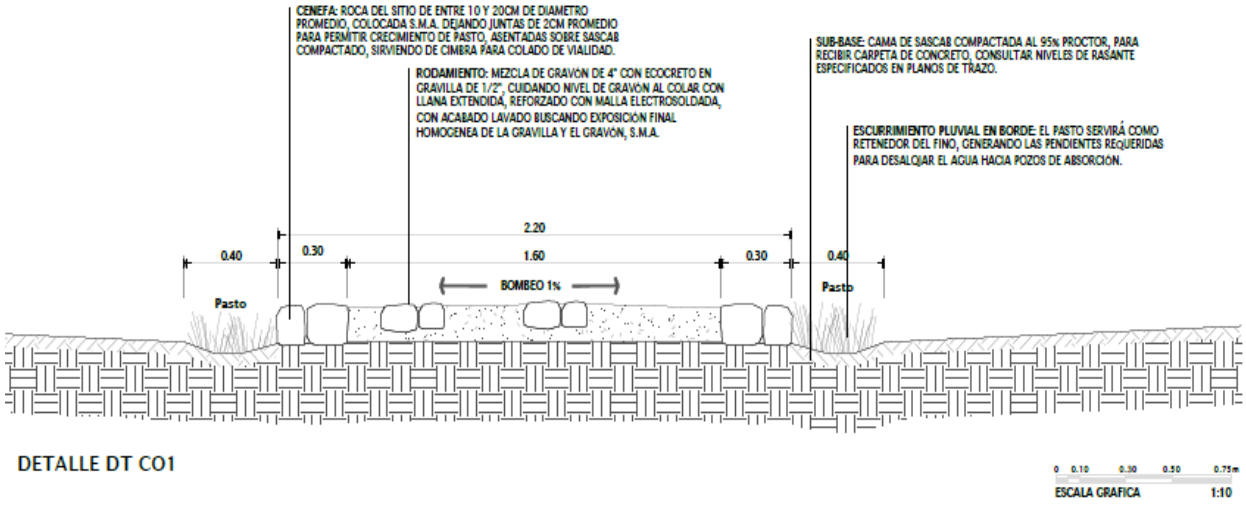


Figura II.39. Características de accesos a playa.



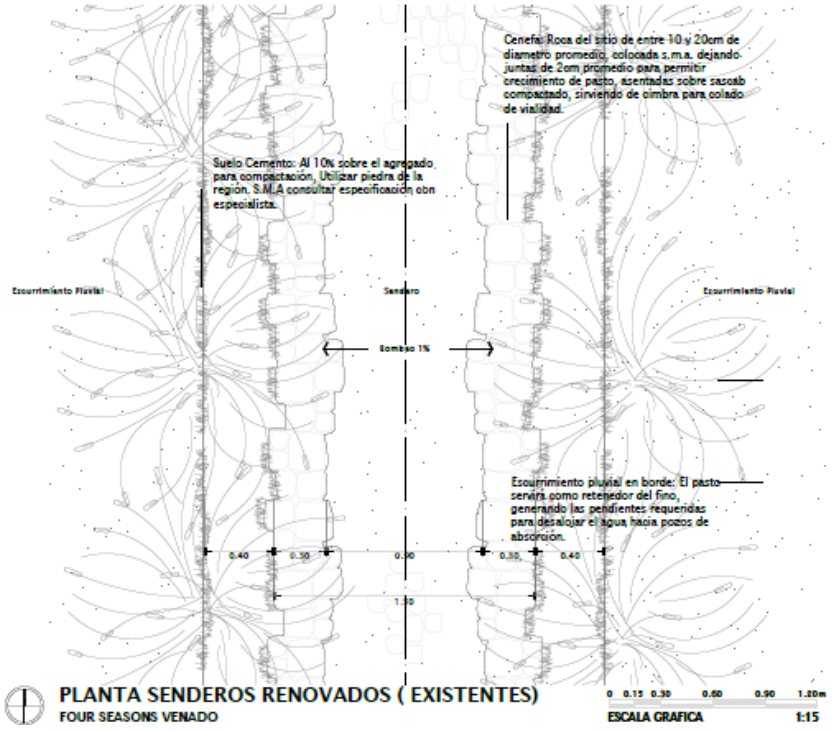


Figura II.40. Características de senderos renovados.

Áreas verdes

Las áreas verdes nuevas son con el propósito de sustituir la vegetación que se haya afectado al realizar las obras; se emplearán especies nativas de la región para realzar y embellecer la arquitectura y áreas que requieran mayor vegetación para lograr el efecto selvático que requiere el proyecto.

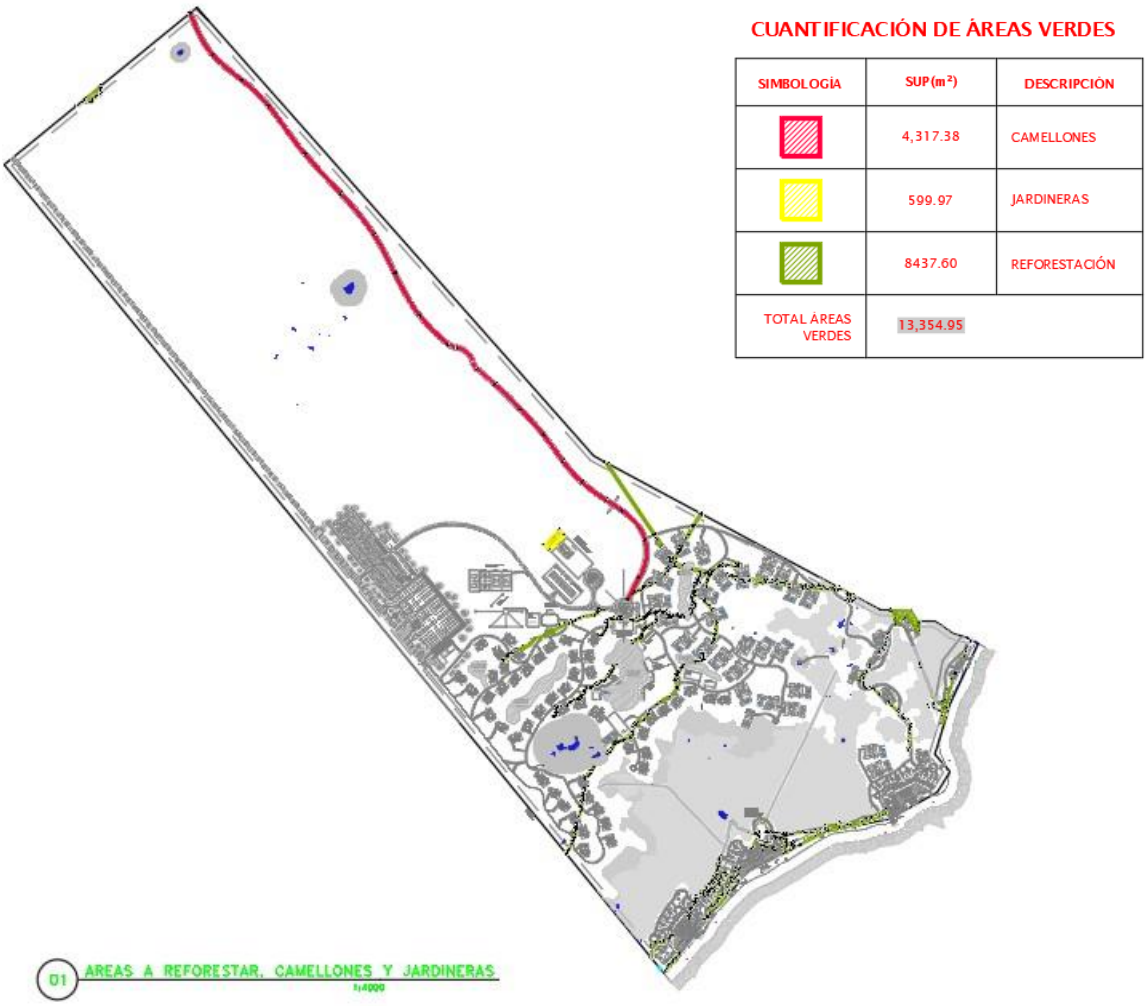


Figura II.41. Áreas verdes del proyecto.

Cabe señalar que, la superficie de áreas verdes es distinta al área de los remanentes de vegetación original, los cuales corresponden a las superficies con vegetación del predio que no serán removidos del terreno, ya que no se aprovecharán dichas áreas para construcción de obras o vialidades. De los remanentes, el manglar

será destinado como área de conservación para el cual se implementará el Programa de conservación de Manglar para aplicar medidas que eviten el daño de dicha comunidad vegetal.

- **Área de conservación**

Este concepto contempla la superficie de cobertura de comunidades de manglar presentes en el predio, en el que se registró la presencia de *Rhizophora mangle, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*. En esta área no se realizará la remoción de especies de manglar, atendiendo lo dispuesto en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre.

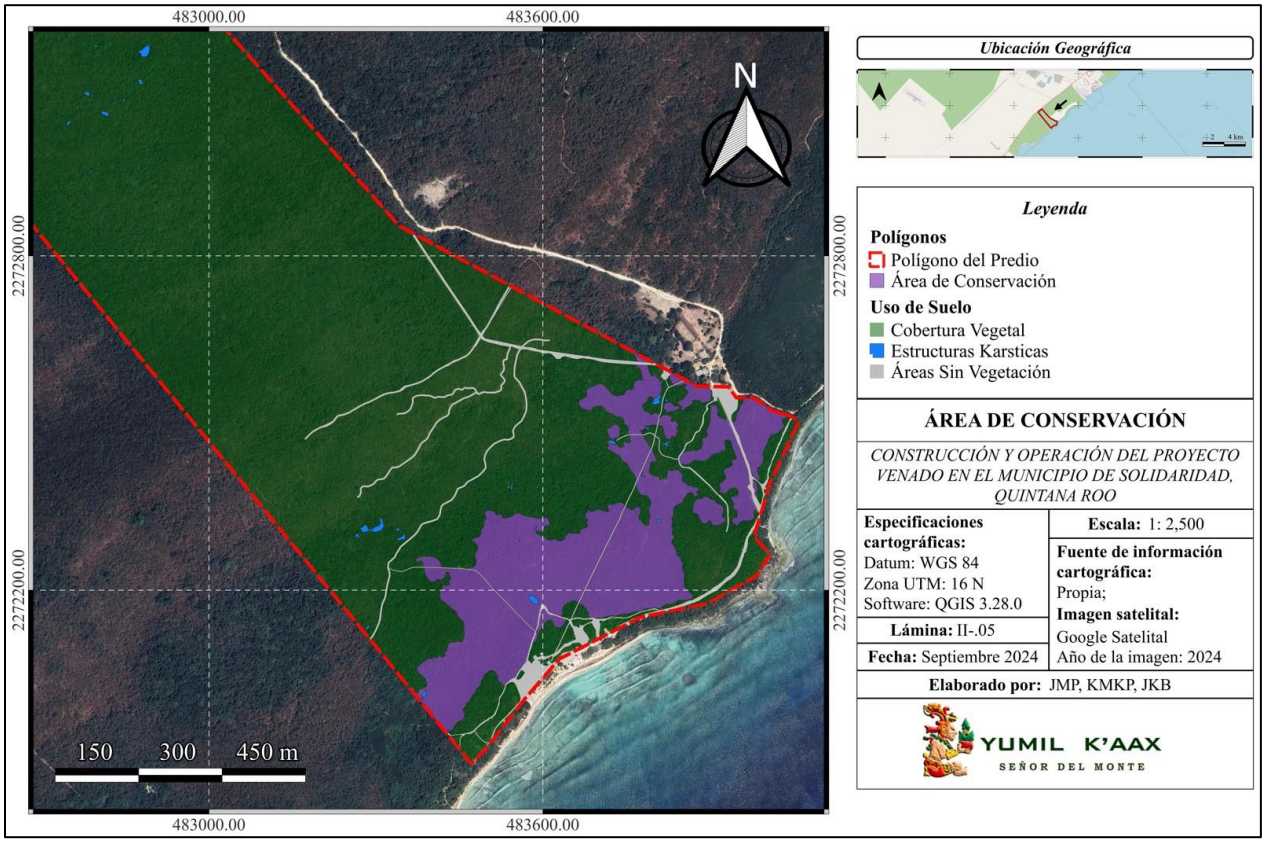


Lámina II.4. Área de conservación del proyecto que envuelve los polígonos de vegetación de manglar.

En el área de conservación no se removerá la cobertura vegetal, es decir, no habrá deforestación de manglar y no se removerá ningún individuo de mangle con el desarrollo del proyecto propuesto. De este modo se mantendrán en su sitio de desplante original las especies de manglar presentes en el predio, dando cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre. En este sentido, se garantiza mantener las especies de mangle identificadas en el terreno.

II.1.4. Ubicación física y dimensiones del proyecto

Ubicación del predio

El proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, se desarrollará en un predio con una superficie total de 1,115,592.66 m2 (111.55 ha) ubicado en Carretera Federal 307, S/N, Lote 001, Manzana 002, Fracción 1 Predio Punta Venado, en la zona costera al del municipio de Solidaridad, en la región norte de la entidad federativa de Quintana Roo. Particularmente el polígono se localiza en el corredor turístico Punta Venado-Paamul, dentro de la región turística la *Riviera Maya*, destino turístico mexicano con gran reconocimiento a nivel internacional. El predio se encuentra a 9 km de distancia de la ciudad de Playa del Carmen y aproximadamente a 8.5 km de Puerto Aventuras.

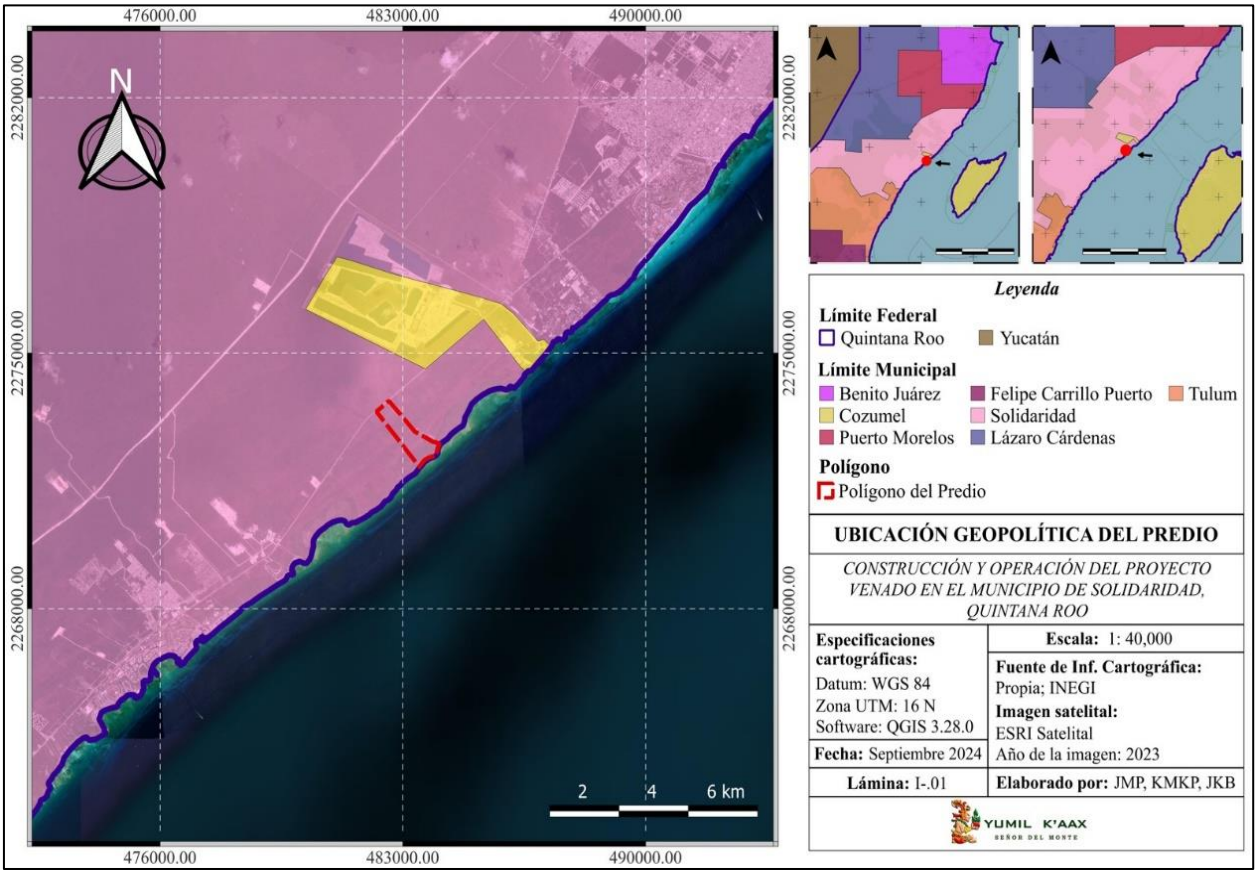


Lámina II.5. Ubicación regional del predio para el proyecto, en el municipio de Solidaridad.

El predio del proyecto cuenta con un frente de playa aproximado de 940 metros de longitud, con vista al Mar Caribe; la Zona Federal Marítima Terrestre colindante se conforma por playa de arena y playa rocosa. El polígono total cuenta con las siguientes colindancias:

- Al norte y noreste colinda con el Lote 001, Fracción 1 de la Fracción 1 del Predio Punta Venado.
- Al sur y suroeste colinda con el Lote 001, Fracción 3 de la Fracción 1 del Predio Punta Venado.
- Al este colinda con Zona Federal Marítima Terrestre.
- Al oeste colinda con la Carretera Federal 307 (Tulum-Cancún).

La Carretera Federal 307 tramo Tulum-Cancún fungirá como la vía de acceso al predio seleccionado.

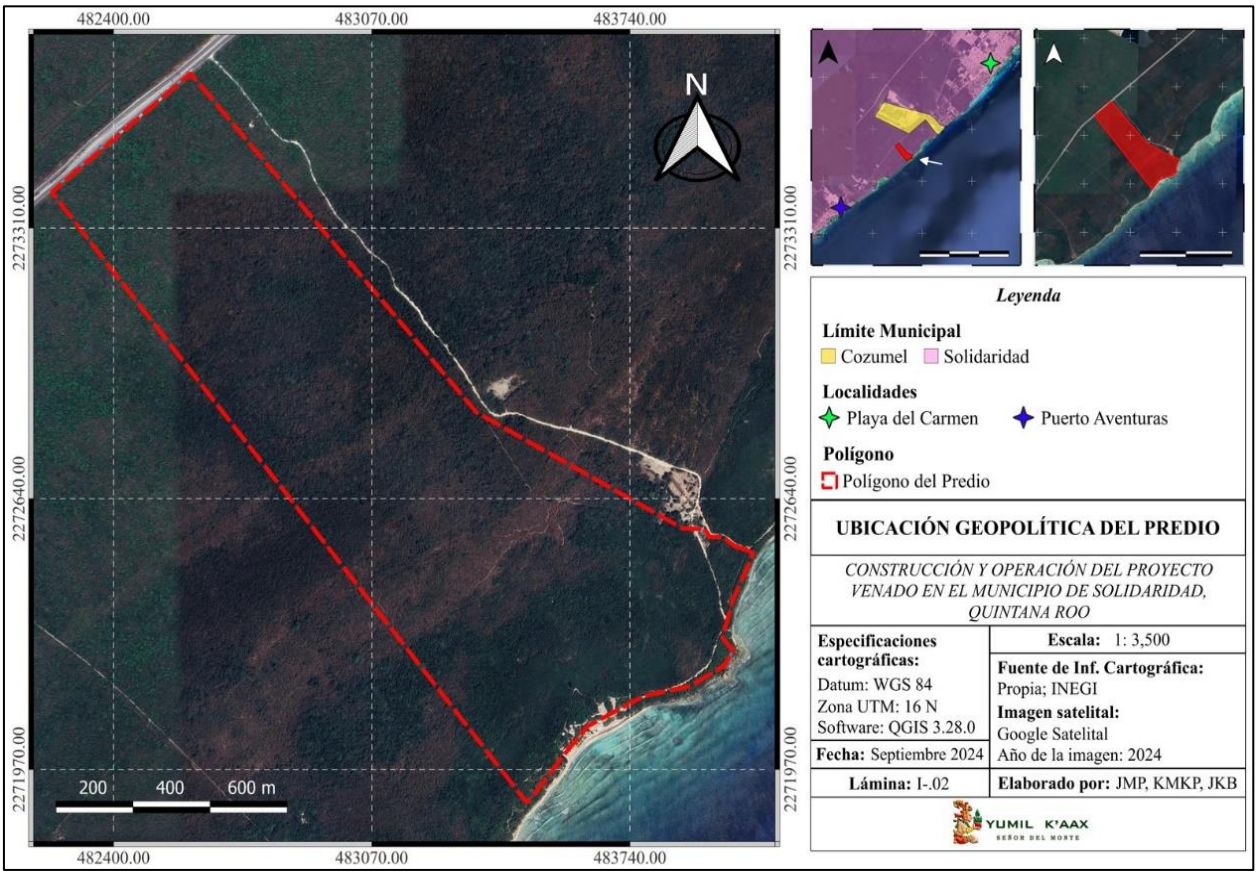


Lámina II.6. Predio donde se desarrollará "*Proyecto Venado*".

Específicamente, el predio del proyecto está conformado legalmente por dos lotes particulares:

- Carretera Federal 307, S/N, Lote 001, Manzana 002, Fracción 2 de la Fracción 1 Predio Punta Venado; con 1,110,172.03 m^2 (111.01 ha).
- Lote 001-2, Manzana 009, Predio INA-Xcaret, municipio de Solidaridad, Quintana Roo; con 5,420.63 m^2 (0.54 ha).

Ambos lotes integran la superficie total del terreno donde se desarrollará el proyecto, es decir, corresponde al predio general referido como *predio del proyecto* a través de la MIA-R.

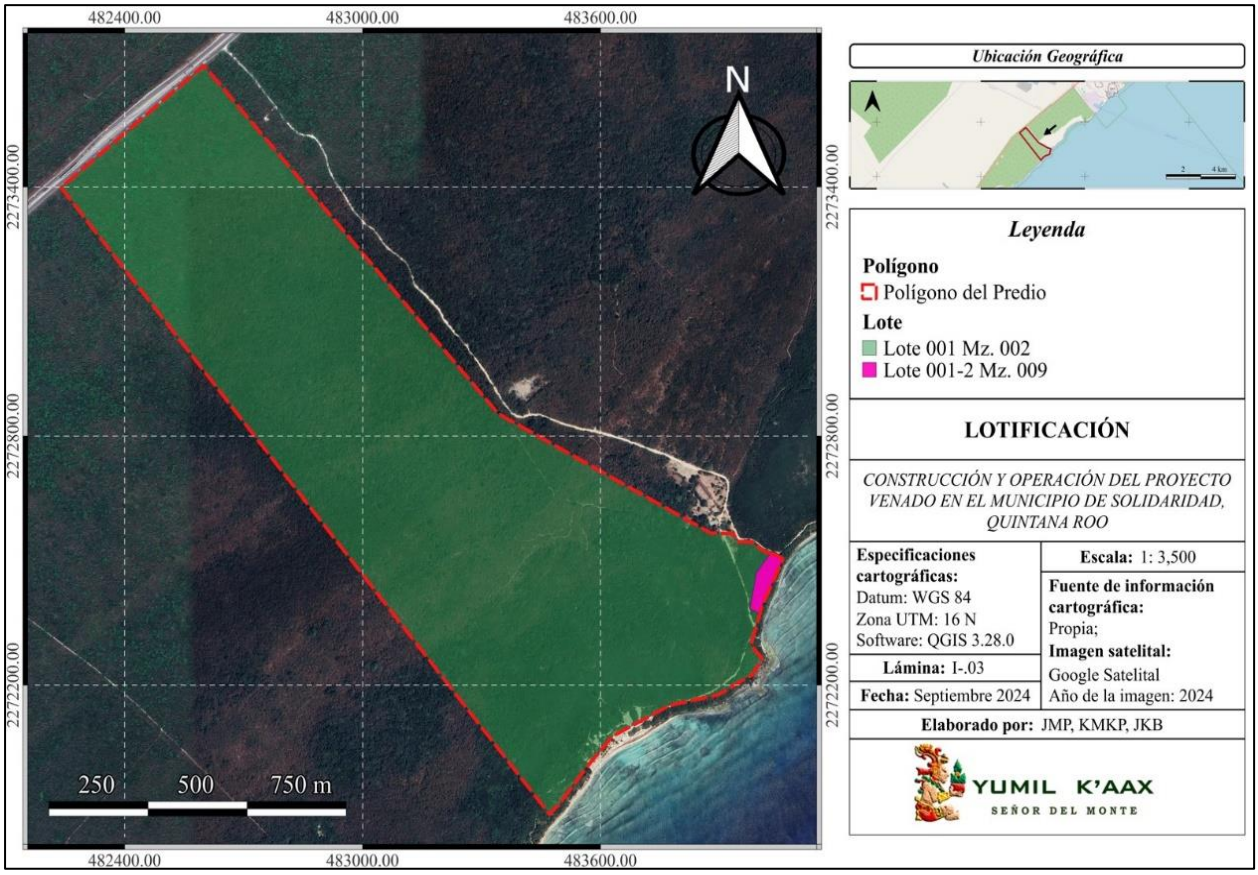


Lámina II.7. Lotes que integran el predio general donde se desarrollará "*Proyecto Venado*".

A continuación, se presentan las coordenadas de ubicación del predio donde se desarrollará el proyecto:

Tabla II.8. Coordenadas de referencia del Lote 001-2.

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				10	2,272,517.1931	484,029.2592
10	11	S 37°43'48.76" W	2.887	11	2,272,514.9099	484,027.4926
11	26	S 37°43'48.76" W	54.874	12	2,272,471.5100	483,993.9128
26	27	S 10°46'59.93" W	89.650	13	2,272,383.4430	483,977.1397
27	28	S 64°56'40.94" E	27.850	14	2,272,371.6488	484,002.3690
28	29	N 12°11'35.49" E	15.137	24	2,272,386.4440	484,005.5660
29	30	N 25°01'41.33" E	128.972	25	2,272,503.3055	484,060.1293
30	31	N 57°59'25.41" W	14.422	26	2,272,510.9500	484,047.9000
31	32	N 69°21'47.57" W	9.136	27	2,272,514.1700	484,039.3500
32	10	N 73°19'20.20" W	10.534	10	2,272,517.1931	484,029.2592
SUPERFICIE = 5,420.634 m2						

Tabla II.9. Coordenadas de referencia del Lote 001.

CUADRO DE CONSTRUCCION						
LADO		RUMBO	DISTANCIA	V	COORDENADAS	
EST	PV				Y	X
				?	2,273,398.4261	482,239.5762
?	?	N 50°48'11.53" E	464.700	?	2,273,692.1101	482,599.7095
?	3	S 41°31'01.76" E	1,119.515	3	2,272,853.8650	483,341.7738
3	4	S 61°45'47.19" E	608.146	4	2,272,566.1400	483,877.5500
4	5	S 88°38'07.53" E	56.636	5	2,272,564.7913	483,934.1701
5	6	S 34°38'00.78" E	23.701	6	2,272,545.2900	483,947.6400
6	7	S 89°28'17.48" E	31.441	7	2,272,545.0000	483,979.0800
7	8	S 57°56'07.65" E	14.373	8	2,272,537.3700	483,991.2600
8	9	S 54°28'30.34" E	26.073	9	2,272,522.2200	484,012.4800
9	10	S 73°19'20.20" E	17.516	10	2,272,517.1931	484,029.2592
10	11	S 37°43'48.76" W	2.887	11	2,272,514.9099	484,027.4926
11	12	S 37°43'48.76" W	54.874	12	2,272,471.5100	483,993.9128
12	13	S 10°46'59.93" W	89.650	13	2,272,383.4430	483,977.1397
13	14	S 64°56'40.94" E	27.850	14	2,272,371.6488	484,002.3690
14	15	S 17°07'03.84" W	78.632	15	2,272,296.5003	483,979.2248
15	16	S 41°04'09.73" E	43.346	16	2,272,263.8209	484,007.7021
16	17	S 31°56'16.25" W	44.945	17	2,272,225.6795	483,983.9262
17	18	S 60°34'44.56" W	100.855	18	2,272,176.1372	483,896.0779
18	19	S 78°26'25.40" W	122.684	19	2,272,151.5529	483,775.8828
19	20	S 62°48'28.62" W	164.292	20	2,272,076.4756	483,629.7483
20	21	S 41°01'03.41" W	91.439	21	2,272,007.4844	483,569.7378
21	22	S 38°06'57.07" W	118.476	22	2,271,914.2715	483,496.6079
22	23	S 44°07'34.78" W	36.006	23	2,271,888.4264	483,471.5393
23	?	N 39°12'35.88" W	1,948.803	?	2,273,398.4261	482,239.5762
SUPERFICIE = 1,110,172.030 m2						

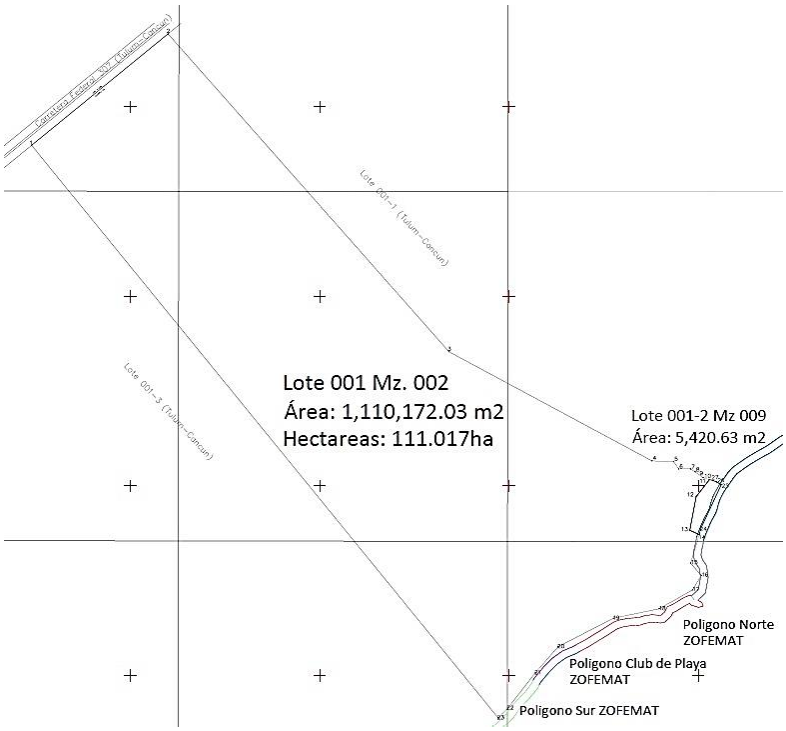


Figura II.42. Plano con coordenadas de referencia del predio; se adjunta en Anexo 2 de la MIA-R.



Imagen II.1. Delimitación de polígono en imagen satelital. Fuente: Google Earth, 2024.



Imagen II.2. Carretera Federal 307 que fungirá como vía de acceso al predio.

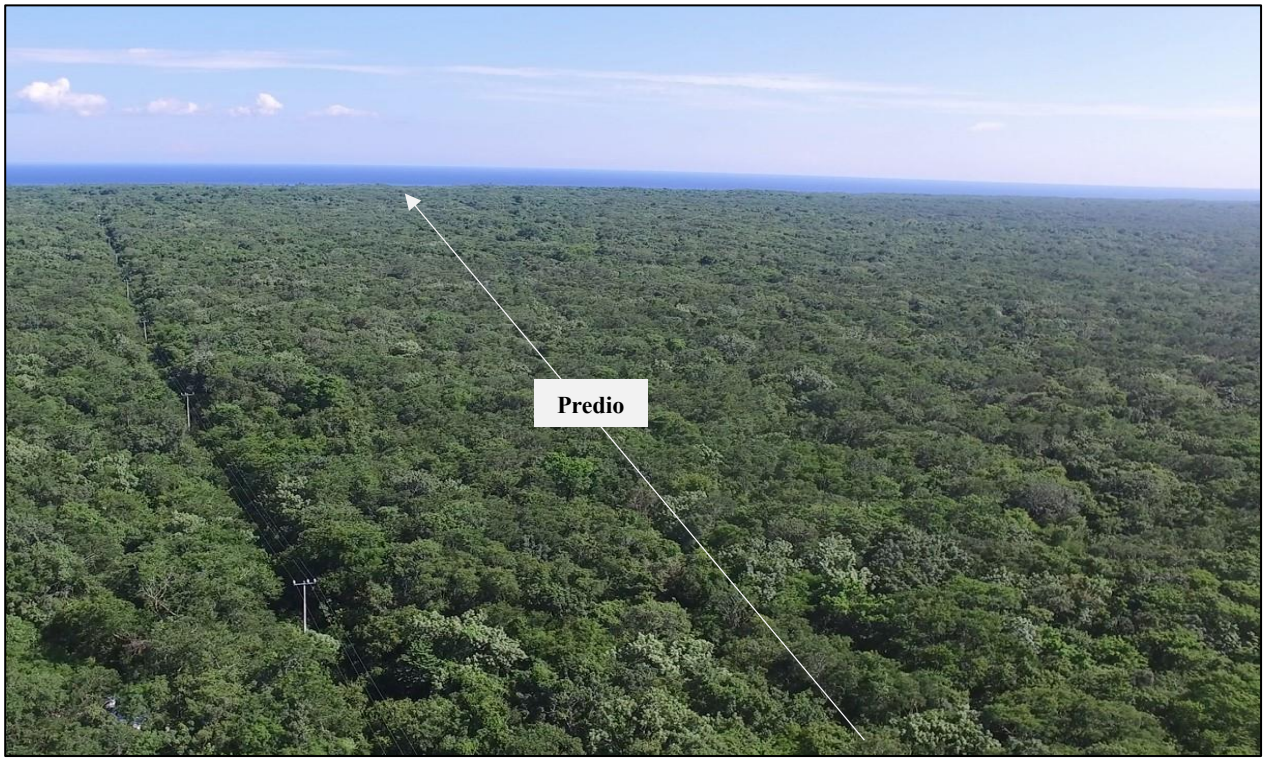


Imagen II.3. Vista general del predio; vista desde el oste hacia el este (el mar).



Imagen II.4. Zona este del predio, colindante a ZOFEMAT.



Imagen II.5. Manglar (señalado con flechas) a establecer como área de conservación del predio.



Imagen II.6. Vista general del predio; vista desde el este hacia el oeste (la carretera).

- ***Coordenadas de referencia de las obras***

Adjunto a la presente MIA-R se incluyen las tablas de coordenadas de las obras en formato Excel; os archivos se dividen por categoría de obra. Asimismo, se anexan planos con coordenadas de las obras y se adjuntan dentro de la copia de la MIA-R en formato digital los archivos en kml de las obras propuestas.

En los planos georreferenciados se aprecian coordenadas sobre los puntos de unión de las obras, además de las tablas con coordenadas y sus vértices. A continuación, se presentan ejemplos de lo que se puede apreciar en los planos georreferenciados:

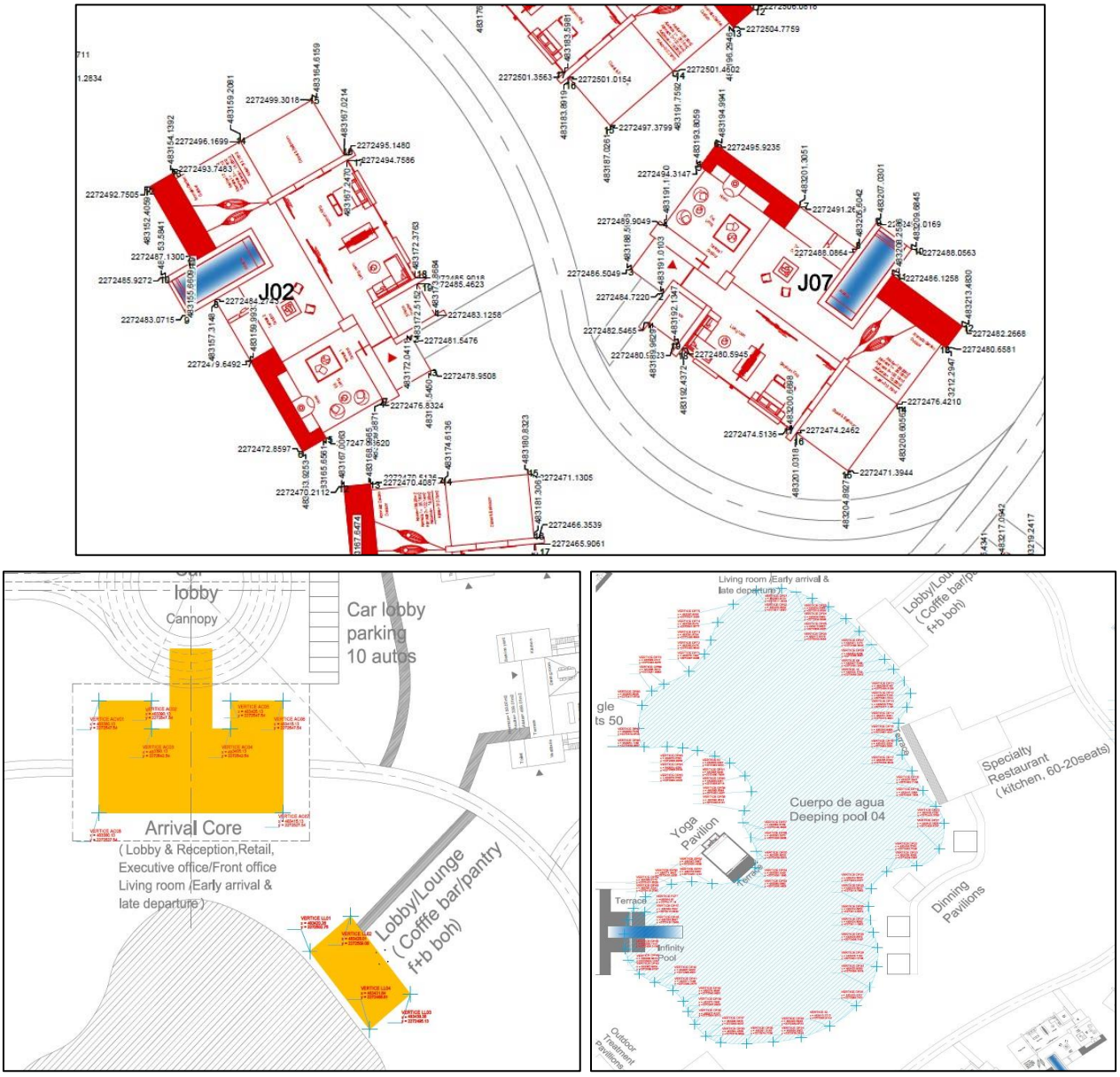


Figura II.43. Ejemplo de polígonos georreferenciados de los planos de obras presentados en anexo 2.

- ***Selección del sitio***

La selección del predio para desarrollar el proyecto se basó en los siguientes criterios:

- **Ubicación:** el predio se encuentra en la Riviera Maya, un destino con gran flujo de turismo que integra a la región del Caribe, posicionada turísticamente a nivel mundial como un polo preferido por la belleza de sus paisajes, riqueza de su biodiversidad, riqueza cultural y oferta de diversos servicios turísticos.
- **Ambiental:** la belleza que ofrece el Mar Caribe y la costa del estado de Quintana Roo es uno de los atributos más importantes que motiva el desarrollo del proyecto en el predio seleccionado. El predio del proyecto ofrece el disfrute de un sitio de descanso en un entorno natural cuidado y poco impactado, con baja densidad de obras turísticas. Además, el terreno posee elementos naturales de gran atractivo turístico como los cenotes, la selva y su fauna silvestre, los manglares y su cercanía con la playa.
- **Acceso:** el predio colinda con la carretera federal 307, la cual es una vía rápida que conecta a Cancún, Playa del Carmen y Tulum, polos turísticos de gran preferencia por el turismo nacional e internacional. Cabe mencionar que, los huéspedes del proyecto podrán transportarse a la isla de Cozumel desde el ferry o embarcaciones que salen desde Playa del Carmen, ciudad ubicada a menos de 15 minutos del predio seleccionado.
- **Acceso a insumos:** por la ubicación del predio entre Playa del Carmen y Tulum, se podrá acceder a diversos insumos, servicios y materia prima de la región, en la cual se encuentra una gran oferta de servicios especializados que atienden proyectos de giros turísticos hotelero y/o residencial.
- **Transporte:** el predio colinda con la carretera federal 307, en la cual transitan vehículos, vagonetas, autobuses y motocicletas, por lo tanto, en la zona existen diversos medios de transporte para acceder al proyecto. Asimismo, en la región existen empresas de renta de vehículos, por lo que los turistas contarán con opciones de transporte particular para llegar al predio. Cabe mencionar que, el sitio seleccionado se encuentra a 50 min del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Cancún y a 1 hora y media del Aeropuerto Internacional de Tulum Felipe Carrillo Puerto, siendo una alternativa de alto nivel para los complejos hoteleros de la región por encontrarse entra las ciudades de Cancún y Tulum, quienes reciben turistas de distintas partes del mundo. Aunado a ello, el predio se sitúa a 36 minutos de la estación del Tren Maya en Playa del Carmen.
- **Técnico**: El predio cuenta con zonas idóneas para la construcción de obras civiles, con superficies con terreno firme para el soporte de las unidades a establecer. A pesar de que en el predio existen superficies vulnerables por el suelo kárstico expuesto y presencia de cenotes, se realizó la selección minuciosa de las áreas a impactar con el fin de minimizar la modificación del suelo, relieve y paisaje, para proteger

las estructuras kársticas existentes y, al mismo tiempo, proteger las obras civiles de posibles hundimientos o daños a su estructura. Cabe mencionar que, por la existencia de zonas con vegetación que alcanzan hasta 8 metros en promedio y por la presencia del manglar en el predio, las obras civiles a construir tendrán protección natural contra vientos y amortiguamiento de posibles inundaciones, lo que contribuirá con la protección de las obras y su permanencia; de este modo se aprovechan servicios ambientales del sitio. Cabe mencionar que, las características de los componentes ambientales del predio podrán absorber los impactos sobre el paisaje natural, ya que las obras se situarán entre la vegetación.

- **Económico:** Las obras y actividades obedecen a una necesidad de generar empleos temporales y permanentes en la zona, así como el incentivar el turismo en la región.
- **Impacto previo:** a diferencia de predios colindantes dentro del mismo corredor turístico Punta Venado-Paamul, el sitio seleccionado para desarrollar el proyecto cuenta con presencia de brechas, caminos y áreas desprovistas de vegetación, ya que fue utilizado como bioparque para ciclismo y para club de playa; por ello, se aprovechará gran parte de superficie previamente impactado, reduciendo la fragmentación del ecosistema y, de este modo, se podrán mantener predios colindantes en buen estado con parches de vegetación continua. Cabe mencionar que, la presencia de brechas y caminos en el predio permitió acceder más fácil a las áreas propuestas para construcción de obras, para verificar que no se afecten sitios vulnerables, con ello, se evitó abrir senderos y se redujeron las brechas de acceso.
- **Ubicación con respecto a Áreas Naturales Protegidas:** el predio no se encuentra dentro de ninguna poligonal de un Área Natural Protegida (ANP), siendo la más cercana al sitio seleccionado la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, encontrándose aproximadamente a 140 metros con respecto al límite oeste del área protegida. Si bien, el predio no se encuentra dentro del ANP Caribe Mexicano, se considera que éste, al igual que toda la costa del estado de Quintana Roo, se localiza en la zona de influencia de dicha ANP. Por lo anterior, se realizará la vinculación del proyecto con los criterios del Plan de Manejo de la ANP que le sean aplicables.
- **Ubicación con respecto a sitios prioritarios:** el predio no se encuentra dentro de ningún Sitio Ramsar; el predio no se encuentra dentro de ningún Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA); el predio no se encuentra en una Región Terrestre Prioritaria. Sin embargo, el predio se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria (RHP) denominada Corredor Cancún-Tulum, por lo que se realizará la vinculación correspondiente con los lineamientos de dicha RHP, asimismo, se encuentra dentro de la Región Marina Prioritaria (RMP) Tulum-Xpuhá, por lo que se realizará la vinculación correspondiente con los lineamientos de dicha RMP.

- **Vocación y uso del suelo:** el predio se encuentra en la UGA 16 delimitado en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad, en el cual se señala que la tendencia será la de establecer desarrollos de baja intensidad en los que se integre el escenario natural y sus recursos en el diseño de los proyectos; la vocación de uso de suelo es turística y el uso condicionado es turístico, ecoturístico y suburbano, por lo que establecer un proyecto de naturaleza turística con uso hotelero-residencial es compatible con los usos permitidos de la UGA 16.
- **Riesgos por fenómenos naturales:** el predio se encuentra en una zona con peligro muy bajo por sismos; no se encuentra en paredes de cañones; no se encuentra en lechos y cauces de arroyos; no se encuentra en desembocaduras de ríos o lagunas; por su ubicación se considera nulo el peligro por deslizamientos, catalogándolo como muy bajo en una escala de medición de riesgo Sin embargo, por su ubicación en la zona costera frente al Mar Caribe, está expuesto a un peligro alto por inundación, principalmente por factores de marea de tormenta y aumento del nivel del mar por efectos del Cambio Climático; asimismo, el predio se encuentra en una zona de peligro alto-muy alto por incidencia de ciclones tropicales (huracanes), no obstante, el riesgo es bajo porque, tanto las autoridades públicas del municipio de Solidaridad como el estado de Quintana Roo, cuentan con planes, programas y campañas de prevención y atención de fenómenos hidrometeorológicos, además de que han priorizado reducir la vulnerabilidad física y social para evitar desastres naturales en la región.

Considerando los criterios previamente listados, se determinó que el predio es adecuado para desarrollar el proyecto propuesto. Por su ubicación en una unidad de paisaje conformada por distintos componentes ambientales con bajo impacto, será importante implementar medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, así como medidas de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático, para asegurar la protección de los componentes naturales vulnerables, de los edificios (reducir vulnerabilidad física) y de la salud humana de los huéspedes, trabajadores y poblaciones humanas cercanas (reducir vulnerabilidad social y conservar servicios ambientales para un ambiente sano).

- ***Antecedentes de la superficie seleccionada***

El predio seleccionado cuenta actualmente con cuenta brechas, caminos, áreas desprovistas de vegetación y obras existentes, como resultado del impacto que se generó en el pasado por actividades humanas ajenas a la promovente de "Proyecto Venado". El terreno previamente fue aprovechado como un bioparque para ciclismo de brecha equivalente al ciclismo de montaña (MTB) y como un club de playa privado en el cual los turistas hacían pasadías para realizar actividades de sol y playa, así como consumo de alimentos. Cabe señalar que, las obras existentes del predio tienen conexión con otras obras de predios colindante, los cuales, en conjunto con el sitio de interés, forman parte del predio general denominado Punta Venado. Debido a la

existencia de las obras señaladas en el predio, así como de las obras de predios colindantes, en 2022 la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente llevó a cabo una inspección en el sitio y, posteriormente, dio inicio a un procedimiento administrativo a través del cual sancionó las obras existentes al considerar que se circunstanciaron hechos y omisiones constitutivos de infracción a la legislación ambiental aplicable. En la actualidad, se tiene el interés de desarrollar un proyecto turístico en la fracción 2 de la fracción 1 del predio (sitio de interés para establecer "*Proyecto Venado*"), sin embargo, no se continuará la operación del bioparque de ciclismo ni del club de playa, ya que "*Proyecto Venado*" corresponde a un proyecto nuevo en el área. No obstante, como estrategia para reducir el impacto sobre el ambiente del predio de interés, se realizará el aprovechamiento de superficies previamente impactadas, en este sentido, las obras existentes serán sustituidas o acondicionadas para su uso como parte de las obras nuevas a establecer.

El procedimiento administrativo por medio del cual se sancionaron las obras existentes derivó de lo siguiente: el 25 de julio de 2022 la Oficina de Representación de Protección Ambiental de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Quintana Roo, emitió la orden de inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0044-2022, dirigida al C. Propietario o Posesionario a través de su Representante Legal o Apoderado Legal o Encargado o Responsable de las obras, trabajos y actividades que se desarrollan en el predio o conjunto de predios ubicado a la altura de la Carretera Federal 307, sin número, Lote 1, Manzana 001, Fracción 1,2,3 de la Fracción 1, predio Punta Venado entre las coordenadas de referencia UTM 16Q, X=483937.02, Y=2272736.09; X=483870.41, Y=2272800.45 DATUM WGS 84, Región 16 México, Municipio de Solidaridad, Estado de Quintana Roo.

El 27 de julio de 2022 inspectores adscritos a esa Oficina de Representación levantaron el acta de inspección número PFPA/29.3.2C.27.5/0044-2022, en la cual se circunstanciaron hechos y omisiones probablemente constitutivos de infracción a la legislación ambiental aplicable a la materia que se trate. El primero de septiembre de 2022 la Oficina de Representación emitió el acuerdo de trámite número 0299/2022, mediante el cual se ordenó que se lleve a cabo la visita de verificación que sería complementaria del acta de inspección número PFPA/29.3/2C.27.5/0044-2022 de fecha 27 de julio de 2022, derivado de ello, el 21 de septiembre de 2022 se emitió la orden de verificación número PFP/29.3/2C.27.5/0004-2022 y el 27 de septiembre de 2022 inspectores adscritos a la Oficina de Representación levantaron el acta de verificación número PFPA/29.3/2C.27.5/0004-2022, en la cual se circunstanciaron hechos y omisiones probablemente constitutivos de infracción a la legislación ambiental aplicable a la materia que se trata.

El 13 de octubre de 2022 se emitió el acuerdo de emplazamiento número 0342/2022 por medio del cual se instauró formal procedimiento administrativo a la propietaria del predio, acuerdo que se notificó en fecha 14 de octubre de 2022. A través del Apoderado Legal, la propietaria manifestó su deseo de allanarse a cada

uno de los hechos e infracciones vertidos en el acuerdo de emplazamiento notificado, renunciando al término para presentar alegatos. Como resultado, el 21 de octubre de 2022 la Oficina de Representación de Protección Ambiental de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en el Estado de Quintana Roo emitió la Resolución No. 0188/2022, sobre el expediente PFPA/29.3/2C.27.5/0044-2022 y el inspeccionado, en el cual se presentaron los posibles hechos y omisiones que fueron susceptibles de ser conocidas y sancionadas por la autoridad ambiental PROFEPA.

A través de las inspecciones, el procedimiento administrativo y la Resolución del mismo, la Oficina de representación de la PROFEPA determinó y denominó las obras existentes en el predio Punta Venado, resultando en:

- ***Acceso principal:*** compactado con material pétreo; con una superficie de 1.3395 ha.
- ***Brecha rústica*****:** de coloración oscura y grisácea; con una superficie de 3.8351 ha.
- ***Construcción de casa habitación de block*****:** Conjunto 1 con una superficie de 511.9 m^2 y Conjunto 2 con una superficie de 1,169.2 m^2.
- ***Construcción rústica*****:** casas mayas, caballerizas, bebederos y gallineros; con una superficie de 0.0497 ha.
- ***Área desprovista de vegetación natural 1*****:** dividida en zona 2, zona 3, zona 4 y zona 5; con una superficie en conjunto de 11.55 ha.
- ***Área desprovista de vegetación natural 2*****:** dividida en conjunto 1, conjunto 2 y conjunto 3; con una superficie en conjunto de 0.4721 ha.
- ***Brecha rústica adyacente al derecho de vía de la Comisión Federal de electricidad (CFE)*****:** tramo 1 y tramo 2; con una superficie en conjunto de 0.8215 ha.

Las obras señaladas están distribuidas en distintas fracciones del Predio Punta Venado. Específicamente, en el *Lote 001, Manzana 002, Fracción 2 de la Fracción 1 Predio Punta Venado,* el cual se integra al predio para desarrollar "*Proyecto Venado*", se distribuyen parte de las obras señaladas por la Oficina de Representación de la PROFEPA en el estado de Quintana Roo, es decir, que no todas las obras existentes se encuentran en el lote 001, fracción 2 de la fracción 1. Por ello, se definieron las superficies de las obras existentes dentro del lote de interés y, posteriormente, se realizó el análisis de las superficies factibles a ser aprovechadas para el establecimiento del nuevo proyecto propuesto.

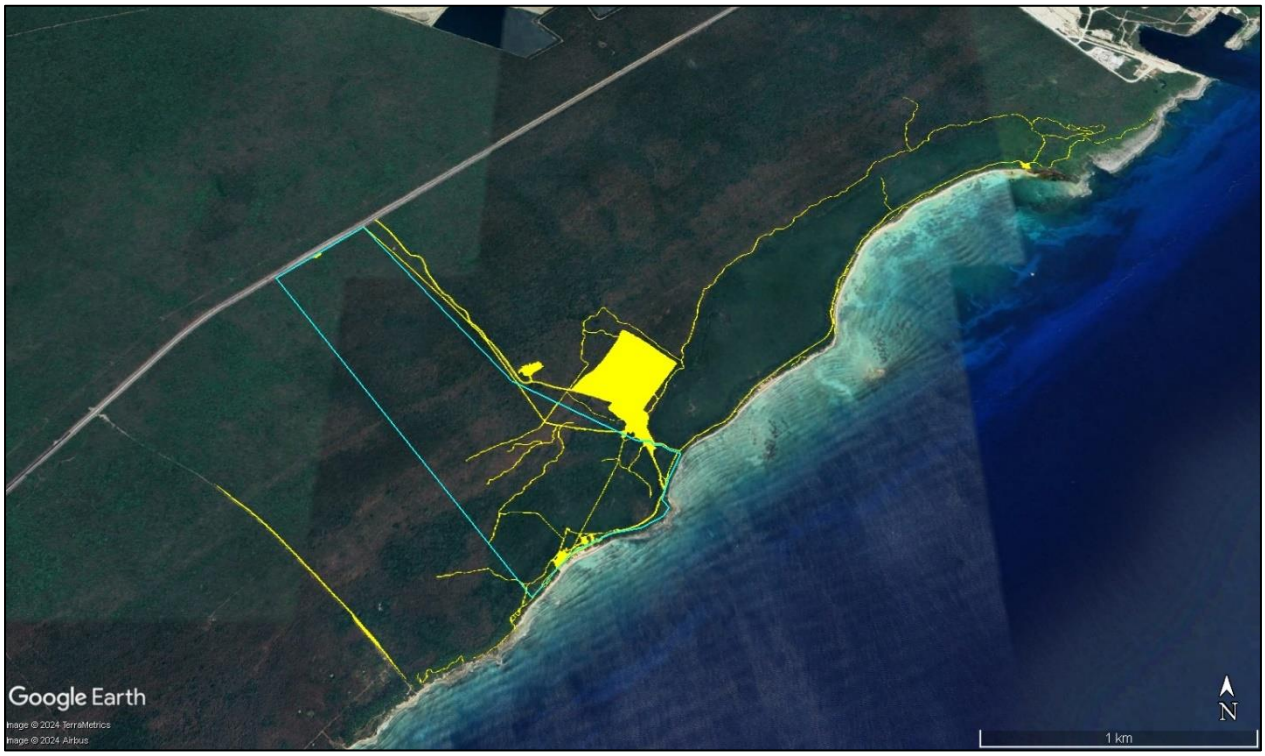


Imagen II.7. Obras inspeccionadas por PROFEPA (en amarillo). En azul se delimita el predio del proyecto.

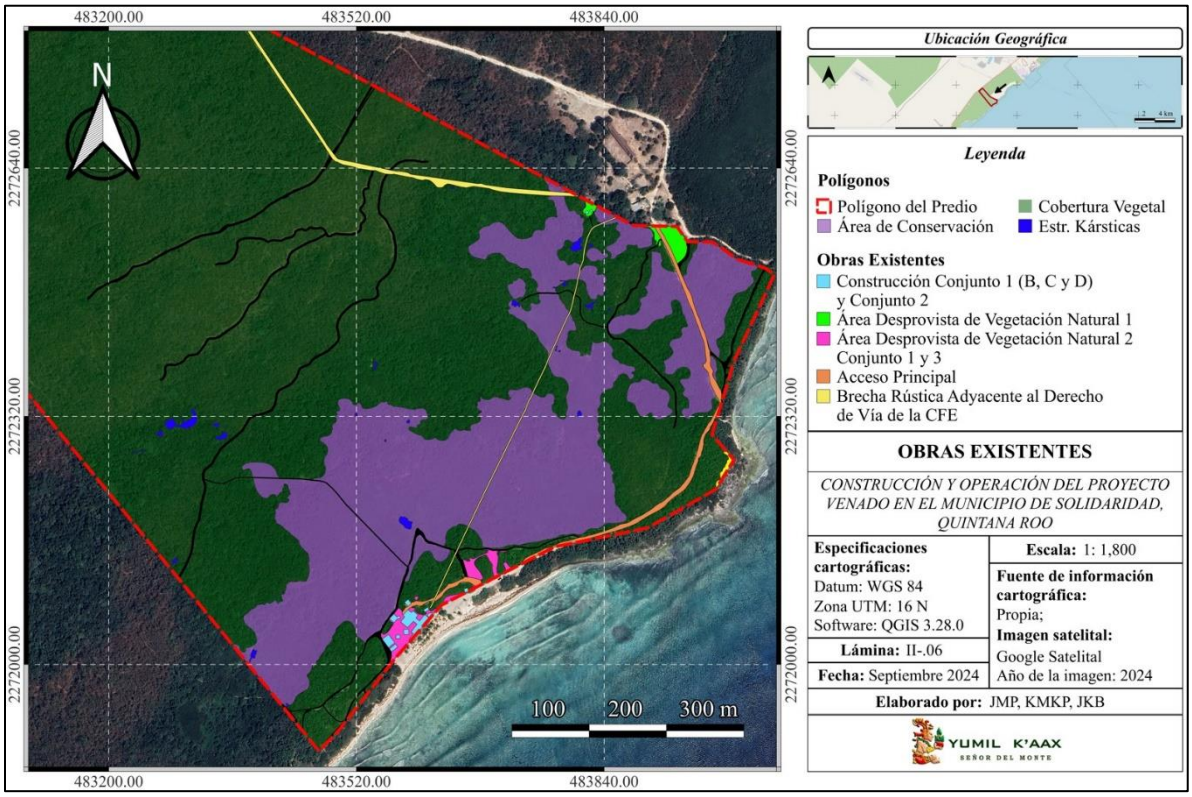


Lámina II.8. Obras existentes determinadas por la PROFEPA, dentro del predio para el proyecto.

A continuación, se presenta la tabla de superficies de las *obras existentes* en el predio seleccionado para el proyecto (en un apartado posterior se señala la superficie de obras existentes a ocupar con obras nuevas):

Tabla II.10. Obras existentes dentro del *lote 001 fracción 2* y sus superficies.

Tipo de Obra/ Uso de Suelo	Área (m^2)	Área (ha)	%
Construcción de casa habitación de block: Conjunto 1 (conceptos B, C y D) y Conjunto 2	1,031.80	0.103	0.092
Acceso Principal	3,584.03	0.358	0.321
Brechas Rústicas	11,292.14	1.129	1.012
Brecha rústica adyacente al derecho de vía de la CFE: tramo 1 y tramo 2	2,026.85	0.203	0.181
Área desprovista de vegetación 1: zona 4 y zona 5	1,305.25	0.130	0.117
Área desprovista de vegetación natural 2: conjunto 1 y conjunto 3	2,656.20	0.266	0.238
Superficie total	**21,896.27**	**2.189**	**1.962**

En el siguiente punto, se presentarán la distribución de las obras nuevas con respecto a las obras existentes. Parte de las superficies de obras existentes que no sean aprovechadas para obras nuevas, serán reforestadas. El aprovechamiento de las obras existentes puede darse a través de sustitución de obras o por acondicionamiento para recibir un uso nuevamente; por lo tanto, se integrarán al nuevo proyecto.

- ***Determinación de la distribución de obras***

A continuación, se presentan los criterios y consideraciones en los que se basó el diseño del proyecto y la distribución de las unidades dentro del predio.

Zonificación: restricciones ambientales

Previo a definir el diseño y la distribución de obras dentro del predio, se identificaron los sitios poco o nada factibles para el establecimiento de unidades civiles y amenidades, debido a la presencia de componentes ambientales vulnerables que deben conservarse. Asimismo, se analizaron los criterios de regulación ambiental establecidos en instrumentos normativos que rigen la zona donde se establecerá el proyecto, para determinar restricciones de aprovechamiento dentro del predio seleccionado. Como resultado de lo anterior, se delimitaron los polígonos de zonificación ambiental, lo cual fungió como una guía para distribuir las obras en el terreno, ya que abarcan las zonas de aprovechamiento y las zonas restringidas del predio.

Como primer paso para establecer las zonas de aprovechamiento del predio, se analizaron las restricciones ambientales establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad (POEL de Solidaridad), el cual establece lo siguiente:

Tabla II.11. Criterios para determinar las restricciones ambientales.

Criterio	Descripción
Superficies de Aprovechamiento	
CE-27	La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35 % del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales. **(Usos permitidos en la UGA 16: turístico, marina, suburbano y comercial).**
CE-36	Se permite la modificación de hasta el 25 % de la superficie del sustrato rocoso de la franja litoral dentro de los predios, para usos recreativos y amenidades (asoleaderos, palapas, albercas, marinas). La superficie que se modifique formará parte del área de aprovechamiento del predio.
CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.
Franjas y Restricciones Perimetrales	
CE-78	Con objeto de minimizar la fragmentación de los ecosistemas y mantener corredores biológicos, se deberá establecer una franja verde perimetral en los predios o parcelas, cuya superficie mínima será equivalente a 20 % del área del predio. Esta franja se establecerá del límite de la propiedad o parcela hacia el interior de la misma y deberá conservar la vegetación natural de manera permanente. En esta franja se permite la conformación de accesos al predio. Se exceptúa este criterio para vías de comunicación federal y estatal. **(El 20% del área del predio corresponde a 22.31 ha).**
CE-93	Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.
CE-100	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie

Para la representación de la zonificación del predio se utilizaron elementos del mapa de *Usos de Suelo y Vegetación* como los tipos de vegetación, los cenotes, dolinas, cavernas y las geoformas, para ubicar las zonas de acuerdo con los criterios aplicables. De este modo, se definió cada una de las restricciones ambientales y se establecieron los polígonos atendiendo dichas disposiciones; posteriormente esas zonas fueron nombradas de acuerdo a su uso potencial de aprovechamiento.

Las zonas delimitadas permiten identificar las superficies en las que se pueden establecer las obras del proyecto; sin embargo, es preciso aclarar que las superficies de cada zona no son acumulativas entre sí, ya que cada una atiende a un criterio diferente. En este sentido, la suma de todas las superficies rebasa la

superficie total del predio, ya que existen capas que se sobreponen, por ello, la interpretación de la zonificación debe ser como *una guía para determinar la distribución de las obras.*

Por ejemplo, se tiene que el criterio CE-27 del POEL de Solidaridad permite el aprovechamiento de hasta un 35% del predio, manteniendo el resto en condiciones naturales; ese 35% debe distribuirse de forma que no se afecte el mangle, por lo tanto, las obras estarán fuera del polígono de manglar y del polígono de selva de transición; sin embargo, parte de las obras podrán establecerse en la zona de buffer de manglar siempre y cuando se proponga la medida de compensación que atienda lo dispuesto en la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003; además, como referencia adicional, se considera mantener vegetación en una franja perimetral del predio que en total sea equivalente al 20% del terreno y únicamente los accesos y vías de comunicación no federales ni estatales podrán establecerse en dicha franja, por ello, las obras civiles como edificios deberán situarse al interior del predio, no obstante, tanto caminos como edificios forman parte del 35% de aprovechamiento permitido.

Cabe mencionar que, la franja perimetral también abarca vegetación de manglar ya que esta comunidad se distribuye hasta ciertos límites del predio, por lo tanto, no debe sumarse la superficie de la franja perimetral a la superficie de manglar porque se duplicarían áreas, motivo por el que debe considerarse cada zona de forma individual únicamente como *criterio para distribuir las obras propuestas.*

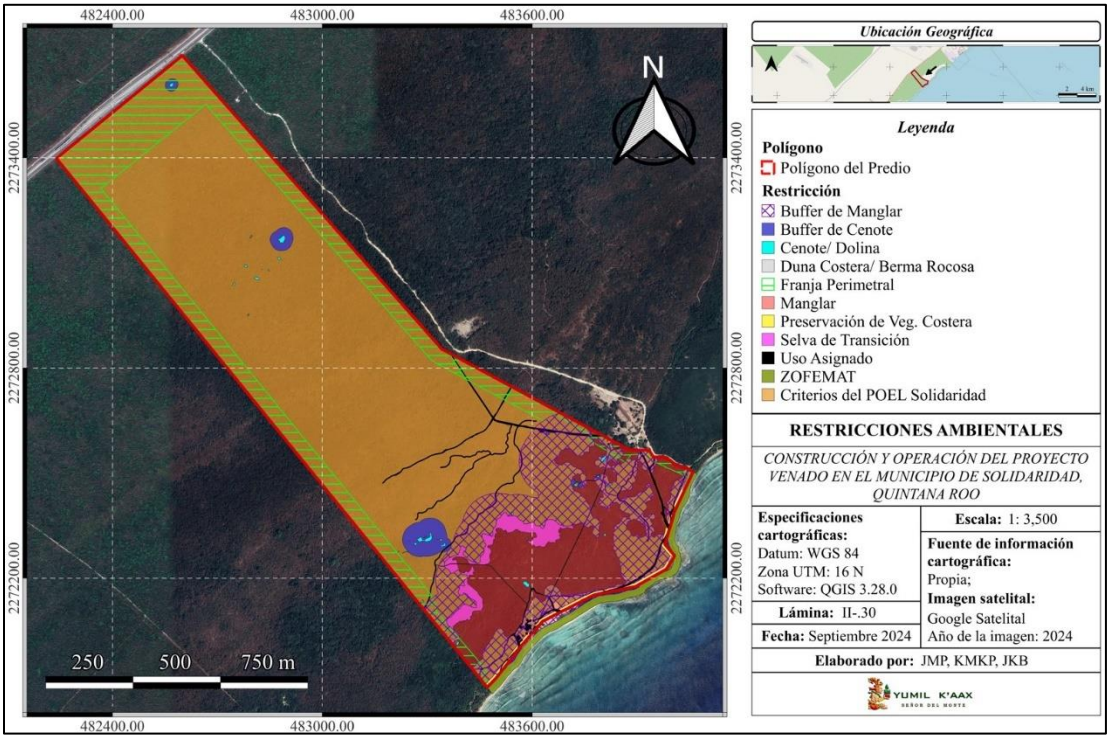


Lámina II.9. Zonificación de áreas de acuerdo con las disposiciones normativas.

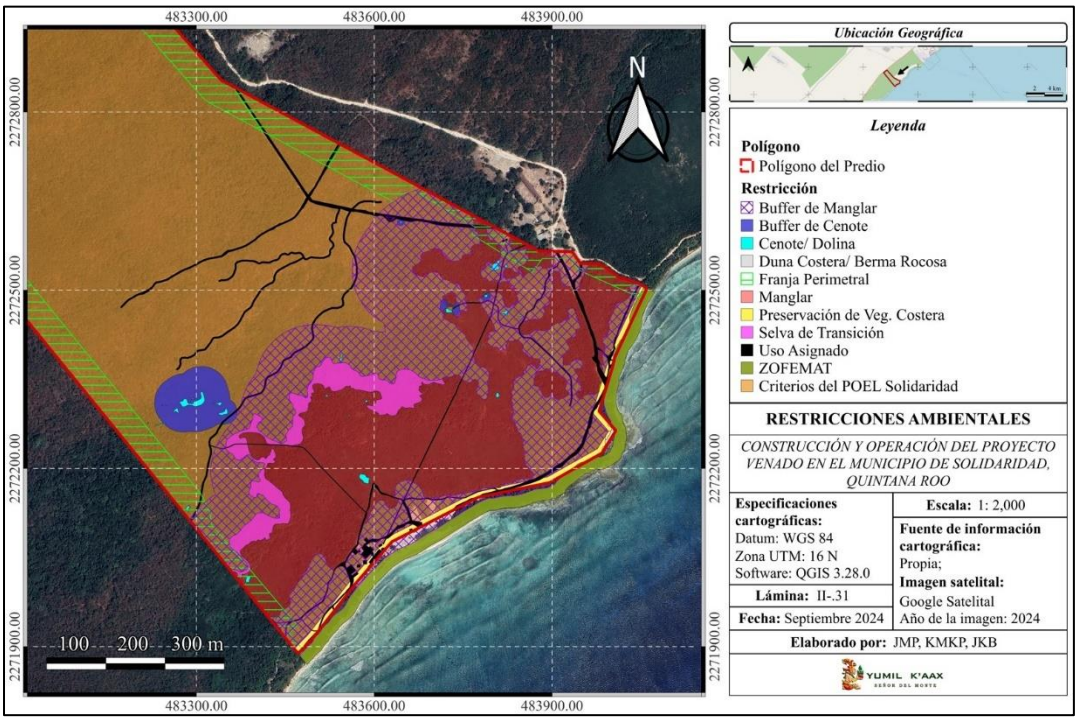


Lámina II.10. Zonificación de áreas de acuerdo con las disposiciones normativas.

Con base en el mapa de *Restricciones ambientales* y la definición de cada elemento, se categorizaron las restricciones de acuerdo con el uso potencial que puede otorgarse a cada uno, así como por los sistemas naturales presentes. De esta manera se obtuvo el mapa de la *Zonificación ambiental* conllevando a las siguientes categorías:

- **Aprovechamiento:** Todo aquello que el proyecto puede aprovechar de acuerdo con el criterio aplicable, respetando las zonas de protección que no serán utilizadas.
- **Aprovechamiento restringido:** El aprovechamiento se realizará dependiendo de la restricción que aplique a cada zona (según mapa de restricciones ambientales).
- **Protección/Rehabilitación:** Zonas que corresponden a las áreas que no pueden ser utilizadas por ningún elemento del plano de diseño.
- **Uso asignado:** Son todas las obras existentes, al amparo del expediente administrativo PFPA/29.3/2C.27.5/0044-2022.

Con base en la zonificación ambiental y las restricciones, se delimitaron: 1 zona de aprovechamiento; 6 zonas de aprovechamiento restringido; 1 zona de protección/rehabilitación y 1 zona de uso asignado. También, se identificó el área de ZOFEMAT.

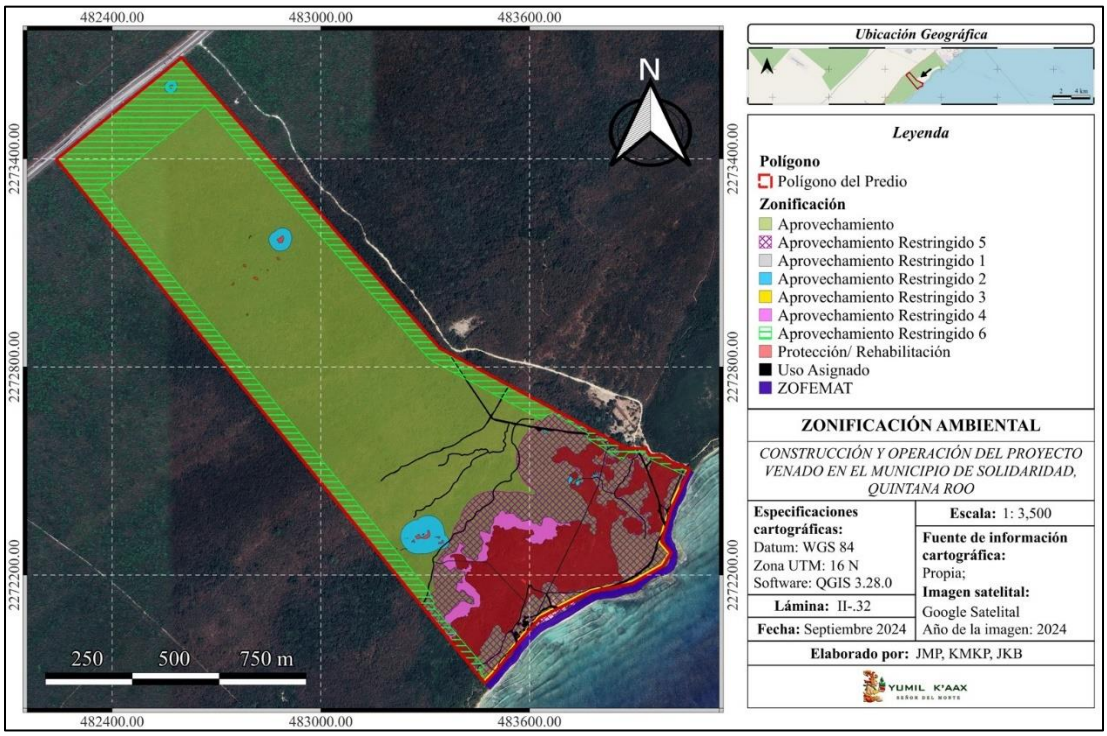


Lámina II.11. Zonificación ambiental del predio con base en restricciones ambientales.

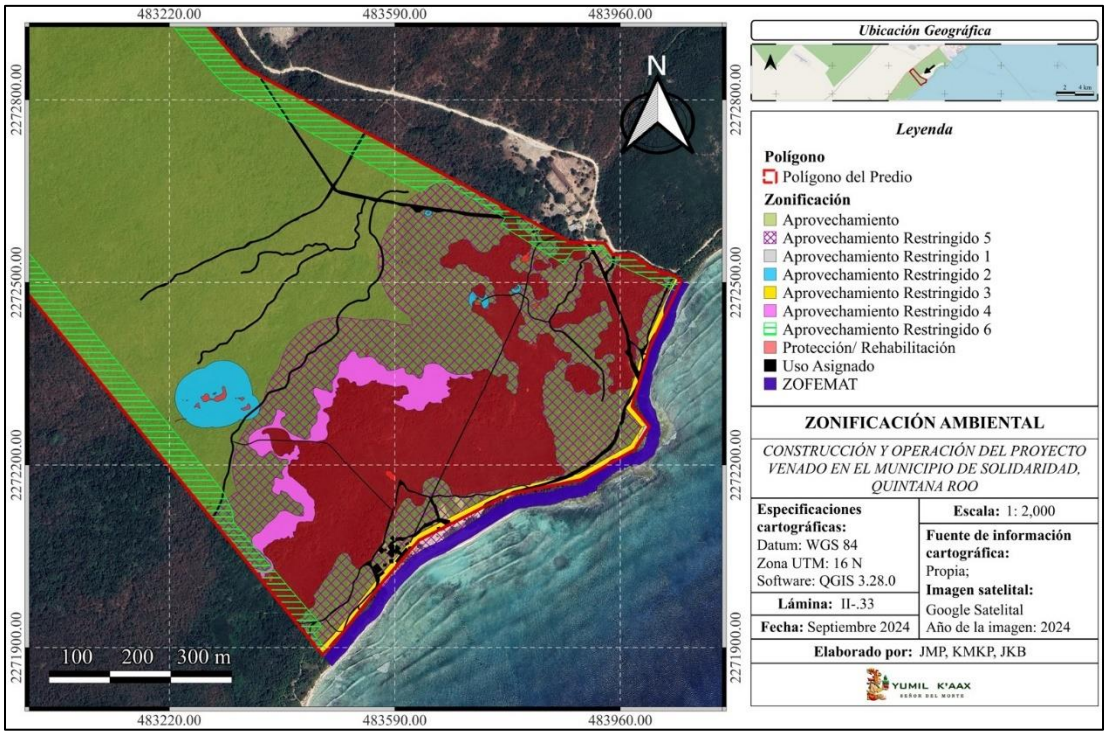


Lámina II.12. Zonificación ambiental del predio con base en restricciones ambientales.

A continuación, se presenta la relación de las restricciones ambientales y sus criterios, con la descripción de las categorías definidas para la zonificación ambiental.

Tabla II.12. Relación de las restricciones ambientales y la zonificación ambiental con sus criterios.

Zonificación Ambiental	Restricciones Ambientales	Criterio	Observaciones
Aprovechamiento: Corresponde al área potencial de aprovechamiento, de acuerdo con los instrumentos que determinan parámetros y densidades, en este caso el POEL Solidaridad y el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad.	**Criterio del POEL Solidaridad:** Atiende a los criterios que definen los parámetros de aprovechamiento de este instrumento, así como del PMDU Solidaridad. Señala el máximo aprovechable de un recurso o predio.	**CE-27:** La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35% del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales. (Usos permitidos: turísticos, marina, suburbano y comercial).	Se puede distinguir en el mapa de Zonificación ambiental con el color verde olivo que se distribuye en el noroeste del predio.
Aprovechamiento restringido 1: Corresponde con presencia de la duna y berma rocosa dentro del predio para protección de al menos el 75% de la vegetación presente.	**Duna costera y berma rocosa:** Esta restricción da cumplimiento al criterio CE-104 de la UGA 16 del POEL de Solidaridad que indica que la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75% de su superficie dentro del predio.	**CE-104:** La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75% de su superficie dentro del predio.	Se aprecia en el mapa de Zonificación ambiental con el color gris, se ubica en la costa en el límite sureste del predio.
Aprovechamiento restringido 2: Corresponde con la presencia de la franja perimetral de cenotes que solo permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	**Buffer de cenote:** Esta restricción da cumplimiento a lo contemplado en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Artículo 27, párrafo quinto y la Ley de Aguas Nacionales, Artículo 3, numeral XLVII; también atiende lo señalado en el criterio CE-100 de la UGA 16 del POEL Solidaridad.	**CE-100:** Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja soló se permitirá el aclareo de hasta el 10% de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro,	Se representa en el mapa de Zonificación ambiental con el color azul y se distribuye en el borde de los cenotes formando una franja perimetral alrededor de estos.

Zonificación Ambiental	Restricciones Ambientales	Criterio	Observaciones
		siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	
Aprovechamiento restringido 3: Corresponde con la preservación de vegetación costera, considerando los beneficios ambientales que representa para la fauna y principalmente por la retención de sustrato para hacer frente a los procesos erosivos por viento y oleaje.	**Preservación de vegetación costera:** Atiende lo indicado en el criterio CE-93 de la UGA 16 del POEL Solidaridad, que corresponde a la 'Preservación de la vegetación costera'.	**CE-93:** Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.	Corresponde en el mapa de Zonificación ambiental al color amarillo y se ubica al sur del predio formando una franja de oeste a este.
Aprovechamiento restringido 4: Está asociado con la selva de transición por encontrarse entre el manglar y el resto de las asociaciones vegetales.	**Selva de transición:** Debido a su ubicación respecto al manglar no se verá afectado por la ejecución del proyecto, esta vegetación no tendrá ningún tipo de impacto.	Se da cumplimiento a lo establecido en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y a las especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.	Se puede apreciar en el mapa de Zonificación ambiental con el color rosa, se encuentra arriba de la vegetación de manglar. Se utilizó el elemento del mapa de Usos de Suelo y Vegetación.
Aprovechamiento restringido 5: Corresponde la franja de 100 m señalada en la especificación 4.16 de la NOM-022-SEMARNAT-2003. El aprovechamiento dentro de la franja señalada se realizará en	**Buffer de manglar o franja de amortiguamiento de manglar:** Esta restricción da cumplimiento a lo contemplado en la especificación 4.16 de la Norma Oficial Mexicana	**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	En el mapa de Zonificación ambiental podemos distinguirlo con el color rasado con textura que se encuentra rodeando el manglar y la selva de transición. Esta zonificación se estableció de acuerdo a

Zonificación Ambiental	Restricciones Ambientales	Criterio	Observaciones
cumplimiento de la especificación 4.43, con sus correspondientes excepciones. Para el proyecto se han establecido acciones preventivas relacionadas con el diseño, así como de mitigación a través de manejo de los residuos y el tratamiento de aguas residuales, buscando mejorar la calidad del agua que reciben los humedales del predio.	NOM-022-SEMARNAT-2003.	mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003. No obstante, la misma norma establece que para exceptuarse la restricción de la especificación 4.16 se deberá dar cumplimiento a la especificación 4.43 que señala lo siguiente: "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".
Aprovechamiento restringido 6: Corresponde con la franja perimetral equivalente al 20% del predio.	**Franja perimetral:** Para cumplir con el Criterio CE-78, se dibujó una franja perimetral con, lo cubre el 20 % del total de la superficie del predio, con la finalidad de mantener corredores biológicos y minimizar la fragmentación de los ecosistemas. Este criterio del POEL CE-78 aplica únicamente al uso de Equipamiento, sin embargo, se tomó como referencia únicamente para ubicar las obras en los espacios más factibles para proteger los	**CE-78:** Con objeto de minimizar la fragmentación de los ecosistemas y mantener corredores biológicos, se deberá establecer una franja verde perimetral en los predios o parcelas, cuya superficie mínima será equivalente a 20 % del área del predio. Esta franja se establecerá del límite de la propiedad o parcela hacia el interior de la misma y deberá conservar la vegetación natural de manera permanente. En esta franja se permite la	Representado en el mapa de Zonificación ambiental con el color verde con textura, conforma una franja perimetral de 41 m que se extiende en el norte, este y oeste de predio.

Zonificación Ambiental	Restricciones Ambientales	Criterio	Observaciones
	componentes ambientales del sitio.	conformación de accesos al predio. Se exceptúa este criterio para vías de comunicación federal y estatal.	
Protección/rehabilitación: Corresponde con el desarrollo del manglar y la presencia de cenotes. También se contemplan dolinas y cavernas.	**Manglar:** Corresponde con la superficie en donde se desarrolla el manglar como ecosistema. Se da cumplimiento a lo establecido en el Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 y a la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la protección ambiental de especies en México bajo alguna categoría de riesgo. **Cenotes, dolinas y cavernas:** se consideran sistemas claves del sistema ambiental, por lo que deben protegerse para evitar su eliminación o cambio en estructura; asimismo para evitar su contaminación.	Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 y NOM-059-SEMARNAT-2010 para la protección ambiental de especies en México bajo alguna categoría de riesgo	En el mapa de Zonificación ambiental se distingue con el color rojo, su ubicación es en el sur del predio formado por la vegetación de manglar, así como, por los cenotes que se distribuyen en el predio. Esta zonificación se estableció de acuerdo al Artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre que dice: "Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda o cualquier obra actividad que afecte la integridad 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."
Uso Asignado: Corresponde con obras existentes o áreas carentes de vegetación.	**Uso asignado:** Corresponde con la superficie que ocupan las obras existentes, que incluyen las delgadas	Derivado del expediente administrativo con PROFEPA PFPA/29.3/2C.27.5/0044-2022.	Se puede distinguir en el mapa de Zonificación ambiental con el color negro, y está conformado por las líneas que se

Zonificación Ambiental	Restricciones Ambientales	Criterio	Observaciones
	líneas que representan las brechas existentes; estas obras fueron sometidas a un proceso de regularización, cuya resolución se emitió el 21 de octubre del 2022 a través oficio 0188/2022; esto, al amparo del expediente administrativo con PROFEPA PFPA/29.3/2C.27.5/0044-2022. Parte de las obras y brechas serán reemplazadas por obras que se someten al procedimiento de EIA a través de esta MIA-R; la superficie no aprovechada será reforestada a través del Programa de Reforestación del proyecto.		distribuyen en el predio (caminos y brechas), así como, por las construcciones existentes. Se utilizaron los elementos del mapa de Usos de Suelo y Vegetación para representar las obras, caminos y brechas existentes.
ZOFEMAT: Se delimitó a partir de fuentes oficiales, para su uso, el promotor del Proyecto realizará las gestiones correspondientes para obtener la concesión.	**ZOFEMAT:** Determinado considerando lo señalado en la Ley General 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.	Ley General de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganador al Mar.	En el mapa de Zonificación ambiental se representa con el color morado y constituye toda la franja en la costa del predio. La Zona fue establecida a partir del Artículo 3ro de la Ley General de Bienes Nacionales y el Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganador al Mar.

A continuación, se presenta el desglose de las superficies de aprovechamiento de acuerdo con las zonas restringidas previamente señaladas (se reitera que las superficies atienden criterios individuales y que existen capas sobrepuestas, por lo tanto, no deben sumarse como conjunto porque resulta una superficie mayor a la de 111.55 ha):

Tabla II.13. Superficies de los polígonos de zonificación ambiental dentro del predio.

Restricciones	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje*
Aprovechamiento Restringido 1	247.62	0.025	0.022
Aprovechamiento Restringido 2	15,717.32	1.572	1.409
Aprovechamiento Restringido 3	6,210.77	0.621	0.557
Aprovechamiento Restringido 4	18,738.76	1.874	1.680
Aprovechamiento Restringido 5	144,070.54	14.407	12.914
Aprovechamiento Restringido 6	224,973.44	22.497	20.166
Protección/ Rehabilitación	131,373.00	13.138	11.776
Uso Asignado	17,934.82	1.793	1.608
*Porcentaje respecto a la superficie total del predio.			
Superficie Total del Predio	**1,115,592.66**	**111,559.00**	**100.00**

Tabla II.14. Superficies de los polígonos de zonificación ambiental fuera del predio.

Uso Potencial	Área (m^2)	Área (ha)
ZOFEMAT	19,122.65	1.91

A continuación, se presenta una tabla con el desglose de superficies a ocupar para la construcción de obras dentro de cada zona delimitada.

Tabla II.15. Desglose de distribución de obras propuestas en los polígonos de zonificación ambiental.

Uso Potencial/ Proyecto	SUPERFICIE (M^2)										Total
	Áreas Públicas	Áreas de Servicio (BOH)	Cuartos (Hotel)	Jungle Suites	Residencias	Estacionamientos	Vialidades	Cuerpos de Agua	Áreas Verdes	Alberca/espejos de agua	
Aprovechamiento	7,915.51	7,664.63	6,026.86	15,638.00	19,495.11	14,973.15	56,559.29	14,231.15	13,354.95	12,826.18	168,685.50
Aprovechamiento restringido 1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aprovechamiento restringido 2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aprovechamiento restringido 3	0.00	0.00	38.99	0.00	0.00	0.00	720.22	0.00	506.66	0.00	1,265.87
Aprovechamiento restringido 4	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Aprovechamiento restringido 5	3,835.28	0.00	5,168.68	4,773.90	11,573.56	850.30	8,649.78	219.81	759.36	1,457.52	37,288.19

Uso Potencial/ Proyecto	SUPERFICIE (M^2)										Total
	Áreas Públicas	Áreas de Servicio (BOH)	Cuartos (Hotel)	Jungle Suites	Residencias	Estacionamientos	Vialidades	Cuerpos de Agua	Áreas Verdes	Alberca/espejos de agua	
Aprovechamiento restringido 6	0.00	0.00	0.00	1.03	0.00	108.00	19,990.29	0.00	2,191.56	0.00	22,290.88
Protección / Rehabilitación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Uso Asignado	363.57	0.00	1,193.05	273.84	1,023.84	117.22	3,593.90	393.24	4,537.02	1,532.48	13,028.16
ZOFEMAT	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Tabla II.16. Superficies aprovechada por obras adicionales en ZOFEMAT.

Uso Potencial/ Proyecto	Superficie (m^2)	Total
	Brechas rústicas	
ZOFEMAT	224.35	224.35

La zonificación permitió distribuir las obras elegidas para el proyecto. El mapa de zonificación ambiental se tomó en cuenta durante el proceso de diseño de "*Proyecto Venado*", como primer filtro para la distribución de las obras; posteriormente se realizaron inspecciones puntuales a las zonas de desplante como parte de un segundo filtro, para modificar la distribución de las obras en caso de ser necesario, con el objetivo de proteger elementos naturales claves del sistema natural.

- **Diseño de obras**

Para definir el diseño de las obras, la cantidad y su ubicación dentro del predio seleccionado, se consideraron las zonas de aprovechamiento y restricción ambiental establecidas con base en los criterios de regulación de los instrumentos normativos que rigen la zona donde se construirá el proyecto. Esto se complementó con el conocimiento de las características y el estado de los componentes ambientales dentro del predio:

Se tomaron en cuenta los tipos de vegetación y la superficie de los polígonos registrados en el terreno; el tipo de suelo del predio; el registro de fauna silvestre, su capacidad de desplazamiento y su rango de distribución dentro del terreno; la continuidad de la vegetación y la presencia de corredores biológicos; la presencia de especies en alguna categoría de riesgo; la presencia de estructuras kársticas; los hábitats clave de la fauna silvestre; la presencia de recursos para el desarrollo de la fauna silvestre; las fuentes de agua dulce; los sitios desprovistos de vegetación o impactados previamente; y las condiciones climáticas.

Con la identificación de los componentes ambientales del predio, se procedió a atender las necesidades e intereses del promovente para definir el concepto de las obras a establecer. Asimismo, se analizaron las disposiciones jurídicas de los instrumentos normativos aplicables al proyecto, por lo cual se revisaron leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas, programas de ordenamiento territorial y programa de desarrollo urbano de la zona. Aunado a lo anterior, se realizó la revisión de documentos especializados para guiar la definición del concepto del proyecto a desarrollar.

Con el concepto del proyecto definido se procedió a determinar los acabados, formas, dimensiones y orientación de las obras, para ello, se consideraron procedimientos constructivos y estilos de arquitectura regionales, relacionados con la cultura maya, la cual fungió como fuente de inspiración de los detalles de los edificios. Con el diseño establecido se generó el primer plano llave del proyecto con la propuesta de la cantidad y distribución de las obras; posteriormente se realizaron visitas a campo para verificar que las obras no afecten componentes claves del sistema ambiental.

Como resultado de los trabajos de campo se llevaron a cabo modificaciones a los planos del proyecto, con lo cual se hicieron ajustes en la distribución, cantidad, forma y orientación de las obras propuestas; por último, se presentó el plano llave del proyecto con la propuesta final, la cual es evaluada en materia de impacto ambiental a través de la presente MIA-R.

A continuación, se exhiben los ejemplos del procedimiento llevado a cabo para proponer el diseño del proyecto (con base al master plan elaborado por Studio CABAN and Combeau Arquitectura):



Imagen II.8. Reconocimiento de la zona donde se encuentra el predio.

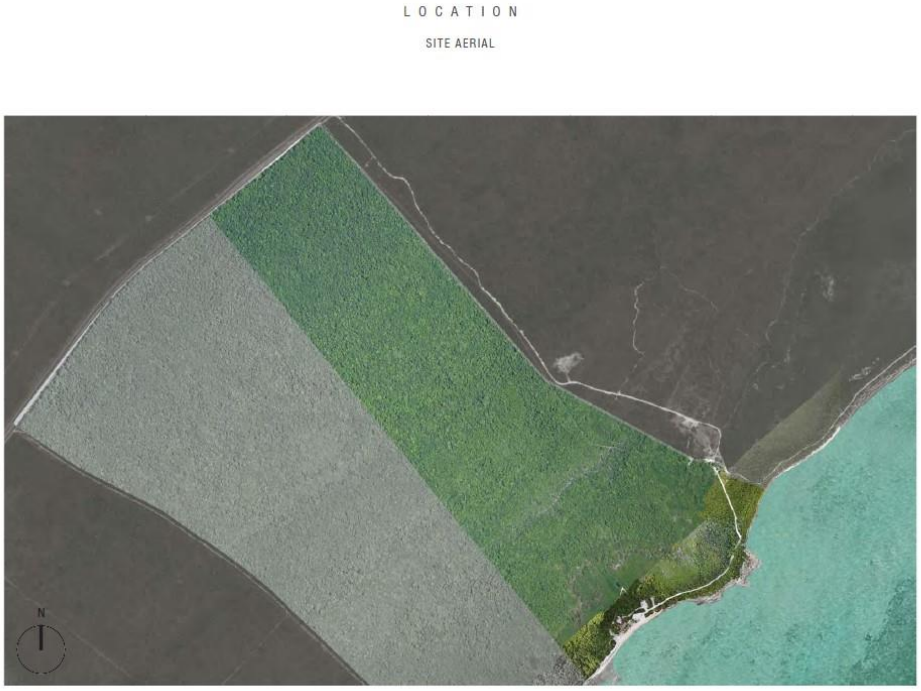


Imagen II.9. Reconocimiento del predio.



Imagen II.10. Identificación de factores climáticos.

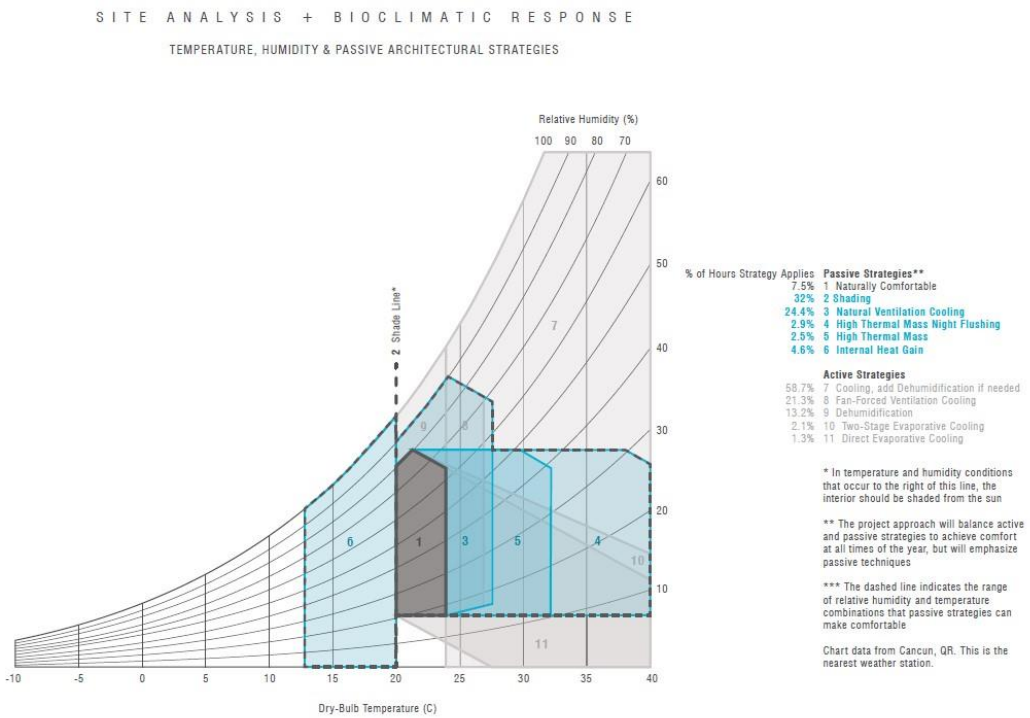


Imagen II.11. Identificación de factores climáticos y respuesta bioclimática.



Imagen II.12. Primera zonificación propuesta de vegetación y estructuras naturales del predio.



Imagen II.13. Identificación de componentes ambientales de la zona.



Imagen II.14. Visitas a campo para empezar a verificar condiciones de los componentes.

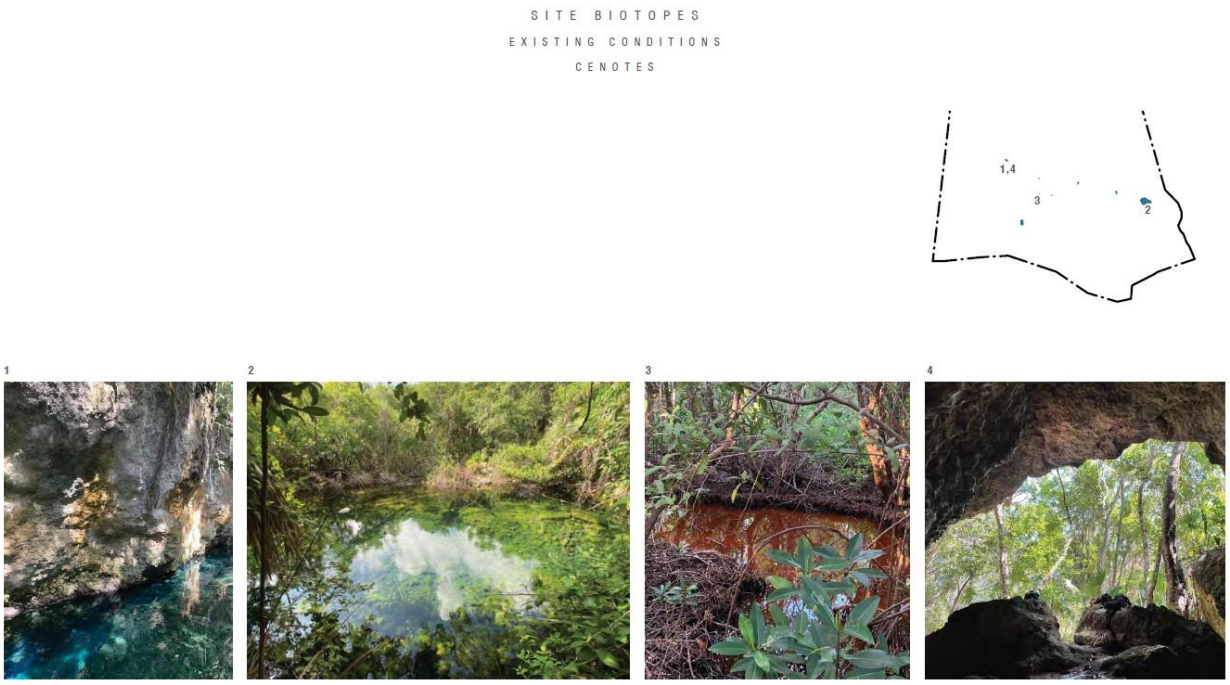


Imagen II.15. Visitas a campo para verificar presencia de componentes ambientales.

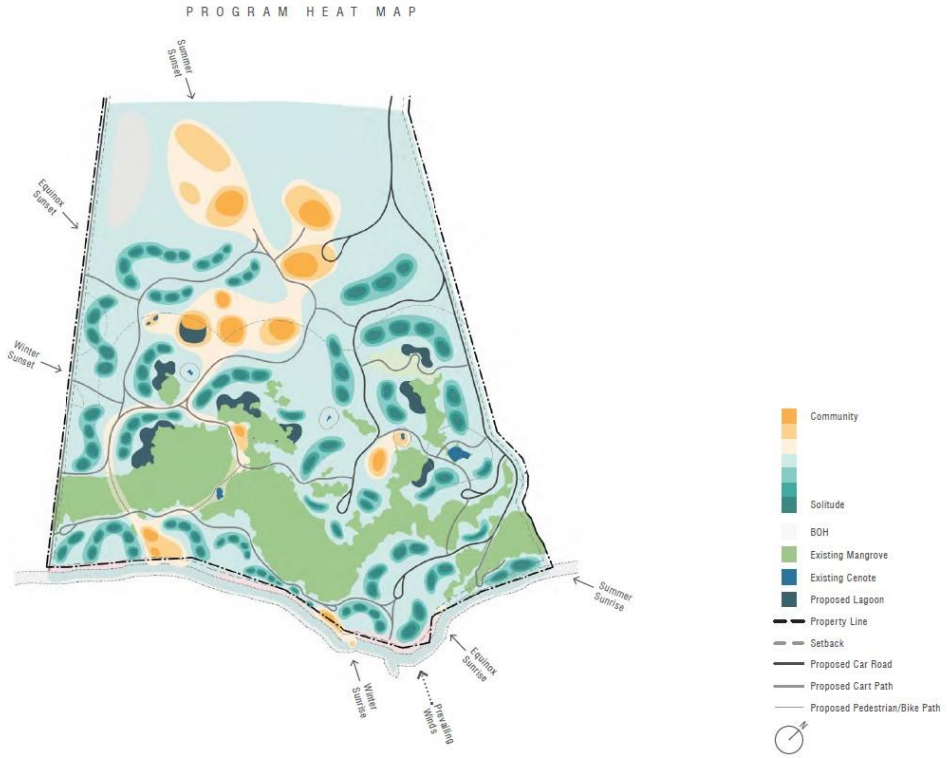


Imagen II.16. Primeras propuestas de zonificación para distribución de obras.



Room Type	Quantity	%	Keys Per	Keys Total	%
Oceanfront					
Dune Standard Room	82	84	1	82	81
Dune One Bedroom Suite	8	16	1	8	19
Dune One Bedroom Wide/Shallow Suite	6		1	6	
Dune Two Bedroom Suite	1		2	2	
Dune Presidential Suite	1		3	3	
Sub Totals	**98**			**101**	

Imagen II.17. Primeras propuestas de distribución de obras.

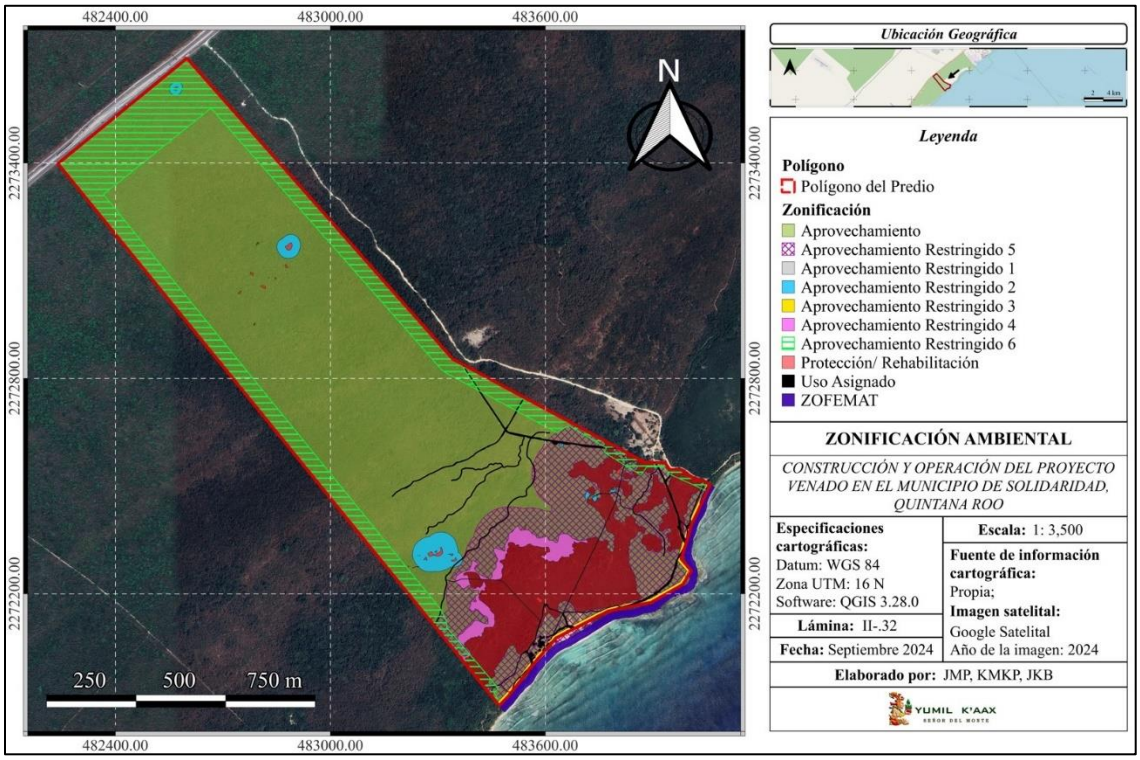


Lámina II.13. Revisión de zonificación ambiental para ajustar la distribución de obras.

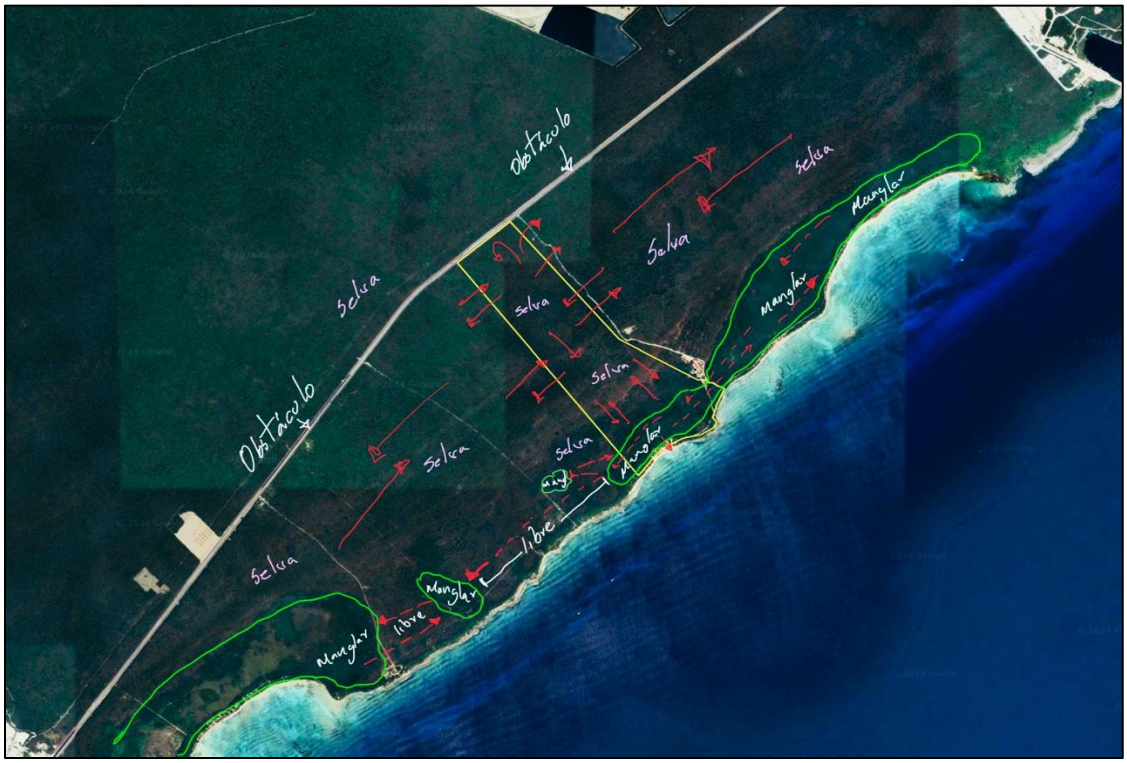


Imagen II.19. Se realizó el análisis de componentes bióticos de la zona para identificar corredores naturales, con el fin de que las obras se distribuyan de forma que no se modifique significativamente la continuidad del paisaje y vegetación.



Imagen II.18. Revisión de elementos culturales de la zona para diseño de obras.

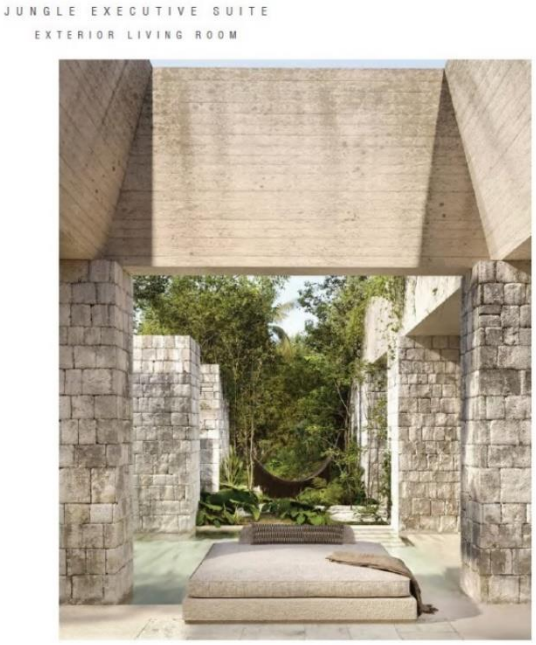


Imagen II.19. Propuestas de diseño de obras.

Con la información inicial, se procedió a elaborar un plano llave con la propuesta de distribución de obras:



Imagen II.20. Tras el análisis de diversos componentes se definió un primer modelo del proyecto.

Con el diseño propuesto se procedió a realizar visitas a campo para verificar que no se afecten componentes ambientales vulnerables o en categoría de riesgo. Simultáneamente se fueron actualizando las capas de la vegetación presente en el predio.

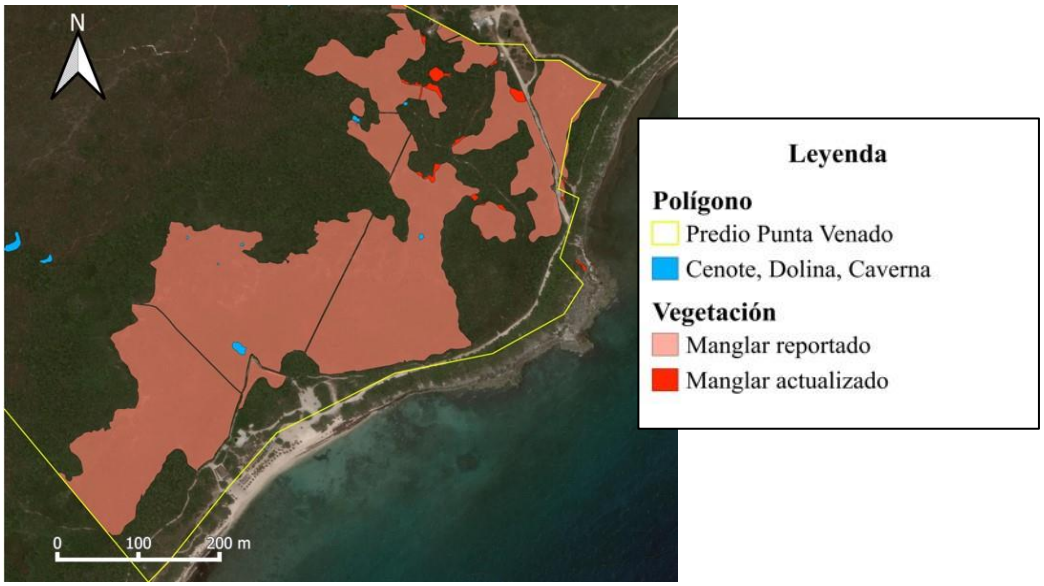


Imagen II.21. Con las visitas de campo cada vez más específicas, se actualizaron los polígonos de vegetación.

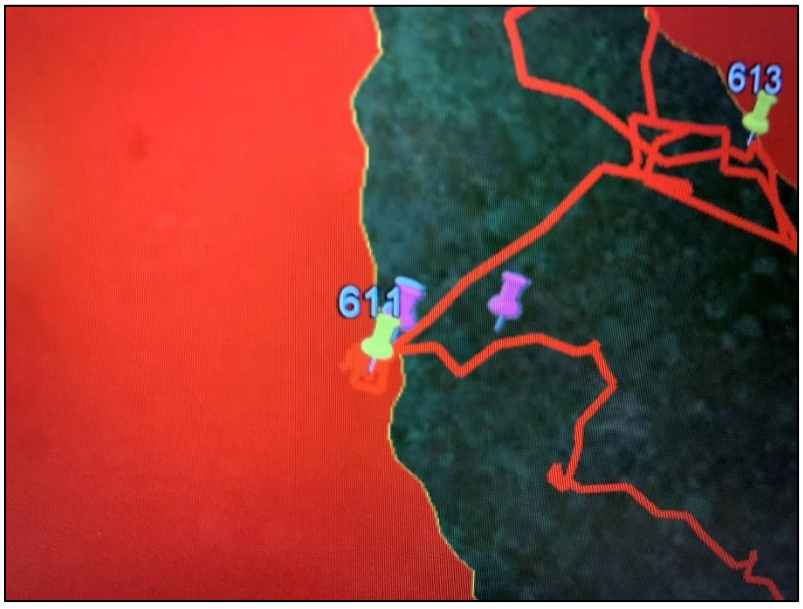


Imagen II.22. Se verificaron los límites de polígonos de vegetación, como el manglar.

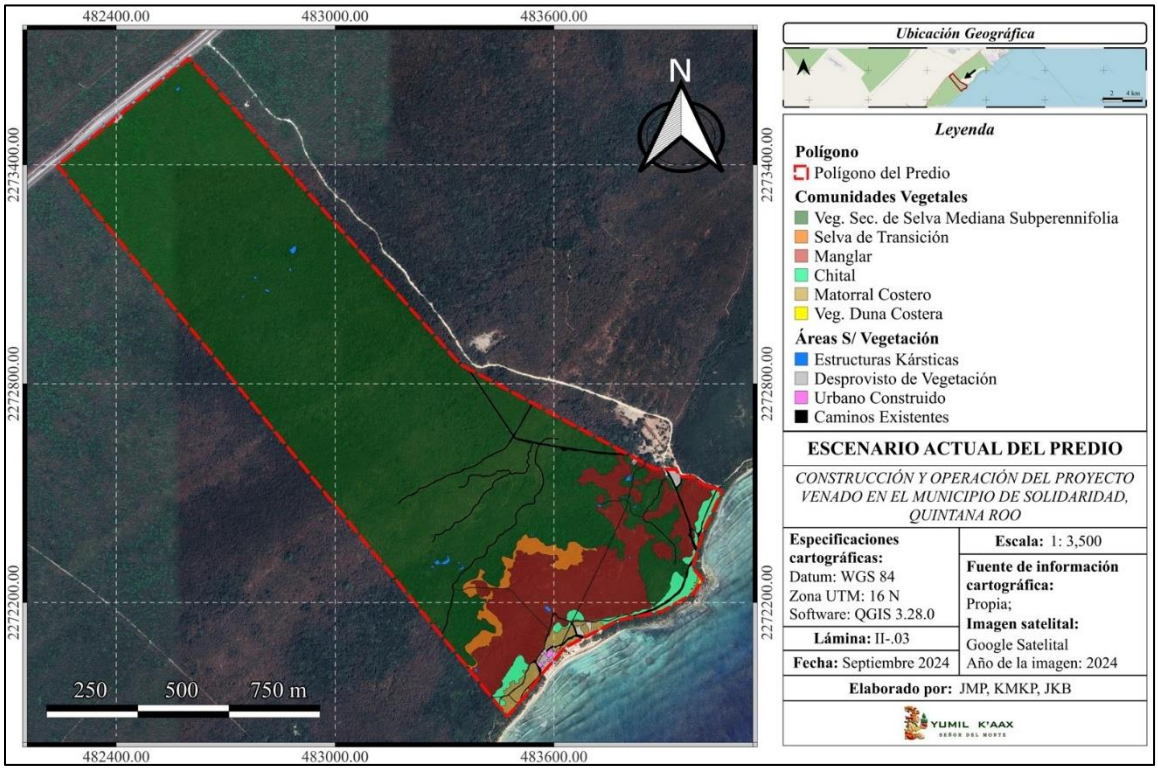


Lámina II.14. Se definieron los polígonos finales de usos de suelo y vegetación dentro del predio, con base en la información recabada en campo. La zonificación permitió elaborar los mapas del proyecto.



Imagen II.23. Se realizó recorrido en los sitios propuestos para desplante de obra, con el fin de definir su situación con respecto a componentes claves del sistema natural.



Imagen II.24. Se identificaron puntos de interés y se realizó la modificación del diseño preliminar del proyecto.



Imagen II.25. Con la verificación en campo se determinaron las modificaciones al proyecto.

Con las visitas a campo, el monitoreo de los componentes ambientales y la inspección de los lugares donde se desplantarán las obras, se decidió el diseño final del proyecto, con el cual se asegura que no se pondrá en riesgo ningún componente ambiental vulnerable; asimismo, las obras a construir no estarán ubicadas en sitios que pongan en riesgo la integridad de los huéspedes o que afecten su estructura (reduciendo así la vulnerabilidad física de las unidades a establecer).

Cabe mencionar que, la zona costera del estado de Quintana Roo se caracteriza por la presencia de humedales como manglares, cenotes y selvas inundables, por lo que un proyecto planificado y con buen diseño permite el establecimiento de obras en zonas cercanas a dichos sistemas naturales, siempre y cuando se garantice que no se pondrá en riesgo su existencia y funcionamiento. En la región existen ejemplos de proyectos que al considerar los elementos naturales desde el diseño, pudieron integrar las obras al medio natural, contribuyendo a la protección de los componentes ambientales más vulnerables del ecosistema. Por lo anterior, se pronostica que "*Proyecto Venado*" no comprometerá la existencia o funcionamiento de humedales de la región, por el contrario, con la implementación de medias ambientales y el diseño de baja densidad podrá posicionarse como otro caso de éxito que encuentra el equilibrio entre el desarrollo económico y la protección de componentes ambientales.

Para definir el diseño final del proyecto también se tomaron en cuenta las disposiciones jurídicas de leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas como:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; y su Reglamento en materia de impacto ambiental.
- Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.
- Ley General de Cambio Climático.
- NOM-022-SEMARNAT-2003 y el Acuerdo que adiciona la especificación 4.43.
- NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus anexos.

Asimismo, se consideraron los modelos de desarrollo y estudios de caso de documentos en materia de gestión de hoteles y protección al ambiente, como:

- Impacts of hotel siting and design on biodiversity in the insular Caribbean: a situation análisis (UICN, 2011).
- Construcción y gestión de hoteles respetuosos con la biodiversidad en el Caribe (UICN, 2012).
- Localización y diseño de hoteles y complejos turísticos. Principios y estudios de caso para la conservación de la biodiversidad (UICN, 2012).

Particularmente, en el tercer documento listado expone dos complejos turísticos de la Riviera Maya como estudios de caso, los cuales siguen el principio de adoptar un enfoque ecosistémico en la planificación del desarrollo turístico y el principio de gestionar los impactos de la construcción de hoteles sobre la biodiversidad e intentar lograr una contribución global positiva. Por lo anterior, se evidencia que existe la posibilidad de desarrollar proyectos turísticos más amigables con el ambiente, dejando de lado modelos desarrollo tradicionales y adoptando los principios del modelo de desarrollo sustentable.



Imagen II.26. Desarrollos turísticos en la costa del municipio de Solidaridad. Los megaproyectos (arriba) pueden fragmentar el ecosistema y obstruir el flujo de energía del mismo. A diferencia, existen proyectos (abajo) planificados bajo principios de protección ambiental que contribuyen a mantener el flujo de energía y corredores que mantienen el buen funcionamiento del ecosistema e intercambio de especies de vida silvestre.

- **Distribución general de las obras**

Con base en los criterios y actividades para el diseño, se definió la distribución y cantidad final de las obras.

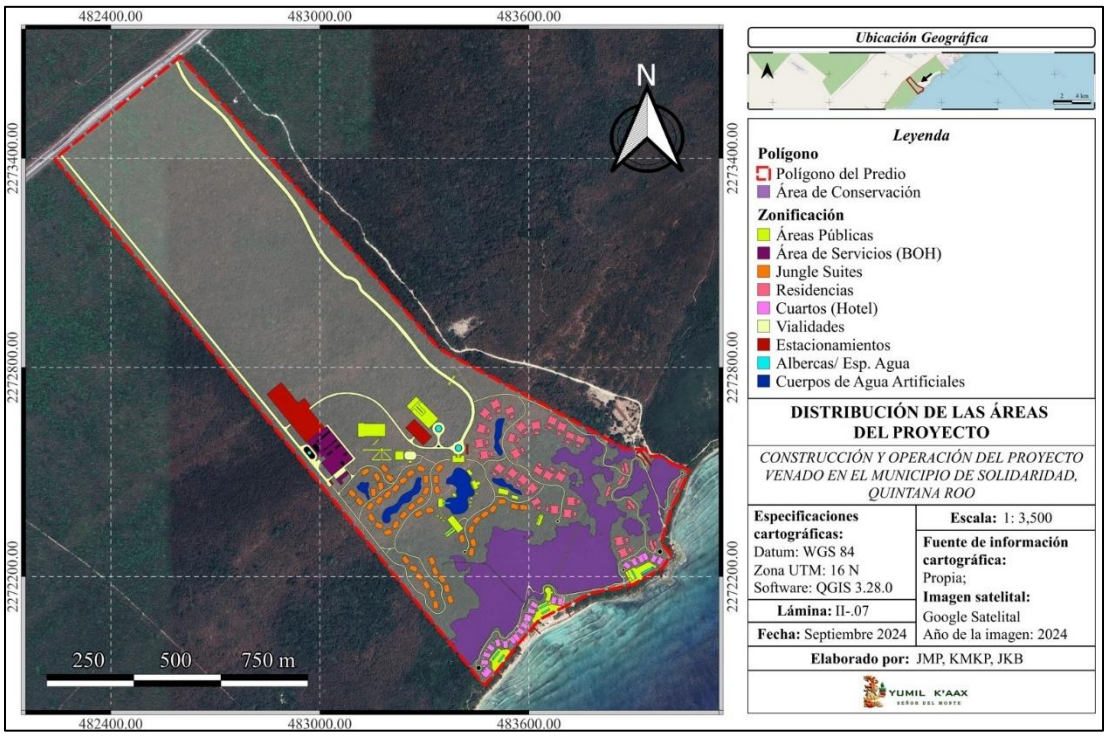


Lámina II.15. Distribución de obras en el predio.

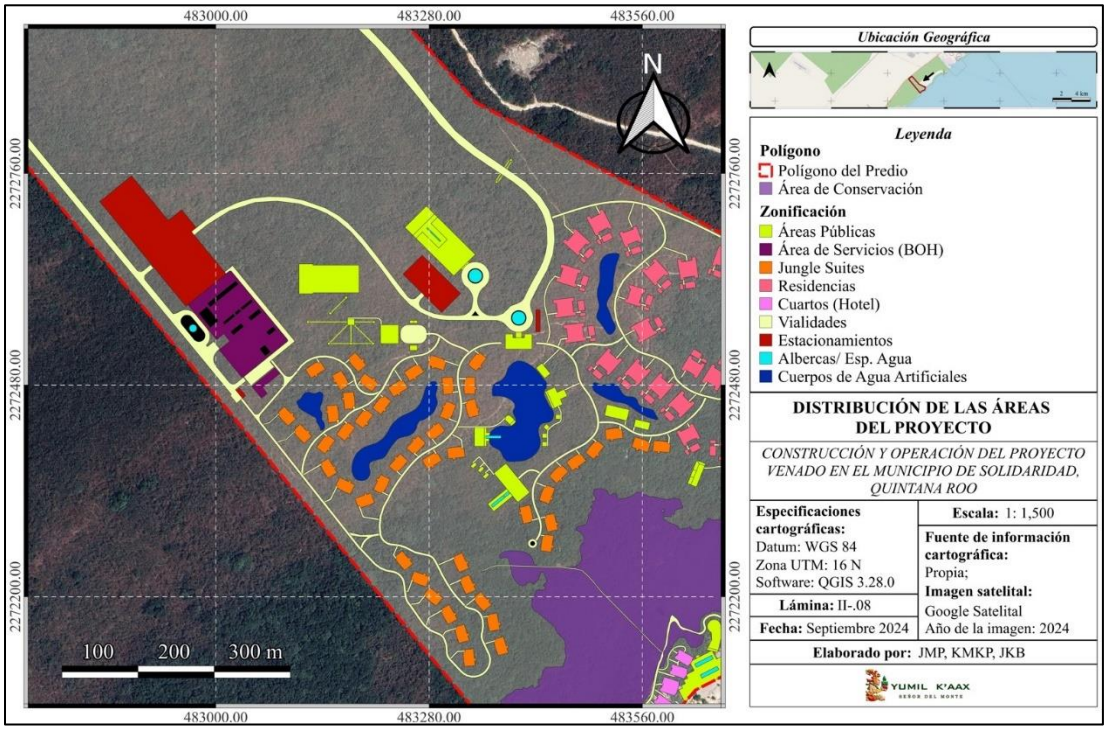


Lámina II.16. Distribución de obras del proyecto.

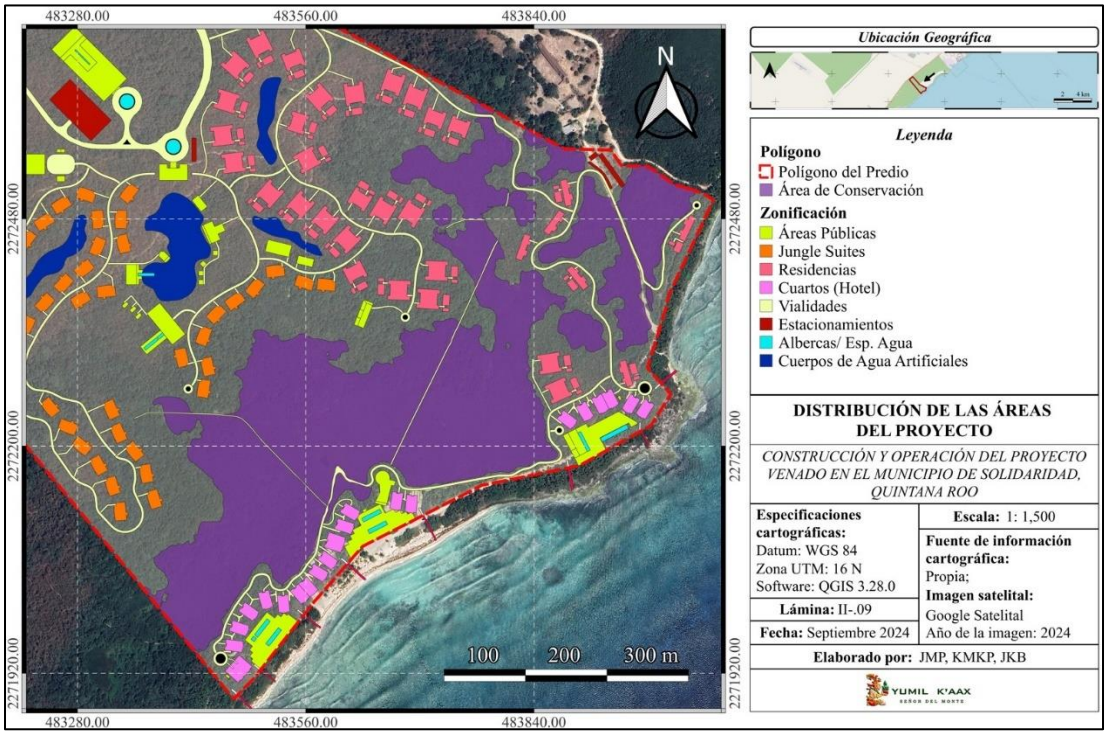


Lámina II.17. Distribución de las obras en el predio.

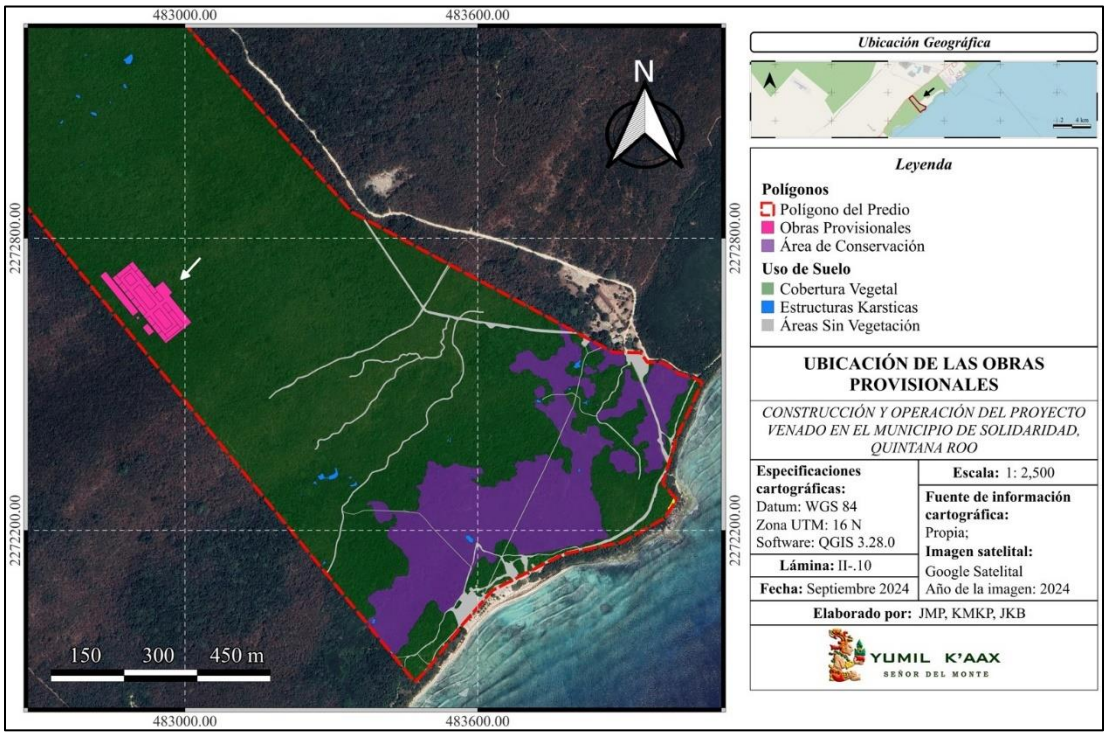


Lámina II.18. Distribución de las obras provisionales.

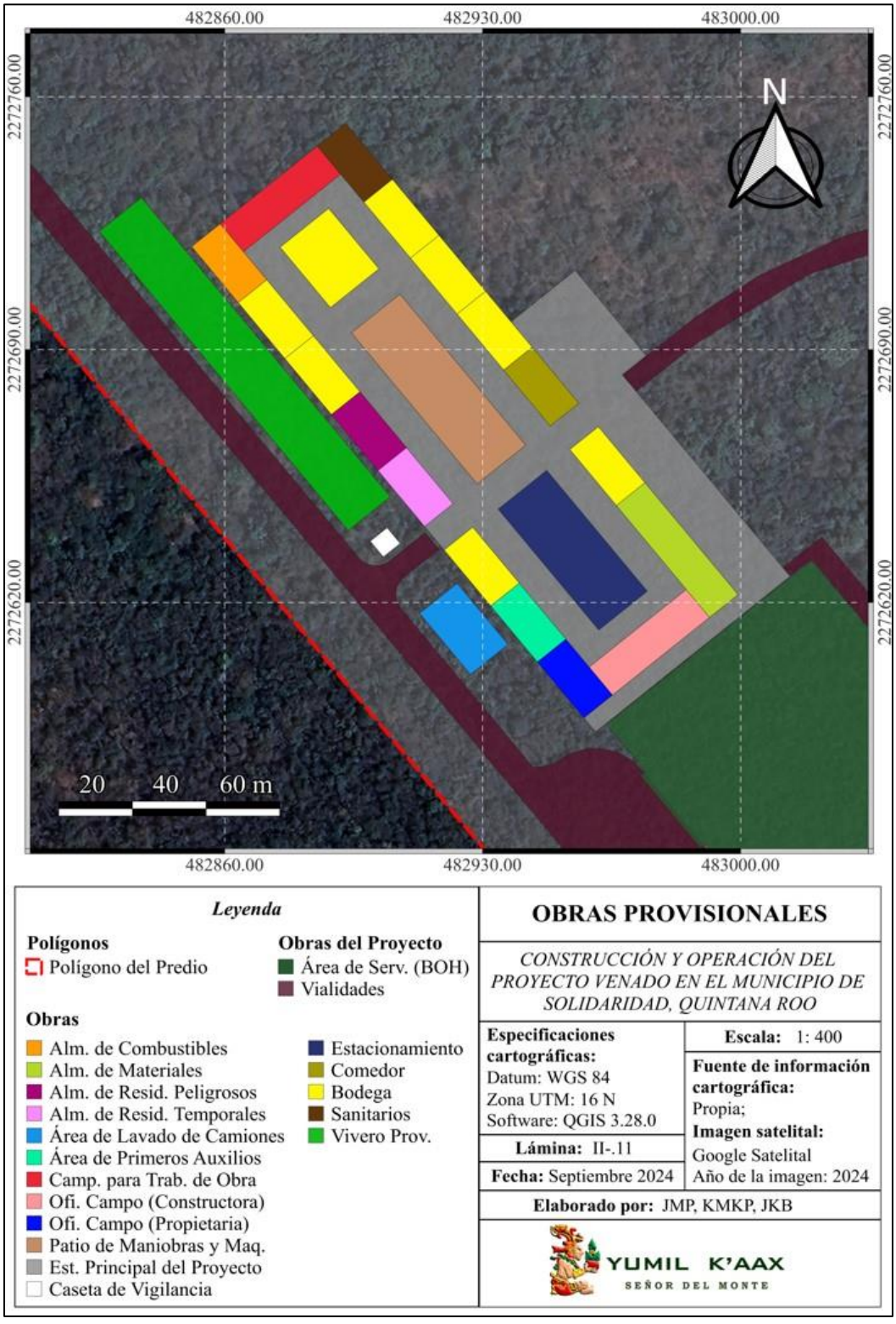


Lámina II.19. División de obras provisionales.

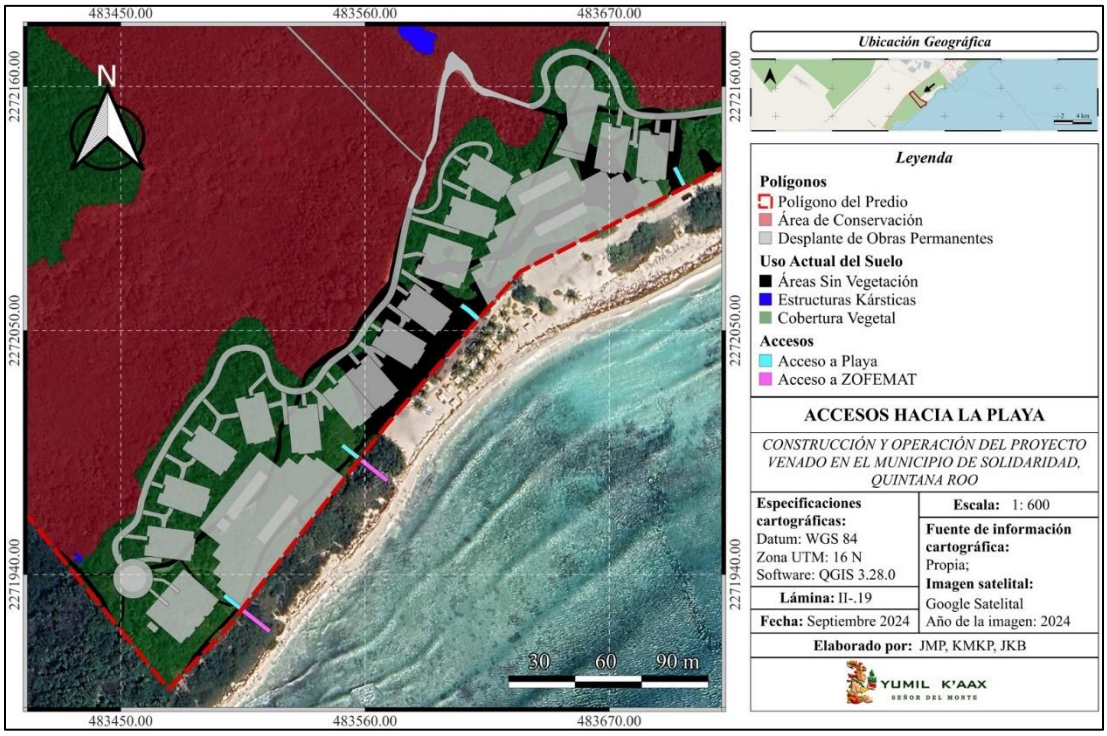


Lámina II.20. Distribución de accesos a playa dentro del predio y de las brechas rústicas a establecer en ZOFEMAT.

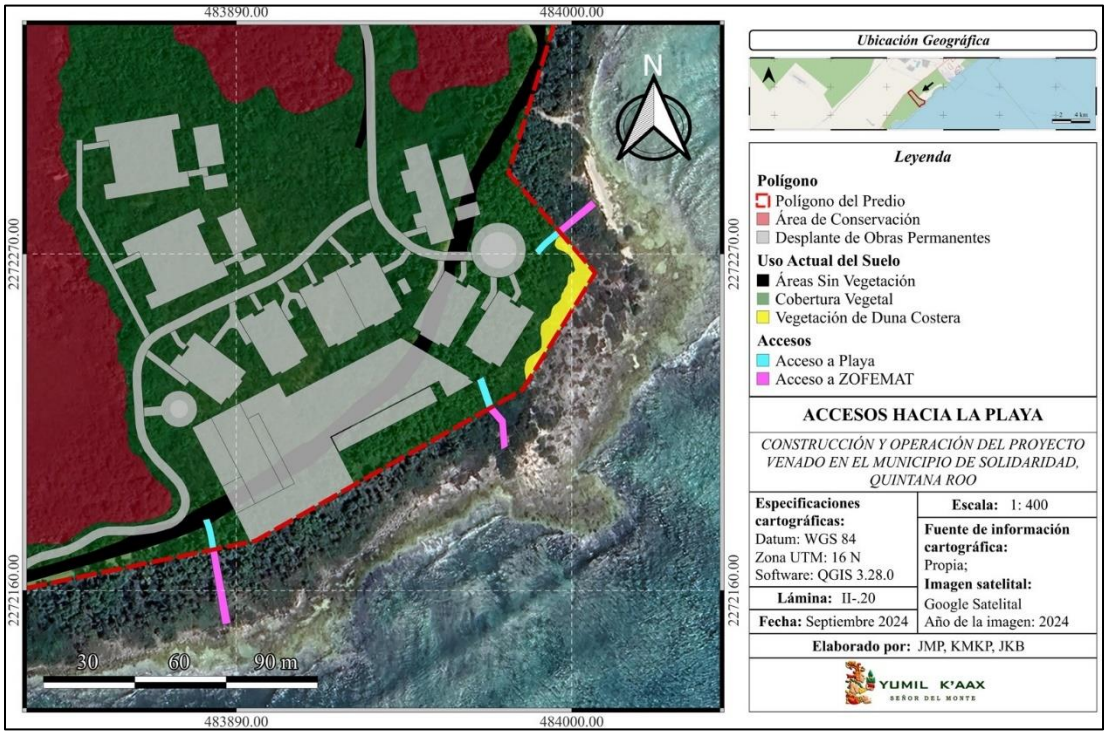


Lámina II.21. Distribución de accesos a playa dentro del predio y de las brechas rústicas a establecer en ZOFEMAT.

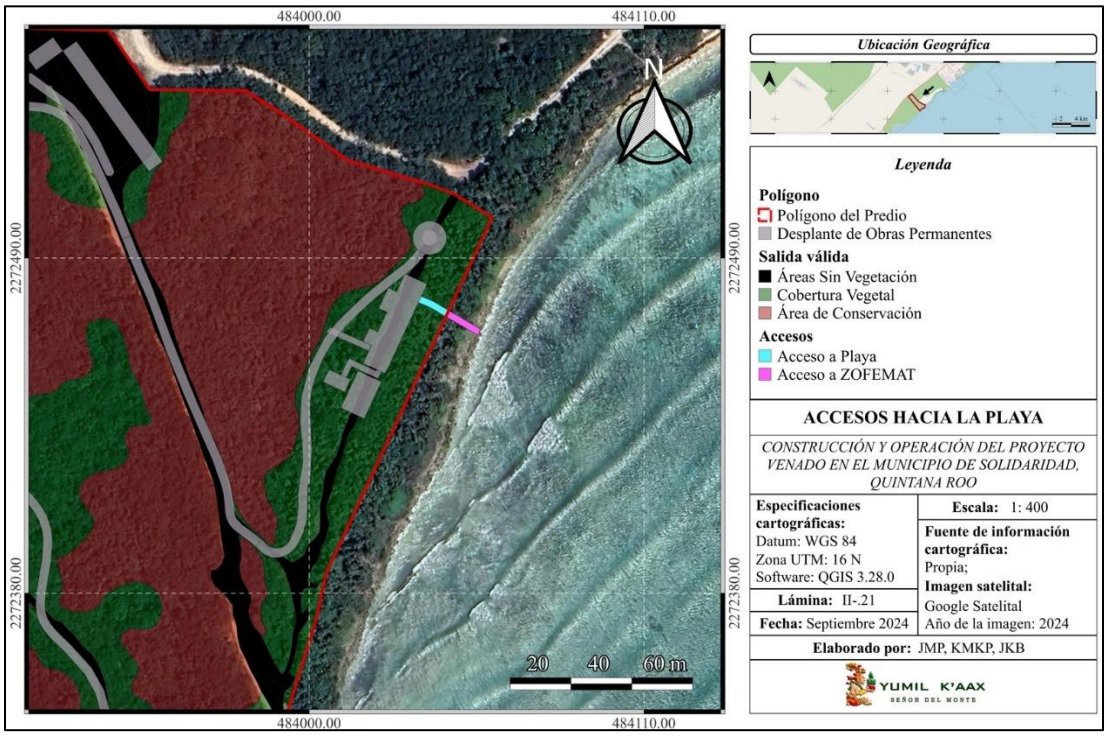


Lámina II.22. Distribución de accesos a playa dentro del predio y de las brechas rústicas a establecer en ZOFEMAT.

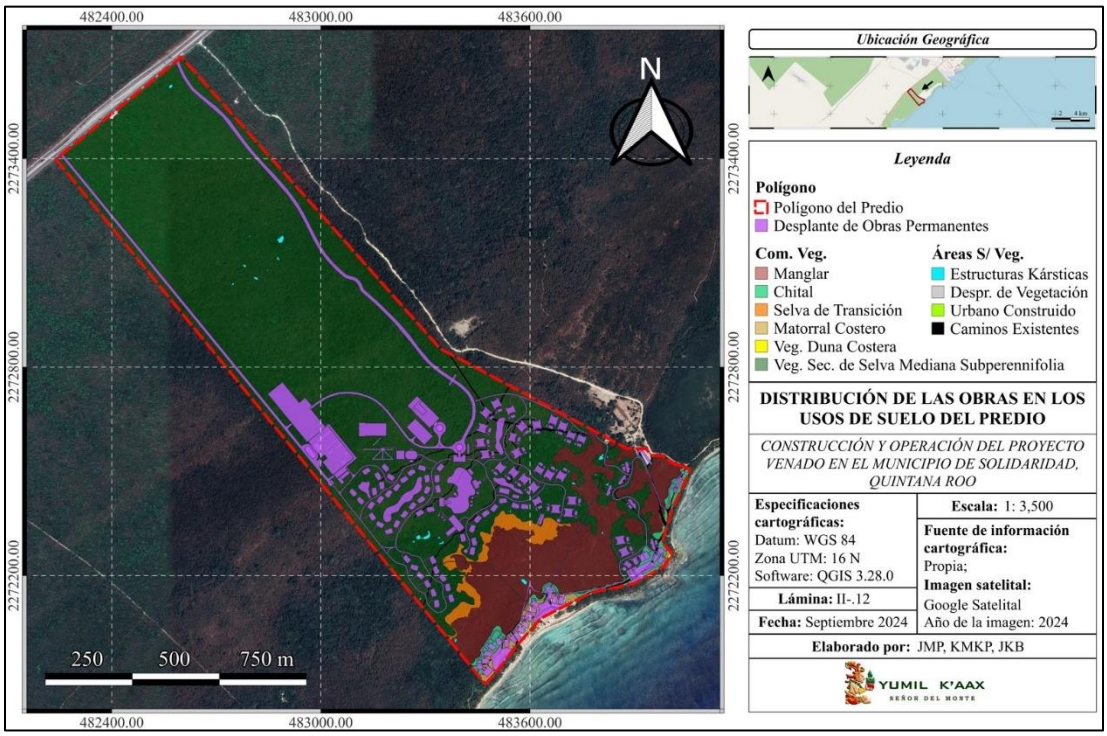


Lámina II.23. Distribución de las obras sobre los usos de suelo y vegetación del predio.

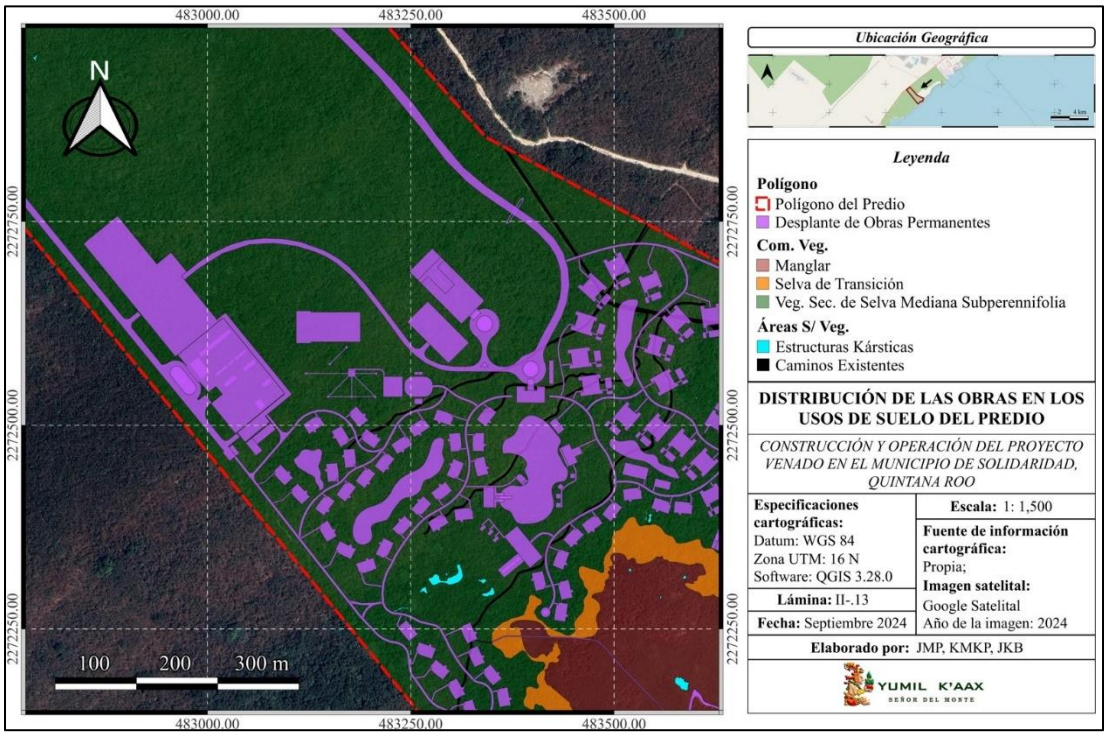


Lámina II.24. Distribución de las obras sobre los usos de suelo y vegetación del predio.

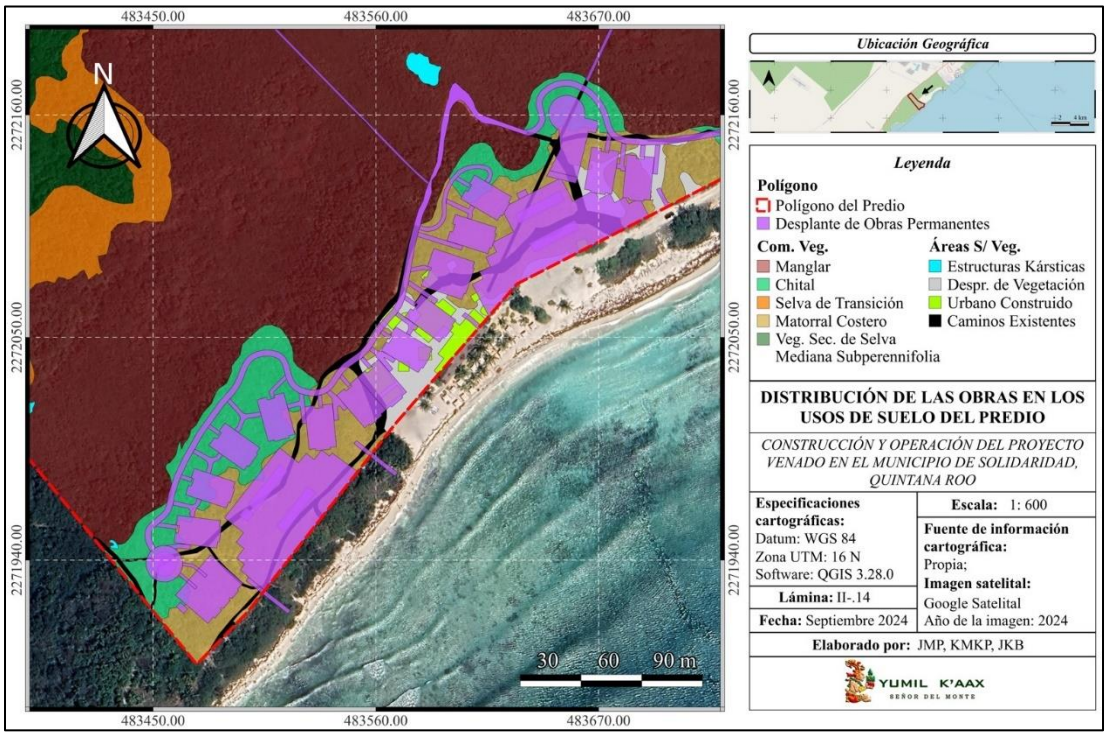


Lámina II.25. Distribución de las obras sobre los usos de suelo y vegetación del predio.

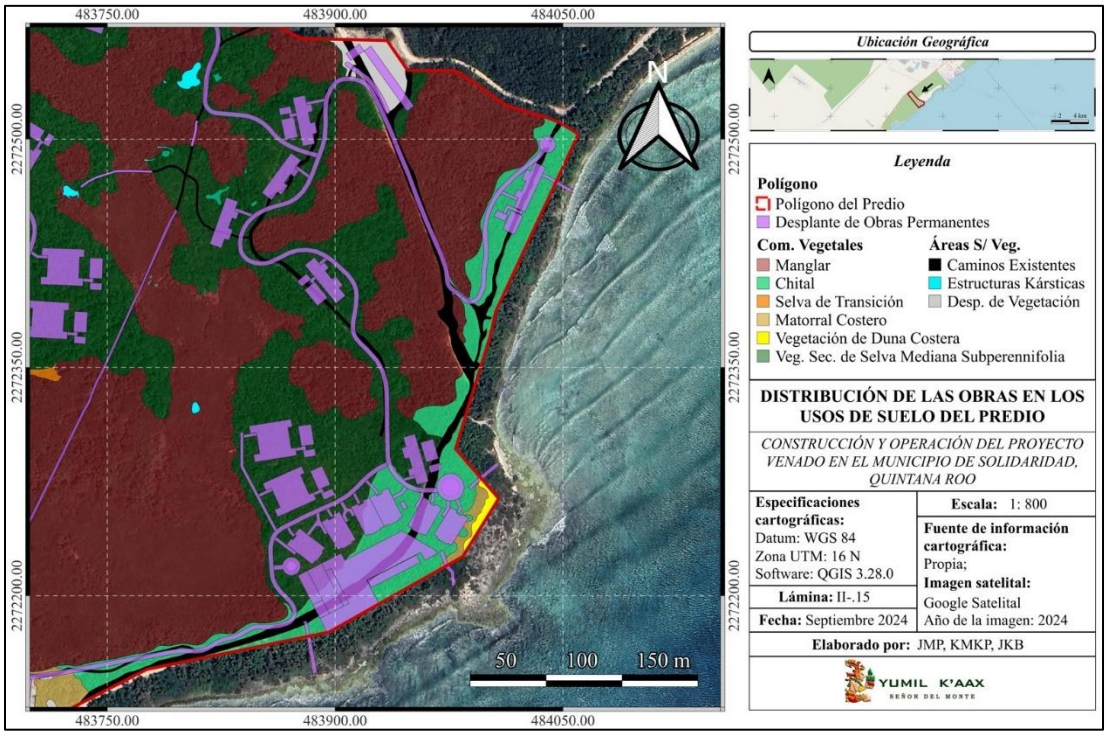


Lámina II.26. Distribución de las obras sobre los usos de suelo y vegetación del predio.

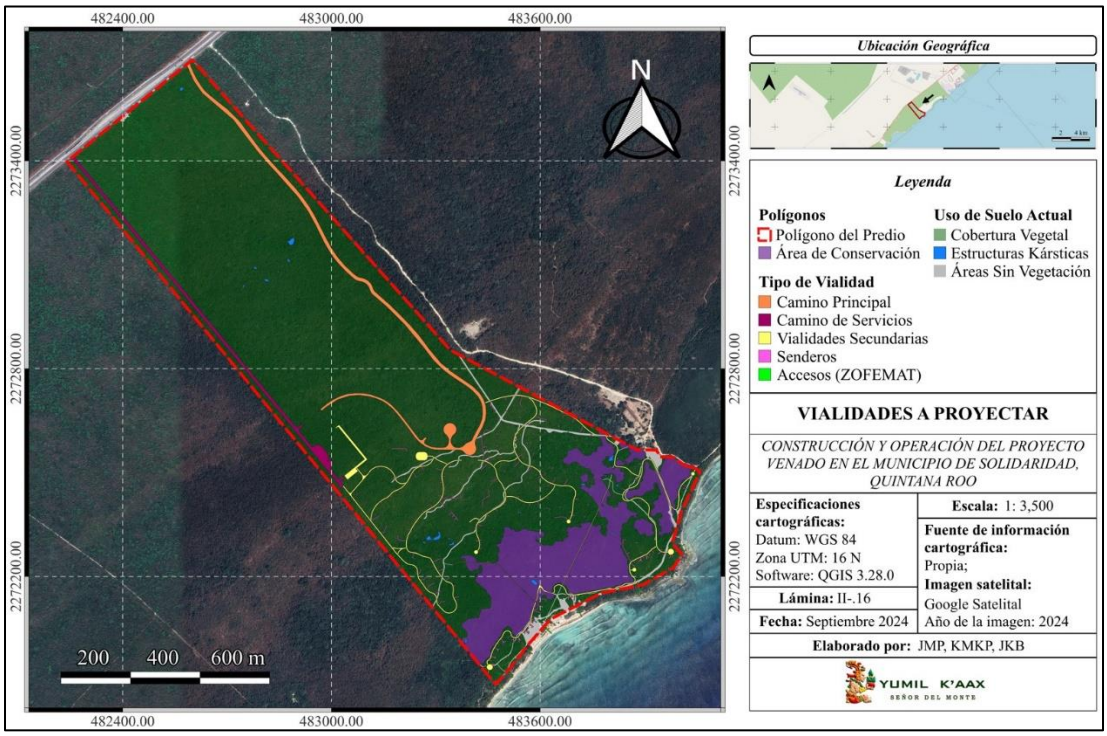


Lámina II.27. Vialidades a construir con el proyecto.

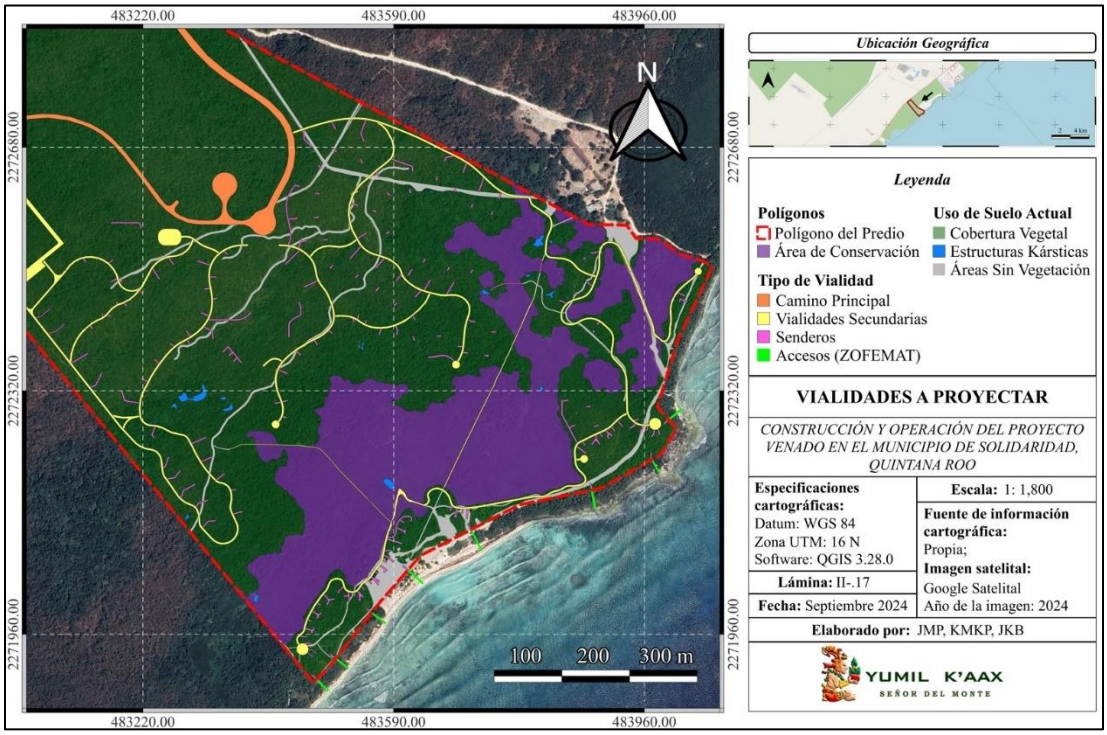


Lámina II.28. Vialidades a construir con el proyecto.

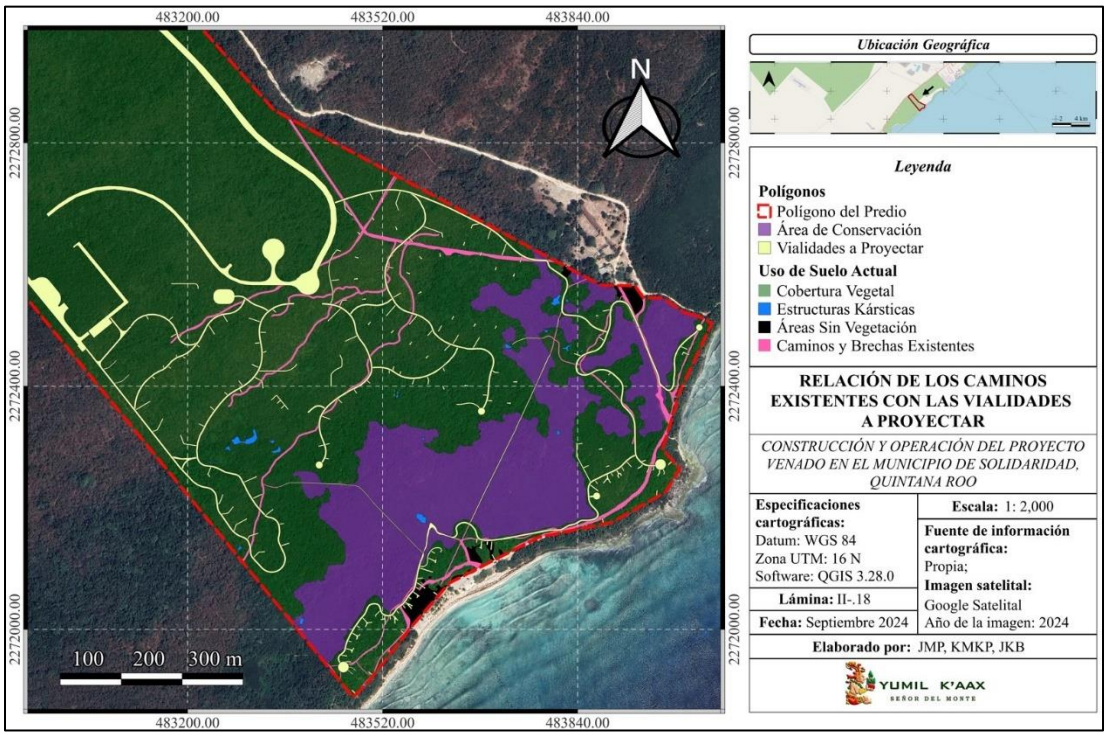


Lámina II.29. Vialidades a construir con respecto a los caminos existentes.

Como se mencionó en un apartado anterior, las coordenadas de referencia de las obras se presentan en formato Excel en los anexos de la presente MIA-R. Asimismo, se incluyen planos georreferenciados de las obras con sus tablas de coordenadas de referencia UTM.

Las dimensiones de cada una de las obras del proyecto se incluyen en el punto de Superficies y dimensiones.

A continuación, se presenta las superficies de las obras con respecto a los usos de suelo y vegetación del predio:

Tabla II.16. Distribución de superficies de obras con respecto a usos de suelo y vegetación del predio.

OCUPACION DE LAS OBRAS POR USO DE SUELO							
Tipo de Obra	**Área Total de la Obra**	**Tipo de Vegetación (m^2)**			**Áreas Sin Vegetación (m^2)**		
		V.S S.M.S	**Chital**	**Matorral Cost.**	**Urbano Const.**	**Caminos Exist.**	**Despr. Veg**
Áreas Públicas							
Event Facilities + (Terraza)	**2,993.76**	2,993.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cannopy Car Lobby #1	**97.70**	97.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Family Clubs	**600.15**	600.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pabellón Tennis/retail	**40.00**	40.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Pabellón Deportes Acuáticos	**70.00**	65.66	0.00	0.00	0.00	4.34	0.00
Arrival Core	**625.00**	599.31	0.00	0.00	0.00	25.69	0.00
Cannopy Car Lobby #2	**114.54**	89.15	0.00	0.00	0.00	25.39	0.00
Looby/ Lounge	**180.00**	180.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Restaurante de Especialidades + (Terraza)	**460.00**	460.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Comedores Privados	**144.00**	144.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Área Pública (Residencias)	**450.00**	450.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Residence Club	**200.00**	200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Spa + (Terraza+ Alberca)	**1,425.30**	1,425.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cabinas Outdoor Spa	**104.19**	104.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fitness + (Terraza + Alberca)	**541.38**	523.95	0.00	0.00	0.00	17.43	0.00
Yoga Pavillions + (Terraza)	**115.90**	115.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Discovery Center + (Terraza)	**412.51**	412.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Restaurant All Day	**677.69**	0.00	256.12	226.02	0.00	195.55	0.00
Restaurant Grill	**483.00**	264.62	159.94	0.00	0.00	58.44	0.00
Pool Bar	**70.00**	0.00	33.27	0.00	0.00	36.73	0.00
Áreas de Servicios Generales (BOH)							
Planta Baja (BOH)	**7,664.63**	7,664.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Habitaciones							
Hotel + (Terraza + Alberca)	**6,026.86**	612.34	1,700.23	1,879.45	424.41	768.64	641.79
Jungle Suites + (Terrazas + Alberca)	**15,638.00**	15,364.16	0.00	0.00	0.00	273.84	0.00

OCUPACION DE LAS OBRAS POR USO DE SUELO							
Tipo de Obra	**Área Total de la Obra**	**Tipo de Vegetación (m^2)**			**Áreas Sin Vegetación (m^2)**		
		V.S S.M.S	**Chital**	**Matorral Cost.**	**Urbano Const.**	**Caminos Exist.**	**Despr. Veg**
Residencias + (Terrazas + Alberca + Plunge)	**19,495.11**	17,872.13	599.14	0.00	0.00	1,023.84	0.00
Albercas y Exteriores							
Family Pool #1 + (Terraza + Alberca)	**2,588.74**	0.00	15.35	2,026.63	0.00	546.76	0.00
Family Pool #2 + (Terraza + Alberca)	**2,627.39**	0.00	0.00	1,386.40	58.92	533.92	648.15
Adult Pool + (Terraza + Alberca)	**2,111.53**	123.79	1,594.86	0.00	0.00	392.88	0.00
Esp. Agua Broom	**37.50**	37.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Esp. Agua ML Eventos	**243.28**	243.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Esp. Agua ML Arrival	**243.28**	243.28	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Canchas de Juego/Tirolesa	**3,084.85**	3,084.85	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Estacionamientos							
Estacionamiento Principal	**11,364.29**	11,364.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Estacionamiento de Eventos	**2,545.35**	2,545.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Estacionamiento Car Lobby	**340.71**	340.71	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Estacionamiento Remoto	**614.80**	7.63	0.00	0.00	0.00	117.22	489.95
Estacionamiento de Emergencias	**108.00**	108.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vialidades							
Acceso Entrada Principal	**19,581.64**	19,361.32	0.00	0.00	0.00	220.32	0.00
Acc. Entrada Sec. y Servicios	**10,948.92**	10,948.92	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Círculo de Servicios (BOH)	**1,608.03**	1,608.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Vialidades Internas	**17,694.80**	13,206.11	1,760.31	1,352.10	67.90	1,132.49	175.89
Senderos y Andadores (Salidas Playa)	**5,138.62**	3,286.80	547.47	439.98	0.00	585.91	278.46
Caminos Int. Renovados	**1,587.28**	0.00	0.00	0.00	0.00	1,587.28	0.00
Cuerpos de Agua Artificiales							
Cuerpo de Agua 02	**1,841.20**	1,678.32	0.00	0.00	0.00	162.88	0.00
Cuerpo de Agua 03	**1,219.80**	1,152.37	0.00	0.00	0.00	67.43	0.00
Cuerpo de Agua 04	**6,784.96**	6,622.03	0.00	0.00	0.00	162.93	0.00
Cuerpo de Agua 05	**3,432.30**	3,432.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cuerpo de Agua 06	**953.56**	953.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total de área por US/ Veg	**155,330.55**	**130,627.90**	**6,666.69**	**7,310.58**	**551.23**	**7,939.91**	**2,234.24**

A continuación, se presenta la superficie general de las obras con respecto a las obras existentes del predio, las cuales corresponden a las obras señaladas por PROFEPA en la Resolución No. 0188/2022:

Tabla II.17. Distribución de superficies de obras con respecto a obras existentes.

Obras Exist / Áreas Sin Veg.	Superficie a Aprovechar para el Nuevo Proyecto (m2)									Total
	Áreas Públicas	BOH	Hotel	J. Suites	Residencias	Alb/ Espejos de Agua	Estacionamiento	Cuerpos de Agua	Vialidades	
Construcción de casa habitación de block: Conjunto 1 (conceptos B, C y D) y Conjunto 2	0.00	0.00	424.41	0.00	0.00	58.92	0.00	0.00	67.90	**551.23**
Área desprovista de vegetación 1: zona 4 y zona 5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	489.95	0.00	175.89	**665.84**
Área desprovista de vegetación natural 2: conjunto 1 y conjunto 3	0.00	0.00	641.79	0.00	0.00	648.15	0.00	0.00	278.46	**1,568.40**
Brechas Rústicas	72.85	0.00	0.00	273.84	493.54	546.76	0.00	325.81	1,997.67	**3,710.47**
Acceso Principal	290.72	0.00	662.38	0.00	0.00	926.80	117.22	0.00	712.21	**2,709.33**
Brecha rústica adyacente al derecho de vía de la CFE: tramo 1 y tramo 2	0.00	0.00	106.26	0.00	530.30	0.00	0.00	67.43	816.12	**1,520.11**
Superficie Total	**363.57**	**0.00**	**1,834.84**	**273.84**	**1,023.84**	**2,180.63**	**607.17**	**393.24**	**4,048.25**	**10,725.38**

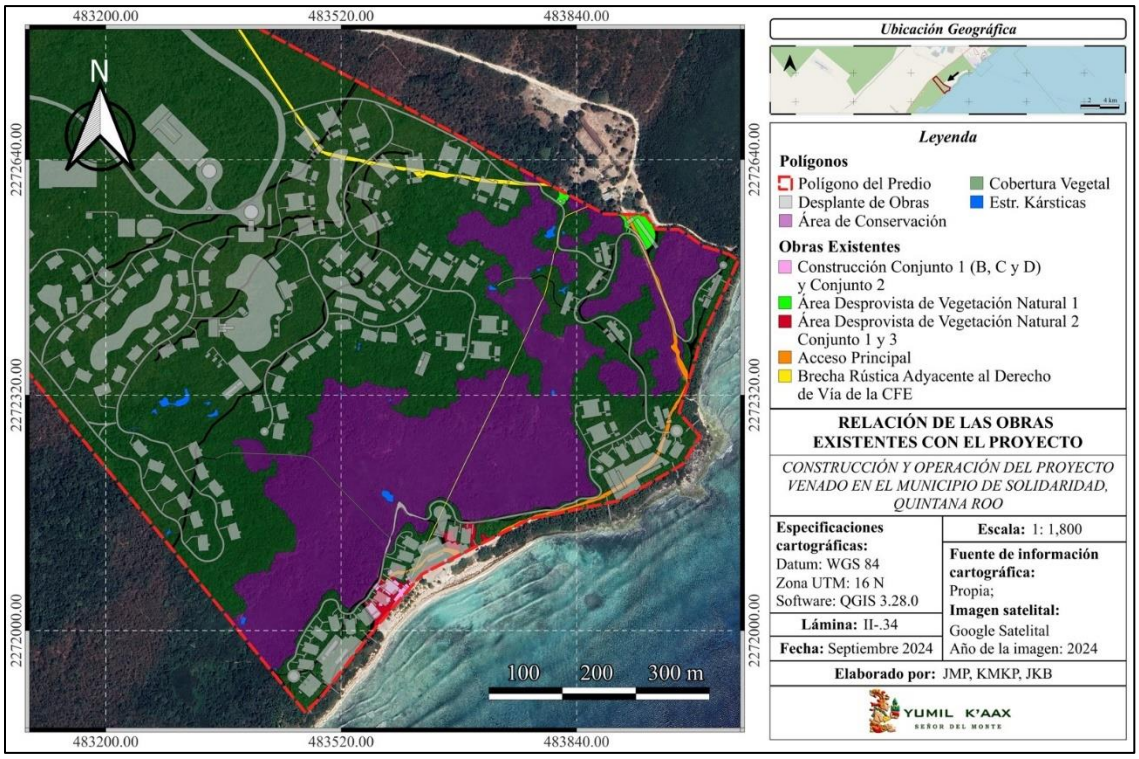


Lámina II.30. Obras del proyecto con respecto a obras existentes.

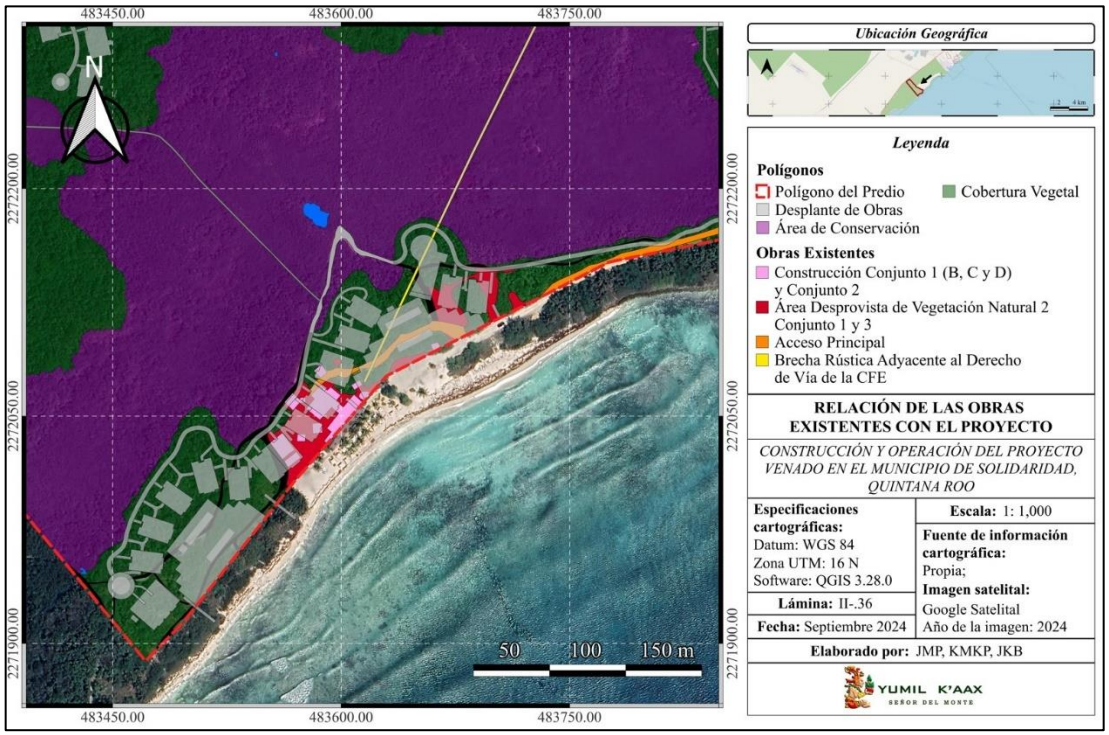


Lámina II.32. Obras del proyecto con respecto a obras existentes.

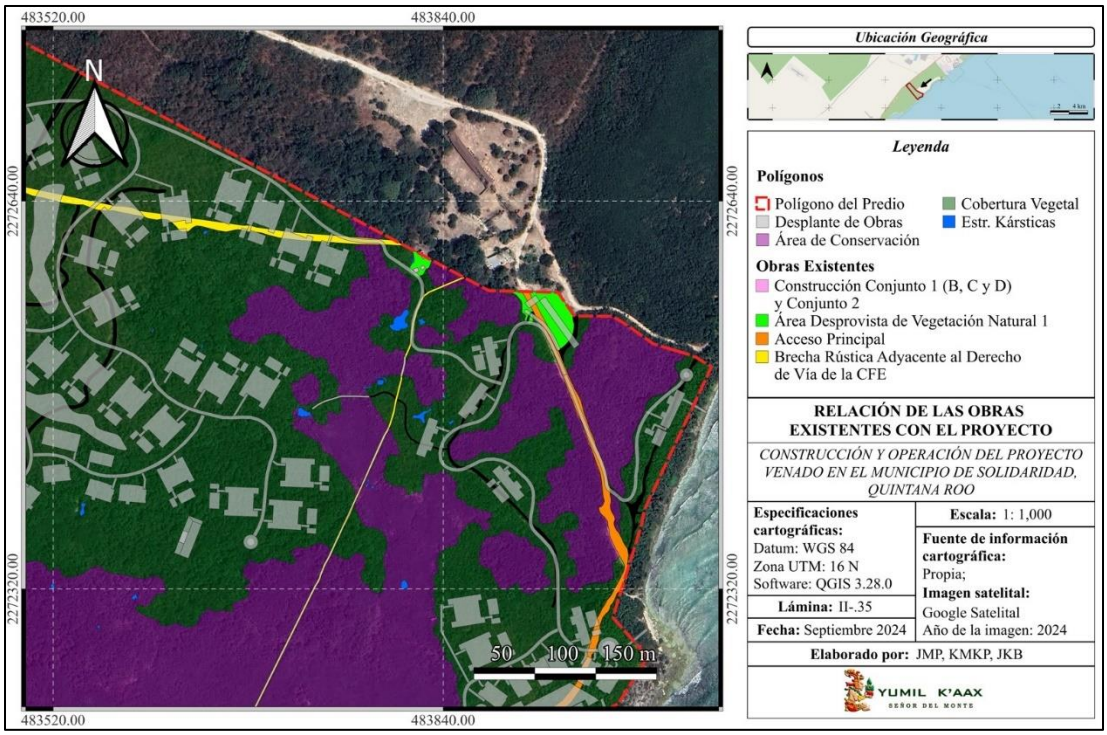


Lámina II.33. Obras del proyecto con respecto a obras existentes.

- ***Representación gráfica local y gráfica regional***

El proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, es factible para establecer en el predio seleccionado debido a que las obras a construir y operar son compatibles con la vocación de uso de suelo de tipo turística, de acuerdo con los lineamientos de la UGA 16 del POEL de Solidaridad, asimismo, es compatible con los usos condicionados permitidos en la Unidad (turístico, ecoturístico y suburbano). A menor escala, se aprecia que el predio se encuentra en la costa del municipio de Solidaridad, la cual, forma parte de la región denominada como *Riviera Maya*, un destino turístico reconocido mundialmente; en esta región se han establecido diversos proyectos turísticos de tipo hotelero, hotelero-residencial, suburbano, comercial y mixto, para satisfacer la demanda de servicios de los turísticas. Por lo tanto, "*Proyecto Venado*", de naturaleza turística de tipo hotelero-residencial, será compatible con las obras existentes en la costa del municipio y, en general, con la Riviera Maya.

El proyecto, a pesar de ser de naturaleza similar a otras obras de la región, posee características que lo van a diferenciar de muchos otros complejos turísticos debido a que considera criterios como: baja densidad; integrar elementos naturales del predio al diseño; adecuar el proyecto al terreno para proteger componentes claves del sistema natural y poseer un concepto que realce la belleza de la naturaleza de la región. Con lo anterior, "*Proyecto Venado*" será agrupado dentro del grupo de proyectos planificados y diseñados bajo los principios de protección ambiental, orientados bajo los pilares del desarrollo sustentable. A nivel regional, existen complejos turísticos antiguos con diseños orientados por un modelo tradicional económico, lo que derivó en la fragmentación y pérdida del hábitat en el ecosistema costero, afectando corredores biológicos y la el flujo de materia en el sistema ambiental, como el intercambio de especies, además de aislar comunidades de vegetación y dificultar el acceso a recursos naturales.

"*Proyecto Venado*" posee un diseño por medio del cual se mantendrán remanentes de vegetación original del predio, los cuales estarán conectados entre sí por angostos corredores de vegetación entre las obras, permitiendo el tránsito de la fauna silvestre por el lugar. A nivel regional, la distribución de obras se realizará de forma que no se afecte de ningún modo el manglar y de que éste mantenga la continuidad con los parches de manglar de predios colindantes. Asimismo, la concentración de las obras propuestas permite mantener corredores biológicos con lo cual la fauna silvestre continuará desplazándose en toda la unidad de paisaje que forma parte del corredor turístico Punta Venado-Paamul. Otra características relevante es que el proyecto considera la construcción de cuerpos de agua artificiales a manera de lagos artificiales, propiciando nuevos elementos benéficos para la vida silvestre ya que existirán nuevos sitios de hidratación, idóneos para temporada de secas; de este modo podrán acceder a más cuerpos de agua. Es importante señalar que, los cuerpos de agua natural como cenotes, continuarán al alcance de los animales silvestres, ya que no se

obstruirán las rutas de acceso hacia ellos; aunado a esto, se establecerán 41 pasos de fauna para facilitar el desplazamiento de los ejemplares entre obras y hacia otros sitios del predio, con el fin de que continúen accediendo a recursos naturales necesarios para su desarrollo.

Los pasos de fauna se establecieron con base en el registro de fauna del predio, resultando en 28 pasos inferiores y 13 pasos superiores (aéreos); los pasos inferiores son para especies de tallas pequeñas a medianas y se situarán debajo del Acceso principal y el Acceso secundario; los pasos superiores son principalmente para especies de talla mediana como monos araña, quienes se desplazan entre las copas de los árboles. Cabe mencionar que, gran parte de las vialidades del proyecto consisten en senderos y caminos de hasta 3 metros de ancho, los cuales serán aprovechados por la fauna silvestre; existe evidencia en otros complejos turísticos de la región que, especies como coatíes, agutíes, mapaches y venados, utilizan los caminos existentes. En el predio seleccionado para "*Proyecto Venado*" existen caminos de dimensiones similares a los que se establecerán, en los que se observaron distintas especies de fauna silvestre haciendo uso de ellos, entre venados, agutíes, coatíes, zorritas grises, lagartijas, aves, mapaches y viejo de monte. Por lo tanto, se pronostica que los nuevos caminos serán aprovechados por la fauna silvestre del sitio.

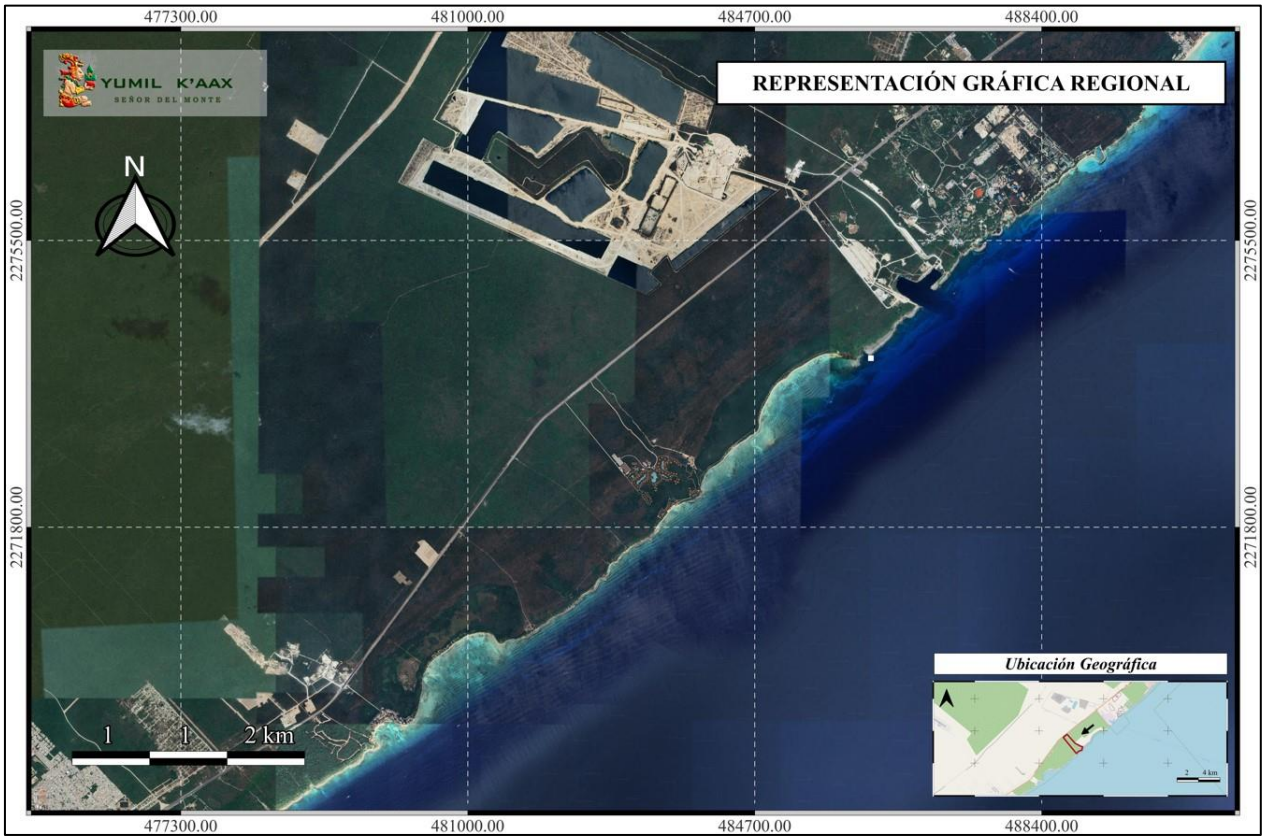


Lámina II.34. Representación gráfica regional del proyecto.

Para visualizar el impacto sobre el paisaje, en la lámina II.34 se presenta el proyecto con colores similares a los seleccionados para las obras, resaltando los tonos crema, café y grises de las rocas; éstas obras, rodeadas de basta vegetación, se integran al entorno natural del predio. A nivel del corredor Punta Venado-Paamul, se aprecia que el proyecto tiene una huella de construcción poco perceptible en comparación con obras de la región; lo anterior es posible por el tipo de vialidades a establecer y por la distribución de obras que evita el desmonte de grandes superficies de vegetación del terreno, además, las obras se concentrarán de forma que se mantendrá la continuidad de la vegetación del sitio con la de predios colindantes, manteniendo los corredores biológicos de la región, que van de noreste a suroeste. Así, el flujo de materia y energía en el sistema ambiental persistirá gracias a interacciones ecológicas en el que intervienen grupos de fauna que podrán desplazarse entre la unidad de paisaje, como polinizadores, dispersores de semillas, presas, depredadores, carroñeros, entre otros.

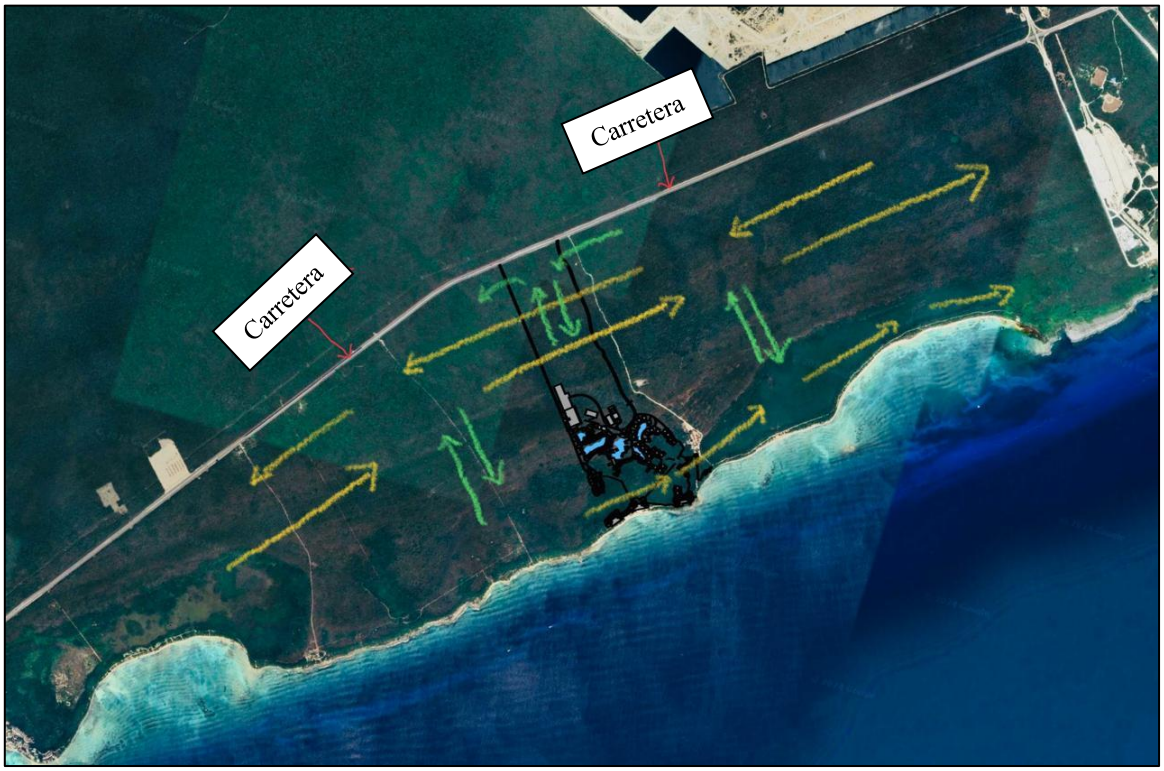


Imagen II.20. Dirección de las formas en que la fauna podrá desplazarse en la unidad de paisaje.

Una gran ventaja del proyecto es que se encuentra en una unidad de paisaje poco impactada, por lo que la vegetación mantiene una continuidad que permite el desplazamiento de la fauna silvestre. A pesar de que la carretera federal 307 fragmenta el corredor biológico de la región, dentro del corredor Punta Venado-Paamul existe una gran superficie con recursos naturales suficientes para el desarrollo de los animales, como árboles frutales, agua dulce y salobre de cenotes, agua de mar, madera, refugios, sitios de reproducción en

humedales como el manglar, vegetación alta para especies que habitan el dosel, entre otros. El proyecto no representará un obstáculo que impida el desplazamiento de la fauna silvestre en la unidad de paisaje, ya que, a diferencia de la carretera federal, mantendrá la conexión de la vegetación de la zona. Cabe mencionar que, durante la época de secas es posible que la fauna que habita hacia el oeste de la carretera federal se desplace hacia el este, en busca de fuentes de agua las cuales los humedales como el manglar y cenotes mantienen todo el año, además de que la vegetación circundante a estos se mantiene siempre verde ideal para especies herbívoras, lo que atraerá especies depredadoras. Se ha reportado en el estado de Quintana Roo que las sequías desplazan a la fauna a sitios habitados por humanos en busca de agua. Por ello, será importante el desarrollo de proyectos que conserven las fuentes de agua; "*Proyecto Venado*" considera la distribución de obras de forma que no se modifiquen ni obstaculicen las fuentes de agua naturales del terreno, asimismo, implementará medidas de prevención de impactos para evitar la contaminación del recurso hídrico.

El proyecto, al ser de baja densidad y de integrar elementos naturales del predio, permitirá reducir el impacto sobre la fauna silvestre, al no presionar a los ejemplares para que se desplacen forzosamente hacia hábitats del lado oeste de la carretera federal 307, en este sentido, se podrán evitar atropellos de animales silvestres ya que contarán con espacios colindantes en buenas condiciones a los cuales podrán desplazarse durante la construcción de las obras propuestas. Durante la operación de las instalaciones, los ejemplares de fauna silvestre podrán desplazarse entre las obras a través de la vegetación remanente y los pasos de fauna. Existe suficiente evidencia de que los jardines y áreas verdes de complejos turísticos en la Riviera Maya, aún intervenidos por el ser humano, albergan diversa fauna silvestre, por lo que es de un mayor beneficio mantener superficies con vegetación original del predio sin intervención humana.

En cuanto a la vegetación regional, la comunidad secundaria de selva mediana subperennifolia será la que recibirá el mayor impacto por remoción de plantas, sin embargo, esta comunidad se encuentra bien representada en la región, por lo que su aprovechamiento no pone en riesgo su existencia o permanencia en la zona. Asimismo, las especies que conforman este tipo de vegetación están bien distribuidas en la zona, encontrándolas en predios colindantes, por lo que se asegura que se conservarán plantas nativas de la región costera del estado de Quintana Roo. Un aspecto relevante del proyecto es que se delimitará como área de conservación a la comunidad de manglar registrada dentro del predio, con lo cual se mantendrá la continuidad de la franja de humedal que recorre gran parte del corredor turístico Punta Venado-Paamul, paralelo a la costa. Con esta medida, se garantiza la conservación de servicios ambientales que propician un ambiente sano, además de que fungen como medidas de mitigación y adaptación al cambio climático.

Cabe señalar que, se en la región existe una problemática social y ambiental por la presencia del banco de extracción de material pétreo de Calica, una megaobra que ha provocado la deforestación de grandes

extensiones de vegetación (aproximadamente 926 ha), cambio en la estructura del suelo, generación de afloramientos de agua subterránea, contaminación del agua, cambio en el paisaje, alteración del flujo hidrológico, interrupción del flujo regional subterráneo hacia la zona costera, pérdida de servicios ambientales y pérdida de hábitats que obligaron a la fauna silvestre a desplazarse.

Consciente del escenario, para el diseño de "*Proyecto Venado*" se consideraron elementos, técnicas y medidas ambientales para evitar la generación de impactos sobre el ambiente similares a los ya existentes en la región, reduciendo así la posibilidad de generación de afectaciones acumulativas o sinérgicas. Para lo anterior se considera:

Manejo integral de residuos; no rellenar, modificar forma o cerrar cavernas, cenotes o fracturas kársticas; conservar el manglar; realizar el cambio de uso de suelo en los sitios de desplantes de obra, áreas verdes (jardines y camellones) y áreas de aprovechamiento que suman 16.86 ha equivalentes al 15.12% de la superficie total del predio; baja densidad de obras; mantener remanentes de vegetación original del terreno; establecer las obras entre vegetación original del predio pero, a la vez, concentrarlas de manera que se conserven corredores biológicos de la zona; realizar extracción de agua salobre para desalinizar a una profundidad de 15 metros y verter agua de rechazo en pozos de 45 metros de profundidad, ambos para no se afectar el tirante de agua dulce de la zona (de acuerdo con estudio geohidrológico del predio); realizar el tratamiento de aguas residuales mediante una PTAR y reutilizar agua tratada par riego de áreas verdes; implementar un programa de monitoreo de calidad del agua; no se construirán obras que obstruyan el flujo hidrológico del manglar; las obras se establecerán en sitio que no modifiquen zonas de escurrimiento natural y no se obstruirá el flujo subterráneo hacia la costa, incluso, los cuerpos de agua artificiales (lagos artificiales) serán impermeables para no tener contacto con el acuífero y reducir el riesgo de contaminación.

A nivel social, los impactos positivos del proyecto resultarán de la generación de nuevos puestos laborales; se prevé que el proyecto genere más de 2,500 empleos temporales en las etapas de preparación del sitio y construcción y 315 empleos permanentes durante la etapa de operación y mantenimiento. De forma indirecta se contribuirá e generar o mantener empleos locales por el requerimiento de servicios especializados para mantenimiento, así como por la demanda de insumos. Con el proyecto no se desplazarán asentamientos humanos y tampoco se afectarán poblaciones indígenas; el predio seleccionado para la obra es de propiedad privada, por lo tanto, no se hará uso de predios de uso común, ni propiedad de la nación. Con lo anterior, se asegura que no se generarán conflictos sociales por la tenencia de la tierra y no existirán despojos de propiedad. Cabe señalar que, al desarrollar un proyecto que integrará elementos para contribuir con la protección del ambiente y la conservación de servicios ambientales, se continuará manteniendo un ecosistema funcional y un ambiente sano para el desarrollo de las poblaciones humanas cercanas.

A mayor escala, en una representación más puntual, se aprecia que el predio para el desarrollo del proyecto no colinda con otros complejos turísticos, zonas residenciales o zonas comerciales. Actualmente, la unidad de paisaje conserva en buen estado gran parte de sus componentes ambientales, con recursos naturales intactos y superficie afectada reducida. El predio de interés colinda al noroeste con la carretera federal 307, la cual fungirá como vía de acceso al predio, por lo tanto, no se requiere la construcción de nuevas vías de comunicación o carreteras en la región; para acceder a los sitios de trabajo se abrirá inicialmente el camino de acceso secundario hasta el área de obras provisionales de la obra, posteriormente ese camino será destinado al camino permanente de acceso secundario y servicios del proyecto. En etapa de operación, los huéspedes y visitantes accederán hasta el área de hotel y residencias por medio del camino Acceso principal que se construirá en el interior del predio.

Al este colinda con Zona Federal Marítimo Terrestre (ZOFEMAT), integrada por una playa con tramos de arena y tramos de berma rocosa. Al norte del predio se encuentra un predio particular (fracción 1 de la fracción del predio Punta Venado) el cual cuenta con obras rústicas que, en el pasado, fueron empleadas para actividades del sector primario y, posteriormente, como parte del bioparque que operó en el predio seleccionado para "*Proyecto Venado*". Al sur, el predio colinda con la fracción 3 de la fracción 1 del predio Punta Venado, el cual es un terreno forestal sin obras permanentes establecidas, únicamente se identifica la presencia de brechas que también fueron empleadas para la operación del bioparque de ciclismo.



Lámina II.35. Representación gráfica local del proyecto.

Considerando la lámina II.35, el proyecto no modifica significativamente el paisaje de la zona; por el tipo de vegetación y las alturas promedio del dosel, el impacto visual se absorbe en el sistema natural. Por su distribución, se aprecia la continuidad de corredores naturales, los cuales, al no existir barreras físicas como muros altos, permite el fácil desplazamiento de la fauna por la zona, acción que se mantendrá porque la principal berrera del predio para el proyecto será una franja de vegetación original del predio.

En el predio y sitios colindantes no existe infraestructura para el goce de servicios básicos municipales, con excepción de líneas de transmisión de CFE para paso de corriente, por lo tanto, existen postes establecidos desde la carretera federal hasta la zona colindantes a la ZOFEMAT; por ésta línea de transmisión se generó una brecha rústica adyacente, la cual fue referida y sancionada por la PROFEPA.

Considerando la ausencia de infraestructura, para "*Proyecto Venado*" se considera establecer una Planta de Ósmosis Inversa (POI) para el suministro de agua potable al Desarrollo turístico durante su operación; éste se conectará a una red de agua potable que suministrará el recurso hídrico a todas la sobras. Para el manejo de aguas residuales de sanitarios y lavabos, se establecerá un sistema de drenaje que se conectará a una Planta de Tratamiento de aguas Residuales (PTAR); parte del agua tratada será reutilizada para el riego de áreas verdes dentro del proyecto. Para el suministro de energía eléctrica el proyecto contará con acometida eléctrica, la infraestructura necesaria se dispondrá de acuerdo con lo solicitado por la CFE, además se contará con plantas generadoras para casos de emergencia. Se estima que por cada huésped se requiere un consumo promedio por día de 10.88kw/h/habitación (BID-IPN); en complemento, se instalarán 296 paneles solares de 460 W para una generación de 136.16 KW para las cargas eléctricas de servicios generales. Las celdas trabajarán conectadas a la red de servicio normal de la compañía que suministra energía eléctrica.

Con base en lo anterior, el proyecto poseerá instalaciones y equipos de suministro propio de servicios básicos, por lo tanto, no se hará uso del sistema de suministro de agua potable o de la red de drenaje del municipio de Solidaridad; en este sentido, no se comprometerá la disponibilidad de agua potable para la población de la ciudad de Playa del Carmen, ni del asentamiento humanos Puerto Aventuras, asimismo, no se saturará la red de drenaje sanitario de las localidades en mención. Cabe mencionar que, en un radio de 2 km no existen pozos de extracción de agua que suministren a plantas o sistemas de agua potable de las localidades de Playa del Carmen o de Puerto Aventuras. Con el autoabastecimientos de servicios básicos, como agua potable y red sanitaria, no se sobreexplotarán recursos necesarios para el desarrollo de poblaciones humanas cercanas, evitando así la acumulación de presión sobre los servicios de agua potable y sanitarios d ellos cuales depende para su bienestar las poblaciones humanas cercanas.

- ***Superficies y dimensiones***

El proyecto Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo se desarrollará en un predio con una superficie total de 1,115,592.66 m^2, es decir, 111.559 ha. De la superficie total se destinará:

- Como *superficie de aprovechamiento* 168,685.50 m^2, es decir, 16.868 ha, equivalente al 15.12% de la superficie total del predio; en esta se desplantarán las obras propuestas, incluidos cuerpos de agua artificiales y áreas verdes (camellones, jardines y área de reforestación), éstas últimas son independientes a las superficies de vegetación original que se mantendrán en el terreno. El concepto de *superficie de aprovechamiento* incluye las superficies de obras techadas y áreas exteriores correspondientes al C.O.S. (Coeficiente de Ocupación del Suelo) del proyecto, en suma con la superficie de las áreas verdes.
- La superficie que no contará con desplante de obras ni áreas verdes (camellones, jardines y área de reforestación), en la cual se mantendrá vegetación original del terreno, corresponde a 946,907.16 m^2, es decir, 94.69 ha, equivalente al 84.88% de la superficie total. De esta superficie se delimita lo siguiente:
  - Como *área de conservación* 129,487.43 m^2, es decir, 12.949 ha, equivalente al 11.60% de la superficie total del predio; ésta área corresponde a la cobertura de vegetación de manglar del terreno, en el cual se registraron las cuatro especies de mangle que se distribuyen en la región.
  - Como *superficie sin aprovechar* 817,419.73 m^2, es decir 81.742 ha, equivalente a al 73.27% de la superficie total del terreno; ésta área corresponde a los remanentes de vegetación original que se mantendrán sin obras en el predio. Si bien, el *área de conservación* es parte de la vegetación original del sitio, ésta se delimitó para brindar mayor protección a elementos en categoría de riesgo como las cuatro especies de mangle nativas de la región, sin embargo, al igual que la *superficie sin aprovechar*, no se construirá ninguna obra propuesta dentro de su superficie.

Con la delimitación de áreas, se da cumplimiento al criterio CE-27 de la UGA 16 del POEL Solidaridad que dispone: *La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35 % del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido.* Por lo tanto, con el 15.12% se asegura no rebasar el máximo permisible de aprovechamiento en el predio. Cabe señalar que, el 35% de 111.559 ha corresponde a 39.045 ha , por lo tanto, al aprovechar 15.12% para el proyecto actual aún permanecerán 22.177 ha (19.88%) a salvo de la superficie máxima aprovechable en el predio; las obras a construir en el terreno requerirán previa autorización emitida por la SEMARNAT para su desarrollo.

A continuación, se presenta el desglose de las superficies por impactar en el predio para desarrollar el proyecto, incluyendo el desglose por concepto de obras.

Tabla II.18. Desglose de superficie de aprovechamiento para el proyecto.

Concepto	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje
Superficie de aprovechamiento*	168,685.50	16.868	15.120
Superficie sin aprovechar**	946,907.16	94.691	84.880
Superficie Total del Predio	**1,115,592.66**	**111.559**	**100**

* Suma del Área Impactada y Áreas verdes.
** Suma del Área de conservación y la Superficie no Impactada (vegetación original del predio).
Nota: porcentaje con base en la superficie total del predio.

De la *superficie sin aprovechar* se delimitó el *área de conservación*, con base en ello, las zonas del proyecto quedan de la siguiente forma:

Tabla II.19. Desglose de las zonas para el aprovechamiento del predio.

Concepto	Área (m2)	Área (ha)	Porcentaje*
Superficie de Aprovechamiento	168,685.50	16.868	15.120
Área de Conservación	129,487.43	12.949	11.607
Superficie sin Aprovechar	817,419.73	81.742	73.273
Superficie Total del Predio	**1,115,592.66**	**111.559**	**100**
*Porcentaje respecto a la superficie total del predio.			

Descripción de los conceptos:

- **Superficie de aprovechamiento:** Esta superficie es la que será aprovechada en conjunto para el establecimiento de *desplante de obras techadas*; *áreas exteriores* y *áreas verdes*. En este sentido, es la suma de los tres conceptos mencionados. *Desplante de obras techadas y áreas exteriores* equivalen al C.O.S. del proyecto.

- **Área de conservación:** como se mencionó antes, este concepto contempla la superficie de cobertura de comunidades de manglar presentes en el predio, en el que se registró la presencia de *Rhizophora mangle, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*. En esta área no se realizará la remoción de especies de manglar, atendiendo lo dispuesto en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre.

- **Superficie sin aprovechar:** esta superficie corresponde con el concepto *superficie sin desplante*, e indica la superficie que no será aprovechada directamente o impactada en esta ocasión para el desarrollo del actual diseño propuesto, sujeto al presente procedimiento de EIA. Esta área queda a disposición de ser aprovechada en un futuro siempre y cuando se dé cumplimiento a los criterios y restricciones establecidos en los instrumentos normativos en materia ambiental aplicables y no se rebasen los límites permitidos de aprovechamiento en el área; asimismo, deberá tramitar la correspondiente autorización en materia de impacto ambiental ante la autoridad ambiental competente emite.

La *superficie de aprovechamiento* del proyecto se divide en el desplante del C.O.S. y las áreas verde, desglosadas de la siguiente forma:

Tabla II.20. Desglose de C.O.S. y Áreas verdes.

Concepto	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje*
C.O.S.	155,330.55	15.533	13.923
Áreas Verdes	13,354.95	1.335	1.197
Superficie Total Aprovechada	**168,685.50**	**16.868**	**15.120**
*Porcentaje respecto a la superficie total del predio.			

Tabla II.21. Desglose de C.O.S. por área y Áreas verdes.

Concepto	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje*
C.O.S.	**155,330.55**	**15.533**	**13.923**
Desplante de Obras Techadas	56,740.11	5.674	5.086
Áreas Exteriores	98,590.44	9.859	8.837
Áreas Verdes	**13,354.95**	**1.335**	**1.197**
Total de superficie C.O.S.+Áreas verdes	**168,685.50**	**16.868**	**15.120**

Con base en la tabla anterior, el C.O.S. del proyecto corresponde a la suma de la superficie de *desplante de obras techadas* y de *áreas exteriores*, resultando en 15.533 ha equivalentes al 13.923% de la superficie total del terreno. Las *obras techadas* corresponden a los edificios de residencias, cuartos de hotel, suites especiales, restaurantes, área de servicios (BOH) entre otros. Las *áreas exteriores* corresponden a las albercas, cuerpos de agua artificiales, terrazas sin techo y vialidades.

En este sentido, el C.O.S. (Coeficiente de Ocupación del Suelo) del proyecto queda de la siguiente forma:

Tabla II.22. Desglose de C.O.S.

Concepto	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje*
Desplante de Obras Techadas	56,740.11	5.674	5.086
Áreas Exteriores	98,590.44	9.859	8.837
Superficie Total	**155,330.55**	**15.533**	**13.923**
*Porcentaje respecto a la superficie total del predio.			

Es importante aclarar que, el C.O.S. no es igual a la *superficie de aprovechamiento*, ya que en ésta última se engloba la superficie a aprovechar con el desplante de obras civiles (C.O.S.) y las áreas verdes. En resumen, el C.O.S. (huella constructiva) será de 15.533 ha y el *área de aprovechamiento* total por el establecimiento de "*Proyecto Venado*" será de 16.868 ha. Las áreas verdes como concepto a incluir dentro del área de aprovechamiento, se encuentran las siguientes:

Tabla II.23. Desglose de áreas verdes.

Concepto	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje*
Áreas Verdes (Camellones)	4,317.38	0.432	0.387
Áreas Verdes (Jardineras)	599.97	0.060	0.054
Áreas Verdes (Reforestación)	8,437.60	0.843	0.756
Superficie Total	**13,354.95**	**1.335**	**1.197**
*Porcentaje respecto a la superficie total del predio.			

Como se ha mencionado, las áreas verdes son independientes a los remanentes de vegetación original que se van a mantener en el predio sin construcción de obras.

A continuación, se presentan las superficies desglosadas, de aprovechamiento y sin aprovechar, con los conceptos divididos.

Tabla II.24. Desglose de superficies de aprovechamiento y no aprovechadas para el proyecto.

Concepto	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje*
Desplante de Obras Techadas	56,740.11	5.674	5.086
Áreas Exteriores	98,590.44	9.859	8.837
Áreas Verdes	13,354.95	1.335	1.197
Área de Conservación	129,487.43	12.949	11.607
Superficie sin Desplante	817,419.73	81.742	73.273
Superficie Total del Predio	**1,115,592.66**	**111.559**	**100**
*Porcentaje respecto a la superficie total del predio.			

Desglose de superficies por área

Superficies de obras permanentes

- **C.O.S.**

Tabla II.25. Desglose del C.O.S. del proyecto.

Área del Proyecto	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje*
Desplante de Obras Techadas			
Áreas Públicas	7,915.51	0.792	0.710
Área de Servicio (BOH)	7,664.63	0.766	0.687
Cuartos de Hotel	4,718.66	0.472	0.423
Jungle Suites	6,918.00	0.692	0.620
Residencias	10,844.85	1.084	0.972
Terrazas (Cuartos, Suites y Residencias)	6,706.16	0.671	0.601
Albercas (Cuartos, Suites y Residencias)	3,050.07	0.305	0.273

Área del Proyecto	Área (m^2)	Área (ha)	Porcentaje*
Terrazas de Alb. (Cuartos, Suites y Residencias)	8,922.23	0.892	0.800
Subtotal	**56,740.11**	**5.674**	**5.086**
Áreas Exteriores			
Albercas/ Espejos de Agua (Áreas públicas)	1,567.68	0.157	0.141
Terrazas de Albercas (Áreas Públicas)	11,258.50	1.126	1.009
Estacionamientos	14,973.15	1.497	1.342
Vialidades	56,559.29	5.656	5.069
Cuerpos de Agua Artificiales	14,231.82	1.423	1.276
Subtotal	**98,590.44**	**9.859**	**8.837**

Superficie total	**155,330.55**	**15.533**	**13.923**
		C.O.S =	**13.923%**

- **C.U.S.**

A continuación, se presenta el desglose de superficies de áreas de acuerdo con el Coeficiente de Uso del Suelo, que se mide en metros cuadrados e incluye los distintos niveles de los edificios.

Tabla II.26. Desglose general del C.U.S. del proyecto.

Nivel	Área (m^2)
Sotano 1 (BOH)	1,387.70
Planta Baja (PB)	56,740.11
Nivel 1	14,474.68
Nivel 2	3,920.77
Áreas Exteriores (PB)	98,590.44
Superficie total a construir	**175,113.70**

Tabla II.27. Desglose del C.U.S. del proyecto.

Obra/Espacio	Área (m^2)
Sótano	
Sótano 1 (BOH)	1,387.70
Planta Baja (PB)	
Área de Servicios (BOH)	7,664.63
Áreas Públicas	7,915.51
Habitaciones	22,481.51
Terrazas (Habitaciones)	6,706.16
Albercas (Habitaciones)	3,050.07
Terrazas (Albercas-Habitaciones)	8,922.23
Nivel 1 (N1)	

Obra/Espacio	Área (m^2)
Habitaciones	10,046.64
Terrazas (Habitaciones)	4,278.04
Albercas (Habitaciones)	150.00
Nivel 2 (N2)	
Habitaciones	2,844.37
Terrazas (Habitaciones)	978.90
Albercas (Habitaciones)	97.50
Áreas Exteriores (PB)	
Albercas/Esp. Agua (Áreas Públicas)	1,567.68
Terrazas (Albercas-Áreas Públicas)	11,258.50
Estacionamientos	14,973.15
Vialidades	56,559.29
Cuerpos de Agua Artificiales	14,231.82

Tabla II.28. Desglose por área del C.U.S. del proyecto.

	RESÚMEN GENERAL DE ÁREAS		
	Nivel (Área del Proyecto)	**Área Construida Techada (m^2)**	**Área Exterior (m^2)**
1	Sotano 1 (BOH)	1,387.70	-
2	Planta Baja (BOH)	7,664.63	-
3	Planta Baja (Áreas Públicas)	7,915.51	-
4	Planta Baja (Habitaciones)	22,481.51	-
5	Nivel 1 (Habitaciones)	10,046.64	-
6	Nivel 2 (Habitaciones)	2,844.37	-
7	PB, N1, N2/ Terrazas (Habitaciones)	11,963.10	-
8	Albercas (Habitaciones)	3,297.57	-
9	Terrazas (Albercas - Habitaciones)	8,922.23	-
10	Albercas/Esp. Agua (Áreas Públicas)	-	1,567.68
11	Terrazas (Albercas - Áreas Públicas)	-	11,258.50
12	Estacionamientos	-	14,973.15
13	Vialidades	-	56,559.29
14	Cuerpos de Agua Artificiales	-	14,231.82
	Superficie Total	**76,523.26**	**98,590.44**

Tablas II.29-II.42. Desglose del C.U.S. de cada área del proyecto.

1	**SOTANO 1**	
	Obra/ Espacio	**Área (m2)**
	Cisterna	880.20

1	SOTANO 1	
	Cuarto de Máquinas	157.50
	Planta de Tratamiento	200.00
	A Cuartos de Bombas	-
	Albercas y Jacuzzis	150.00
	Superficie total	**1,387.70**

2	PB- BOH/SERVICIOS	
	Obra/ Espacio	**Área (m2)**
	Planta de Emergencia	274.69
	Cto. Electromecánico	255.87
	Área Carga y Descarga	370.74
	Cuarto de Basuras	76.57
	Seguridad	67.19
	Compras	82.21
	Lavanderia	585.79
	Ofinina Finanzas	149.40
	Oficinas Administrativas	351.41
	Site	102.38
	Baños y Vestidores Staff	539.65
	Personalidad y Cultura	122.58
	Servicio Médico	32.41
	Almacén 1	302.82
	Cocina Principal y Room Service	904.87
	Comedor Empleados	638.41
	Reparación y Mantenimiento	180.89
	Mantenimiento A. Edificios	773.29
	Desaladora	260.61
	Bodega Jardinería	37.35
	Bodega 01	30.34
	Toilets Choferes	11.06
	Cuarto Eléctrico 02	59.16
	Circulaciones	1,454.94
	Superficie Total	**7,664.63**

3	PB- ÁREAS PÚBLICAS	
	Obra/ Espacio	**Área (m2)**
	Event Facilities	2,319.89
	Cannopy Car Lobby	97.70
	Family Clubs	600.15

3	PB- ÁREAS PÚBLICAS	
	Pabellón Tennis/retail	40.00
	Pabellón Deportes Acuáticos	70.00
	Arrival Core	625.00
	Cannopy Car Lobby	114.54
	Looby/ Lounge	180.00
	Restaurante de Especialidades	400.00
	Comedores Privados	144.00
	Área Pública (Residencias)	450.00
	Residence Club	200.00
	Spa	1,020.00
	Cabinas Outdoor Spa	104.19
	Fitness	324.85
	Yoga Pavillions	90.10
	Discovery Center	280.00
	Restaurant All Day	633.89
	Restaurant Grill	151.20
	Pool Bar	70.00
	Superficie Total	**7,915.51**

4	PB- HABITACIONES	
	Obra/ Espacio	**Área (m2)**
	Hotel	4,718.66
	Jungle Suites	6,918.00
	Residencial	10,844.85
	Superficie Total	**22,481.51**

5, 6	N1, N2 /HABITACIONES	
	Obra/ Espacio	**Área (m2)**
	Hotel N1	4,325.92
	Jungle Suites	-
	Residencias N1	5,720.72
	Superficie Total	**10,046.64**
	Hotel N2	2,844.37

7	PB, N1, N2 /TERRAZAS (HAB)	
	Obra/ Espacio	**Área (m2)**
	Hotel PB	1,150.70
	Jungle Suites PB	1,809.00
	Residencias PB	3,746.46

7	PB, N1, N2 /TERRAZAS (HAB)	
	Hotel N1	1,031.00
	Residencias N1	3,247.04
	Hotel N2	978.90
	Superficie Total	**11,963.10**

ALBERCAS (HABITACIONES)		8
Obra/ Espacio	**Área (m2)**	
Hotel PB	157.50	
Jungle Suites PB	804.00	
Residencias PB	1,660.89	
Residencias PB (Plunge)	427.68	
Hotel N1	150.00	
Hotel N2	97.50	
Superficie Total	**3,297.57**	

PB/ EXT.TERRAZAS (ALB. HAB)		9
Obra/ Espacio	**Área (m2)**	
Jungle Suites PB	6,107.00	
Residencias PB	2,815.23	
Superficie Total	**8,922.23**	

PB /ALBERCAS Y EXTERIORES		10
Obra/ Espacio	**Área (m2)**	
Family Pool #01	275.00	
Family Pool #02	275.00	
Adult Pool	315.96	
Spa Pool	104.46	
Fitness Pool	73.20	
Esp. Agua Broom	37.50	
Esp. Agua ML Eventos	243.28	
Esp. Agua ML Arrival	243.28	
Superficie Total	**1,567.68**	

PB /TERRAZAS ALB Y EXTERIORES		11
Obra/ Espacio	**Área (m2)**	
Family Pool #01	2,313.74	
Family Pool #02	2,352.39	
Adult Pool	1,795.57	

PB /TERRAZAS ALB Y EXTERIORES		11
Spa Pool	300.84	
Fitness Pool	143.33	
Event Facilities	673.87	
Restaurante Especialidades	60.00	
Yoga Pavillion	25.80	
Discovery Center	132.51	
Restaurante All Day	43.80	
Restaurante Grill	331.80	
Canchas de Juego/Tirolesa	3,084.85	
Superficie Total	**11,258.50**	

ESTACIONAMIENTOS		12
Obra/ Espacio	**Área (m2)**	
Estacionamiento Principal	11,364.29	
Estacionamiento de Eventos	2,545.35	
Estacionamiento Car Lobby	340.71	
Estacionamiento Remoto	614.80	
Estacionamiento de Emergencias	108.00	
Superficie Total	**14,973.15**	

VIALIDADES			13
Obra/ Espacio	**Área (m2)**	Ancho	
Acceso Entrada Principal	19,581.64	3.5/3/3.5 m	
Acc. Entrada Sec. y Servicios	10,948.92	8 m	
Círculo de Servicios (BOH)	1,608.03	6 m	
Vialidades Internas	17,694.80	3 m	
Senderos y Andadores (Salidas Playa)	5,138.62	Variable	
Caminos Int. Renovados	1,587.28	Variable	
Superficie Total	**56,559.29**		

- **Densidades de cuartos**

A continuación, se presenta el resumen de las llaves, es decir, cuartos/residencias, que integrarán al proyecto. Asimismo, se señala su distribución por tipos de edificios.

Tablas II.43. Resumen de llaves Hotel.

Concepto	Hotel/cuartos	Suites/jungle	Residencias	Total llaves de hotel
Planta baja	42	50	33	
Nivel 1	40	0	0	
Nivel 2	26	0	0	
Total	**108**	**50**	**33**	**191**

Tablas II.44. Dosificación de Habitaciones Hotel.

TIPO	CANTIDAD	PORCENTAJE
Standard King room	61	80
Standard Doble/doble	15	20
Ada King estándar room	01	1 c/100
Suites K/dd	31	28
TOTAL	**108**	**100%**

Tablas II.45 Tipos de habitación Hotel.

TIPO	No. UNIDADES	No. LLAVES
Standard King room pair 2 pisos	01	04
Standard King room pair 3 pisos	12	72
One bedroom Suite 2 pisos	06	24
One bedroom Suite + Stándard 3 pisos	01	06
Presidential Suite	01	02
TOTAL	**21**	**108**

Tablas II.46. Tipos suites especiales Hotel.

TIPO	No. UNIDADES	No. LLAVES
Suite especial Jungle Suite	50	50
TOTAL	**50**	**50**

Tablas II.47. Tipos de Residencias.

TIPO	No. UNIDADES	No. LLAVES
Residencial 3 recámaras 2 pisos	06	06
Residencial 4 recámaras 2 pisos	04	04
Residencial 4 recámaras 2 pisos alt 2	06	06
Residencial 5 recámaras 2 pisos	17	17
TOTAL	**33**	**33**

- **Desglose de superficies y dimensiones de vialidades**

Tablas II.48. Desglose de superficie de vialidades existentes por tipo.

VIALIDADES			
Tipo de Obra	**Área (m^2)**	**Área (ha)**	**Porcentaje**
Caminos Existentes	16,903.02	1.690	1.515
Caminos a Renovar	1,587.28	0.158	0.142
Caminos a Proyectar	54,972.01	5.497	4.927
Total de Caminos Existentes	**16,903.02**	**1.690**	**1.515**
Total de Vialidades (Proyecto)	**56,559.29**	**5.655**	**5.069**
*Porcentaje respecto a la superficie total del predio.			

Tablas II.49. Desglose de superficie y dimensiones de vialidades a construir por tipo.

VIALIDADES A PROYECTAR			
Tipo de Vialidad	**Área (m2)**	**Ancho**	**Porcentaje**
Acceso Entrada Principal	19,581.64	3.5/ 3/ 3.5	1.755
Acceso Entrada Sec. Y Servicios	10,948.92	8 m	0.981
Círculo de Servicios BOH	1,608.03	6 m	0.144
Vialidades Internas	17,694.80	3 m	1.586
Senderos y Andadores Salidas a Playa	5,138.62	Variable	0.460
Caminos Interiores Renovados	1,587.28	Variable	0.142
Superficie Total	**56,559.29**	**0.00**	**5.069**
*Porcentaje respecto a la superficie total del predio.			

Tablas II.50. Desglose de superficie de vialidades con respecto a superficie de vialidades existentes.

CAMINOS EXISTENTES APROVECHADOS PARA VIALIDADES			
Tipo de Vialidad	**Área (m2)**	**Área (ha)**	**Porcentaje**
Entrada Principal	220.32	0.022	0.020

CAMINOS EXISTENTES APROVECHADOS PARA VIALIDADES			
Caminos Interiores	1,132.49	0.113	0.102
Senderos y Puentes	585.91	0.058	0.053
Caminos a Renovar con el Proyecto	1,587.28	0.159	0.142
Superficie Total	**3,526.00**	**0.352**	**0.316**

Tablas II.51. Caminos existentes y vialidades a construir: dimensiones.

CAMINOS EXISTENTES Y VIALIDADES (DIMENSIONES)					
Tipo de Obra	**Estatus**	**Dimensiones**			
		Longitud (m)	**Ancho (m)**	**Área (m2)**	**Área (ha)**
Acceso Entrada Principal	Proyectado	4,130.65	3.50	19,581.64	1.958
Acceso Entrada Sec. y Servicios	Proyectado	2,585.06	8.00	10,948.92	1.095
Círculo de Servicios (BOH)	Proyectado	453.64	6.00	1,608.03	0.161
Camino 01 (Public Path)	Proyectado	1,137.22	3.00	1,696.41	0.170
Camino 02 (Public Path)	Proyectado	1,007.57	3.00	1,495.78	0.150
Camino 03 (Public Path)	Proyectado	159.79	3.00	230.04	0.023
Camino 04 (Public Path)	Proyectado	334.22	3.00	492.31	0.049
Camino 05 (Public Path)	Proyectado	697.42	3.00	1,037.67	0.104
Camino 09 (Public Path)	Proyectado	121.83	3.00	172.38	0.017
Camino 10 (Public Path)	Proyectado	6,957.25	3.00	7,095.00	0.710
Camino 11 (Public Path)	Proyectado	223.86	3.00	459.94	0.046
Camino 14 (Public Path)	Proyectado	857.12	3.00	1,604.82	0.160
Camino 14 A (Public Path)	Proyectado	516.58	3.00	765.89	0.077
Camino 18 (Public Path)	Proyectado	1,177.51	3.00	1,745.40	0.175
Camino 19 (Public Path)	Proyectado	547.82	3.00	805.39	0.080
Camino 20 (Public Path)	Proyectado	76.13	3.00	93.77	0.009
Senderos y Andadores Salidas a Playa	Proyectado	Variable	3.00	5,138.62	0.514
Caminos Interiores Renovados (01)	Existente	228.10	3.00	333.19	0.033
Caminos Interiores Renovados (02)	Existente	37.52	1.60	27.39	0.003
Caminos Interiores Renovados (03)	Existente	102.35	1.60	76.10	0.008
Caminos Interiores Renovados (04)	Existente	616.16	1.60	487.76	0.049
Caminos Interiores Renovados (05)	Existente	230.10	1.20	326.78	0.033
Caminos Interiores Renovados (06)	Existente	570.08	Variable	336.06	0.034
			Sup. Total	**56,559.29**	**5.655**

- **Cuerpos de agua artificiales (lagos artificiales)**

Los cuerpos de agua artificiales o también denominados lagos artificiales, son de suma importancia en el proyecto debido a la vista que se busca ofrecer. Se pretende tener un lugar paradisiaco lleno de vegetación y agua dentro del predio para reflejar la tranquilidad y belleza de la naturaleza en un ambiente de armonía

y paz, sensaciones y emociones que el huésped busca al visitar un lugar de este tipo. Estos estarán totalmente aislados del acuífero, en este sentido, no se crearán afloraciones de agua subterránea. La superficie de los cuerpos de agua artificial será de 14,231.82 m^2.

Tabla II.52. Superficie de los cuerpos de agua artificiales propuestos.

Obra/ Espacio	Área (m^2)
Cuerpo de Agua 02	1,841.20
Cuerpo de Agua 03	1,219.80
Cuerpo de Agua 04	6,784.96
Cuerpo de Agua 05	3,432.30
Cuerpo de Agua 06	953.56
Superficie Total	**14,231.82**

*La numeración de cuerpos de agua inicia en 02 porque no existe 01; el cuerpo de agua artificial 01se eliminó para reducir impactos ambientales y garantizar la protección de elementos naturales.

El proyecto incluye un conjunto de cinco cuerpos de agua y/o lagos artificiales con fines recreativos y estéticos los cuales darán mayor naturalidad y belleza al paisaje, así como a los edificios anexos a estos elementos como el Spa, salas de masajes, gimnasio, restaurantes y suites que además permitirán a los huéspedes transportarse dentro del desarrollo turístico a través de embarcaciones no motorizadas o embarcaciones con motor eléctrico que navegarán a lo largo de los mismos. Se emplearán embarcaciones con motor eléctrico también para la realización de obras de mantenimiento o reparaciones menores.

La profundidad de los cuerpos propuestos será de 1.50 m con un tirante de agua de 1.20 m, lo que implica que existirá un bordo libre de 30 cm y estos cuerpos de agua tendrán los siguientes volúmenes:

Tabla II.53. Volumen de agua estimado para cada cuerpo de agua artificial propuesto.

Concepto	Volumen en m^3
Cuerpo de agua 02	2,209.44
Cuerpo de agua 03	1,463.76
Cuerpo de agua 04	8,141.95
Cuerpo de agua 05	4,118.76
Cuerpo de agua 06	1,144.51
Total	**17,078.42**

Los cuerpos de agua artificiales son de forma irregular con una longitud variable que van desde los 50 m hasta los 165 m; asimismo, su ancho es variable ya que va desde los 10 m hasta los 70 m en las partes más anchas; en conjunto ocupan un área de **14,231.82 m^2**.

Tabla II.54. Dimensiones generales de los cuerpos de agua artificiales propuestos.

Concepto	Longitud (largo en m)	Ancho* (m)
Cuerpo de agua 02	108	21
Cuerpo de agua 03	97	23
Cuerpo de agua 04	134	70
Cuerpo de agua 05	165	28
Cuerpo de agua 06	50	36

*Dimensión estimada de las partes más anchas del cuerpo de agua artificial.

Superficies de obras temporales/provisionales

Tabla II.50. Dimensiones de las obras temporales.

Obra/ Espacio	Área (m^2)	Destino final posterior a desmantelamiento
Almacén de Combustibles	200.00	Estacionamiento principal permanente
Almacén de Materiales	400.00	
Almacén de Residuos Peligrosos	200.00	
Almacén de Residuos Temporales	200.00	
Área de Primeros Auxilios	200.00	
Bodegas	1,767.20	
Campamento para Trabajadores de Obra	340.00	
Comedor	200.00	
Estacionamiento	734.40	
Oficina de Campo de la Constructura	340.00	
Oficina de Campo de la Propietaria	200.00	
Patio de Maniobras y Maquinaria	918.00	
Sanitarios	200.00	
Estacionamiento Principal del Proyecto	5,899.60	
Vivero Provisional	1,576.23	Limpieza (no se realizará remoción de árboles para su acondicionamiento, así que posterior a su uso se realizará limpieza y se permitirá que crezca de forma natural las hierbas en el sitio)
Área de Lavado de Camiones	286.95	Reforestación
Caseta de Vigilancia	33.28	
Superficie Total	**13,695.66**	-

Tabla II.55. Reforestación de las obras.

Concepto	Área m^2	Área (ha)	Porcentaje
Reforestación por Obras Permanentes	8,437.60	0.844	0.756
Reforestación por Obras Provisionales	320.23	0.032	0.029
Superficie Total	**8,757.830**	**0.876**	**0.785**

Superficie de remoción de brechas rústicas en ZOFEMAT

En esta área solo se abrirán unas brechas para lo cual se realizará la limpieza de la vegetación; estas brechas serán la continuidad de los accesos a playa dentro del predio. Para delimitar las brechas se emplearán las mismas piedras del sitio, por lo que toda la superficie permanecerá permeable.

Tabla II.56. Superficie de brechas rústicas en ZOFEMAT.

Brecha	Área (m^2)
A	32.32
B	31.67
C	63.70
D	34.99
E	36.06
F	25.61
Superficie Total	**224.35**

- ***Superficie de cobertura vegetal por afectar y por tipo de comunidad***

De acuerdo con las características del terreno para "*Proyecto Venado*", en la superficie del predio (111.599 ha) se encuentran 10 usos de suelo y vegetación definidos con base en el trabajo de campo realizado.

Tabla II.57. Superficies de los uso de suelo y vegetación.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN IDENTIFICADOS EN EL PREDIO		
Uso de suelo	**Área (m^2)**	**Área (ha)**
Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia	914,136.94	91.413
Selva de Transición	18,738.76	1.874
Manglar	129,487.43	12.949
Chital	17,753.88	1.775
Matorral Costero	11,446.19	1.145
Vegetación de Dunas Costeras	247.62	0.025
Estructuras Kársticas	1,885.57	0.189
Urbano Construido	1,031.80	0.103
Caminos Existentes	16,903.02	1.690
Desprovisto de vegetación	3,961.45	0.396
TOTAL	**1,115,592.66**	**111.559**

Como se observa en la tabla anterior, en el predio del proyecto se identificaron las siguientes comunidades vegetales: vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, selva de transición, manglar, chital,

matorral costero y vegetación de dunas costeras. Se debe considerar que para las obras a construir no se afectará a la comunidad de manglar, selva de transición y vegetación de dunas costeras.

Muestreos

Para caracterizar la vegetación presente se realizaron 24 muestreos, siendo 22 rodales de 500 m^2 y dos cuadrantes de 25 m^2, quedando distribuidos de la siguiente manera: 18 muestreos en vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, 2 en manglar (cuadrantes), 3 en chital y 1 en matorral costero. Se debe considerar que las comunidades de selva de transición, manglar y vegetación de dunas costeras no serán afectadas por las obras del proyecto, por lo tanto, para las estimaciones de remoción únicamente se tomará en cuenta 22 muestreos correspondientes a vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, chital y matorral costero. Considerando que el tamaño de los rodales realizados es de 500 m^2, con los 22 muestreos se tiene una superficie de 11,000 m^2.

Con los datos obtenidos en los sitios de muestreo, se procedió a realizar los cálculos de las estimaciones con respecto a la remoción de la vegetación. Es importante mencionar que se tomó en consideración como si los individuos de todas las especies se encontraran la superficie de las obras a construir; aunque las distribuciones de estos no son homogéneas, y durante la realización de las obras, pueden presentarse una cantidad menor o mayor con respecto al número de especies y de individuos.

REMOCIÓN PERMANENTE

La superficie que ocuparán las obras corresponde a 155,330.55 m^2 (15.533 ha), sin embargo, parte de estas se realizarán en superficies donde no se presenta vegetación, siendo que la superficie de cobertura vegetal a remover de manera permanente corresponde a 144,605.17 m^2 (14.460 ha), donde se presenta vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, chital y matorral costero. En este sentido, se llevará a cabo el cambio de uso de suelo en superficie con cobertura forestal, de 144,605.17 m^2 (14.460 ha). El nuevo uso de la superficie a impactar será Turístico, de tipo hotelero-residencial.

Tabla II.58. Superficie por tipo de vegetación que será afectada de manera permanente.

Tipo de vegetación	Superficie (m^2)	Superficie (ha)
Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia	130,627.90	13.063
Chital	6,666.69	0.666
Matorral Costero	7,310.58	0.731
TOTAL	**144,605.17**	**14.460**

Individuos a remover por tipo de vegetación

En los sitios de muestreo se registró un total de 1,371 individuos, pertenecientes a 98 especies, datos que fueron extrapolados a los 144,605.17 m^2 (14.460 ha) que se removerán de manera permanente de cobertura vegetal, para la estimación de individuos a remover por tipo de vegetación. En la vegetación secundaria de selva median subperennifolia se removerían 16,604 individuos, en el chital 791 y en el matorral costero 716; dando un total de individuos a remover de 18,112.

Tabla II.59. Número total de individuos a remover por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Muestreos (m^2)	No. individuos	Vegetación a remover (m^2)	No. individuos
Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia	9,000	1,144	130,627.90	16,604
Chital	1,500	178	6,666.69	791
Matorral Costero	500	49	7,310.58	716
Total	**11,000.00**	**1,371**	**144,605.17**	**18,112**

En las siguientes tablas se presentan el número de individuos a remover por especie por cada tipo de comunidad vegetal.

- **Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia**

En las 13.036 ha que se verán afectadas en la selva mediana subperennifolia, las especies que presentan un mayor número de individuos a remover se encuentra *Gymnopodium floribundum* con 1,379, *Eugenia capuli* con 1,297, *Cenostigma gaumeri* con 1,219 y *Metopium brownei* con 1,190 individuos.

Tabla II.60. Número de individuos a remover en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Muestreos (0.9 ha)	Vegetación a remover (13.063 ha)
				No. de individuos	No. de individuos
1	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	-	95	1379
2	*Eugenia capuli*	Sak loob	-	89	1292
3	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	-	84	1219
4	*Metopium brownei*	Chechém	-	82	1190
5	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	-	51	740
6	*Bursera simaruba*	Chaká	-	49	711
7	*Eugenia foetida*	Sak loob	-	44	639
8	*Piscidia piscipula*	Jabin	-	43	624
9	*Esenbeckia pentaphylla*	Jo'ko	-	43	624
10	*Coccoloba diversifolia*	Chiich boob	-	39	566
11	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	-	24	348
12	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	-	23	334

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Muestreos (0.9 ha)	Vegetación a remover (13.063 ha)
				No. de individuos	No. de individuos
13	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	-	22	319
14	*Vitex gaumeri*	Yaxnik	-	19	276
15	*Senegalia gaumeri*	Boxcatzin	-	19	276
16	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	-	19	276
17	*Gliricidia maculata*	Sakyab	-	18	261
18	*Coccoloba cozumelensis*	Boob chiich	-	17	247
19	*Randia longiloba*	Cruz k'iix	-	17	247
20	*Mosannona depressa*	Elemuy	-	17	247
21	*Coccoloba spicata*	Boob	-	15	218
22	*Erythroxylum confusum*	Cascarillo	-	15	218
23	*Pithecellobium unguis-cati*	Tsi'uche	-	14	203
24	*Manilkara zapota*	Chicozapote	-	13	189
25	*Thrinax radiata*	Chit	Amenazada	13	189
26	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	-	12	174
27	*Chloroleucon mangense*	Yax eek	-	12	174
28	*Croton reflexifolius*	Perescuts	-	12	174
29	*Mariosousa dolichostachya*	Xaax	-	11	160
30	*Mimosa bahamensis*	Sak katsim	-	11	160
31	*Bunchosia swartziana*	Sipché	-	11	160
32	*Exothea diphylla*	Wayuum	-	9	131
33	*Neomillspaughia emarginata*	Sakitsa	-	9	131
34	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	-	8	116
35	*Ardisia escallonioides*	Sak lobche	-	8	116
36	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	-	8	116
37	*Diphysa carthagenensis*	Susuk	-	7	102
38	*Exothea paniculata*	Copalillo	-	7	102
39	*Senegalia polyphylla*	Cantemo	-	6	87
40	*Forchhammeria trifoliata*	Tres marias	-	6	87
41	*Bourreria pulchra*	Bakalché	-	6	87
42	*Myrcianthes fragrans*	Guayabillo	-	6	87
43	*Randia obcordata*	Cruz k'iix	-	6	87
44	*Crateva tapia*	Kokche	-	5	73
45	*Bunchosia glandulosa*	Sipché	-	5	73
46	*Guettarda combsii*	Tastab	-	5	73
47	*Malpighia lundellii*	Wayate	-	5	73
48	*Senna racemosa*	Kanjabín	-	4	58
49	*Sideroxylon capiri*	Subuul	-	4	58
50	*Ceiba schottii*	Ceiba yucateca	-	4	58
51	*Swartzia cubensis*	Katalox	-	3	44
52	*Damburneya salicifolia*	Aguacatillo	-	3	44
53	*Casimiroa tetrameria*	Yuuy	-	3	44
54	*Diospyros tetrasperma*	Silil	-	3	44

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Muestreos (0.9 ha)	Vegetación a remover (13.063 ha)
				No. de individuos	No. de individuos
55	*Erythrostemon yucatanensis*	Takinche	-	3	44
56	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	-	3	44
57	*Hampea trilobata*	Jool	-	3	44
58	*Elaeodendron xylocarpum*	Sak chechem	-	3	44
59	*Matayba oppositifolia*	Cascarillo	-	2	29
60	*Coccoloba acapulcensis*	Toon yuul	-	2	29
61	*Guettarda gaumeri*	Kibiche	-	2	29
62	*Vachellia cornigera*	Subín	-	2	29
63	*Esenbeckia berlandieri*	Jopoy	-	2	29
64	*Sabal yapal*	Guano	-	2	29
65	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasín	-	2	29
66	*Cascabela gaumeri*	Akits	-	2	29
67	*Pseudalbizzia tomentosa*	Sak pich	-	2	29
68	*Psidium oligospermum*	Loob che	-	2	29
69	*Sapindus saponaria*	Sibul	-	2	29
70	*Bonellia macrocarpa*	Amole	-	2	29
71	*Randia aculeata*	Tinta che	-	2	29
72	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	-	2	29
73	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	-	2	29
74	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	-	2	29
75	*Fridericia floribunda*	Anilkab	-	2	29
76	*Simarouba glauca*	Negrito	-	1	15
77	*Gymnanthes lucida*	Yayte	-	1	15
78	*Guettarda elliptica*	Pichiche	-	1	15
79	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	-	1	15
80	*Krugiodendron ferreum*	Chintok	-	1	15
81	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	-	1	15
82	*Coccoloba barbadensis*	Boob chiich	-	1	15
83	*Cordia alliodora*	Bojón	-	1	15
84	*Casearia laetioides*	Tamay	-	1	15
85	*Diospyros anisandra*	Kakalche	-	1	15
86	*Coccothrinax readii*	Nakás	Amenazada	1	15
87	*Cordia stellifera*	Nazareno	-	1	15
88	*Diospyros salicifolia*	Box silil	-	1	15
89	*Colubrina arborescens*	Pimienta che'	-	1	15
90	*Eumachia microdon*	Baake aak	-	1	15
TOTAL				**1,144**	**16,604**

- **Chital**

Para el chital, las especies con mayor afectación serían *Thrinax radiata* con 382, *Bursera simaruba* con 102, *Sideroxylon capiri* con 53 y *Cordia sebestena con* 49 individuos respectivamente.

Tabla II.61. Número de individuos a remover en el chital.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Muestreos (0.15 ha)	Vegetación a remover (0.666 ha)
				No. de individuos	No. de individuos
1	*Thrinax radiata*	Chit	Amenazada	86	382
2	*Bursera simaruba*	Chaká	-	23	102
3	*Sideroxylon capiri*	Subuul	-	12	53
4	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	-	11	49
5	*Pouteria campechiana*	Kanisté	-	9	40
6	*Manilkara zapota*	Chicozapote	-	5	22
7	*Cocos nucifera*	Cocotero	-	4	18
8	*Cascabela gaumeri*	Akits	-	4	18
9	*Metopium brownei*	Chechém	-	4	18
10	*Esenbeckia pentaphylla*	Jo'ko	-	4	18
11	*Sideroxylon foetidissimum*	Sibul	-	4	18
12	*Pithecellobium keyense*	Guamúchil yucateco	-	3	13
13	*Bunchosia swartziana*	Sipché	-	3	13
14	*Sabal yapal*	Guano	-	1	4
15	*Sideroxylon americanum*	Mulche	-	1	4
16	*Senegalia gaumeri*	Boxcatzin	-	1	4
17	*Coccoloba spicata*	Boob	-	1	4
18	*Simira salvadorensis*	Chakte kok	-	1	4
19	*Randia longiloba*	Cruz k'iix	-	1	4
TOTAL				**178**	**791**

- **Matorral costero**

En cuanto al matorral costero, las especies con un mayor número de individuos a remover son *Coccoloba uvifera* con 307, *Coccoloba diversifolia* con 190 y *Cordia sebestena* con 102.

Tabla II.62. Número de individuos a remover en el matorral costero.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Muestreos (0.05 ha)	Vegetación a remover (0.731 ha)
				No. de individuos	No. de individuos
1	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	-	21	307
2	*Coccoloba diversifolia*	Chiich boob	-	13	190
3	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	-	7	102
4	*Cocos nucifera*	Cocotero	-	5	73
5	*Thrinax radiata*	Chit	Amenazada	3	44
TOTAL				**49**	**716**

Si bien *Thrinax radiata* se presenta como una especie que se vería afectada en las tres comunidades vegetales, también se presenta *Coccothrinax readii* en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, ambas especies bajo la categoría de amenazada (A) en la NOM-059, mediante el Programa de Rescate y Reubicación de Flora se estimará el número de individuos que se rescatarán y reubicarán en jardineras, camellones y áreas de reforestación del proyecto.

Individuos a remover por tipo de obra

Posteriormente se realizó la estimación de la remoción del número de individuos vegetales con respecto a cada una de las obras permanentes del proyecto, separándose por cada tipo de comunidad vegetal.

Tabla II.63. Numero individuos a remover en cada tipo de vegetación por las obras del proyecto.

Tipo de Obra	Área Total de la Obra	Vegetación a remover			Individuos a remover		
		Tipo de Vegetación (m^2)			Áreas Sin Vegetación (m^2)		
		V.S.S.M.S.	Chital	MC	V.S S.M.S.	Chital	M.C.
Áreas Públicas							
Event Facilities + (Terraza)	**2,993.76**	2,993.76	-	-	381	0	0
Cannopy Car Lobby #1	**97.70**	97.70	-	-	12	0	0
Family Clubs	**600.15**	600.15	-	-	76	0	0
Pabellón Tennis/retail	**40.00**	40.00	-	-	5	0	0
Pabellón Deportes Acuáticos	**70.00**	65.66	-	-	8	0	0
Arrival Core	**625.00**	599.31	-	-	76	0	0
Cannopy Car Lobby #2	**114.54**	89.15	-	-	11	0	0
Looby/ Lounge	**180.00**	180.00	-	-	23	0	0
Restaurante de Especialidades + (Terraza)	**460.00**	460.00	-	-	58	0	0
Comedores Privados	**144.00**	144.00	-	-	18	0	0
Área Pública (Residencias)	**450.00**	450.00	-	-	57	0	0
Residence Club	**200.00**	200.00	-	-	25	0	0
Spa + (Terraza+ Alberca)	**1,425.30**	1,425.30	-	-	181	0	0
Cabinas Outdoor Spa	**104.19**	104.19	-	-	13	0	0
Fitness + (Terraza + Alberca)	**541.38**	523.95	-	-	67	0	0
Yoga Pavillions + (Terraza)	**115.90**	115.90	-	-	15	0	0
Discovery Center + (Terraza)	**412.51**	412.51	-	-	52	0	0
Restaurant All Day	**677.69**	-	256.12	226.02	0	30	22
Restaurant Grill	**483.00**	264.62	159.94	-	34	19	0
Pool Bar	**70.00**	-	33.27	-	0	4	0
Áreas de Servicios Generales (BOH)							
Planta Baja (BOH)	**7,664.63**	7,664.63	-	-	974	0	0

Tipo de Obra	Área Total de la Obra	Vegetación a remover			Individuos a remover		
		Tipo de Vegetación (m^2)			Áreas Sin Vegetación (m^2)		
		V.S.S.M.S.	Chital	MC	V.S S.M.S.	Chital	M.C.
Habitaciones							
Hotel + (Terraza + Alberca)	**6,026.86**	612.34	1,700.23	1,879.45	78	202	184
Jungle Suites + (Terrazas + Alberca)	**15,638.00**	15,364.16	-	-	1,953	0	0
Residencias + (Terrazas + Alberca + Plunge)	**19,495.11**	17,872.13	599.14	-	2,272	71	0
Albercas y Exteriores							
Family Pool #1 + (Terraza + Alberca)	**2,588.74**	-	15.35	2,026.63	0	2	199
Family Pool #2 + (Terraza + Alberca)	**2,627.39**	-	-	1,386.40	0	0	136
Adult Pool + (Terraza + Alberca)	**2,111.53**	123.79	1,594.86	-	16	189	0
Esp. Agua Broom	**37.50**	37.50	-	-	5	0	0
Esp. Agua ML Eventos	**243.28**	243.28	-	-	31	0	0
Esp. Agua ML Arrival	**243.28**	243.28	-	-	31	0	0
Canchas de Juego/Tirolesa	**3,084.85**	3,084.85	-	-	392	0	0
Estacionamientos							
Estacionamiento Principal	**11,364.29**	11,364.29	-	-	1,445	0	0
Estacionamiento de Eventos	**2,545.35**	2,545.35	-	-	324	0	0
Estacionamiento Car Lobby	**340.71**	340.71	-	-	43	0	0
Estacionamiento Remoto	**614.80**	7.63	-	-	1	0	0
Estacionamiento de Emergencias	**108.00**	108.00	-	-	14	0	0
Vialidades							
Acceso Entrada Principal	**19,581.64**	19,361.32	-	-	2,461	0	0
Acc. Entrada Sec. y Servicios	**10,948.92**	10,948.92	-	-	1,392	0	0
Círculo de Servicios (BOH)	**1,608.03**	1,608.03	-	-	204	0	0
Vialidades Internas	**17,694.80**	13,206.11	1,760.31	1,352.10	1,679	209	133
Senderos y Andadores (Salidas Playa)	**5,138.62**	3,286.80	547.47	439.98	418	65	43
Caminos Int. Renovados	**1,587.28**	-	-	-	0	0	0
Cuerpos de Agua Artificiales							
Cuerpo de Agua 02	**1,841.20**	1,678.32	-	-	213	0	0
Cuerpo de Agua 03	**1,219.80**	1,152.37	-	-	146	0	0
Cuerpo de Agua 04	**6,784.96**	6,622.03	-	-	842	0	0
Cuerpo de Agua 05	**3,432.30**	3,432.30	-	-	436	0	0
Cuerpo de Agua 06	**953.56**	953.56	-	-	121	0	0
TOTAL	**155,330.55**	**130,627.90**	**6,666.69**	**7,310.58**	**16,604**	**791**	**716**

V.S.S.M.S = Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, M.C = Matorral costero.

REMOCIÓN TEMPORAL

Como ya se ha mencionado, la superficie que ocuparán las obras corresponde a 155,330.55 m^2 (15.533 ha), sin embargo, parte de estas se realizarán en superficies donde no se presenta vegetación, asimismo, habrá obras temporales, las cuales serán reforestadas posteriormente. La superficie correspondiente a estas obras es de 320.23 m^2, donde se presenta únicamente vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Tabla II.64. Superficie por tipo de vegetación que será afectada de manera permanente.

Tipo de vegetación	Superficie (m^2)	Superficie (ha)
Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia	320.23	0.032
Chital	0.00	0.00
Matorral Costero	0.00	0.00
TOTAL	**320.23**	**0.032**

Individuos a remover por tipo de vegetación

En los sitios de muestreo se registró un total de 1,371 individuos, pertenecientes a 98 especies, datos que fueron extrapolados a los 320.23 m^2 que se removerán de manera temporal de cobertura vegetal, para la estimación de individuos a remover por tipo de vegetación. Siendo que se removerían 41 individuos en la vegetación secundaria de selva median subperennifolia.

Tabla II.65. Número total de individuos a remover por tipo de vegetación.

Tipo de vegetación	Muestreos (m^2)	No. individuos	Vegetación a remover (m^2)	No. individuos
Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia	9,000	1,144	320.23	41
Chital	1,500	178	0	0
Matorral Costero	500	49	0	0
Total	**11,000.00**	**1,371**	**320.23**	**41**

Posteriormente se realizó la estimación del número de individuos a remover de manera temporal por especie en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. En los 320.23 m^2 que se verán afectados de manera temporal en la selva mediana subperennifolia, se removerían individuos pertenecientes a 22 especies. Siendo *Gymnopodium floribundum*, *Eugenia capuli*, *Cenostigma gaumeri* y *Metopium brownei* las especies con el mayor número de individuos a remover, con 3.

Tabla II.66. Número de individuos a remover en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Muestreos (9,000 m^2)	Vegetación a remover (320.23 m^2)
				No. de individuos	No. de individuos
1	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	-	95	3
2	*Eugenia capuli*	Sak loob	-	89	3
3	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	-	84	3
4	*Metopium brownei*	Chechém	-	82	3
5	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	-	51	2
6	*Bursera simaruba*	Chaká	-	49	2
7	*Eugenia foetida*	Sak loob	-	44	2
8	*Piscidia piscipula*	Jabin	-	43	2
9	*Esenbeckia pentaphylla*	Jo'ko	-	43	2
10	*Coccoloba diversifolia*	Chiich boob	-	39	1
11	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	-	24	1
12	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	-	23	1
13	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	-	22	1
14	*Vitex gaumeri*	Yaxnik	-	19	1
15	*Senegalia gaumeri*	Boxcatzin	-	19	1
16	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	-	19	1
17	*Gliricidia maculata*	Sakyab	-	18	1
18	*Coccoloba cozumelensis*	Boob chiich	-	17	1
19	*Randia longiloba*	Cruz k'iix	-	17	1
20	*Mosannona depressa*	Elemuy	-	17	1
21	*Coccoloba spicata*	Boob	-	15	1
22	*Erythroxylum confusum*	Cascarillo	-	15	1
23	*Pithecellobium unguis-cati*	Tsi'uche	-	14	0
24	*Manilkara zapota*	Chicozapote	-	13	0
25	*Thrinax radiata*	Chit	Amenazada	13	0
26	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	-	12	0
27	*Chloroleucon mangense*	Yax eek	-	12	0
28	*Croton reflexifolius*	Perescuts	-	12	0
29	*Mariosousa dolichostachya*	Xaax	-	11	0
30	*Mimosa bahamensis*	Sak katsim	-	11	0
31	*Bunchosia swartziana*	Sipché	-	11	0
32	*Exothea diphylla*	Wayuum	-	9	0
33	*Neomillspaughia emarginata*	Sakitsa	-	9	0
34	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	-	8	0
35	*Ardisia escallonioides*	Sak lobche	-	8	0
36	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	-	8	0
37	*Diphysa carthagenensis*	Susuk	-	7	0
38	*Exothea paniculata*	Copalillo	-	7	0
39	*Senegalia polyphylla*	Cantemo	-	6	0
40	*Forchhammeria trifoliata*	Tres marias	-	6	0

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Muestreos (9,000 m^2)	Vegetación a remover (320.23 m^2)
				No. de individuos	No. de individuos
41	*Bourreria pulchra*	Bakalché	-	6	0
42	*Myrcianthes fragrans*	Guayabillo	-	6	0
43	*Randia obcordata*	Cruz k'iix	-	6	0
44	*Crateva tapia*	Kokche	-	5	0
45	*Bunchosia glandulosa*	Sipché	-	5	0
46	*Guettarda combsii*	Tastab	-	5	0
47	*Malpighia lundellii*	Wayate	-	5	0
48	*Senna racemosa*	Kanjabín	-	4	0
49	*Sideroxylon capiri*	Subuul	-	4	0
50	*Ceiba schottii*	Ceiba yucateca	-	4	0
51	*Swartzia cubensis*	Katalox	-	3	0
52	*Damburneya salicifolia*	Aguacatillo	-	3	0
53	*Casimiroa tetrameria*	Yuuy	-	3	0
54	*Diospyros tetrasperma*	Silil	-	3	0
55	*Erythrostemon yucatanensis*	Takinche	-	3	0
56	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	-	3	0
57	*Hampea trilobata*	Jool	-	3	0
58	*Elaeodendron xylocarpum*	Sak chechem	-	3	0
59	*Matayba oppositifolia*	Cascarillo	-	2	0
60	*Coccoloba acapulcensis*	Toon yuul	-	2	0
61	*Guettarda gaumeri*	Kibiche	-	2	0
62	*Vachellia cornigera*	Subín	-	2	0
63	*Esenbeckia berlandieri*	Jopoy	-	2	0
64	*Sabal yapal*	Guano	-	2	0
65	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasín	-	2	0
66	*Cascabela gaumeri*	Akits	-	2	0
67	*Pseudalbizzia tomentosa*	Sak pich	-	2	0
68	*Psidium oligospermum*	Loob che	-	2	0
69	*Sapindus saponaria*	Sibul	-	2	0
70	*Bonellia macrocarpa*	Amole	-	2	0
71	*Randia aculeata*	Tinta che	-	2	0
72	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	-	2	0
73	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	-	2	0
74	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	-	2	0
75	*Fridericia floribunda*	Anilkab	-	2	0
76	*Simarouba glauca*	Negrito	-	1	0
77	*Gymnanthes lucida*	Yayte	-	1	0
78	*Guettarda elliptica*	Pichiche	-	1	0
79	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	-	1	0
80	*Krugiodendron ferreum*	Chintok	-	1	0
81	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	-	1	0
82	*Coccoloba barbadensis*	Boob chiich	-	1	0

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Muestreos (9,000 m^2)	Vegetación a remover (320.23 m^2)
				No. de individuos	No. de individuos
83	*Cordia alliodora*	Bojón	-	1	0
84	*Casearia laetioides*	Tamay	-	1	0
85	*Diospyros anisandra*	Kakalche	-	1	0
86	*Coccothrinax readii*	Nakás	Amenazada	1	0
87	*Cordia stellifera*	Nazareno	-	1	0
88	*Diospyros salicifolia*	Box silil	-	1	0
89	*Colubrina arborescens*	Pimienta che'	-	1	0
90	*Eumachia microdon*	Baake aak	-	1	0
TOTAL				**1144**	**41**

REMOCIÓN BRECHAS ZOFEMAT

Se realizará la remoción de vegetación perteneciente a matorral costero, la cual se encuentra fuera de los límites del predio, ya que, se realizarán brechas, las cuales servirán de acceso a la playa para los huéspedes del "*Proyecto Venado*". Con estas brechas se removerá una superficie con vegetación de 224.35 m^2,

Tabla II.67. Superficie de las brechas a realizarse.

Brechas (ZOFEMAT)	
Brecha	**Área (m^2)**
A	32.32
B	31.67
C	63.70
D	34.99
E	36.06
F	25.61
TOTAL	**224.35**

Se realizó un muestreo que consistió en un cuadrante de 200 m^2, con la finalidad de obtener las especies y número de individuos para extrapolarlos a la superficie que se removerá para la realización de las brechas. Resultando que se removería un total de 37 individuos.

Tabla II.68 . Número total de individuos a remover.

Tipo de vegetación	Muestreos (m^2)	No. individuos	Vegetación a remover (m^2)	No. individuos
Matorral Costero	200	33	224.35	37
Total	**200.00**	**33**	**224.35**	**37**

Posteriormente se realizó la estimación del número de individuos por especie que se removerían en los 224.35 m^2, correspondientes a la vegetación de matorral costero; donde el mayor número de individuos a remover corresponde a *Coccoloba uvifera* con 15, *Suriana maritima* con 12 y *Thrinax radiata* con 7.

Tabla II.69. Número de individuos a remover por especie.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	Muestreos (200 m^2)	Vegetación a remover (224.35 m^2)
				No. de individuos	No. de individuos
1	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	-	13	15
2	*Suriana maritima*	Tabaquillo	-	11	12
3	*Thrinax radiata*	Chit	Amenazada	6	7
4	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	-	2	2
5	*Tournefortia gnaphalodes*	Tabaquillo	-	1	1
TOTAL				**33**	**37**

REMOCIÓN POZOS

Se realizarán pozos como parte de las obras del proyecto, siendo que todos los pozos se ubicarán en vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, comunidad con la mayor superficie de distribución en el predio, aunado a esto, la superficie que presentan estos pozos es reducida, por lo tanto no generarán un gran impacto a la comunidad vegetal, ya que la remoción será de ejemplares herbáceos.

II.1.5. Inversión requerida

Para llevar a cabo las obras y actividades para el desarrollo del proyecto *Construcción y operación del proyecto "Proyecto Venado" en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, se estima una inversión de $1,250,000,000.00 (son mil doscientos cincuenta millones de pesos en moneda nacional). La inversión contempla la contratación de personal, contrato de servicios de construcción, renta de maquinaria, adquisición de materiales e insumos, entre otros.

Para la aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales se estima destinar un monto de hasta $50,000,000.00 de pesos en moneda nacional, sin embargo, este monto puede llegar a incrementar, o emplearse menos, dependiendo de las necesidades del proyecto; cabe mencionar que, el monto para medidas de mitigación podrá definirse de forma más clara a través de la elaboración de un Estudio Técnico Económico (ETE), en el que también se calcularán los montos para la propuesta de una garantía (seguro ambiental). Mediante el ETE se respaldarán los costos de realización de las estrategias de control, mitigación y/o compensación ambiental que se establecen en un proyecto, incluyendo programas y planes ambientales condicionados por la Secretaría.

Es importante señalar que, el monto de aplicación de las medidas de prevención y mitigación se ocupará de acuerdo con las necesidades del proyecto, durante el plazo solicitado de preparación del sitio y construcción, ya que la finalidad es evitar y minimizar la intensidad de los impactos sobre el ambiente, por lo tanto, es posible que se utilice menor o mayor cantidad del monto estimado, lo que estará sujeto en función de las medidas por aplicar, las cuales incluso pudieran atender nuevos impactos no previstos que surjan en el transcurso de la obra, debido a que el sistema natural es dinámico. Esto último se reportará en los informes anuales del proyecto.

Tabla II.70. Estimación de inversión por etapa de "*Proyecto Venado"*.

Concepto	Porcentaje destinado	Monto a invertir
Medidas de mitigación	4%	50,000000
Hotel	30.00%	375,000000
Suites Especiales	20.00%	250,000000
Residencial	15.00%	187,500000
Amenidades	10.00%	125,000000
Servicios	10.00%	125,000000
Áreas Exteriores	11%	137,500000
Total	100%	1,250,000000

II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

II.2.1. Programa de trabajo

Para desarrollar el proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, se solicita un plazo de 30 meses para las etapas de Preparación del Sitio y Construcción; y 50 años para la etapa de Operación y mantenimiento:

- Etapa de Preparación del Sitio y Etapa de Construcción se desarrollarán en 30 meses, equivalentes a 2 años y medio, de acuerdo con el Programa General de Trabajo del proyecto.
- La etapa de Operación y Mantenimiento de todas las áreas en conjunto como un Desarrollo Inmobiliario integral, se desarrollará durante el tiempo de vida útil del proyecto, el cual se estima en al menos de 50 años. Cabe mencionar que, el tiempo de vida útil de las obras a construir puede extenderse a más años al recibir un adecuado mantenimiento preventivo y correctivo; asimismo, la implementación de las medidas de manejo ambiental contribuirá a reducir los efectos negativos por la presencia de las obras en el terreno, previniendo y mitigando los posibles impactos ambientales que puedan generarse con la operación y mantenimiento del proyecto. Por lo tanto, de extenderse el tiempo de vida útil del proyecto se solicitarán las autorizaciones correspondientes para continuar con su operación y mantenimiento.

A continuación, se presenta el programa de trabajo de las etapas de Preparación del Sitio y Construcción del proyecto, desglosado en los 30 meses estimados:

Tabla II.71. Programa general de trabajo del proyecto.

CONCEPTO	TIEMPO REQUERIDO EN MESES																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ETAPA DE PRE-OPERATIVOS																														
GESTION Y OBTENCION DE PERMISOS																														
ETAPA DE PREPARACION DEL SITIO																														
LIMPIEZA DEL PREDIO																														
INSTALACION DE VIVERO																														
RESCATE DE VEGETACION																														
DESMONTE Y DESPALME																														
RELLENO Y NIVELACION DEL PREDIO																														
ETAPA DE CONSTRUCCION																														
PILAS																														
CIMENTACION																														
CONSTRUCCION DEL BOH																														
CONSTRUCCION DE AREAS PUBLICAS																														
CONSTRUCCION DE RESIDENCIAS																														
CONSTRUCCION DEL HOTEL																														
CONSTRUCCION DE SUITES MANGLAR																														
CONSTRUCCION DE REDES DE SERVICIO																														
COL DE MUEBLES DE BAÑO Y SERVICIOS																														
ACABADOS																														
CUERPOS DE AGUA																														
CANCHAS DE JUEGO																														
ESTACIONAMIENTOS																														
AREAS VERDES																														
ETAPA DE OPERACIÓN-PREOPERATIVOS																														
SERVICIOS TURISTICOS																														
RECLUTAR Y CONTRATAR PERSONAL																														
CAPACITACION DE PERSONAL																														
PRUEBAS																														
APERTURA																														

En la tabla anterior, se aprecia el concepto "Etapa de Operación" dentro de los 30 meses solicitados para la las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, sin embargo, son actividades que se consideran preoperativas, es decir, aquellas actividades ocasionales relacionadas a la apertura de una nueva instalación. Por lo anterior, se incluyen dentro de los 30 meses. La etapa de Operación y Mantenimiento del proyecto, en el cual se incluye el uso de instalaciones por parte de turistas para hospedaje y actividades recreativas (funcionamiento del desarrollo inmobiliario) se llevará a cabo en un plazo de 50 años; en este plazo se continuará con actividades de reclutamiento y capacitación de personal operativo.

Etapa de abandono del sitio

Debido a que el tiempo de vida útil del proyecto puede extenderse a más de 50 años, bajo el adecuado mantenimiento preventivo y correctivo, no se contempla la etapa de abandono del sitio del proyecto. En este sentido, se espera operar la obra en un plazo muy amplio debido al tiempo de vida útil estimado del proyecto. Sin embargo, en caso de que la autoridad ambiental requiriera el abandono del sitio (previa justificación y

fundamentación correspondientes) 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 área donde se ubica "Proyecto Venado"*. Para dicho programa se considerará el total y tipo de obras presentes en el predio; las actividades de desmantelamiento y/o retiro de obras; manejo de residuos a generar; acciones de rehabilitación de áreas susceptibles a recuperar; la normatividad ambiental vigente; y se plantearán pronósticos ambientales posterior al abandono del predio.

Cabe señalar que, las obras temporales/provisionales propuestas para fungir como apoyo durante la construcción del proyecto, serán desmanteladas al concluir la etapa de construcción. Una vez realizado el desmantelamiento, las superficies podrán tener dos destinos finales: ser sustituidas por obra permanente del proyecto o ser reforestadas; con ello, se disminuye el impacto negativo sobre la cobertura vegetal del predio, al reducir la superficie de deforestación empleada para establecer el proyecto.

II.2.2. Preparación del sitio y construcción

A continuación, se describen las actividades en etapa de preparación del sitio y en etapa de construcción:

Tabla II.72. Actividades para Preparación del sitio.

Actividad	Descripción
Preparación del sitio	
Limpieza del predio	Se removerán los residuos, escombros y objetos que se encuentren en el predio. Asimismo, se realizará la demolición de estructuras existentes, que serán sustituidas por parte de las obras nuevas a establecer con el proyecto. Todos los residuos serán acopiados temporalmente en el predio en el área de bodegas/almacenes temporales, desde donde serán transferidos a los sitios de disposición final autorizados para cada tipo de residuo.
Instalación de vivero	Se acondicionará un vivero provisional rústico dentro del predio (área de bodegas/almacenes) para el mantenimiento de las plantas que se rescaten previo al desmonte hasta su reubicación en las áreas verdes del proyecto.
Localización de áreas a impactar/ delimitación de áreas (topografía)	Se realizará el trazo de la poligonal que delimita el predio y los diferentes niveles que presenta la topografía del terreno, adicionalmente utilizando estacas y balizas, serán marcadas las longitudes y cadenamientos que delimitarán la base de las edificaciones y el área para la posterior introducción de maquinaria (en su caso). Esta etapa requerirá el uso de un teodolito y estadal, así como una cuadrilla de topografía. En la zona frente a la playa las actividades que se realizarán consisten en la delimitación del área y la instalación de una red que evite el paso hacia la misma, debido a

Actividad	Descripción
	que en una sección de su litoral se desarrolla el manglar que debe protegerse durante la construcción de las obras.
Rescate de flora y reubicación de flora y fauna	Esta actividad se realizará previo al inicio de actividades de construcción, en cumplimiento de lo que disponga la DGIRA en el oficio de autorización y conforme a lo establecido en los programas de manejo ambiental (manejo integral de flora y manejo integral de fauna) que tendrá que validar la Dirección previo a su ejecución. Una vez terminado este proceso se podrán iniciar los trabajos preliminares de despalme y excavación del terreno.
Desmonte y despalme	El desmonte consiste en la remoción de la cubierta vegetal, por medios manuales y maquinarias (en conjunto con el despalme), la que se realizará en las superficies delimitadas para las obras propuestas para el proyecto; esta actividad se realizará posterior a que se haya ejecutado el rescate de flora. Por su parte, el despalme del terreno consiste en retirar la capa superficial (tierra vegetal) que por sus características mecánicas no es adecuada para el desplante de edificios. El espesor de la capa a despalmar por lo general será de 20-30cm o el que especifique el proyecto en cada caso. El despalme se ejecutará en terrenos que contengan material tipo I o II. Material tipo I. son los materiales que se pueden excavar fácilmente con pala de mano y sin necesidad de emplear zapapico. Material tipo II.- son los materiales de dureza y contextura tal que no pueden ser económicamente atacados con solo el empleo de pala de mano, pero sí lo son con ayuda de zapapico; con equipo mecánico sin el uso previo de explosivos. El despalme desalojará vegetación herbácea, la tierra y piedras del sustrato en las áreas de aprovechamiento. La maquinaria utilizada en esta fase de los trabajos será del tipo tractor de orugas y/o trascabo. Se despalmará el sitio hasta una profundidad de aproximadamente 30 cm, desalojando la capa superficial del terreno natural, de esta manera se elimina el material que se considere inadecuado. El suelo resultante del despalme será rescatado y resguardado dentro de las áreas de aprovechamiento para su uso posterior. Dentro del área donde se realizará la construcción se iniciará con el chapeo preliminar, recolectando la maleza y exceso de hierba de tal manera que permita una mejor visibilidad y accesibilidad al terreno, posteriormente se

Actividad	Descripción
	tendrá que identificar las especies vegetales protegidas y procurar su cuidado y conservación, para esto se propone el trasplante de estas especies a un lugar cercano dentro del mismo predio en donde ya estará preparada la excavación para la reubicación del árbol que será trasladado, todo esto con el objetivo de disminuir al máximo la tala de árboles en el terreno y mantener la densidad selvática existente así como el ambiente natural que le caracteriza. Área de edificaciones mayores (conjunto hotelero de 108 habitaciones, Residencias, Centro de convenciones, Zona comercial, Restaurantes, Spa, Gimnasio, Cuerpos de agua artificiales e infraestructura) y sus áreas públicas exteriores se iniciará de igual manera con el chapeo y posteriormente se tendrá que identificar las especies vegetales protegidas y procurar su conservación, el proyecto arquitectónico desde su planeación consideró el cuidado de estos para poder respetarlos e integrarlos de manera conveniente con cada una de las edificaciones. En las áreas de estacionamiento se buscará en la medida de lo posible la mayor conservación de los árboles y especies vegetales aun cuando estos representen una disminución en el número de cajones propuestos, siempre será prioridad la conservación de especies protegidas o con diámetro considerable, se procurará ofrecer una superficie semipermeable a manera de no bloquear el flujo natural de lluvia hacia el manto freático. La vegetación retirada de las áreas de construcción se mantendrá almacenada dentro del predio en un sitio que no obstaculice la circulación de camiones y trabajadores para su posterior reubicación dentro del mismo.
Excavaciones	Una vez teniendo el área libre de vegetación y de materia orgánica se procederá a iniciar la excavación del terreno con maquinaria hasta llegar a la profundidad que requiera el proyecto arquitectónico, el movimiento de la tierra y formación de taludes será tal y como se especifique en el proyecto. Los taludes se dejarán con su perfil aproximado y si las características lo permiten ya terminado, en áreas de explanadas con superficie considerable (edificios de gran área, estacionamientos, patios de maniobra, etc.) se perfilarán con motoniveladora. La excavación no deberá llegar hasta la cota de rasante definitiva; los últimos 30 a 50 centímetros se volverán a perfilar con motoniveladora, evitando su deterioro por erosión y paso del

Actividad	Descripción
	tráfico pesado. Durante el proceso de excavación se deberá mantener la zona en óptimas condiciones de drenaje. Para ello las plataformas de trabajo tendrán pendientes del orden del 4%, evitando erosiones en los taludes, desviando y conduciendo aguas que pudieran incidir en los taludes. Durante toda la ejecución de las tareas se tendrá que controlar la estabilidad de los taludes y la aparición de posibles grietas o la aparición de materiales de calidad inferior. Se irán determinando las características del material extraído para establecer su uso en otras partes de la obra si fuese conveniente. Para los movimientos de tierra, el agua es un factor muy importante que considerar, se deberán canalizar las aguas superficiales alejándolas de las explanadas.
Instalación de obras temporales	Se instalarán las obras provisionales de acuerdo con las características de diseño presentadas en el apartado de descripción de obras temporales/provisionales expuesto en un apartado previo.
Nivelación	Una vez finalizada la compactación se iniciarán los trabajos de nivelación del terreno, los niveles terminados del suelo y pendientes de taludes deberán ser los que se especifican en el proyecto. El trabajo se realizará a través de una motoniveladora para garantizar los niveles que se requieren y el espacio de maniobra lo permita, de no ser así se llevará a cabo de forma manual respetando los niveles especificados por la brigada de topografía.
Reforestación	Se considera este concepto para que al término de los trabajos se recupere la vegetación que pudiera resultar ligeramente afectada o removida para su protección durante la ejecución de los trabajos (actividades de rescate). La reforestación se llevará con base en el programa de Rescate, Vivero y Reforestación, que deberá estar validado previamente por la Dirección.

Personal-Preparación del sitio

El personal requerido para la etapa de preparación del sitio se muestra en la tabla siguiente:

Tabla II.73. Personal para la etapa de preparación del sitio.

Mano de Obra Preparación del sitio	cantidad	Maquinaria y equipo Preparación del sitio	cantidad
Topógrafos	10	**Tractor orugas**	3
Ayudantes topógrafos	20	**Trascabos**	3
Jardineros	100	**Retroexcavadoras**	3
Albañiles	200	**Motoniveladoras**	20

Mano de Obra Preparación del sitio	cantidad	Maquinaria y equipo Preparación del sitio	cantidad
Ayudantes albañil	200	**Bailarinas**	20
Maestros	10	**Camiones**	5
Operadores de maquinaria	15	**Automóviles**	35
Choferes	10	**Carretillas**	50
Supervisores	10	**Pipas**	2
Total	**575**		**141**

Tabla II.74. Actividades para la Construcción.

Actividad	Descripción
Construcción	
Formación de plataformas para el desplante	Una vez realizada la nivelación del terreno y con las cotas de proyecto definidas, se procederá al relleno compactado con materiales pétreos inertes, es decir, libres de materia orgánica, conocido como sascab que es de origen calizo, el cual será obtenido de los bancos de abastecimiento que se ubican por la zona del aeropuerto, a pocos kilómetros del predio. El transporte de éstos materiales se hará por vía terrestre en camiones de volteo con capacidades de 7 a 14 m³ cubiertos con lonas para evitar la dispersión de polvo y material durante el trayecto, éstos verterán el material en el sitio propuesto que luego serán extendidos con tractor tipo buldócer, nivelados con moto conformadora, agregándosele agua en la proporción que fije el laboratorio de control de calidad de materiales, normalmente entre el 3 y el 5% del volumen para obtener un óptimo grado de compactación del 90 al 95% de su Peso Volumétrico Seco Máximo (PVSM), posteriormente se compacta con rodillo de acero que se conoce como compactador vibratorio autopropulsado.
Excavación de zanjas	Una vez trazado el acceso y ubicados los puntos de conexión con la red municipal se ubicarán los ejes de los diferentes sistemas formando las redes de agua potable, drenaje y canalizaciones eléctricas, para proceder a la apertura de zanjas, únicamente en los sitios requeridos y por una corta longitud, lo cual se realizará por medios mecánicos. Las zanjas abiertas para alojar las tuberías deberán excavarse conservando en lo posible la verticalidad de las paredes, incluyendo el afine de las mismas y del fondo de la excavación sujetándose a las dimensiones que aparecen en el plano. El fondo de la zanja debe ser plano y correctamente perfilado, hay que eliminar piedra, raíces, afloramientos rocosos, etc. Antes de colocar la plantilla

Actividad	Descripción
	para recoger el producto de la rezaga que no se haya utilizado en el relleno de zanjas.
Cimentación	El nivel del manto freático en la zona donde se contempla la construcción del proyecto ronda los -6.0 metros de profundidad y algunos núcleos se ubicarán en nivel sótano, la roca sólida casi superficial nos puede determinar el nivel de desplante con mampostería de piedra, como otro método también se contemplan zapatas de concreto (corridas o aisladas), dados y contratrabes, más no se descarta por la propias cargas de algunos edificios o si están ubicados cerca de zonas Kársticas un estrato poco favorable para carga en recurrir a cimentaciones especiales (pilas o pilotes), la elección de la maquinaria para la ejecución de pilotes dependerá de varios factores como el tipo de suelo, profundidad, diámetro y capacidad de carga requeridos y las condiciones del sitio, en una primera evaluación del criterio estructural para edificar en zonas de manglar debido a la fragilidad de este ecosistema, el objetivo es minimizar el impacto ambiental y garantizar la estabilidad de la construcción, considerando estas particularidades, algunas opciones de maquinaria podrían ser: Grúas sobre orugas: Estas grúas ofrecen mayor estabilidad en terrenos blandos y pueden equiparse con diferentes accesorios para la manipulación de pilotes. Martillos piloteros hidráulicos: estos martillos generan menos vibraciones que los neumáticos, lo que reduce el impacto en el suelo y en las estructuras cercanas. Perforadoras rotativas con circulación inversa: Este tipo de perforadoras minimiza la generación de lodos y permite una mejor extracción del material excavado, lo que es especialmente importante en zonas con vegetación. Para definir las cantidad de pilotes se llevará a cabo el estudio de mecánica de suelos puntual para determinar la infraestructura a emplear; cabe mencionar que, las obras se situaron fuera de cenotes, estructuras kársticas, cavernas o dolinas frágiles, sin embargo, por las condiciones del terreno, se debe asegurar que no existen sitios vulnerables expuestas a colapsos por el establecimiento de obras, motivando el estudio de mecánica de suelos puntual de las obras. Ene este sentido, a pesar de que no se afectarán directamente estructuras kársticas, debe garantizarse que la construcción de obras o pilotes no las afectará por la cercanía con ellas.

Actividad	Descripción
Estructura	Una vez completada la cimentación se procederá al armado y cimbra de las columnas y vigas interiores que van de piso a losa y de las columnas, la cual podrá ser de los siguientes tipos: Tipo 1: La estructura puede considerar columnas, vigas y losas de concreto armado de diferentes secciones formando una estructura a base de marcos rígidos para las áreas interiores de cada una de las edificaciones, los muros se contemplan siempre concreto o bien a base de block de concreto hueco aligerado y sus correspondientes apoyos verticales (castillos) donde el proyecto así lo indique. Tipo 2: La estructura metálica (columnas, armaduras y cubiertas) otro recurso viable para su uso, brindando claros considerables favoreciendo la apertura de los distintos espacios de manera adecuada. Tipo 3: módulos de concretos prefabricados montados en obra mediante maquinaria especializada. Tipo 4: estructura de concreto armado imitación madera a manera de preservar por un mayor tiempo la conservación del edificio y evitar la tala de árboles con diámetros considerables. Tipo 5: Estructura realizada de elementos naturales (roca) suficientes para soportar las cargas de algunos edificios.
Cubiertas	Se contemplan varios tipos de cubiertas para el proyecto en cuestión: Tipo 1: Cubierta de concreto (losa reticular, losa monolítica, losa de vigueta y bovedilla), se tiene contemplada la apertura de huecos en algunas zonas de la superficie techada para lograr efectos de luz e incorporar la incidencia de la misma en el interior del área techada. Tipo 2: Cubierta de palizada de madera dura de la región en diámetros que no superen los 30 cm de diámetro, sobre esta capa se colocará la subestructura de giles (madera dura de 2" como máximo) y su capa de zacate vegetal como cubierta final, toda la madera empleada en la obra deberá cumplir con los permisos forestales correspondientes asegurando su legal procedencia. Tipo 3: Lámina aislada como cubierta definitiva sobre armadura metálica. Tipo 4: Módulos de concreto prefabricado donde así sea planteado.
Acabados	Los acabados de los edificios se definirán de acuerdo con la función de cada área o local, teniendo como premisa el uso de materiales naturales, de uso rudo, bajo mantenimiento, conveniencia costo-beneficio y disponibilidad en el

Actividad	Descripción
	mercado. Todos los acabados y albañilería estarán definidos a detalle en el proyecto ejecutivo.
Conformación de cuerpos de agua artificiales	Se contempla la construcción de varios cuerpos de agua para simular lagos y/o cenotes que darán mayor naturalidad y belleza a los exteriores de algunos de los edificios (Restaurantes, Gimnasio, Spa y Suites), se ha planteado el siguiente procedimiento constructivo para su ejecución: En condiciones definitivas de trazo (habiendo identificado desviaciones por árboles de diámetro considerable), se llevará a cabo un desmonte y despalme de dicha trayectoria, con la intención de identificar niveles de plataforma, posterior a ello se tenderá en capas la mejora de material en el área de desplante mediante material tipo sascab procedente del banco autorizado para éste proyecto, una vez alcanzado el nivel de desplante el fondo de los canales estará recubierto con geomembranas impermeables de tal forma que el agua que contendrán no estará en contacto directo con el medio geológico ni con el agua subterránea adyacente. La geomembrana se cubrirá con arena y materiales no contaminantes que le proporcionarán un aspecto natural al fondo de los cuerpos de agua. Sus costados serán en pendiente e irán plantados con especies de plantas nativas de la región. No se contempla establecer afloramientos de agua natural; los cuerpos de agua artificiales serán impermeables.
Establecimiento de áreas verdes	El diseño de las áreas verdes abarca la superficie a cielo abierto, al nivel de suelo en vegetación de selva, localizada en los alrededores del proyecto. En estos sitios se llevarán a cabo labores de reforestación y reubicación de especies nativas siempre tratando de preservar el entorno natural ofrecido actualmente en el sitio. Los árboles serán de talla media apropiada para su reubicación en el terreno natural. Esto se desarrollará en apego del programa ambiental de manejo integral de vegetación que será previamente validado por la Secretaría.
Vialidades	Las vialidades principales deberán tratarse en su base con suelo cemento al 10% sobre el agregado para su compactación, se deberá utilizar piedra de la región según muestra aprobada y consultar y verificar la especificación con el especialista correspondiente. La superficie de rodamiento será a base de concreto estructural clase 1 con f'c=250kg/cm2 de 15cm de espesor, se deberán hacer cortes en el concreto para generar placas de 3.40mx3.40m el acabado será lavado cuidando que la exposición de la gravilla sea homogénea evitando al máximo las zonas de concentración de finos.

Actividad	Descripción
	Las cenefas serán a base de roca del sitio de entre 10 y 20cm de diámetro en promedio colocada según muestra y dejando juntas de 2cm de espesor en promedio para permitir el crecimiento de pasto, se deberán asentar sobre sascab compactado sirviendo como cimbra para el colado del concreto de la vialidad. Escurrimiento pluvial en el borde: el pasto servirá como retenedor del fino, generando las pendientes requeridas para desalojar el agua hacia el terreno natural y pozos de absorción. En el caso de los senderos y andadores se utilizará como sub base una cama de sascab compactada al 95% Proctor para recibir la carpeta de concreto se deberán consultar los niveles de rasante especificados en planos de trazo, y la superficie de rodamiento será a base de una mezcla de gravon de 4" con ecocreto en gravilla de ½" cuidando el nivel del gravon al colar con llana extendida, reforzar con malla electrosoldada y con acabado final lavado buscando la exposición final homogénea de la gravilla y el gravon, según muestra en sitio, las cenefas de piedra y escurrimientos deberán seguir el criterio indicado anteriormente.
Materiales	Se buscará siempre la utilización de materiales de la región, esto disminuirá considerablemente la emisión de dióxido de carbono a la atmósfera como consecuencia del transporte de material a la zona donde ha de ser instalado. Para la construcción de la cimentación y estructura se utilizarán materiales convencionales como la piedra caliza, concreto y el acero; debido a la magnitud del proyecto estos materiales garantizan la resistencia que se requiere y por lo tanto la seguridad de la estructura. En los interiores se pueden utilizar materiales decorativos como madera dura de la región, cristal, barro en distintas presentaciones, estucado maya, mortero, etc. Todo material producto de excavación será aprovechado para relleno en plataformas, previa selección de material pétreo de tamaño considerable o uso para construcción (cimentación de mampostería o decoración), el material producto de despalme será acopiado y triturado para mejora de condiciones de suelo vegetal actual. En el caso de residuos sólidos (basura) éstos serán trasladados por medio de un camión de volteo de 7 o 14 m^3 y carga con retroexcavadora, dicho camión trasportara el material al depósito de residuos sólidos autorizado por el ayuntamiento.

Actividad	Descripción
Infraestructura hidráulica	La infraestructura hidráulica incluye la instalación de redes de abastecimiento de agua potable y conducción del drenaje sanitario. Se contemplan pozos de extracción de agua salobre, la cual mediante un sistema de desalinización se obtendrá el agua potable; se contará con pozos de absorción de aguas de rechazo de la planta desaladora (planta de ósmosis inversa). La red de agua potable será interna y el drenaje se conducirá a una planta de tratamiento de aguas residuales, tipo Biológica, a base de lodos activados. Las características de estas plantas y pozos se presentan en puntos posteriores.
Agua potable	La red de agua potable estará diseñada con base en las necesidades de abasto del líquido estimadas para el proyecto. Esta demanda de agua se sumará las necesidades diarias que se tienen que cubrir para proporcionar el agua potable en el desarrollo. El agua que será surtida al desarrollo, procederá de los pozos profundos de agua Salobre y mediante una planta desaladora tipo osmosis inversa, en donde es potabilizada mediante procesos de cloración y purificación con luz ultravioleta, y posteriormente distribuida a la red de infraestructura, a través de bombeo, se utilizarán tanques de almacenamiento. Al interior del desarrollo, el agua potable será conducida a través de la red de tuberías plásticas, como PVC Ced. 40 y tuberías de polipropileno.
Red de drenaje sanitario	El sistema de alcantarillado sanitario será construido exclusivamente para conducir el agua residual que se genere durante la operación debiendo cumplir con los principios básicos que son: buscar la disposición de las aguas residuales en la trayectoria más corta, que la velocidad del flujo sea auto limpiante, pero no erosiva. Se establecen los siguientes criterios para la recolección de aguas residuales: Desalojo de aguas residuales por gravedad en todas las zonas, tratando de no profundizar demasiado las tuberías sin causar daños al medio ambiente, con tuberías plásticas de PVC tipo Norma, hasta llegar a los cárcamos de rebombeo de aguas residuales; la obra civil requerida para el establecimiento de la red de drenaje consistirá en la excavación de zanjas desde las edificaciones hasta los cárcamos de rebombeo, el volumen del material que se utilizará como relleno acostillado y compactado en las zanjas en el mismo sitio en donde fue extraído. Sin restar importancia a otras etapas constructivas de la obra, se realizará una rigurosa verificación cuando se realicen las conexiones entre todos los

Actividad	Descripción
	componentes de la red de drenaje, ya que en estos puntos se pueden presentar fugas o simplemente hacer ineficiente el sistema. Una medida para prevenir cualquier fuga o derrame de las redes sanitarias consiste en realizar las pruebas de hermeticidad de las instalaciones, cuya finalidad es comprobar que no existan fugas de agua residual, para evitar la contaminación del manto freático.
Red de energía eléctrica y telefónica	Consiste en la instalación del cableado que conducirá la energía eléctrica, a partir de la línea de distribución propiedad de la CFE, existente al pie del predio y la colocación de los medios de protección y desconexión. El desarrollo contará con la cantidad de transformadores estratégicamente ubicados, para alimentar todas las cargas eléctricas que se requieran, para los sistemas de aire acondicionado, bombeos hidráulicos, planta desaladora, planta de tratamiento de aguas residuales, iluminación etc. Mediante una red de distribución de energía eléctrica en media tensión se interconectarán los transformadores, desde donde se alimentarán los centros de carga y tableros, para cubrir todas las necesidades de energía del desarrollo. Se contará además con el respaldo de generadores eléctricos para prevenir la falta de energía causados por los eventuales disturbios atmosféricos. De manera alternativa se llevará a cabo el suministro parcial de energía eléctrica, mediante la instalación de paneles solares que cubra el 10% del consumo del proyecto. Para ello Se instalará un total de 296 paneles solares de la marca, Q. PEAK DUO XL-G9.3, 460W, con potencia total de 136.16 KW. Se adjunta plano de distribución de paneles solares al documento y en un punto posterior se profundiza este tema. Para el caso de la red de comunicación, se realizará la conexión con la compañía proveedora de estos servicios además de señales.
Planta de Tratamiento de aguas Residuales (PTAR)	Se contará con una planta de tratamiento de aguas residuales tipo biológica a base de lodos activados, con los procesos de aireación, biodigestión y sedimentación, para pasar el proceso de desinfección y purificación. Las aguas tratadas serán reutilizadas en las torres de enfriamiento y riego de áreas verdes.
Planta de Ósmosis Inversa (Planta desalinizadora)	Está previsto tomar agua de pozos profundos, la cual será desalinizada en un proceso de filtración, mediante membranas en un sistema conocido como osmosis inversa, mediante estudios hidrológicos; las aguas de rechazo serán infiltradas a pozos de mayor profundidad que los pozos de tomas de agua, con el fin de evitar la contaminación de las aguas superficiales y evitar se afecte la

Actividad	Descripción
	vegetación y los manglares existentes. En un punto posterior se señala la profundidad de los pozos con base en el estudio geohidrológico elaborado Para el proyecto. Los equipos para emplear serán plantas de ósmosis inversa que partirán de una base de extracción de agua salobre, para su uso final en condiciones adecuadas para consumo hotelero, libre de impurezas. Mediante este proceso de ósmosis inversa se pretende convertir por un lado en un 40% de agua producto y un 55-60% de agua de rechazo.

Personal-Construcción

El personal requerido para la etapa de construcción se muestra en la tabla siguiente:

Tabla II.75. Personal para la etapa de construcción.

Mano de Obra Construcción	cantidad	Maquinaria y equipo Construcción	cantidad
Topógrafos	10	**Tractor orugas**	3
Ayudantes topógrafos	20	**Trascabos**	3
Jardineros	25	**Retroexcavadoras**	3
Albañiles	300	**Motoniveladoras**	20
Ayudantes albañil	300	**Bailarinas**	20
Maestros	10	**Camiones**	10
Operadores de maquinaria	15	**Automóviles**	75
Choferes	10	**Carretillas**	50
Supervisores	10	**Pipas**	5
Fierreros	25		
Herreros	20		
Aluminieros	30		
Tablaroqueros	25		
Pintores	30		
Plomeros	25		
Electricistas	25		
Electromecánicos	25		
Ingenieros	10		
Arquitectos	10		
Administrativos	10		
Total	**935**		**189**

A continuación, se presentan las características de las instalaciones a establecer que ayudarán con la operación del proyecto.

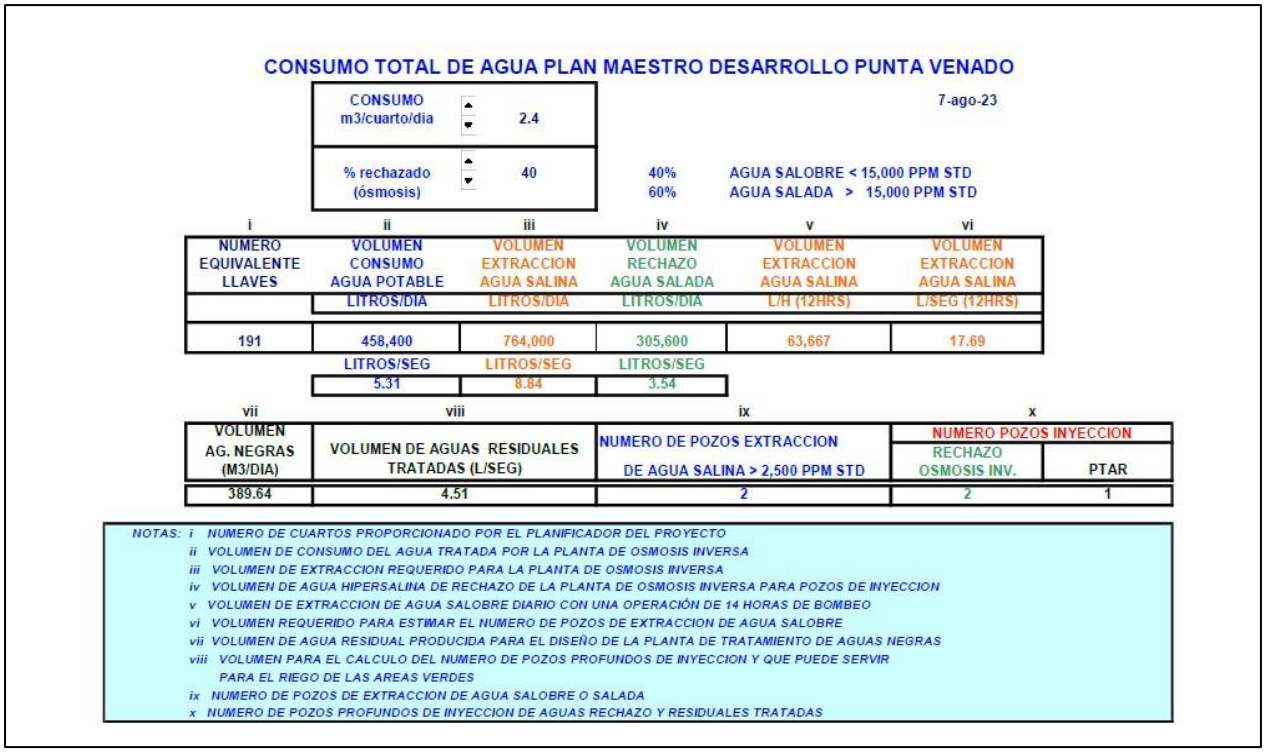
- ***Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)***

Se realizó el balance de agua para la etapa de operación y se determinó que se requiere un volumen **13,752 m^3** de agua potable por mes, es decir, **458.4 m^3/día** de agua potable, lo que representa un consumo de agua de **2.4 m^3** por día por cuarto considerando un número de llaves de 191 distribuidas entre los 108 cuartos de hotel, 50 suites y 33 residencias y una ocupación total de los mismos. Para cubrir esta demanda se extraerá un volumen de **764 m^3** al día de agua salobre de dos pozos de extracción, que al mes serán **22,920 m^3** al mes de agua salobre, es importante resaltar que, el volumen diario de agua salobre (**764 m^3/día**) puede obtenerse con solo dos pozos de manera sobrada, cada uno puede aportar entre 5 a 8.84 l/s.

De los **764 m^3/día** que se extraerán y serán procesados en la Planta de Ósmosis Inversa (planta desalinizadora), se contempla un rendimiento ligeramente por debajo del 50%, dando un volumen de **305.6 m^3/ día de agua de rechazo** que será inyectada a través de 2 pozos de inyección de rechazo a 45 m de profundidad para evitar el contacto y/o contaminación del manto de agua dulce-salobre, de acuerdo con el estudio geohidrológico realizado y actualizado para el predio y el proyecto (se incluye en anexos).

El agua de la POI será enviada a cisternas destinas a tres usos: 1) almacenamiento en cisterna, clorada y adicionada químicamente para ser distribuida en el hotel, su capacidad será de 789 m^3 y requerirá dos días para cubrir esta capacidad; 2) almacenamiento en cisterna para abastecimiento a las residencias; su capacidad será de 507 m^3, requerirá dos días de almacenamiento para cubrir esta capacidad; 3) almacenamiento en cisterna para llenar los cuerpos de agua, su capacidad será de 113.55 m^3 y requiere solo un día para cubrir esta capacidad. De aquí será canalizada a las diferentes áreas para la operación del hotel.

Una vez esta se haya usado en la operación, será dirigida a nueve cárcamos y de ahí a la PTAR, la cual tiene capacidad para tratar el 100 % de las aguas crudas que recibe (se estima una pérdida por evaporación de alrededor 3%, lo que representa = 0.69 litros/día o 21 litros/mes). De acuerdo con los cálculos realizados, se generarán **389.64 m^3 de aguas negras por día**, las cuales serán tratadas en la PTAR. Estas aguas tratadas podrán ser reutilizadas en el riego de áreas verdes y el resto se podrá inyectar en un pozo autorizado con las características que se presenta más adelante.



CONSUMO TOTAL DE AGUA PLAN MAESTRO DESARROLLO PUNTA VENADO

CONSUMO m3/cuarto/dia	2.4
% rechazado (ósmosis)	40

7-ago-23

40% AGUA SALOBRE < 15,000 PPM STD
60% AGUA SALADA > 15,000 PPM STD

i	ii	iii	iv	v	vi
NUMERO EQUIVALENTE LLAVES	VOLUMEN CONSUMO AGUA POTABLE	VOLUMEN EXTRACCION AGUA SALINA	VOLUMEN RECHAZO AGUA SALADA	VOLUMEN EXTRACCION AGUA SALINA	VOLUMEN EXTRACCION AGUA SALINA
	LITROS/DIA	LITROS/DIA	LITROS/DIA	L/H (12HRS)	L/SEG (12HRS)
191	458,400	764,000	305,600	63,667	17.69
	LITROS/SEG	LITROS/SEG	LITROS/SEG		
	5.31	8.84	3.54		

vii	viii	ix	x	
VOLUMEN AG. NEGRAS (M3/DIA)	VOLUMEN DE AGUAS RESIDUALES TRATADAS (L/SEG)	NUMERO DE POZOS EXTRACCION DE AGUA SALINA > 2,500 PPM STD	NUMERO POZOS INYECCION RECHAZO OSMOSIS INV.	NUMERO POZOS INYECCION PTAR
389.64	4.51	2	2	1

NOTAS:
i NUMERO DE CUARTOS PROPORCIONADO POR EL PLANIFICADOR DEL PROYECTO
ii VOLUMEN DE CONSUMO DEL AGUA TRATADA POR LA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA
iii VOLUMEN DE EXTRACCION REQUERIDO PARA LA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA
iv VOLUMEN DE AGUA HIPERSALINA DE RECHAZO DE LA PLANTA DE OSMOSIS INVERSA PARA POZOS DE INYECCION
v VOLUMEN DE EXTRACCION DE AGUA SALOBRE DIARIO CON UNA OPERACIÓN DE 14 HORAS DE BOMBEO
vi VOLUMEN REQUERIDO PARA ESTIMAR EL NUMERO DE POZOS DE EXTRACCION DE AGUA SALOBRE
vii VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL PRODUCIDA PARA EL DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS
viii VOLUMEN PARA EL CALCULO DEL NUMERO DE POZOS PROFUNDOS DE INYECCION Y QUE PUEDE SERVIR PARA EL RIEGO DE LAS AREAS VERDES
ix NUMERO DE POZOS DE EXTRACCION DE AGUA SALOBRE O SALADA
x NUMERO DE POZOS PROFUNDOS DE INYECCION DE AGUAS RECHAZO Y RESIDUALES TRATADAS

Figura II.44. Estimación de consumo de agua potable y generación de aguas negras. Fuente: Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto.

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), se ubicará en el edificio de servicios generales que para el Proyecto se ha denominado BOH el cual tiene una superficie de 8774.33m^2; específicamente, la PTAR se ubicará en un polígono al sur del BOH, de 200 m^2, que será suficiente para incluir los dos trenes de tratamiento que se requieren para el proyecto que se somete a evaluación con capacidad de 350 m^3/día (700 m^3/día), así como para satisfacer las necesidades futuras, que de manera preliminar se contempla en dos trenes adicionales, es decir cuatro, cuya capacidad máxima será de 1,400 m^3/día.

Tabla II.76. Tabla de coordenadas de referencia de la PTAR.

PV	Coordenadas (UTM)	
	X	Y
1	483054.98	2272484.42
2	483067.62	2272468.92
3	483059.87	2272462.60
4	483047.23	2272478.09

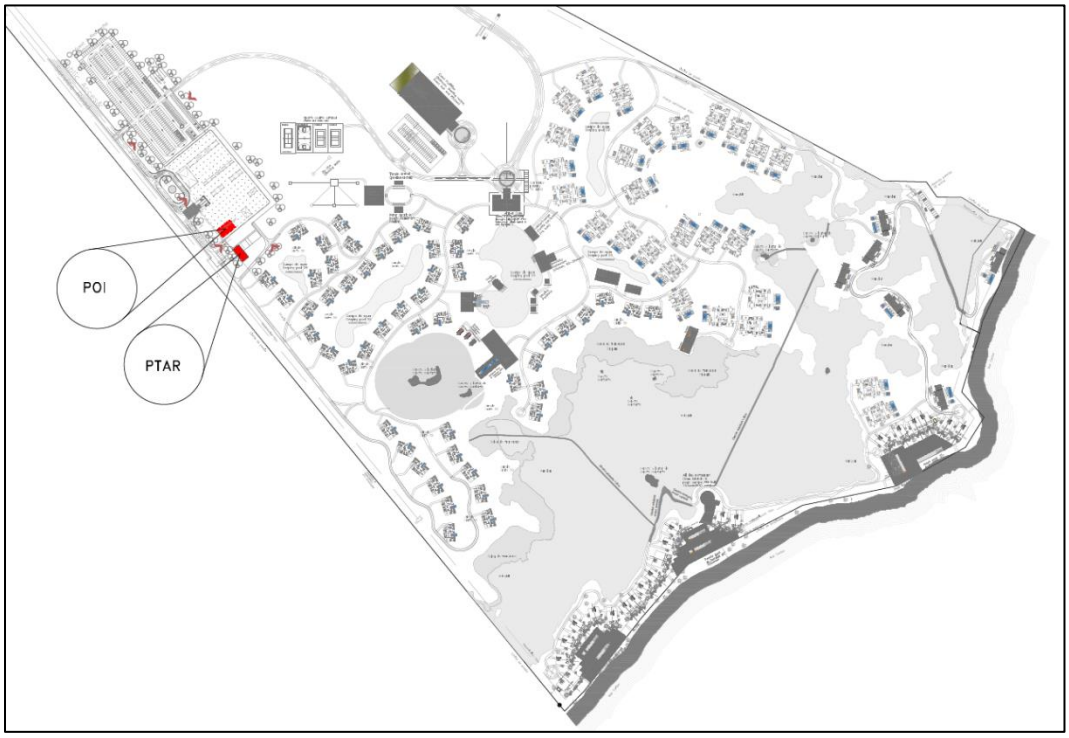


Figura II.45. Ubicación del área de servicios generales (BOH) donde se ubicará la PTAR. El plano presentado se incluye en anexos.

Se destaca que, con la finalidad de cumplir con los criterios establecidos en la NOM-003-SEMARNAT-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas, de tal forma que permita su uso en servicios al público con contacto directo, se ha buscado una tecnología de que permita una alta eficiencia en el proceso de tratamiento del agua.

Para el proyecto se contempla instalar una PTAR fabricada por IMPELMEX con tecnología y patente RMM® (Reactor Mixto Masa Móvil). Este consiste en un contenedor cilíndrico el cual mediante la inyección de aire y el medio de soporte crea un movimiento helicoidal que permite una eficiente mezcla total de microorganismos y materia orgánica y una óptima transferencia de oxígeno; resultando en una efectiva eliminación de la materia orgánica contenida en el agua residual. Para el proyecto se contempla la instalación de dos trenes de tratamiento.

El sistema está completamente prefabricado en materiales de Polietileno de Media Densidad (MDPE), con una gran facilidad de instalación e importante reducción en obra civil, gastos de operación y mantenimiento. Este sistema tiene un menor consumo de energía eléctrica, con lo que se reduce de una manera considerable el costo por m^3 de agua tratada, principal concepto que impacta el costo del tratamiento de aguas residuales.

La tecnología tolera interrupciones en el proceso de tratamiento, así como sobrecargas temporales sin disminución de la eficiencia del tratamiento.



Imagen II.21. Ejemplo de PTAR a instalar en el proyecto.

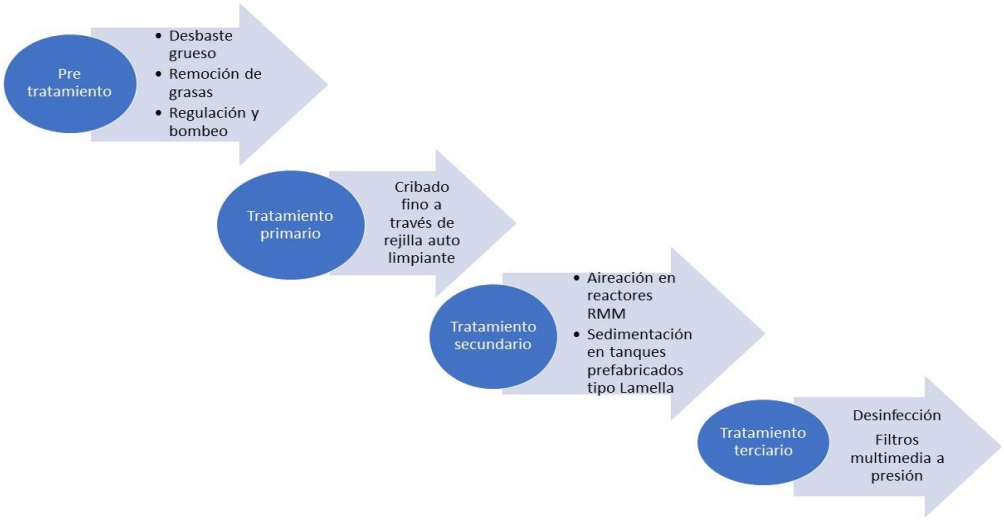


Figura II.46. Diagrama del tren de tratamiento de la PTAR.

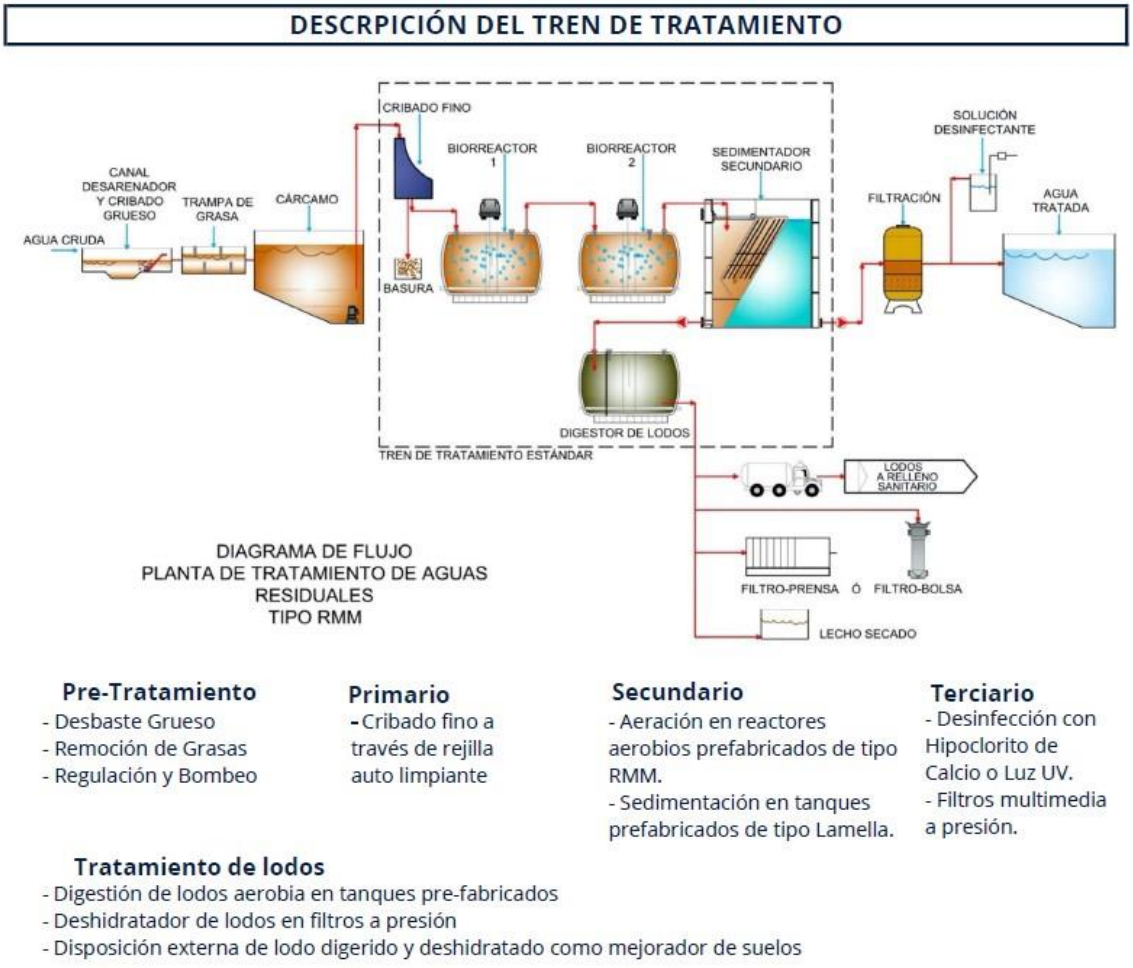


Figura II.47. Diagrama de flujo del tratamiento de aguas de la PTAR.

TANQUES DE PROCESO

PROCESO	CANT.	DESCRIPCIÓN	
Biológico	5	Tanques cilíndricos de Polietileno de Media Densidad (MDPE) con portadores plásticos para proceso biológico (Ø 2.25 m. x 2.95 m largo c/u).	
	5	Tanque sedimentador de alta tasa tipo Lamella con placas paralelas, fabricado en polipropileno	**Capacidad** 75
Manejo de Lodos	3	Tanques cilíndricos de Polietileno de Media Densidad (MDPE)) para estabilización aerobia de lodos excedentes (Ø 2.25 m. x 2.95 m largo c/u).	

EQUIPOS DE PROCESO

PROCESO	CANT.	DESCRIPCIÓN			
Pre-tratamiento	2	Rejilla gruesa de limpieza manual con perfiles de acero al carbón, para retener sólidos mayores a 13mm.			
	2	Bombas sumergibles de agua cruda para regulación y bombeo con sensores de nivel para automatización.			**Marca/Modelo** Impelmex EV-22-76
	1	Bomba sumergible para Achique			**Marca/Modelo** Impelmex CV-M2-51
Tratamiento Primario	1	Hidrocriba marca Impelmex. Rejilla autolimpiante de acero inoxidable Vee-Wire®, con cubierta de polipropileno con caja para basura			
	14	Trampas de grasas Durman			
Tratamiento Secundario	35.00	m^3 de Portadores de Biomasa fabricados en polietileno de alta densidad (HDPE) contenido en los reactores biológicos			
	5	Bomba para manejo de lodos sedimentados marca Impelmex tipo Eyector modelo AL-50			
	4	Sopladores de aire tipo turbina regenerativa para alimentar Reactores, Digestores y Sedimentadores			**Marca/Modelo** FPZ K08-MS
Tratamiento Terciario	1	Sistema de desinfección empleando Dosificadora tipo diafragma y tanque contenedor para manejar solucion de hipoclorito de calcio			
	4	Tanques verticales de FVR (resina poliester reforzada con fibra de vidrio para filtración a presion)			**Tamaño** 24"X72"-4
	20.00	FT^3 de	Turbidex	para colocarse en tanque del sistema de filtrado	
	20.00	FT^3 de	Carbón Activado	para colocarse en tanque del sistema de filtrado	
	2	Bombas centrifugas para filtración de agua tratada en tanques verticales FVR			**Marca/Modelo** WDM ME 1.5 30
Tratamiento de Lodos	3	Válvula de extracción de lodo digerido de operación manual			
	1	Sistema Deshidratador de lodos digeridos mediante Filtro de Bolsas con	5	Unidades de proceso	
	3	Bomba para manejo de lodos digeridos provenientes de digestores a filtros bolsa			**Marca/Modelo** WDM AE 1.5 10

Control	1	Tablero de Control marca Impelmex -NEMA 4. Con protección y control de los motores del sistema incluyendo PLC para automatización.
Materiales de conexión	1	Medidor de gasto tipo mecánico para agua tratada
	1	Lote de Materiales hidráulicos y eléctricos dentro de los límites de batería.

EQUIPOS BÁSICOS

Servicio	Equipos Instalados	Equipos Operando	Voltaje
Bomba agua cruda	2	1	220
Sopladores	4	3	220
Bomba filtracion	2	1	220
Bomba achique	1	0	110
Bomba lodos	3	2	220
Dosificadoras	2	2	110

Los equipos basicos (Bomba agua cruda, lodos, filtración y sopladores) incluyen una unidad de repuesto	HP Instalados	HP Operando
	75.32	51.82

ARRANQUE Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL PARA OPERAR LA PLANTA DE TRATAMIENTO

Arranque y Capacitación	1	Arranque fisico de todos los equipo del proceso, pruebas mecanicas y electricas.
	1	Curso teórico/practico de capacitación a su personal para operar la planta de tratamiento con duracion de 4 horas, incluye copias electrónicas e impresas del manual de operación

SUPERVISIÓN PARA ESTABILIZACIÓN DEL SISTEMA

Estabilización	1	Supervisión remota por el personal técnico de Impelmex en las actividades de los operadores en la PTAR durante 30 dias para alcanzar la estabilización. Incluye una visita al final del periodo

Tabla II.77. Componentes que integran la PTAR y dimensiones.

Etapa de Tratamiento / Concepto	Elementos	Dimensiones
Pre-Tratamiento	Canales de Rejillas / Desarenado / Desgrasado	8.00 x 0.60 x 0.85 m
	Tanque de Regulación	24.00 x 14.00 x 4.50 m
Primario	Rejilla de cribado fino	-
Secundario	Reactor anaerobio	8.00 x 4.00 x 5.50 m
	Reactor anóxico	8.00 x 3.70 x 5.50 m
	Reactor aerobio	8.00 x 5.10 x 5.50 m
	Reactor aerobio	8.00 x 4.10 x 5.50 m
	Cárcamo de bombeo	8.00 x 1.50 x 5.50 m
	Tanque circular de Sedimentación	8.00 x 1.50 x 5.50 m
Terciario	Tanque de Desinfección	17.80 x 3.40 x 3.00 m

Etapa de Tratamiento / Concepto	Elementos	Dimensiones
	Filtro vertical cilíndrico	52" diámetro y 72" altura
	Sistema de desinfección Luz UV	-
Almacenamiento de Agua Tratada	Tanque de almacenamiento	24.00 x 14.00 x 4.50 m
Tratamiento de Lodos	Tanque de Digestión	11.25 x 8.00 x 5.50 m
Casa de Maquinas	Centro de Motores	24.00 x 10.00 x 3.30 m
	Prensa, Caseta de Control y Subestación	11.25 x 13.80 x 3.30 m

A continuación, se presenta de manera general en qué consiste cada una de las etapas que conforman el proceso de tratamiento de agua en la PTAR.

I. Pretratamiento
   a. Desbaste grueso
   b. Desgrasado
   c. Regulación y bombeo

II. Tratamiento primario
   a. Cribado fino a través de rejilla autolimpiante

III. Tratamiento secundario:
   a. Aireación en reactores aerobios prefabricados de tipo RMM
   b. Sedimentación en tanques prefabricados de tipo Lamella

IV. Tratamiento terciario
   a. Desinfección con hipoclorito de calcio o luz UV
   b. Filtración multimedia a presión

V. Tratamiento de lodos
   a. Digestión aerobia de lodos en tanques pre fabricados
   b. Deshidratador de lodos mediante filtros a presión
   c. Disposición externa de lodos digeridos y deshidratados

De acuerdo con las características de la Planta, no se contempla el almacenamiento de cloro en el proyecto de cantidades que rebasen el reporte de los listados de sustancias peligrosas.

Del proceso de generación de agua en la planta de ósmosis inversa para la etapa máxima de operación del proyecto, se estimó que la POI generaría hasta un volumen de 10,575 m^3/día, de este, se estima que el **85%** (8,988.75 m^3/día) sea transformado en aguas negras que serán canalizadas a la PTAR para su tratamiento. La PTAR contará con capacidad para tratar el 100 % del agua que llegue a las instalaciones.

El agua tratada podrá reutilizarse en áreas verdes, sin embargo, de no usarla, se inyectará en el pozo de inyección de aguas tratadas del proyecto. Los parámetros del agua tratada serán los siguientes:

Tabla II.78. Calidad del agua al ingreso y una vez procesada el agua en la PTAR.

Parámetro	Unidad	Agua cruda	Agua tratada
pH	-	6 - 8	6.9 – 7.6
DBO	mg/L	450	20
SST	mg/l	400	20
G y A	mg/l	60	15
Coliformes fecales	NMP	$>10^6$	< 240
Huevos de helminto	-	> 5	< 2

La planta operará por módulos, los cuales serán suficientes para abastecer los requerimientos del Proyecto sometido a evaluación. Considerando que, la superficie de aprovechamiento es del 35 % y sólo se aprovechará en este momento el 15.22 %, para la siguiente etapa del Proyecto se incrementará el número de módulos de acuerdo con las necesidades del Proyecto garantizando el tratamiento de todo del volumen de aguas negras generadas.

Capacidad de cárcamos

Las aguas negras que se generen durante la operación diaria del inmueble proveniente de todas las descargas de muebles de la edificación, serán conducidas por medio de una serie de tuberías a un colector principal que conduce el agua a la planta de tratamiento de aguas negras ubicada en el BOH. Sin embargo, debido a la ubicación de algunos inmuebles es imposible descargar directamente las aguas negras en el colector de la planta de tratamiento, por ello, adicionalmente se contará con cárcamos de aguas negras en BOH, para recolectar todas las descargas provenientes de muebles sanitarios.

Tabla II.79 Capacidad de los cárcamos de aguas negras del proyecto.

Cárcamo	Capacidad en m^3
1	45
2	40
3	50
4	40

Cárcamo	Capacidad en m^3
5	40
6	40
7	40
8	40
9	40

Tabla II.80. Diámetro de descarga de aguas negras en cárcamo de aguas negras.

Cárcamo	mmø
1	150
2	150
3	150
4	150
5	150
6	150
7	150
8	150
9	150

- ***Planta de Ósmosis Inversa***

Se realizó el balance de agua para la etapa de operación y se determinó que se requiere un volumen **13,752 m^3** de agua potable por mes, es decir, **458.4 m^3/día** de agua potable, lo que representa un consumo de agua de **2.4 m^3** por día por cuarto considerando un número de llaves de 191 distribuidas entre los 108 cuartos de hotel, 50 suites y 33 residencias y una ocupación total de los mismos. Este volumen de agua será cubierto a partir de la producción en la planta de ósmosis inversa.

Para ello, se extraerá un volumen de **22,920 m^3** al mes de agua salobre a partir de 2 pozos de extracción y 2 de inyección de agua de rechazo; es importante resaltar, que el volumen diario de agua salobre (**764 m^3/día**) puede obtenerse con solo dos pozos de manera sobrada; que de acuerdo con el *estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto Venado* garantiza que no habrá un desequilibrio en el balance hidrológico.

La Planta de Ósmosis Inversa (POI), es una planta desalinizadora que se ubicará en el edificio de servicios generales que para el Proyecto se ha denominado BOH el cual tiene una superficie de 8774.33m^2; la planta

se ubicará en un área de 260.61 m^2 en un polígono al sur del BOH, que será suficiente para incluir los dos trenes unitarias que se requieren para el proyecto que se somete a evaluación, con capacidad cada uno de 300 m^3/día (en total 600 m^3/día).

Tabla II.81. Ubicación de la POI (con dos trenes) en el área de servicios generales (BOH).

Desaladora		
PV	Coordenadas (UTM)	
	X	Y
1	483043.55	2272516.33
2	483051.28	2272506.86
3	483034.76	2272493.38
4	483027.03	2272502.85

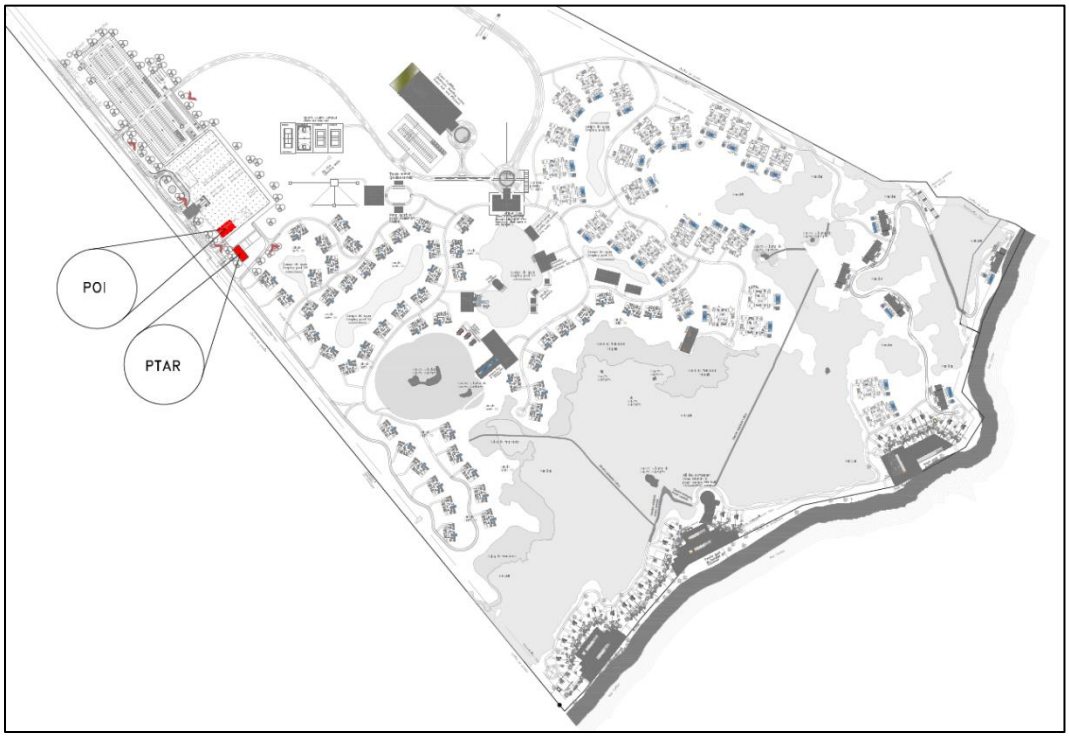


Figura II.48. Ubicación del área de servicios generales (BOH) y de la POI. El plano se incluye en anexos.

La Planta de Ósmosis Inversa (POI) estará conformada por 2 trenes para desalinización de agua salobre para suministro de agua potable con capacidad unitaria de 300m^3/día, las características son las siguientes:

Estructura de acero inoxidable 316,

Cabezales de alta presión en acero superduplex,

Cabezales de baja presión en PVC Ced.80.

Puede operar con salinidad hasta 36, 000 mg/l,

Eficiencia en volumen de recuperación del 40 – 45 %

Dosificador desincrustante y para ajuste de pH

Tablero de control Allen Bradley con protección de sistema

El pretratamiento es a través de un sistema de filtración con media filtrante Turbidex, con válvulas manuales, equipos de bombeo de alta presión con recuperador de energía (Turbocargador) y Bomba de alimentación. La ósmosis se realiza a partir de 20 membranas Hydranautics para agua de mar y 5 recipientes de presión a 1200 psi, cada tanque con cinco membranas. El control del sistema es automático, cuenta con sensores de flujo, conductividad, pH, entre otros. Se realiza una recirculación de productos químicos para mejorar el rendimiento por incrustaciones orgánicas y/o inorgánicas.

De los 2 trenes, se ha considerado la operación de 1 y otra se mantendrá de reserva o las dos con capacidad diferencial según la demanda de la temporada del año.

La POI tendrá una capacidad máxima de producción de 600m^3/día considerando que los dos trenes funcionen simultáneamente las 24 horas del día a su máxima capacidad, es decir, que cada sistema contará con una capacidad máxima instalada de 300 m^3/día. La eficiencia de la POI será de 40% agua de rechazo y 40-45% de producto. En promedio se estarán ingresando a cada sistema 752 m^3/día de agua salada considerando una concentración aproximada de 36,000 ppm, es decir, que la POI estará tratando en promedio 1,504 m^3 de agua salada cada día, y se estima que cada sistema produzca 300 m^3 de agua potable por día con una concentración de 0 ppm. Por lo anterior, se espera contar con un volumen de 600 m^3 disponible para consumo por día.

El agua producida se almacenará en tres cisternas como se indica en el diagrama de balance con una capacidad máxima entre las tres de 1,409.55 m^3 por lo que, en caso de que la producción excediera al consumo, el agua podrá mantenerse almacenada para su uso posterior.

El diseño de la POI permitirá obtener una calidad del agua tratada que cumplirá con los requisitos establecidos en la Norma Oficial Mexicana de calidad para agua potable (NOM-127-SSA1-1994).

El agua extraída de los pozos pasará a través de la bomba de alta presión y sistema recuperador de energía para posteriormente alimentar al banco de membranas. La bomba y el sistema recuperador de energía serán del tipo centrífuga multietapas, con una capacidad de 185.18 m^3 por hora. El banco de membranas estará compuesto de 140 membranas de 8" de diámetro x 40" de longitud, marca Filmtec modelo SWHRLE440I,

distribuidas en 20 recipientes con un arreglo en paralelo. Las membranas se encargarán de reducir la salinidad del agua de 36,000 ppm a menos de 500 ppm, produciendo un flujo de 47.92 m^3 por hora a una eficiencia del 45% con respecto al flujo de alimentación de entrada de 106. 48 m3 por hora. A esta razón de flujo de permeado (producto), las membranas estarán trabajando a un flux de (GFD) 8.6 gal /día ft2.

Adicionalmente, la POI contará con una Unidad de Limpieza de Membranas (CIP), la cual constará de un tanque horizontal de 500 gal, una bomba centrífuga horizontal y filtros cartucho. Las membranas requerirán de limpieza cada vez que el flujo de permeado disminuya en un 15% y/o la presión de alimentación haya aumentado un 15%, para mantener el flujo de permeado de diseño.

En el tanque del CIP se preparará la solución de limpieza con detergentes alcalinos o ácidos (dependiendo del tipo de taponamiento o incrustación), y se bombeará al banco de membranas por medio de una bomba centrífuga. La solución pasará a través de un filtro de cartuchos antes de ser alimentada al banco de membranas y se recirculará por espacio 45 a 60 minutos. Después de la limpieza, las membranas se enjuagarán y el sistema de OI entrará en servicio de nuevo. La unidad CIP también se utilizará para realizar los enjuagues con agua de permeado cada vez que el primer paso salga fuera de operación. Este enjuague ayudará a desalojar el agua salada dentro del banco de membranas y con ello prevenir una post-precipitación de sales. El enjuague estará programado en el tablero de control y se realizará automáticamente.

Condiciones de operación de cada tren

PPM del Influente 36,000 mg/l

Flujo de alimentación: 752 m^3/día

Flujo de permeado: 300 m^3/día

Flujo de rechazo: 452 m^3/día

Recuperación: 40-45%

Arreglo 5 recipientes con 4 membranas c/u

Concentración de cloro libre permitido 0 ppm

Descripción general

PRE-TRATAMIENTO: Sistemas de filtros multimedia con válvulas manuales

EQUIPOS DE BOMBEO: Equipo de bombeo de alta presión con recuperador de energía (Turbocargador) y Bomba de alimentación.

SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA: Filtro pulidor, Recipientes de presión y membranas de desalinización

DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUIMICOS: Regulación de antiincrustante, cloro y ajuste de pH.

TABLEROS DE CONTROL: Control y manejo de todo el sistema con sensores de flujo, conductividad, pH, entre otros.

SISTEMA DE ENJUAGE Y LAVADO DE MEMBRANAS: Limpieza para preservar la vida útil del sistema. Mejora el rendimiento por incrustaciones orgánicas y/o inorgánicas en base a recirculación de productos químicos.

ESTRUCTURA: Estructura en Acero inoxidable 316, cabezales de alta presión en Acero Superduplex, cabezales de baja presión en PVC Ced.80.

RESUMEN	
Pre-Tratamiento	Sistema de filtración con media filtrante Turbidex
Equipos de Bombeo	Fedco 75 HP SuperDuplex con Recuperador de Energia. Bomba alimentación Amco 10 HP
Osmosis Inversa	20 membranas Hydranautics para agua de mar y 5 recipientes de presión a 1200 psi
Dosificacion	Dos Dosificadoras para anti-incrustante y ajuste de pH
Tablero de Control	Allen Bradley con protección del sistema
CIP	Bomba Xylem 10 HP, filtro pulidor y tanque de almacenamiento de 200gal
Estructura	Acero inoxidable 316, cabezales de alta presión en SuperDuplex, y cabezales de baja presión en PVC Ced.80

PRE-TRATAMIENTO (Por Tren)

Tanque de Almacenamiento de Agua cruda

Tanque	Rotoplas
Cantidad	Uno (1)
Volumen	10 m^3
Material	Polipropileno Tricapa
Conector Inferior Banjo 3"	Dos (2)
Transmisor de Presión Jumo	Uno (1)

TURBIDEX

Filtro turbidex marca Impel de operación automática, para eliminación de partículas mayores a 5 micras.

Tanque	Dos (2)
Marca	Pentair
Material del tanque	Fibra de vidrio
Medida	42"⌀ 72" de altura
Válvulas manuales	Cinco (5) por tanque
Alimentación/ Servicio	Dos (2) en 3" por tanque
Retrolavado	Dos (2) en 3" por tanque
Enjuague	Una (1) en 3" por tanque
Válvula manual para dren	Una (1) de 2" por tanque
Manómetros	Dos (2) por columna
Transmisor de presión	Dos (2) por columna
Difusor superior	Uno (1)
Difusor inferior	Uno (1)
Manómetro	Dos (2)
Media filtrante	Turbidex
Cantidad	56 pies cúbicos
Gravilla ¼"	12 pies cúbicos

EQUIPOS DE BOMBEO (Por Tren)

BOMBA DE ALIMENTACIÓN

Marca	Amco
Tipo	Centrifuga
Modelo	ZC2-2X1.5
HP	10
Voltaje	440 VCA
Fases	3
Variador de Frecuencia	XYLEM
Manómetro	0-100 psi
V. Mariposa succión y Descarga	4"
Válvula Check descarga	4"
Transmisor de Presión	0-100 psi
Skid	SS316
Tablero de control de Bomba	Incluido

BOMBA ALTA PRESIÓN

Cantidad	
Marca	Una (1)
Modelo	FEDCO
Motor	MSS
Tipo	50 hp 440v, 60hz
Trifásica	Multietapas
Material de construcción	440 Volts
Turbo cargador	Acero inoxidable Dúplex
Material de construcción	HPB 30
	Acero inoxidable Dúplex

RECUPERADOR DE ENERGÍA

Turbo cargador	HPB 30
Material de construcción	Acero inoxidable Dúplex

SISTEMA DE ÓSMOSIS INVERSA (Por Tren)

FILTRO PULIDOR

Cantidad	Dos (2)
Marca	Pentaire
Modelo	Hayward CT-FLV4P2S20T4VS
Conexión de entrada y salida	3" NPT
Material	Polipropileno
Numero de cartuchos	1 Pza.
Tipo	Bolsa
Material	Microfibra de polipropileno
Retención	5 micras
Presión de diseño	150 Psi

VÁLVULA AUTOMATICA ALIMENTACIÓN, RECHAZO Y PERMEADO

Cantidad	Tres
Tipo	Mariposa
Diámetro	3"
Material	PVC
Operación	Automática

VÁLVULA AUTOMATICA AUTO INUNDACIÓN Y RETORNO A CIP

Cantidad	Dos
Tipo	Mariposa
Diámetro	3"
Material	PVC
Operación	Automática

MEMBRANAS DE ÓSMOSIS INVERSA

Cantidad	VEINTE (20)
Marca	Hydranautics ó LG
Modelo	SWC5
Material	Poliamida TFC
Configuración	Espiral
Diámetro	8"
Longitud	40"

RECIPIENTES DE PRESIÓN

Cantidad	Cinco
Marca	Codeline o similar
Modelo	80S10-6
Material	Fibra de vidrio
Presión de diseño	1200 Psi

DOSIFICACIÓN DE PRODUCTOS QUÍMICOS (Por Tren)

En base al tipo de sales presentes en el agua, la dosificación sera entre 3 y 5 ppms. Dosificación para antiincrustante, y ajuste de pH

Equipo de dosificación	Dos
Marca	IWAKI
Modelo	EJ (ON/OFF)
Alimentación electrica	110V 50/60 Hz
Capacidad	0.3GPH
Tanque de dia	Inlcuido
Material	Polietileno
Capacidad	35 gal

TABLEROS DE CONTROL (Por Tren)

Controlador	PLC
Marca	Allen Bradley
Modelo	Micrologix 850
Pantalla	Una
Modelo	Panel View 10"
Fuente de poder	Allen Bradley
Gabinete	Nema 4x
Código	Rittal
Manometros de presión	Inlcuido
Transmisor de baja presión	Inlcuido
Transmisor de alta presión	Inlcuido
Alarmas audibles	Inlcuido
Contacto señal de nivel de tanque	Inlcuido
Contacto bombas dosificadoras	Inlcuido
Configuración y programación	Arranque y paro de la bomba
Ingeniería	Activación de bombas dosificadoras
Funciones a Controlar	Apertura de válvula de entrada
	Paro por baja presión
	Paro por alta presión
	Paro por sobrecarga de motor
	Paro por bajo nivel de quimicos

INSTRUMENTACIÓN

Sensor de flujo	Dos
Marca	GF Signet
Modelo	3-2537-6C-P1
Sensor de conductividad	Dos
Marca	GF Signet
Modelo	3 2850

SISTEMA DE ENJUAGE Y LAVADO DE MEMBRANAS (Por Tren)

Cantidad	Uno (1)
Tanque	Uno (1)
Capacidad	200 gal
Material	PEAD
Bomba	Una (1)
Marca	Xylem
Modelo	5SH
Potencia	10 HP
Flujo	440 gpm
Presión	50 psi
Filtro Pulidor	Dos (2)
Marca	Hayward
Modelo	CT-FLT4202
Estructura	Incluida
Válvulas Manuales	Seis (6) tipo mariposa
Marca	Incluido
Serie	Serie 20
Partes Húmedas	PVC

Bomba de Envío agua permeada

Marca	Goulds
Tipo	Centrifuga
Modelo	10 SH
HP	7.5
Voltaje	440 VCA
Fases	3
Variador de Frecuencia	XYLEM
Manómetro	0-100 psi
V. Mariposa succión y Descarga	3"
Válvula Check descarga	3"
Transmisor de Presión	0-100 psi
Skid	SS316
Tablero de control de Bomba	Incluido

ESTRUCTURA

Estructura

Material	Acero inoxidable 316
Acabado	Con Laca
Rejilla	Irving
Material	Fibra de vidrio

Cabezales de Alta Presión

Material	SS2205
Diámetros	3"

Cabezales de Baja Presión

Material	PVC Ced 80
Diámetros	3"

- ***Pozos***

Para el proyecto se considera la instalación: 2 pozos de extracción de agua salobre; 2 pozos de inyección de agua de rechazo de la Planta de Ósmosis Inversa (POI); 1 pozo de inyección de agua tratada de la Planta de Tratamiento de aguas Residuales (PTAR); y 185 pozos pluviales. Esto se determinó con base en el Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio.

El proyecto utilizará agua subterránea del acuífero en su fase salobre (SDT mayor a 2,500 ppm), mientras que para el rechazo de la planta de ósmosis inversa el cuerpo receptor serán los horizontes profundos del acuífero en su fase salina con una concentración de SDT de agua de mar. Con base en los resultados obtenidos en el estudio geohidrológico, se tiene una buena capacidad de aporte de agua subterránea para el proyecto de los pozos de abastecimiento de agua salobre para el desarrollo, el cual se estima del balance de pérdidas y ganancias se tiene que fluye bajo el predio un gasto o caudal de aproximadamente 184 m^3/día; lo

que equivale a un volumen por metro de 335 litros en un espesor de 10 metros, equivalente a 2.1 lps en tránsito hacia el mar por metro.

El consumo calculado con base al número de llaves y la capacidad de la PTAR proyectada para la operación del proyecto se estima un consumo de agua salina con una concentración mayor a 2,500 ppm de SDT y menor a 15,000 ppm de SDT tratada por la ósmosis inversa de 5.31 litros por segundo y generará una descarga de agua residual de 4.51 litros por segundo que será tratada por la PTAR.

Considerando los cálculos realizados, se propone el establecimiento de 5 pozos: 2 para extracción de agua salobre y salina, 2 para inyección de agua de rechazo y 1 para inyección de agua tratada.

Tabla II.82. Coordenadas de ubicación de los pozos propuestos.

PV	Zona 16Q	
	UTM-X	UTM-Y
PEXT-OI-1	482901	2272609
PEXT-OI-2	482933	2272568
Piny-RECH OI-1	483008	2272474
Piny-RECH OI-2	483056	2272417
Piny-PTAR	483102	2272359

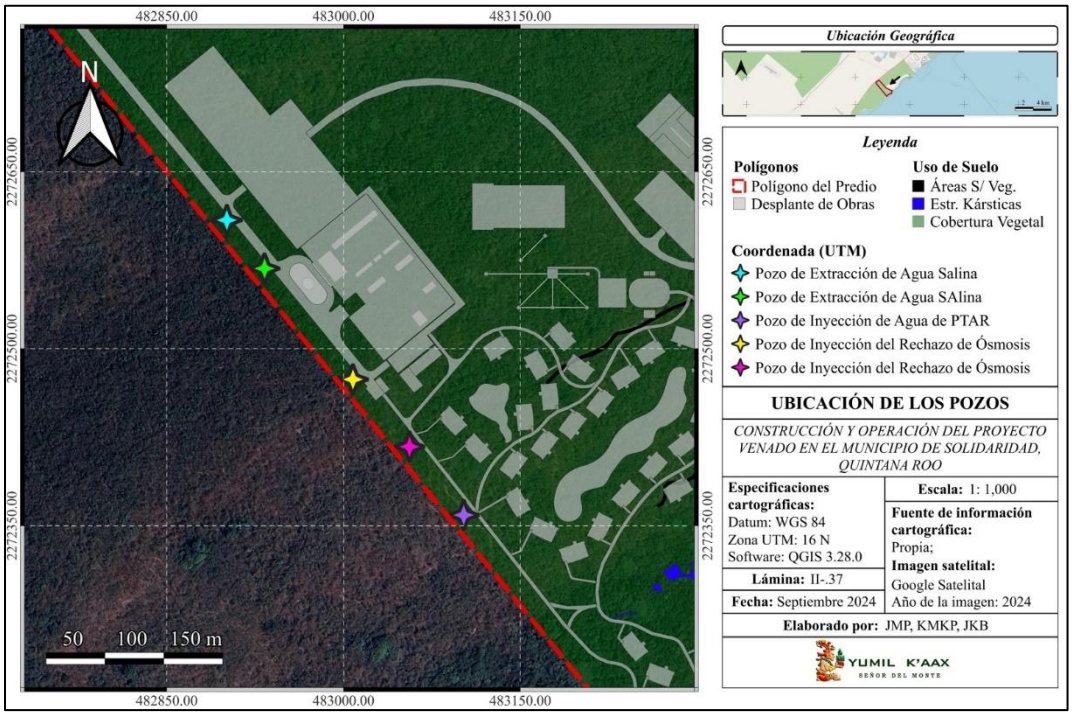


Lámina II.36. Ubicación de los pozos de abastecimiento e inyección.

Pozos de extracción de agua salobre

El criterio principal para la definición del diseño de los pozos de extracción es la concentración de sólidos totales disueltos en el agua subterránea la cual debe de estar en un rango entre 2,500 mg/l y 15,000 mg/l clasificada como agua de tipo salobre quedando exenta de pago según se estipula en la Ley Federal de Derechos de Agua. Otro de los criterios consiste en la capacidad del acuífero de ser explotado según los volúmenes de agua requeridos por el proyecto.

Según los resultados de los perfiles de Sólidos Totales Disueltos, existen en el acuífero un espesor reducido de agua dulce-salobre de apenas 5 metros en las zonas más alejadas de la línea de costa con valores entre 2,500 y 10,000 ppm de sólidos totales disueltos. Por lo anterior se propone que los dos pozos de extracción de agua para la planta de ósmosis inversa sean de 15 m de profundidad aislando los primeros 10 m con tubería de PVC de 12" de diámetro y sello de cemento en la base con un horizonte de extracción de los 5 m hasta los 15 m esperando extraer agua con concentraciones de sólidos totales disueltos entre 10,000 y 15,000ppm de sólidos disueltos totales (SDT).

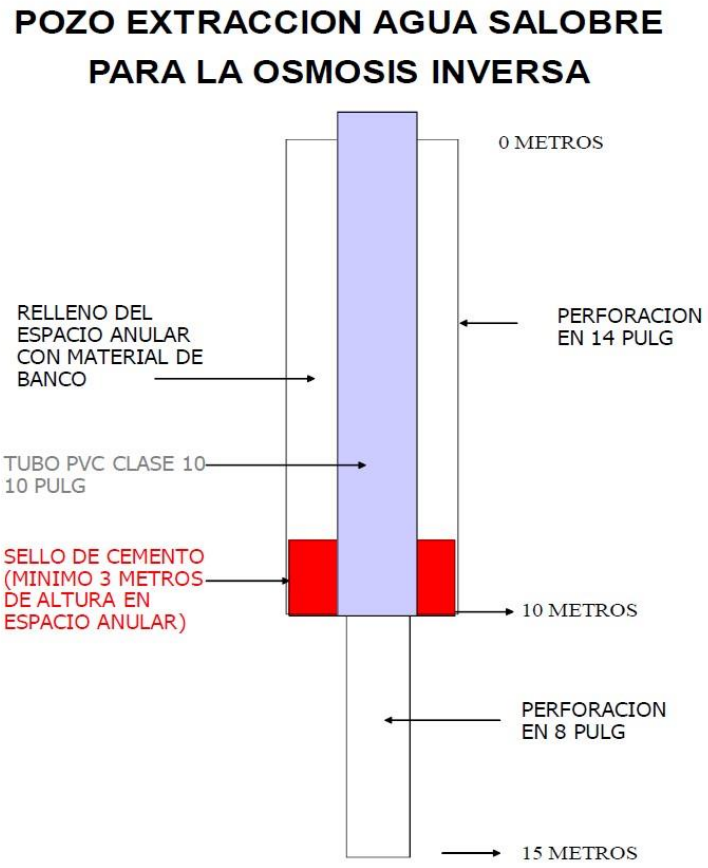


Figura II.49. Diseño de los pozos de extracción de agua.

Pozos de agua rechazo

El criterio principal para la definición del diseño de los dos pozos de rechazo de la planta de ósmosis inversa es que el efluente sea descargado en el manto de agua salina con una concentración de sólidos totales disueltos mayores a 32,000 mg/l.

Según los resultados de los perfiles de Sólidos Disueltos Totales, a partir de los 20 m de profundidad el agua del acuífero contiene 32,000 ppm de sólidos totales disueltos asociado a la presencia de agua marina. Por lo anterior y tomando un criterio precautorio se propone el diseño de los pozos para rechazo de ósmosis inversa a una profundidad total de 45 m aislando los primeros 30 m con tubería de PVC de 12" de diámetro para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce-salobre y con la cámara de absorción entre los 30 m y 45 m.

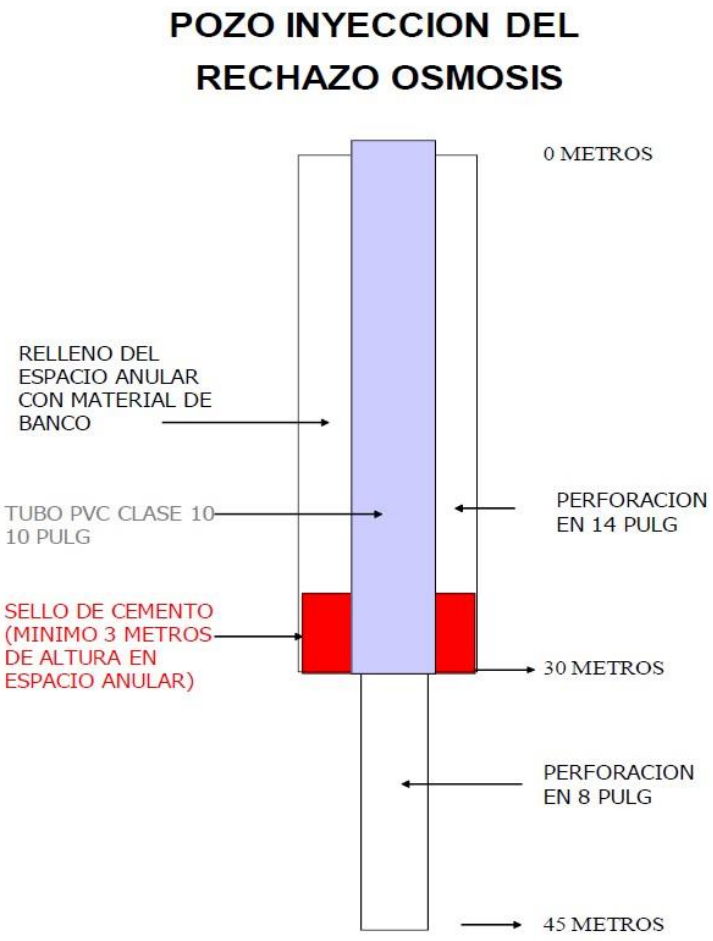


Figura II.50. Diseño de los pozos de inyección de agua de rechazo.

Pozo de inyección de excedente de aguas residuales

El criterio principal para el diseño del pozo de inyección del agua tratada por la PTAR es que el efluente sea descargado en el manto de agua salina con una concentración de sólidos totales disueltos mayores a 32,000 mg/l, en donde el agua sea desalojada por debajo de 80 metros de profundidad al ser construidos con un sello de concreto a base de lechada de cemento y agua que será retenido por un escalón de diámetro mayor para evitar que el agua suba hacia el acuífero superior. El volumen de agua depositado por gravedad entre 80 y 120 metros de profundidad se quedará ahí por efecto de la presión.

A esa profundidad se tienen 8 Kg/cm^2 (equivalente a una columna de agua de 80 metros) como mínimo, misma que ningún ser vivo soporta. El agua a esa profundidad es salada, pesa más que el agua dulce y es altamente bactericida, por lo que servirá como protección para evitar que algún organismo patógeno pueda sobrevivir.

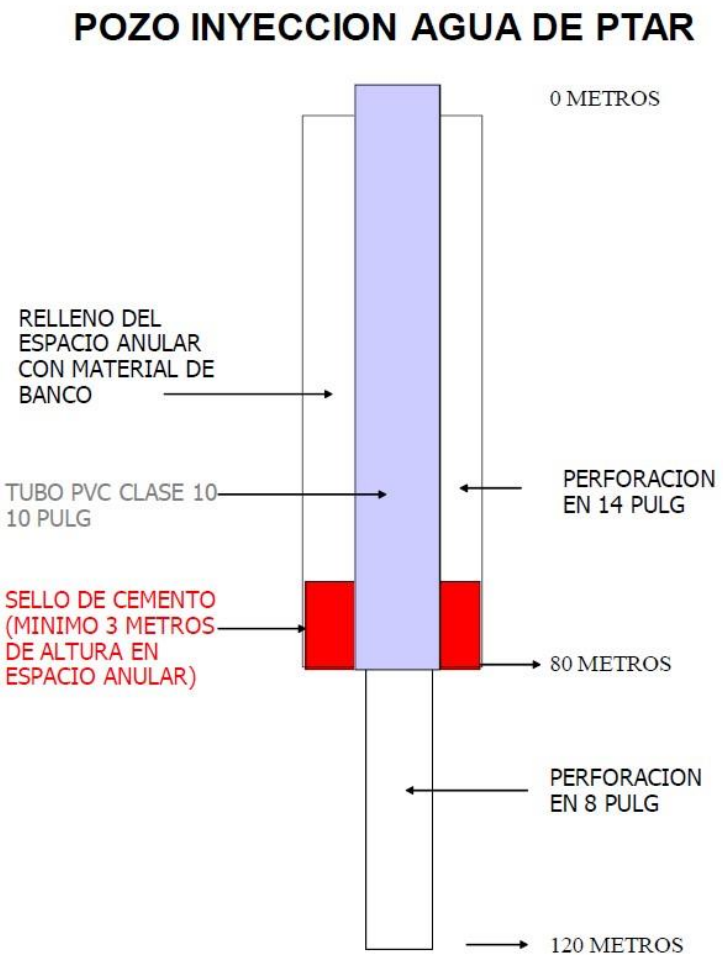


Figura II.51. Diseño del pozo de inyección de agua tratada.

La perforación y construcción de los pozos de abastecimiento e inyección, se realizará con una maquinaria empleada para la perforación tipo Core Drill Airmobil neumática de martillo, que emplea aire como mecanismo de perforación y acción neumática. Esta perforadora es de tipo wagon drill, con dos ruedas neumáticas para su traslado. Se seleccionará esta perforadora debido a que sus dimensiones y peso son mucho menores que los de una perforadora montada sobre camión; esta máquina tiene dimensiones de 1300 mm de ancho por 3560 mm de alto y un peso de 430 kg, la máquina tiene la capacidad de perforar hasta 50 metros. Se optará por este tipo de máquina buscando tener el menor impacto posible con el medio que rodea el área de estudio, evitando dañar la flora y fauna de los alrededores. Además, sus dimensiones permiten tener acceso a un mayor número de sitios óptimos para la perforación, con base en los resultados de la tomografía eléctrica.

El aire será suministrado por un compresor portátil Ingersoll Rand marca John Deere con una capacidad de hasta 375 PSI sostenibles, separado de la máquina de perforación. Al igual que la máquina de perforación, este compresor cuenta con dimensiones pequeñas las cuales se adaptaban perfectamente a las condiciones del área cumpliendo con el objetivo planteado de tener la menor interacción posible con el medio ambiente.

Una vez concluida la perforación exploratoria de cada pozo se continuará con la etapa de instalación del ademe, instalando inmediatamente tubería de PVC, además se dejará 1 metro de tubería lisa que sobresale a la superficie en cada pozo haciendo la función de brocal.

Pozos pluviales

La captación de agua de lluvia se llevará a cabo en la azotea de las edificaciones, las cuales contarán con una pendiente no menor del 2% que favorecerá el movimiento del agua hacia un punto de recogida, el cual contará con rejillas y trampas de sedimento, al cual se le dará mantenimiento periódico para evitar que algún residuo obstruya el sistema de captación. El agua así recibida será conducida, mediante ductos que se encontrarán entre las instalaciones de los edificios. De manera original, se consideró dirigir el agua hacia las áreas verdes considerando que el agua no acarreará ningún residuo o contaminante, con esto, este volumen de agua se regresa al sistema para su incorporación al acuífero. Sin embargo, se considera captar esta agua y almacenarla en las cisternas para ser aprovechada en el riego de las áreas verdes del Proyecto.

Respecto al agua pluvial en las áreas abiertas, se realiza la propuesta de establecer **185 pozos pluviales**, esto con base en los cálculos e información presentada en el **Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto** (incluido en anexos). En dicho estudio se incluye el apartado 7. Hidrología urbana, el cual contempla la información técnica que sustenta la cantidad, ubicación y diseño de los pozos pluviales propuestos, por medio de la determinación de las

caudales generados por efecto de precipitaciones en el predio de estudio, así como la cuantificación de los pozos pluviales requeridos para el desalojo de las aguas pluviales.

Se entiende que cuando ocurre una lluvia, las áreas donde el agua impacta genera escurrimientos que son captados por estructuras de captación (coladeras, rejillas) que posteriormente son dirigidas por las estructuras de conducción, como son bajantes y colectores, hacia las estructuras de disposición final que en este caso corresponden a pozos absorción. Estas superficies son las áreas tributarias que captan las precipitaciones y son dirigidas hacia las estructuras de absorción.

Para la facilitar el cálculo de los caudales pluviales generados en el predio, y para cuantificar y ubicar de los pozos pluviales de forma más eficiente, se decidió dividir el predio en 12 zonas (incluidas en el estudio). A cada zona se le ha asignado un identificad para facilitar su ubicación y control del caudal que se generan en ellas. Cada una de las zonas de control se encuentran conformados por distintas áreas tributarias de diferentes materiales. Se entiende que la lluvia no impacta de la misma forma en todas las áreas tributarias, esto debido a la ubicación y a las cubiertas de las mismas. Por ejemplo, los balcones de los diferentes niveles se encuentran protegidos por los balcones de los niveles superiores, mientras que las azoteas no tienen ningún tipo de protección.

Para el cálculo de los caudales pluviales se tomó en cuenta la exposición del área tributaria a la lluvia. Se ha determinado que las azoteas, las terrazas sin cubiertas, áreas verdes, asoleaderos y pavimentos tienen una exposición de 100% de la lluvia; los balcones y terrazas techados tendrán una exposición del 30% de la lluvia. Con respecto a las piscinas y espejos de agua, se determina un 100% de exposición, sin embargo, estas áreas tributarias han quedado fuera del cálculo de caudales, ya que se entiende que estas áreas de captación tendrán su propio sistema independiente de depuración y control.

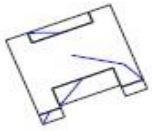
Una vez definidas las áreas tributarias, las intensidades escurrimiento para cada zona se puede calcular el gasto de diseño drenado en cada área tributaria. Este gasto calculado pertenece al gasto esperado en el punto de concentración de cada cuenca pasado el tiempo de concentración de anterioridad). En el instante en que se alcanza dicho gasto toda la cuenca está aportando agua hacia su punto más bajo, por lo que sería el gasto pico o máximo alcanzado durante un evento de determinada intensidad.

Empleando la fórmula del método racional americano se calculan los caudales generados en cada una de las áreas tributarias de cada una de las zonas de la infraestructura proyectada en predio.

Para facilitar los cálculos, se prepararon tarjetas de cálculos unitarios para el drenaje de los edificios tipo (metodología similar al análisis de costos unitarios). En las hojas de cálculo, que fueron realizadas en Excel, se realizan todas las operaciones considerando los datos de entrada: cantidad de elementos, coeficiente de

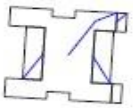
escurrimiento, longitud del recorrido del agua, área de captación, porcentaje de exposición, y pendiente de la cuenca. Y se obtienen los datos de salida: tiempo de concentración; intensidad de la lluvia utilizando los Bell y Cheng para períodos de retorno de 5, 10 y 100 años; el caudal pico para los mismos períodos de retorno; y finalmente se determina el número de pozos de absorción para tales períodos de retorno, considerando que un pozo puede absorber un caudal de 25 lps, lo cual es tan solo una aproximación, pues desde luego que dependiendo de la zona un pozo podrá absorber más gasto o menos gasto, para lo cual se requiere realizar pruebas de absorción en el campo.

Tarjeta de cálculos unitarios



Residencia 3 recámaras

PUNTA VENADO, TORTUGAS. TARJETA DE CÁLCULOS UNITARIOS.												Intensidad (mm/hr)			CAUDAL (lps)			NÚMERO DE POZOS DE 25 lps		
ZONA	DESCRIPCIÓN	SUB ZONA	CANTIDAD	TIPO DE SUPERFICIE	COEF. DE ESCURRIMIENTO	LONGITUD (m)	AREA (m2)	EXPOSICION	PENDIENTE (adim.)	T. conc. (min.) Federal Aviation Admin.	TR 5 AÑOS Modelo Bell	TR 10 AÑOS Modelo Bell	TR 100 AÑOS Modelo Cheng	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS
Residencia de 2 niveles y 3 recámaras																			
		Residencia 3 rec.	1	Concreto	0.85	16.83	364.01	1.00	0.01	3.37	240	284	561	20.6	24.4	48.2	0.82	0.98	1.93
		Terraza	1	Concreto	0.85	8.32	63.00	1.00	0.02	1.88	245	290	642	3.6	4.3	9.6	0.15	0.17	0.38
		Terraza	1	Concreto	0.85	7.47	36.41	1.00	0.02	1.78	242	287	649	2.1	2.5	5.6	0.08	0.10	0.22
		Terraza	1	Concreto	0.85	3.46	12.00	1.00	0.02	1.21	191	226	690	0.5	0.6	2.0	0.02	0.03	0.08
		Terraza	1	Concreto	0.85	3.46	12.00	1.00	0.02	1.21	191	226	690	0.5	0.6	2.0	0.02	0.03	0.08
																SUMA	1.10	1.30	2.69



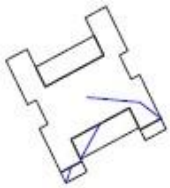
Residencia 4 recámaras, tipo 1

PUNTA VENADO, TORTUGAS. TARJETA DE CÁLCULOS UNITARIOS.												Intensidad (mm/hr)			CAUDAL (lps)			NÚMERO DE POZOS DE 25 lps		
ZONA	DESCRIPCIÓN	SUB ZONA	CANTIDAD	TIPO DE SUPERFICIE	COEF. DE ESCURRIMIENTO	LONGITUD (m)	AREA (m2)	EXPOSICION	PENDIENTE (adim.)	T. conc. (min.) Federal Aviation Admin.	TR 5 AÑOS Modelo Bell	TR 10 AÑOS Modelo Bell	TR 100 AÑOS Modelo Cheng	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS
Residencia de 2 niveles y 4 recámaras, tipo 1																			
		Residencia 4 rec.	1	Concreto	0.85	16.83	402.01	1.00	0.01	3.37	240	284	561	22.8	26.9	53.2	0.91	1.08	2.13
		Terraza	1	Concreto	0.85	8.32	63.00	1.00	0.02	1.88	245	290	642	3.6	4.3	9.6	0.15	0.17	0.38
		Terraza	1	Concreto	0.85	8.32	63.00	1.00	0.02	1.88	245	290	642	3.6	4.3	9.6	0.15	0.17	0.38
		Terraza	1	Concreto	0.85	3.46	12.00	1.00	0.02	1.21	191	226	690	0.5	0.6	2.0	0.02	0.03	0.08
		Terraza	1	Concreto	0.85	3.46	12.00	1.00	0.02	1.21	191	226	690	0.5	0.6	2.0	0.02	0.03	0.08
																SUMA	1.25	1.47	3.05



Residencia 4 recámaras, tipo 2

PUNTA VENADO, TORTUGAS. TARJETA DE CÁLCULOS UNITARIOS.												Intensidad (mm/hr)			CAUDAL (lps)			NÚMERO DE POZOS DE 25 lps		
ZONA	DESCRIPCIÓN	SUB ZONA	CANTIDAD	TIPO DE SUPERFICIE	COEF. DE ESCURRIMIENTO	LONGITUD (m)	AREA (m2)	EXPOSICION	PENDIENTE (adim.)	T. conc. (min.) Federal Aviation Admin.	TR 5 AÑOS Modelo Bell	TR 10 AÑOS Modelo Bell	TR 100 AÑOS Modelo Cheng	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS
Residencia de 2 niveles y 4 recámaras, tipo 2																			
		Residencia 4 rec.	1	Concreto	0.85	15.43	256.80	1.00	0.01	3.22	242	286	568	14.7	17.3	34.4	0.59	0.69	1.38
		Terraza	1	Concreto	0.85	4.42	19.50	1.00	0.02	1.37	214	253	678	1.0	1.2	3.1	0.04	0.05	0.12
		Terraza	1	Concreto	0.85	4.42	19.50	1.00	0.02	1.37	214	253	678	1.0	1.2	3.1	0.04	0.05	0.12
																SUMA	0.67	0.79	1.63



Residencia 5 recámaras

PUNTA VENADO, TORTUGAS. TARJETA DE CÁLCULOS UNITARIOS.											Intensidad (mm/hr)			CAUDAL (lps)			NÚMERO DE POZOS DE 25 lps		
ZONA	DESCRIPCIÓN	SUB ZONA	CANTIDAD	TIPO DE SUPERFICIE	COEF. DE ESCURRIMIENTO	LONGITUD (m)	AREA (m2)	EXPOSICION	PENDIENTE (adim.)	T. conc. (min.) Federal Aviation Admin.	TR 5 AÑOS Modelo Bell	TR 10 AÑOS Modelo Bell	TR 100 AÑOS Modelo Cheng	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS
Residencia de 2 niveles y 5 recámaras																			
		Residencia 5 rec.	1	Concreto	0.85	16.83	402.01	1.00	0.01	3.37	240	284	561	22.8	26.9	53.2	0.91	1.08	2.13
		Terraza	1	Concreto	0.85	8.32	63.00	1.00	0.02	1.88	245	290	642	3.6	4.3	9.6	0.15	0.17	0.38
		Terraza	1	Concreto	0.85	8.32	63.00	1.00	0.02	1.88	245	290	642	3.6	4.3	9.6	0.15	0.17	0.38
		Terraza	1	Concreto	0.85	3.46	12.00	1.00	0.02	1.21	191	226	690	0.5	0.6	2.0	0.02	0.03	0.08
		Terraza	1	Concreto	0.85	3.46	12.00	1.00	0.02	1.21	191	226	690	0.5	0.6	2.0	0.02	0.03	0.08
																SUMA	1.25	1.47	3.05



Suite pair 1 recámara

PUNTA VENADO, TORTUGAS. TARJETA DE CÁLCULOS UNITARIOS.											Intensidad (mm/hr)			CAUDAL (lps)			NÚMERO DE POZOS DE 25 lps		
ZONA	DESCRIPCIÓN	SUB ZONA	CANTIDAD	TIPO DE SUPERFICIE	COEF. DE ESCURRIMIENTO	LONGITUD (m)	AREA (m2)	EXPOSICION	PENDIENTE (adim.)	T. conc. (min.) Federal Aviation Admin.	TR 5 AÑOS Modelo Bell	TR 10 AÑOS Modelo Bell	TR 100 AÑOS Modelo Cheng	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS
Suite pair de 1 recámara																			
		Suite pair	1	Concreto	0.85	13.15	211.65	1.00	0.01	2.98	245	290	580	12.3	14.5	29.0	0.49	0.58	1.16
		Escaleras	1	Concreto	0.85	13.15	18.63	1.00	0.01	2.98	245	290	580	1.1	1.3	2.5	0.04	0.05	0.10
																SUMA	0.53	0.63	1.26



Suite pair 1 recámara +

PUNTA VENADO, TORTUGAS. TARJETA DE CÁLCULOS UNITARIOS.											Intensidad (mm/hr)			CAUDAL (lps)			NÚMERO DE POZOS DE 25 lps		
ZONA	DESCRIPCIÓN	SUB ZONA	CANTIDAD	TIPO DE SUPERFICIE	COEF. DE ESCURRIMIENTO	LONGITUD (m)	AREA (m2)	EXPOSICION	PENDIENTE (adim.)	T. conc. (min.) Federal Aviation Admin.	TR 5 AÑOS Modelo Bell	TR 10 AÑOS Modelo Bell	TR 100 AÑOS Modelo Cheng	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS	TR 5 AÑOS	TR 10 AÑOS	TR 100 AÑOS
Suite pair de 1 recámara +																			
		Suite pair +	1	Concreto	0.85	14.90	304.56	1.00	0.01	3.17	243	287	570	17.4	20.6	41.0	0.70	0.83	1.64
		Escaleras	1	Concreto	0.85	14.90	25.41	1.00	0.01	3.17	243	287	570	1.5	1.7	3.4	0.06	0.07	0.14
																SUMA	0.76	0.89	1.78

En el ***Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto Venado*** se presentan los cálculos de drenaje pluvial por zonas del predio, tomando como base el Diseño del proyecto. Y considerando el número de pozos calculado para un período de retorno de 10 años en cada subzona, estos fueron sembrados (o proyectados) en un plano de AutoCad, numerándolos y extrayéndoles sus coordenadas UTM de la zona 16Q.

A continuación, se presenta un resumen del número de pozos por zonas, para un período de retorno de 10 años. El cálculo del número de pozos para todas las construcciones del predio da 170, pero al sembrarlos (o proyectarlos) en AutoCad para cada obra de construcción, este número asciende a un total de 185 pozos, debido a redondeos.

Tabla II.83. Resumen de pozos propuestos por zona.

Zona	Número de pozos calculados	Número de pozos proyectados
1	0	0
2	16	17
3	54	55
4	10	10
5	19	20
6	8	8
7	9	9
8	14	16
9	13	15
10	0	0
11	15	17
12	12	18
Total	**170**	**185**

En conclusión, se propone la construcción de 185 pozos pluviales para cubrir las obras y superficie aprovechada del proyecto.

Diseño de pozos pluviales

Del análisis a los estratos del subsuelo a través de los sondeos controlados, los registros de los videos de pozos y de las pruebas hidráulicas, se definió el diseño final de los pozos de drenaje pluvial del proyecto. Este diseño contempla sellar los primeros 12 m del subsuelo con tubería PVC de 10" de diámetro y sello de cemento en la base. La zona de absorción o zona libre sería de los 12 m hasta los 24 m de profundidad.

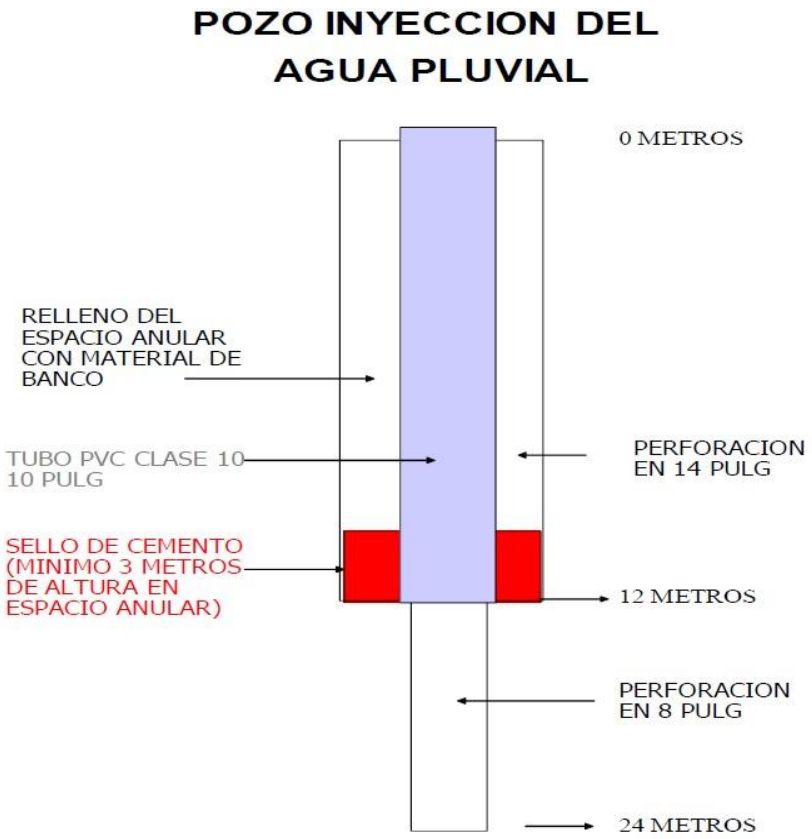


Figura II.52. Diseño de los pozos pluviales propuestos.

- **Paneles solares**

De acuerdo con el criterio CE-38 del POEL Solidaridad establece que *El suministro parcial de energía eléctrica se deberá llevar a cabo de manera alternativa (Hidrógeno, gas natural, biogás, solares, eólicos, mareomotrices o de otro tipo no contaminante) al menos en un porcentaje igual al 10 % del consumo proyectado el desarrollo.* Para dar cumplimiento a lo dispuesto en el criterio CE-38, para el proyecto se obtendrá un suministro parcial con paneles solares, ya que la única fuente alternativa que aplica para el estado de Quintana Roo al día de hoy es la utilización de celdas o paneles solares para convertir la radiación solar en energía eléctrica.

Los paneles solares se ubicarán en el estacionamiento principal adjunto al edificio BOH (Área de servicios generales) ya que se busca que estos sean la fuente que provea energía eléctrica de este edificio. Se colocará una estructura con pergolado de madera para proteger los vehículos del sol y sobre de esta estructura se colocarán los paneles los cuales pasarán desapercibidos por la gente. Los primeros se colocarán al inicio de la operación del BOH, el resto de acuerdo a las necesidades de la operación. Se estima que las celdas solares, las cuales se considera que trabajen conectadas a la red de servicio normal de la compañía suministradora

de energía eléctrica, tendrán una generación inicial de 136.16 kW mediante la instalación de 296 panel solares de 460 W y una revisión futura de 204.23 kW con 444 paneles adicionales, esta última será con base en los requerimientos del cliente.

Entonces, para el diseño actual del proyecto propuesto se instalará un total de 296 paneles solares de la marca, Q. PEAK DUO XL-G9.3, 460W, con potencia total de 136.16 KW. El proceso de conversión de energía es un proceso "limpio", de acuerdo con la Agencia Europea de medio Ambiente (AEMA). El 95 % de los componentes de los materiales empleados en la fabricación de los paneles solares son reciclables, como el acero, aluminio, cobre, hierro fundido, hormigón, hay otros considerados materias primas críticas como el neodimio, praseodimio, boro, disprosio y niobio, hay otros componentes que son materiales peligrosos y se vuelven residuos peligrosos, por mencionar algunos está el plomo, estaño, cadmio, cobalto o níquel empleados en los componentes electrónicos o baterías; al final de su vida útil no es redituable su separación por no existir procesos prácticos o económicos para hacerlo, por eso se enviarán a sitios de disposición final autorizados.

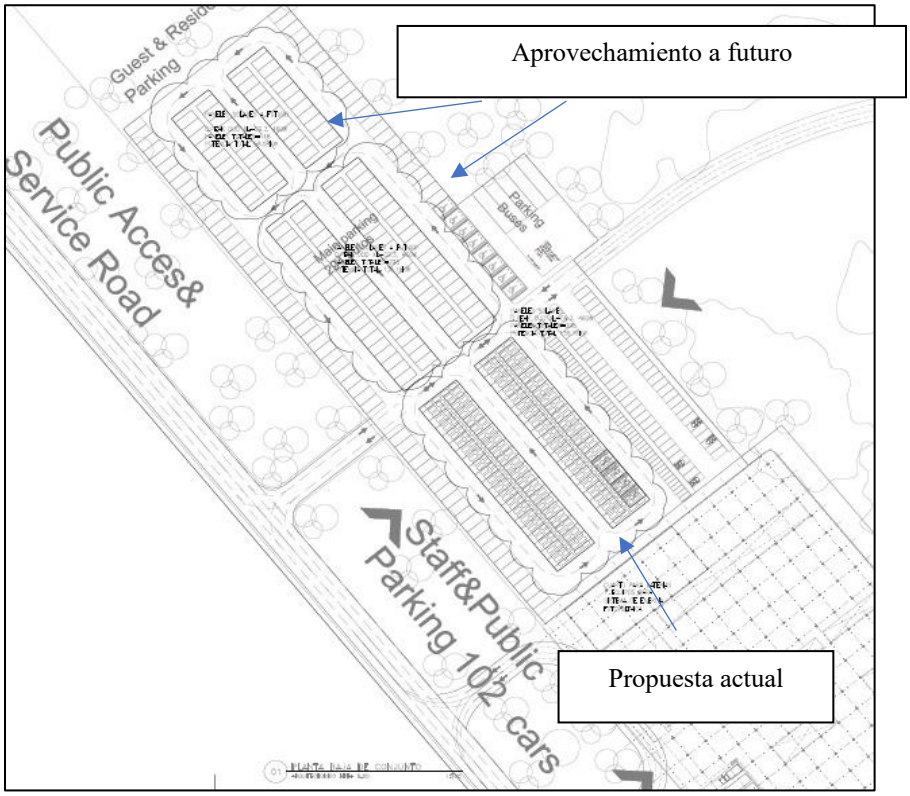


Figura II.53. Distribución de paneles solares en techo de estacionamiento principal.

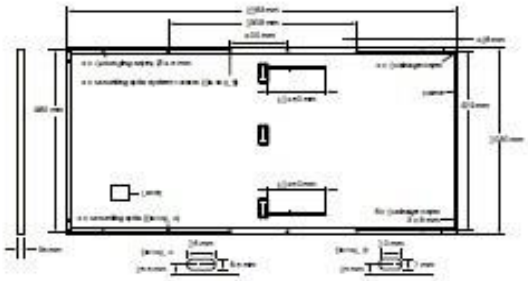
Tabla II.84. Coordenadas de referencia de la ubicación de los paneles solares.

PV	X	Y
1	482927.8	2272642.56
2	482937.49	2272650.45
3	482973.51	2272606.23
4	482963.83	2272598.4
5	482927.8	2272642.56
6	482942.14	2272654.25
7	482951.82	2272662.15
8	482987.84	2272617.92
9	482978.16	2272610.1
10	482942.14	2272654.25



MECHANICAL SPECIFICATION

Format	2163mm × 1030mm × 35mm (including frame)
Weight	25.5kg
Front Cover	3.2mm thermally pre-stressed glass with anti-reflection technology
Back Cover	Composite film
Frame	Anodised aluminium
Cell	6 × 26 monocrystalline Q.ANTUM solar half cells
Junction box	53-101mm × 32-60mm × 15-18mm Protection class IP67, with bypass diodes
Cable	4mm² Solar cable; (+) ≥1450mm, (−) ≥1450mm
Connector	Stäubli MC4-Evo2, Hanwha Q CELLS HQC4; IP68

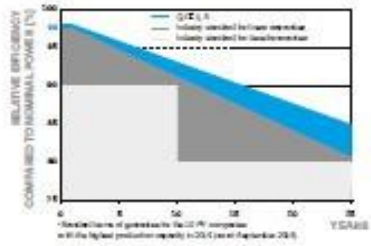


ELECTRICAL CHARACTERISTICS

POWER CLASS			440	445	450	455	460
MINIMUM PERFORMANCE AT STANDARD TEST CONDITIONS, STC[2] (POWER TOLERANCE +5W/ −0W)							
Minimum	Power at MPP[1]	P_{MPP} [W]	440	445	450	455	460
	Short Circuit Current[1]	I_{SC} [A]	10.59	10.62	10.65	10.67	10.70
	Open Circuit Voltage[1]	V_{OC} [V]	53.11	53.15	53.18	53.22	53.25
	Current at MPP	I_{MPP} [A]	10.05	10.10	10.15	10.20	10.25
	Voltage at MPP	V_{MPP} [V]	43.77	44.06	44.34	44.61	44.89
	Efficiency[1]	η [%]	≥19.7	≥20.0	≥20.2	≥20.4	≥20.6
MINIMUM PERFORMANCE AT NORMAL OPERATING CONDITIONS, NMOT[2]							
Minimum	Power at MPP	P_{MPP} [W]	329.5	333.2	337.0	340.7	344.5
	Short Circuit Current	I_{SC} [A]	8.54	8.56	8.58	8.60	8.62
	Open Circuit Voltage	V_{OC} [V]	50.08	50.12	50.15	50.18	50.22
	Current at MPP	I_{MPP} [A]	7.90	7.95	7.99	8.03	8.08
	Voltage at MPP	V_{MPP} [V]	41.69	41.93	42.17	42.41	42.64

[1] Measurement tolerances P_{MPP} ±3%; I_{SC}; V_{OC} ±5% at STC: 1000W/m², 25±2°C, AM 1.5 according to IEC 60904-3 • [2] 800W/m², NMOT, spectrum AM 1.5

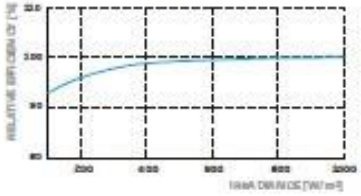
Q CELLS PERFORMANCE WARRANTY



At least 98% of nominal power during first year. Thereafter max. 0.54% degradation per year. At least 93.1% of nominal power up to 10 years. At least 85% of nominal power up to 25 years.

All data within measurement tolerances. Full warranties in accordance with the warranty terms of the Q CELLS sales organisation of your respective country.

PERFORMANCE AT LOW IRRADIANCE



Typical module performance under low irradiance conditions in comparison to STC conditions (25°C, 1000W/m²).

TEMPERATURE COEFFICIENTS

Temperature Coefficient of I_{SC}	α	[%/K]	+0.04	Temperature Coefficient of V_{OC}	β	[%/K]	−0.27
Temperature Coefficient of P_{MPP}	γ	[%/K]	−0.35	Nominal Module Operating Temperature	NMOT	[°C]	43±3

PROPERTIES FOR SYSTEM DESIGN

Maximum System Voltage	V_{SYS}	[V]	1500	PV module classification	Class II
Maximum Reverse Current	I_R	[A]	20	Fire Rating based on ANSI / UL 1703	C/TYPE 1
Max. Design Load, Push / Pull		[Pa]	3600 / 1600	Permitted Module Temperature on Continuous Duty	−40°C - +85°C
Max. Test Load, Push / Pull		[Pa]	5400 / 2400		

QUALIFICATIONS AND CERTIFICATES

IEC 61215:2016; IEC 61730:2016; This data sheet complies with DIN EN 50380.

PACKAGING INFORMATION

Number of Modules per Pallet	29
Number of Pallets per Trailer (24t)	24
Number of Pallets per 40' HC-Container (26t)	22
Pallet Dimensions (L × W × H)	2230 × 1080 × 1196mm
Pallet Weight	781kg

Note: Installation instructions must be followed. See the installation and operating manual or contact our technical service department for further information on approved installation and use of this product.

Tabla II.85. Tabla con estimado de cargas para el cálculo de paneles solares a emplear.

CLAVE DE LA SUBESTACIÓN	ZONA	SERVICIOS	CARGA INSTALADA POR UNIDAD[W]	CARGA TOTAL INSTALADA [KW]	FACTOR DE DEMANDA	DEMANDA MÁXIMA [KW]	CARGA TOTAL [KVA]	CAPACIDAD DE LA SUBESTACIÓN	FACTOR DE UTILIZACIÓN	HORAS DE USO DIARIO	ENERGÍA CONSUMIDA KWH/DIA	ENERGÍA CONSUMIDA KWH/MES	ENERGÍA CONSUMIDA MWH/AÑO
E-01	JUNGLE SUITES	19.00	3,682.50	69.97	0.70	48.98	73.86	75.00	0.98	6	293.86	8,815.91	105.79
	CUERPOS DE AGUA	1.00	25,000.00	25.00	0.70	17.50				3	52.50	1,575.00	18.90
TOTAL													
E-02	JUNGLE SUITES	11.00	3,682.50	40.51	0.70	28.36	89.84	112.50	0.80	6	170.13	5,103.95	61.25
	CUERPOS DE AGUA	3.00	25,000.00	75.00	0.70	52.50				3	157.50	4,725.00	56.70
TOTAL													
E-03	SKP3S	4.00	24,495.60	97.98	0.70	68.59	160.30	225.00	0.71	6	411.53	12,345.78	148.15
	SKP2S	1.00	17,326.40	17.33	0.70	12.13				6	72.77	2,183.13	26.20
	OBSP2S	2.00	18,930.50	37.86	0.70	26.50				6	159.02	4,770.49	57.25
	PS	1.00	12,935.60	12.94	0.70	9.05				6	54.33	1,629.89	19.56
	ALBERCAS	1.00	40,000.00	40.00	0.70	28.00				4	112.00	3,360.00	40.32
TOTAL													
E-04	SKP3S	6.00	24,495.60	146.97	0.70	102.88	239.39	300.00	0.80	6	617.29	18,518.67	222.22
	OBSP2S+S	1.00	25,711.80	25.71	0.70	18.00				6	107.99	3,239.69	38.88
	ALL DAY RESTAURANT	1.00	95,100.00	95.10	0.70	66.57				6	399.42	11,982.60	143.79
	ALBERCAS	1.00	40,000.00	40.00	0.70	28.00				4	112.00	3,360.00	40.32
TOTAL													
E-05	SKP3S	2.00	24,495.60	48.99	0.70	34.29	174.78	225.00	0.78	6	205.76	6,172.89	74.07
	OBSP2S	4.00	18,930.50	75.72	0.70	53.01				6	318.03	9,540.97	114.49
	ALBERCAS	1.00	40,000.00	40.00	0.70	28.00				4	112.00	3,360.00	40.32
	BAR	1.00	60,000.00	60.00	0.70	42.00				6	252.00	7,560.00	90.72
TOTAL													
E-06	JUNGLE SUITES	12.00	3,682.50	44.19	0.60	26.51	187.58	225.00	0.83	6	159.08	4,772.52	57.27
	FITNESS	1.00	32,500.00	32.50	0.70	22.75				6	136.50	4,095.00	49.14
	YOGA PAVILION	1.00	9,100.00	9.10	0.70	6.37				6	38.22	1,146.60	13.76
	OUTDOOR TREATMENT PAVILION	1.00	10,500.00	10.50	0.70	7.35				6	44.10	1,323.00	15.88
	CUERPO DE AGUA	1.00	25,000.00	25.00	0.70	17.50				4	70.00	2,100.00	25.20
	SPA	1.00	153,000.00	153.00	0.70	107.10				6	642.60	19,278.00	231.34
TOTAL													
E-07	R4B2S	3.00	31,795.80	95.39	0.70	66.77	74.19	75.00	0.99	6	400.63	12,018.81	144.23
TOTAL													
E-08	R4B2S	8.00	31,795.80	254.37	0.60	152.62	251.01	300.00	0.84	6	915.72	27,471.57	329.66
	R3B2S	2.00	28,022.53	56.05	0.60	33.63				6	201.76	6,052.87	72.63
	R4B2S+alt	1.00	31,795.80	31.80	0.60	19.08				6	114.46	3,433.95	41.21
	R5B2S	1.00	34,309.40	34.31	0.60	20.59				6	123.51	3,705.42	44.46
TOTAL													

E-09	R3B2S	4.00	28,022.53	112.09	0.60	67.25	280.58	300.00	0.94	6	403.52	12,105.73	145.27
	R5B2S	9.00	34,309.40	308.78	0.60	185.27				6	1,111.62	33,348.74	400.18
TOTAL													
E-10	R3B2S	4.00	28,022.53	112.09	0.60	67.25	277.23	300.00	0.92	6	403.52	12,105.73	145.27
	R4B2S+alt	2.00	31,795.80	63.59	0.60	38.15				6	228.93	6,867.89	82.41
	R5B2S	7.00	34,309.40	240.17	0.60	144.10				6	864.60	25,937.91	311.25
TOTAL													
E-11	RESIDENCES FACILITIES	1.00	45,000.00	45.00	0.70	31.50	45.50	75.00	0.61	6	189.00	5,670.00	68.04
	RESIDENCES CLUB	1.00	20,000.00	20.00	0.70	14.00				6	84.00	2,520.00	30.24
TOTAL													
E-12	JUNGLE SUITES	7.00	3,682.50	25.78	0.70	18.04	183.87	225.00	0.82	6	108.27	3,247.97	38.98
	RESTAURANTE ESPECIALITY	1.00	60,000.00	60.00	0.80	48.00				6	288.00	8,640.00	103.68
	DISCOVERY CENTER	1.00	22,400.00	22.40	0.80	17.92				4	71.68	2,150.40	25.80
	LOBBY/LOUNGE	1.00	14,400.00	14.40	0.80	11.52				6	69.12	2,073.60	24.88
	CUERPOS DE AGUA	4.00	25,000.00	100.00	0.70	70.00				3	210.00	6,300.00	75.60
TOTAL													
TR-01	SERVICIOS GENERALES	1.00	702,027.10	702.03	0.70	491.42	546.02	750.00	0.73	6	2,948.51	88,455.41	1,061.46
TOTAL													
TR-02	SERVICIOS GENERALES	1.00	702,027.10	702.03	0.70	491.42	546.02	750.00	0.73	6	2,948.51	88,455.41	1,061.46
TOTAL											16,384.02	491,520.49	5,898.25

TOTAL	HOTEL	67.00		2,111.40	0.70	1,477.98	1,642.20	2,137.50	0.77
	RESIDENCIAS	69.00		2,112.23	0.70	1,478.56	1,642.85	1,800.00	0.91
TOTALES		136.00		4,223.63	0.70	2,956.54	3,285.04	3,937.50	0.83

GENERACIÓN DE ENERGÍA ALTERNATIVA

	NUMERO DE PANELES	CARGA GENERADA POR UNIDAD[W]	CARGA TOTAL GENERADA [KW]	HORAS DE GENERACIÓN	KWH GENERADO	% DE POTENCIA GENERADA	INVERSIÓN INICIAL/KW USD	INVERSIÓN INICIAL TOTAL USD
	444.00	460.00	204.24	10	2,042.40	7%	$ 1,457.50	$ 297,679.80

HORAS DE GENERACIÓN	ENERGÍA GENERADA KWH/DIA	ENERGÍA GENERADA KWH/MES	ENERGÍA GENERADA MWH/AÑO	% DE ENERGIA GENERADA
10.00	2,042.40	61,272.00	735.26	12%

En lo que se refiere a los residuos que genere el proyecto, será el fabricante/proveedor el responsable de retirar los paneles solares y remplazarlos en caso necesario si es que aún se siguen utilizando en 25 años o cambiarlos por un modelo más reciente y eficiente aun en caso de que llegaran a fallar antes del tiempo estimado de vida. Actualmente existe un grupo de empresas llamadas Grupo Ecolimpio con sede en Coahuila que reciclan paneles solares, se evaluará el costo-beneficio del traslado en caso necesario. Considerando la vida útil, se espera que para entonces las condiciones en el país y en el estado estén a la altura en el manejo de los residuos y las alternativas para el acopio, manejo y disposición final sean más amplias.

Debido a que los paneles solares actualmente superan los 30 años y al no existir en México una reglamentación para el reciclaje de estos, se están considerando como residuos industriales. En algunos países como Japón, se utilizan dos métodos diferentes de reciclaje, térmico y mecánico. El sistema térmico es para recuperar los cristales y materiales de los que están fabricados, la segunda depende de la presencia de cilicio en los paneles solares. En un futuro, se contará con la reglamentación adecuada, se estima que hasta el 90% del vidrio y del material semiconductor puede ser reutilizado en nuevos paneles u otros productos de vidrio, casi el 75% del material que se separa es vidrio por lo que es fácil de reciclar en nuevos

productos. De manera general cuando se sustituyen los paneles solares, el proveedor de estos se hace cargo del retiro para llevarlos a los lugares limpios de reciclaje o desechos industriales.

- **Pasos de fauna silvestre**

El área donde se desarrollará el proyecto posee un ambiente influenciado por el ser humano, en donde una de las principales amenazas a la biodiversidad y sus recursos naturales son el cambio de uso de suelo, evidenciado por la degradación de la cobertura vegetal, ya que presentan menor cobertura vegetal primaria y un mayor porcentaje de suelo cubierto por vegetación secundaria. La información histórica que se pudo hallar para la zona, indicó que desde las primeras décadas del siglo XX, el estado estuvo sujeto a una constante explotación forestal, posteriormente a uso agropecuario y de explotación pétrea. Aún se pueden encontrar representantes de una gran variedad de especies de fauna silvestre, principalmente en aquellas zonas con un menor grado de perturbación antrópica. En el sistema ambiental regional y área del proyecto se registró la presencia de una gran diversidad de especies de fauna silvestre de los cuatro grupos analizados, destacando la presencia de especies protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, razón por la cual se hace necesaria la identificación de los cruces de fauna y la incorporación de pasos de fauna silvestre dentro del área del proyecto, a fin de mitigar los posibles impactos que tenga la construcción de este.

Por lo que se han tomado en consideración las características físicas y climáticas más representativas de la zona en donde se pretende llevar a cabo la ejecución del proyecto, así como las propias características de construcción del proyecto y de la fauna silvestre del sitio y sus requerimientos, lo que permitirá mitigar la problemática de colisiones vehículo-animal y atropello de fauna silvestre, así como dar continuidad al flujo de interacción constante entre las especies animales, reduciendo el efecto de barrera al desplazamiento que implica este tipo de infraestructura.

Identificación de zonas de interés para la conectividad

Las medidas de mitigación de este tipo deben aplicarse siempre que la infraestructura lineal o edificaciones de grandes dimensiones divida partes importantes de un hábitat o cree una barrera para las rutas de migración de fauna, y no sea posible prevenir dicha situación. Las medidas de mitigación y/o compensación incluyen, la construcción de pasos para fauna (como corredores biológicos artificiales) y la rehabilitación de sus corredores biológicos naturales. Este punto es particularmente importante porque para que la colocación de un paso para fauna sea funcional, se debe realizar un estudio integral no sólo teniendo en cuenta el proyecto constructivo sino también la distribución de los hábitats y otras posibles barreras.

En términos generales un paso para fauna silvestre debe ser construido cuando:

- Una infraestructura suponga una amenaza para los hábitats, comunidades o especies de interés para la conservación.
- Una infraestructura afecte a especies particularmente sensibles al efecto barrera y a la mortalidad causada por colisiones vehículo-animal y atropellos de especies.
- La conectividad entre los hábitats en el entorno de la infraestructura se vea perjudicada por la construcción de ésta. Se considere la solución más idónea para mitigar el efecto barrera.
- La infraestructura cuente con vallado perimetral continuo.

La identificación de los sitios de la infraestructura que requieren la construcción de los pasos para fauna, se realizará en función de los siguientes criterios para la toma de decisiones (MAGRAMA, 2015):

1. Identificación de los hábitats de interés para los grupos de fauna de atención especial (distribución espacial), considerado a partir de su funcionalidad.
2. Identificación de sectores del territorio de interés para la conectividad ecológica, tales como:
    a) Presencia de usos de suelo compatibles con los desplazamientos de la fauna.
    b) Presencia de formas de relieve que canalizan el desplazamiento de la fauna.
    c) Presencia de cursos fluviales que canalizan movimientos longitudinales de especies acuáticas, semiacuáticas o terrestres.
    d) Información de rutas de desplazamiento habitual de fauna a partir de prospecciones sobre el terreno y de aportaciones de expertos locales.
    e) Identificación de áreas a desfragmentar con la intención de hacer funcionales los corredores biológicos planteados.
    f) Identificación de tramos conflictivos, en los que se produzca un alto índice de mortalidad de fauna o de accidentes causados por colisión de vehículos con grandes mamíferos.

Se construirán pasos para fauna en todos los lugares en los que, a partir del análisis de los factores indicados en el punto anterior, se determine que sean necesarios.

En la tabla siguiente se muestra cómo se aplicaron los criterios anteriormente mencionados para la ubicación de sitios de interés para la conectividad ecológica del sitio del proyecto.

Tabla II.86. Criterios para ubicación de sitios de interés para la conectividad ecológica para el proyecto.

Criterios (Magrama, 2015)	Sitio de ubicación en el proyecto
Distribución de las especies	Se realizó la identificación de la distribución potencial de las especies de fauna silvestre mediante trabajo de gabinete y trabajo de campo.
Distribución de sus hábitats en el paisaje y grado de fragmentación	Se consideraron los requerimientos de hábitat de las especies identificadas en campo, así como de sus ámbitos hogareños.
Presencia de usos del suelo compatibles con los desplazamientos de fauna.	Se establecerán pasos de fauna en tramos donde haya vegetación nativa o donde se tenga contemplada la reforestación, así como en aquellos lugares en los que se ha detectado la presencia de especies de interés (sujetas a protección, lento desplazamiento o especies clave).
Presencia de formas del relieve que canalizan desplazamientos de fauna, en particular, las vaguadas y las crestas.	Preferencialmente se establecerán pasos de fauna en vaguadas y crestas.
Presencia de cursos fluviales que canalizan movimientos longitudinales de muchas especies de fauna.	Se establecerán pasos de fauna preferencialmente en escurrimientos.
Identificación de tramos conflictivos, en los que se produzca un alto índice de mortalidad de fauna o de accidentes causados por colisión de vehículos con fauna silvestre.	Se realizará un monitoreo durante las diferentes etapas del proyecto y durante la conclusión de este, con el fin de identificar los puntos de alta concentración de accidentes causados por colisiones con fauna silvestre, o de mortalidad de fauna por atropello, asimismo se tomará en cuenta la información proporcionada por los locatarios referente a accidentes de fauna que hayan presenciado o visto en las vías de comunicación del área del proyecto.

Se ha comprobado que, las estrategias para mitigar la fragmentación del hábitat deben incluir a distintos grupos de animales y sus características ecológicas, por lo que con frecuencia se requiere la aplicación de una serie de medidas integradas que aborden los problemas y/o conflictos en cada zona identificada como critica o de importancia para la fauna.

Especies o grupos taxonómicos de referencia

Cualquier especie puede requerir de la implementación de un paso para fauna y se debe priorizar a las especies de interés local o regional vulnerables a los efectos de la infraestructura. La identificación de estas especies es un paso fundamental en el proceso de planificación como ya se ha mencionado, ya que la ubicación y diseño de los pasos para fauna estarán determinados en gran medida por la distribución y patrones de movimiento de las especies objeto de las mediciones.

Para el presente proyecto se tomarán como referencia para la instalación de los pasos de fauna las especies que fueron identificadas bajo algún grado de vulnerabilidad dentro de la NOM-059. En el Área del Proyecto

se registraron 15 especies enlistadas en la norma de referencia, de las cuales 10 se encuentran en la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr), 2 En Peligro de Extinción (P) y 3 en Amenazada (A).

De las quince especies, destacan aquellas que se encuentran en peligro de extinción: El Mono araña (*Ateles geoffroyi*) y el viejo d emonte (*Eira barbara*) debido a que el área del proyecto se encuentra cercana a los Sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos y a los Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad. Adicionalmente fuera del predio, en zona de playa colindante, se registró el arribo de tortuga verde (*Chelonia mydas*) (en peligro de extinción), sin embargo, estas no acceden al predio por lo que se mantendrán en buen estado mediante la protección de la playa, sin utilizar pasos de fauna silvestre; cabe mencionar que, no se establecerán obras civiles en la zona de anidación.

En el caso de los primates la delimitación de estos sitios es un primer paso para orientar de manera más efectiva las acciones para su protección y conservación a nivel nacional, la cual se considera prioritaria debido al alto grado de amenaza que actualmente enfrentan sus poblaciones, así como por el papel clave que desempeñan en la regeneración de las selvas. Por su parte, los Sitios prioritarios marinos para la conservación de la biodiversidad, tienen el objetivo de conservar los ecosistemas de importancia crítica donde habitan una gran cantidad de especies tanto endémicas como de distribución amplia y al mismo tiempo son sitios importantes de reproducción, anidación, descanso y alimentación de la fauna marina y aves migratorias. De manera particular, para la Tortuga verde las principales playas de anidación se localizan en la costa central de Quintana Roo, específicamente las playas Xcacel-Xcacelito, Chemuyil, Aventuras DIF y XelHa; así mismo se han reportado en Cozumel, Puerto Morelos, Sian Ka'an, Tulum, entre otras a lo largo de la costa central de Q. Roo de abril-agosto (CONABIO et al., 2012; CONABIO et al., 2007).

Para definir los pasos de fauna dentro del predio se consideró la distribución de especies en alguna categoría de riesgo; para ello, se registró la ubicación mediante coordenadas UTM. Con la ubicación se analizaron las rutas probables de la fauna silvestre detectada, los hábitats de mayor preferencia y la disponibilidad de recursos naturales como agua. Asimismo, se consideraron las obras nuevas a construir. En conjunto, se estableció la propuesta de los pasos de fauna a establecer para asegurar el tránsito de la fauna más vulnerable a distintos sitios del predio y de predios colindantes.

Densidad y ubicación de los pasos para fauna

En el presente proyecto se ubicarán pasos de fauna en los lugares en los que, a partir del análisis de los criterios mencionados en el punto anterior, se determinó que serán necesarios, con el objetivo de:

- Facilitar puntos de cruce seguros que eviten el acceso de fauna silvestre a la vialidad principal por ser la de mayor velocidad e incurra en algún accidente vial.

- Evitar que queden aislados fragmentos de hábitat de las especies de referencia.
- Facilitar a los animales el acceso a los recursos básicos (zonas de alimentación, refugio, reproducción, etc.) para el mantenimiento de una determinada población.

La densidad de estructuras transversales se calculará en función de la longitud y dimensiones de infraestructura por construir y del tipo de hábitats que atraviesa, así como los requerimientos de las especies por proteger, es decir en las especies de referencia seleccionadas, su distribución y su tipo de hábitat.

En el caso de México se debe recordar que la mayoría de las especies presentes son de tamaños pequeños y medianos, por lo que algunos criterios a considerar son los siguientes

1. Para determinar el número de pasos se debe conocer el comportamiento de las especies de referencia.
2. La densidad de los pasos debe ser mayor en las zonas que crucen ambientes naturales.
3. Se deben tomar en cuenta la presencia de corredores que conduzcan a los pasos.
4. No se deben excluir los pasos en zonas agrícolas ya que pueden ser esenciales para mantener la permeabilidad de fauna silvestre también presente en estos espacios (este punto no aplica para el Proyecto).

A continuación, se muestran las densidades de pasos de fauna recomendados.

Tabla II.87. Densidades mínimas para la localización de pasos de fauna dependiendo el tipo de hábitat y del grupo de referencia. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente (2006).

Tipo de hábitat interceptado	Densidades mínimas de pasos de fauna	
	Pasos adecuados para grandes mamíferos	Pasos adecuados para medianos mamíferos
Hábitats forestales y otros tipos de hábitats de interés para la conservación de la conectividad ecológica.	1 paso / km	1 paso / 500m
Hábitats transformados por actividades humanas (incluidas zonas con cultivos, plantaciones o periurbanas)	1 paso / 3 km	1 paso /3 km

De acuerdo con lo anterior, la densidad de pasos de fauna propuestos para el proyecto será de 1 paso de fauna cada 500 m aproximadamente (para mamíferos medianos y para especies de menor tamaño y ámbitos hogareños reducidos como es el caso de anfibios, algunos reptiles y pequeños mamíferos, la densidad de

pasos será mayor). Esto conforme a la longitud del proyecto en la cual se identificó vegetación forestal y la presencia de especies enlistadas en la NOM-059.

Finalmente, para la ubicación de los pasos de fauna se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

1. Se evitará la ubicación de los pasos de fauna en zonas que pudieran resultar afectadas por otras barreras existentes en el entorno natural.
2. Se garantizará que el paso se mantenga funcional a largo plazo integrándolo en la planificación urbanística de su entorno.
3. Si se comprueba que la densidad de pasos en un punto determinado es baja para conseguir el nivel de permeabilidad necesario en la infraestructura en una región concreta, se identificarán otros sitios donde se puedan construir estructuras adicionales.
4. Se identificarán las depresiones que dan lugar a escurrimientos superficiales durante las lluvias ya que podrían canalizar los desplazamientos de algunas especies y la continuidad de vegetación en ambos lados de las vías de comunicación las cuales podrían condicionar rutas de paso habitual para la fauna silvestre, a estas se les dará especial atención.

Diseño estructural de pasos de fauna

En la actualidad existen diferentes tipos de pasos de fauna, los cuales se establecen de acuerdo con las necesidades y especificaciones de cada proyecto dentro de los que destacan (Magrama, 2015):

- Estado de conservación del hábitat en donde se encuentra el proyecto.
- Tipo de fauna que es el objetivo de la medida de mitigación.
- Condicionantes topográficas.

En las siguientes tablas se muestran los tipos de pasos de fauna superiores e inferiores que existen y las dimensiones recomendadas para que sean útiles como pasos para cada grupo de fauna silvestre.

Tabla II.88. Dimensiones de pasos de fauna superiores.

Tipo de paso	Usos	Grupos de fauna de referencia	Dimensiones	
			Mínimas	Recomendadas
Ecoducto	Específico para fauna	Todos, excepto anfibios y especies acuáticas	Ancho: 80 m	***
Paso superior específico para fauna	Específico para fauna	Grandes mamíferos	Ancho: 20 m Ancho/Largo> 0.8	A: 40-50 m
Paso superior multifuncional	Paso de fauna y vía pecuaria	Grandes mamíferos	Ancho: 10 m Ancho/Largo>0.8	A: 20-50 m

Tipo de paso	Usos	Grupos de fauna de referencia	Dimensiones	
			Mínimas	Recomendadas
Paso entre árboles (paso aéreo)	Específico para fauna	Mamíferos arborícolas (monos, ardillas, marsupiales)	***	***

Tabla II.89. Dimensiones de pasos de fauna inferiores.

Tipo de paso	Usos	Grupos de fauna de referencia	Dimensiones	
			Mínimas	Recomendadas
Viaducto	Multifuncional	Todo tipo de fauna	***	***
Paso inferior específico para grandes mamíferos	Específico para la fauna	Grandes mamíferos	Jabalí: 7 x 3.5 m Índice de apertura > 0.75 Ciervo: 12 x 3.5 m Índice de apertura > 1.5	15 x 3.5 m
Paso inferior multifuncional	Mixto: Paso de fauna y vía pecuaria	Grandes mamíferos	Jabalí: 7 x 3.5 m Índice de apertura > 0.75 Ciervo: 12 x 3.5 m Índice de apertura > 1.5	15 x 3.5 m
Paso inferior específico para pequeños vertebrados	Específico para la fauna	Pequeños vertebrados	2 x 2 m	***
Drenaje adaptado para animales terrestres	Mixto: Paso de fauna y drenaje	Todo tipo de fauna	2 x 2 m	Se proponen como dimensiones máximas las que permita el terreno y el proyecto de construcción.
Drenaje adaptado para peces	Mixto: Paso de fauna y drenaje	Peces	***	***
Paso para anfibios	Específico para la fauna	Anfibios	Longitud (m): <20 20-30 30-40 40-50 Sección AxH (m): 1x0.75 1.5x1 1.75x1 2x1.5 Diámetro (m): Ø1 Ø 1.4 Ø 1.6 Ø 2	

Una vez atendidos los criterios anteriores se definieron un total de 41 pasos de fauna inferiores y superiores a establecerse en el área del proyecto; se propone el establecimiento de 28 pasos inferiores situados por debajo de las vialidades de acceso principal entrada y acceso secundaria y servicios; 13 pasos serán superiores, principalmente para el desplazamiento de monos. Las coordenadas de ubicación se muestran en la Tabla siguiente:

Tabla II.90. Coordenadas de ubicación de los pasos de fauna silvestre propuestos para el proyecto.

No. Paso	Tipo	Coordenadas (UTM)		Dimensiones		
		X	Y	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)
1	Inferior	482,635.05	2,273,596.54	9.60	2.00	19.20
2	Inferior	482,710.98	2,273,530.90	9.60	2.00	19.20
3	Inferior	482,760.07	2,273,441.72	9.60	2.00	19.20
4	Inferior	482,841.54	2,273,373.15	9.60	2.00	19.20

No. Paso	Tipo	Coordenadas (UTM)		Dimensiones		
		X	Y	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)
5	Inferior	482,909.03	2,273,298.45	9.60	2.00	19.20
6	Inferior	482,956.71	2,273,221.45	9.60	2.00	19.20
7	Inferior	483,035.56	2,273,094.21	9.60	2.00	19.20
8	Inferior	483,101.58	2,273,048.84	9.60	2.00	19.20
9	Inferior	483,161.86	2,272,982.57	9.60	2.00	19.20
10	Inferior	483,230.34	2,272,910.92	9.60	2.00	19.20
11	Inferior	483,290.75	2,272,833.28	9.60	2.00	19.20
12	Inferior	483,364.35	2,272,769.95	9.60	2.00	19.20
13	Inferior	483,435.96	2,272,700.99	9.60	2.00	19.20
14	Inferior	483,414.64	2,272,608.00	9.60	2.00	19.20
15	Inferior	483,335.84	2,272,571.85	9.60	2.00	19.20
16	Inferior	483,245.82	2,272,604.27	6.50	2.00	13.00
17	Inferior	483,180.91	2,272,679.12	6.50	2.00	13.00
18	Inferior	483,100.03	2,272,721.72	6.50	2.00	13.00
19	Inferior	483,009.56	2,272,708.43	6.50	2.00	13.00
20	Inferior	482,321.77	2,273,322.75	7.90	2.00	15.80
21	Inferior	482,382.73	2,273,253.59	7.90	2.00	15.80
22	Inferior	482,449.16	2,273,174.38	7.90	2.00	15.80
23	Inferior	482,514.30	2,273,092.09	7.90	2.00	15.80
24	Inferior	482,581.02	2,273,010.54	7.90	2.00	15.80
25	Inferior	482,644.15	2,272,933.16	7.90	2.00	15.80
26	Inferior	482,708.65	2,272,854.11	7.90	2.00	15.80
27	Inferior	482,764.97	2,272,766.82	7.90	2.00	15.80
28	Inferior	482,843.85	2,272,689.62	7.90	2.00	15.80
29	Superior	483,200.00	2,272,945.00	7.90	2.00	15.80
30	Superior	483,258.00	2,272,372.00	7.90	2.00	15.80
31	Superior	483,218.00	2,272,476.00	7.90	2.00	15.80
32	Superior	483,723.00	2,272,639.00	7.90	2.00	15.80
33	Superior	482,409.00	2,273,218.00	7.90	2.00	15.80
34	Superior	482,982.00	2,273,167.00	7.90	2.00	15.80
35	Superior	482,672.00	2,272,898.00	7.90	2.00	15.80
36	Superior	483,243.00	2,272,223.00	7.90	2.00	15.80
37	Superior	483,282.00	2,272,250.00	7.90	2.00	15.80
38	Superior	483,430.00	2,272,365.00	7.90	2.00	15.80
39	Superior	483,424.00	2,272,301.00	7.90	2.00	15.80
40	Superior	483,545.00	2,272,419.00	7.90	2.00	15.80
41	Superior	483,653.00	2,272,462.00	7.90	2.00	15.80

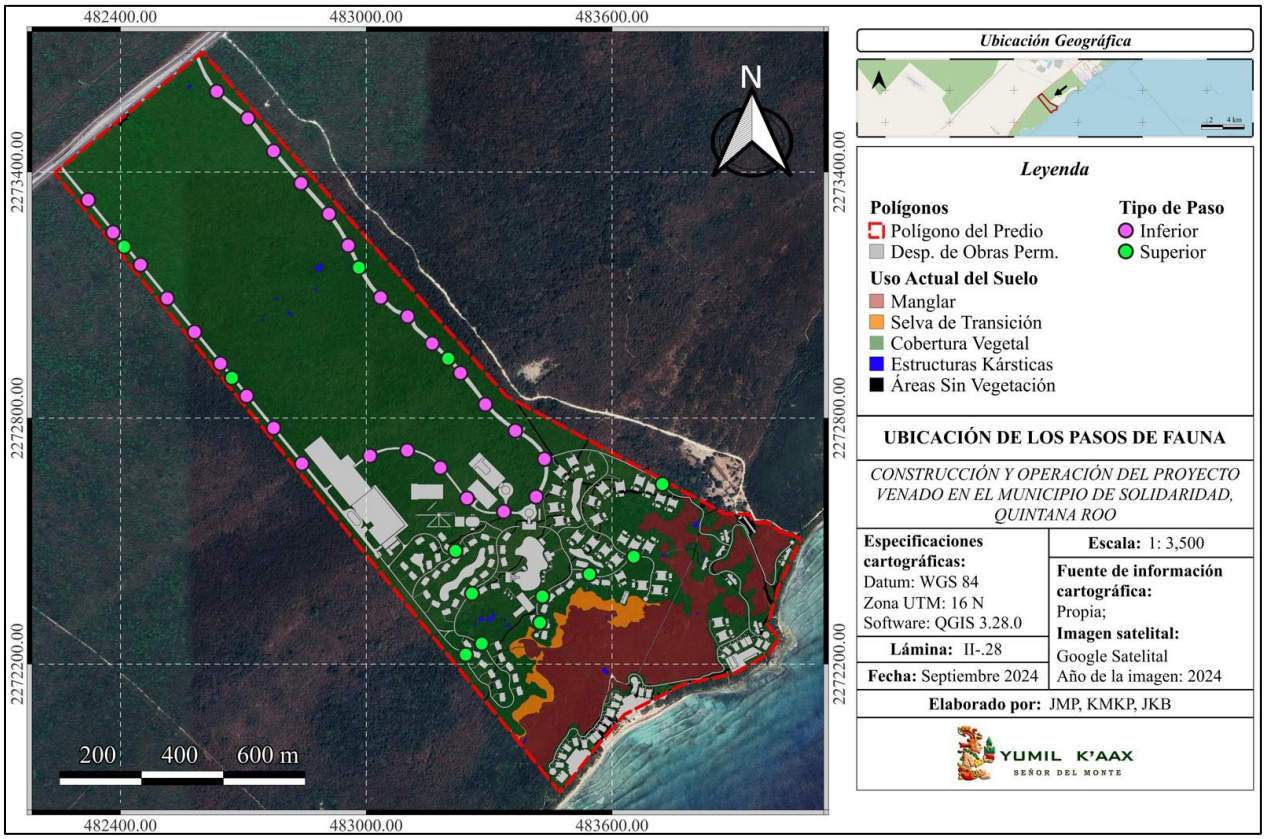


Lámina II.37. Ubicación de pasos de fauna.

Estos podrán ser conformados de concreto y elementos tipo alcantarilla para mayor soporte estructural, debido a que las vialidades se situarán por encima de éstos. De forma complementaria, se instalarán letreros alusivos a la presencia y protección de la fauna en el sitio. También se implementará restricción de velocidad a la que avanzarán los vehículos dentro del proyecto, para evitar el atropello de individuos de vida silvestre.



Imagen II.27. Ejemplo de paso de fauna inferior. Fuente: Quincunx.

Respecto a los pasos superiores, se establecerá en forma de red horizontal entre árboles, por lo que sus dimensiones dependerán de la distancia entre las plantas que fungirán de soporte; en caso de requerirse, podrán instalarse tubos de soporte que brinden mayor refuerzo al paso colgante a instalar entre los árboles.



Imagen II.28. Ejemplo de paso de fauna superior. Fuente: Biodiver_City San José.

A continuación, se presenta la distribución de especies consideradas para establecer pasos de fauna y como los ejemplares van a interactuar con ellos.

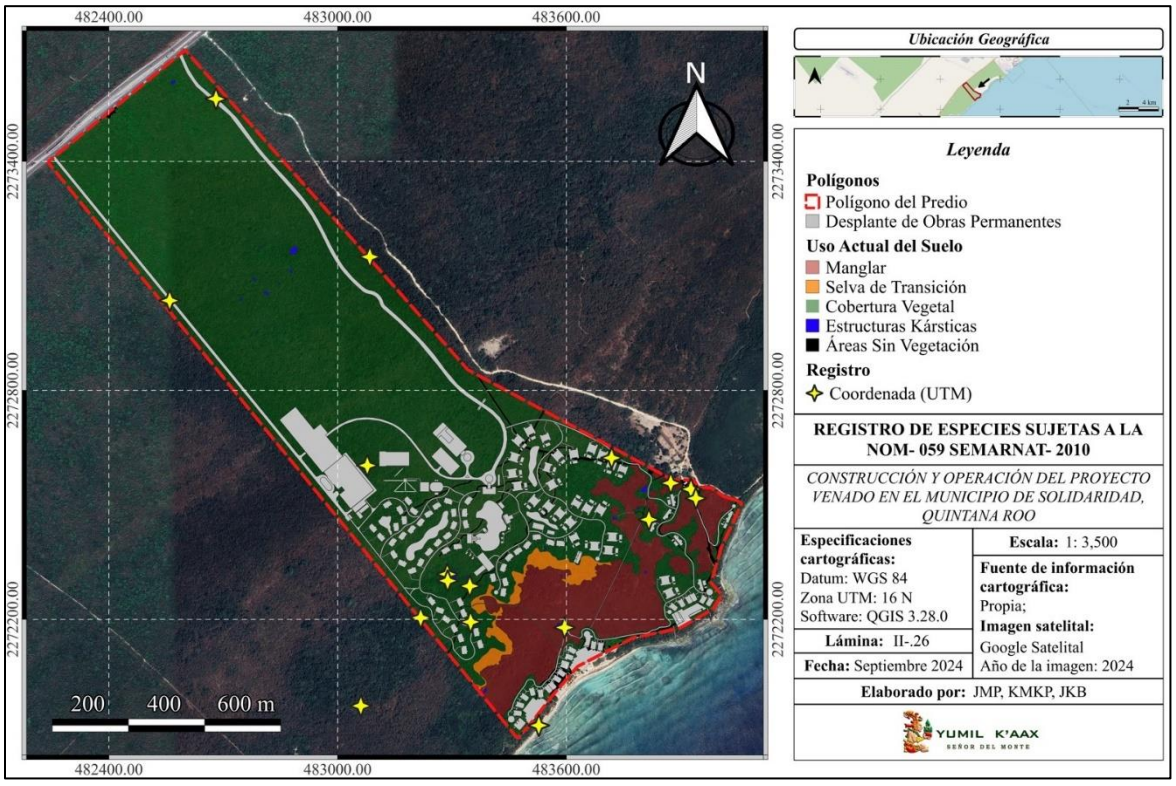


Lámina II.38. Sitios de distribución de especies de fauna en alguna categoría de riesgo.

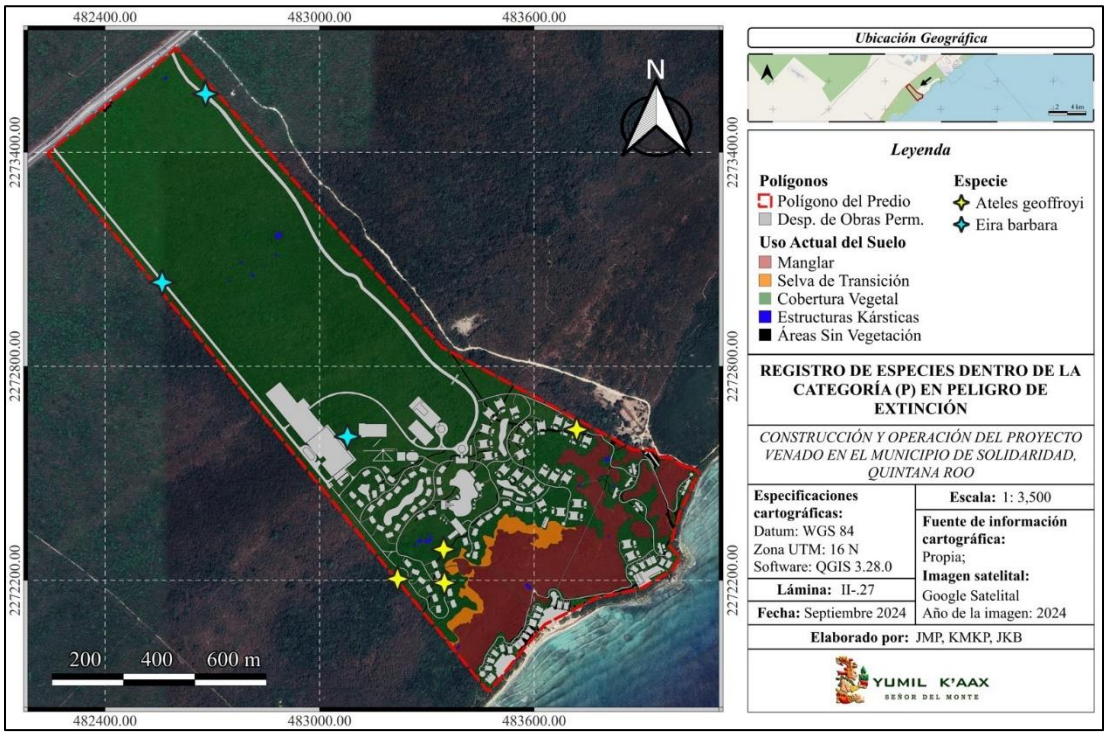


Lámina II.39. Sitios de observación directa de especies de fauna en categoría de Peligro de extinción.

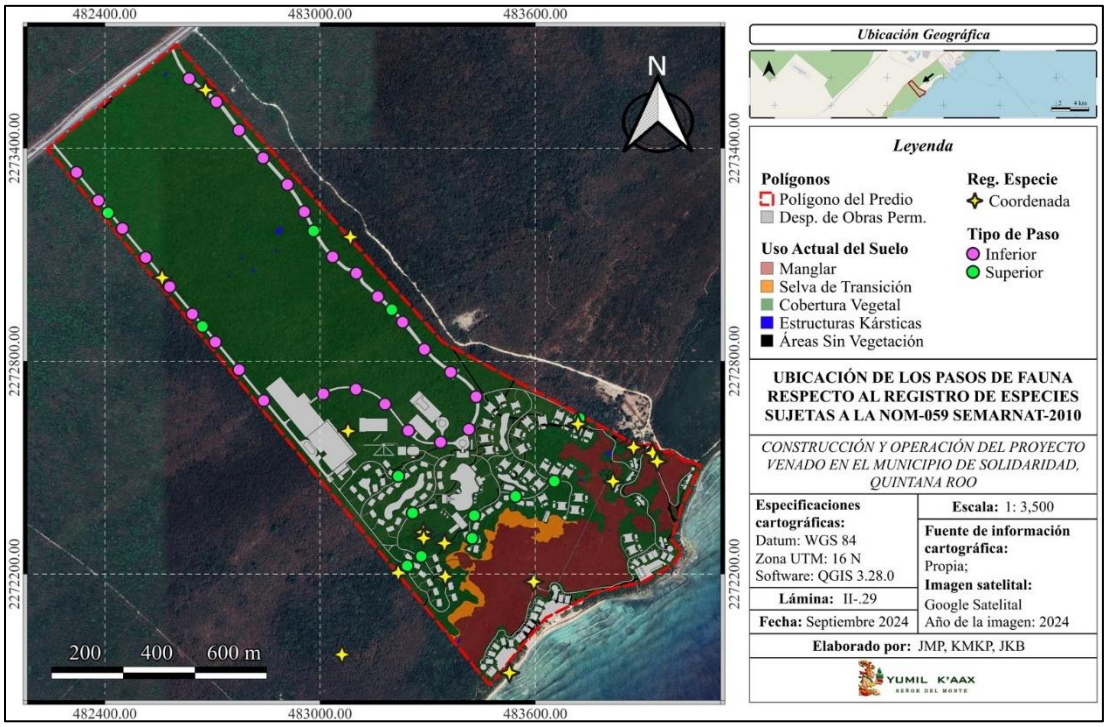


Lámina II.40. Interacción de los pasos con los sitios donde se registraron especies en categoría de riesgo.

Si bien, especies como *Ctenosaura similis* se encuentra bien representado en el predio, se identificaron los sitios donde su desplazamiento se vulnera más por la presencia de las obras. En el caso de las aves, pueden desplazarse con mayor facilidad debido al vuelo. Por lo anterior, se priorizó la ubicación de especies más vulnerables al paso de vehículos o la presencia humana; los pasos de fauna podrán ser utilizados por todos los animales, por ello, se identifica a las especies en categoría de riesgo del predio como *especies sombrilla*, ya que la protección de estas y su hábitat, permite proteger a otras especies que se distribuyen en su territorio.

Cabe mencionar que, dentro del predio del proyecto se mantendrá vegetación original del terreno, un área de conservación del manglar, cenotes sin modificar y superficies sin obras civiles presentes. Por ello, existirán parches de vegetación continuos que permitirán el desplazamiento de la fauna silvestre dentro del predio, así como áreas colindantes. Además, la distribución de las obras en el sitio permite conservar corredores biológicos dentro de la unidad de paisaje regional. Los pasos de fauna son estructuras que contribuirán a mantener el desplazamiento de la fauna de la zona, interactuando positivamente con la vegetación continua del lugar; es de recordar que, la fauna silvestre también suele aprovechar caminos de terracería, senderos, brechas rústicas e, incluso, caminos pavimentados, para su fácil desplazamiento



Imagen II.29. Rutas de desplazamiento posible de la fauna silvestre en el predio.

En la imagen anterior se ejemplifican las rutas posibles de desplazamiento de la fauna silvestre dentro del predio y hacia sitios colindantes. Para ello, se consideraron las áreas libres de obras; la presencia de vegetación en buen estado y poco impactada; la presencia de cuerpos de agua naturales y la distribución futura de los cuerpos de agua artificiales (lagos artificiales) del proyecto; pasos de fauna superiores; vegetación continua; conexión con corredor biológico y tipos de vegetación.

En líneas amarillas se aprecian las posibles rutas de desplazamiento de la fauna silvestre hacia cuerpos de agua del predio, incluidos los lagos artificiales. Los pasos de fauna superiores permiten conectar el dosel dividido por senderos situados entre edificios, de esta forma, los monos podrán desplazarse a través del predio para llegar a los sitios de alimentación y refugio, así como de hidratación del terreno. Para determinar lo anterior se consideró la ubicación de los sitios de observación directa de la especie *Ateles geoffroyi* y la presencia de recursos biológicos que utilizan en el área; se observó que los mono utilizan especies como *Manilkara zapota* para desplazarse y alimentarse; asimismo, en dos ocasiones diferentes se registró su presencia cerca de un cuerpo de agua superficial, sitio donde no se desplantarán obras civiles; además, se observó el tránsito de los monos a través del dosel de la vegetación, pudiendo pasar por encima de senderos existentes ya por la cercanía de las ramas de los árboles.

Al asegurar el acceso a recursos naturales, los monos podrán habitar el predio aún con presencia de humanos y obras, evitando así su desplazamiento forzoso a nuevos hábitats; no obstante, la unidad de paisaje aún cuenta con hábitats adecuados para su desarrollo, en caso de que los monos decidan trasladarse a otras áreas. Sin embargo, se ha observado en proyectos turísticos del estado de Quintana Roo, los cuales integran componentes naturales a su diseño, que los monos habitan el área y se desplazan sin problemas entre los sitios de desplante de obras. Asimismo, se observan otras especies como venados, coatíes, agutíes, mapaches y zarigüeyas, transitando sobre senderos y vialidades de dichos proyectos. Por ello, se pronostica que, *"Proyecto Venado*" tendrá elementos que permitirán que los monos se mantengan en el área; por lo anterior será importante implementar medidas de protección adicionales, como no molestar o alimentar a los ejemplares, así como realizar un manejo integral de residuos para evitar que los individuos accedan a ellos. Con el ejemplo previo, también podrán mantenerse otras especies en la zona, como *Eira barbara*.

Las líneas rojas de la imagen señalan el posible flujo de desplazamiento de la fauna silvestre en la unidad de paisaje; como se aprecia, las vialidades no representan un elemento que fragmente significativamente el ecosistema. En el acceso principal existente en el predio colindante, se observó en distintas ocasiones a la fauna transitando en este, por lo tanto, la vía no obstaculiza el desplazamiento de los animales a parches de vegetación cercanos, manteniendo el flujo de desplazamiento. Como medida de protección, se señalará la velocidad máxima de tránsito de los vehículos dentro de los accesos para evitar atropellos, el cual no podrá

exceder los 25 km/h, además, los pasos de fauna inferiores serán una alternativa de tránsito de las especies para acceder a los recursos de un lado u otro colindantes a las vías.

ESTRATEGIAS DE SUSTENTABILIDAD Y AHORRO DE ENERGÍA

Las estrategias de sustentabilidad y ahorro energético juegan un papel muy importante en la actualidad para el buen funcionamiento y manejo de los recursos del complejo turístico, además de proporcionar un mayor confort a los huéspedes y staff del mismo reduciendo los costos de operación y así poder ofrecer mejores condiciones y precios a los usuarios. Dentro de estas estrategias se estarán considerando los siguientes conceptos para el proyecto:

- Energía fotovoltaica a base de paneles solares.
- Ventilación natural cruzada.
- Ventiladores ecológicos.
- Sombras y pergolados utilizando la orientación de los edificios.
- Ventilación nocturna con uso de louvers.
- Enfriamiento por evaporación directa.
- Espejos de agua y lagos artificiales.
- Áreas con vegetación.
- Manejo de agua potable y agua tratada.
- Tratamiento de aguas grises y negras.
- Cubiertas verdes.
- Doble techumbre y/o aislamiento de losas.
- Aislamiento de muros.
- Recolección de agua de lluvia.
- Acabado y materiales.
- Tanques elevados y/o sistema hidroneumático.

Acabados colores y texturas generales del proyecto

Los materiales que se utilizarán en la edificación responden a los requerimientos de resistencia, durabilidad y armonía con el medio ambiente, las texturas finas y el contraste de los colores claros y obscuros. El uso en fachadas de piedra, concreto y aplanados de cemento arena y pintura vinílica, barandales y pasamanos de madera, pergolados, columnas, vigas y techos de madera, del cristal natural y/o tintex, la cancelaría de madera y/o aluminio imitación madera brindan a esta edificación una expresión contemporánea con ambientes armónicos y confortables y gran armonía con la arquitectura de la zona y el medio ambiente.

Cabe mencionar que los materiales y equipos que se utilizarán para la construcción del edificio cumplirán con los estándares, normas de calidad y seguridad nacionales e internacionales.

II.2.3. Operación y mantenimiento

Durante la operación del proyecto se proporcionará servicio a los turistas, ofreciéndoles agradables cuartos con vista hacia el Mar Caribe y hacia los manglares, selva y cenotes, así como a los cuerpos de agua creados artificialmente y disfrutando de las diferentes áreas del hotel (canchas de juego, senderos para caminatas y bicicletas, etc.). Durante la operación del proyecto se realizarán las siguientes acciones de mantenimiento: Instalaciones y Pintura. Básicamente las actividades de mantenimiento estarán enfocadas a la revisión de las instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias, así como a la pintura de la edificación. Las instalaciones se repararán cuando presenten alguna anomalía, la pintura se programará cada año. Para los equipos de aire acondicionado el mantenimiento será cada 6 meses.

Jardinería. Consistirá en la poda de las ramas y hojas secas de la vegetación nativa y ornamental sembrada en las áreas ajardinadas, esta acción se realizará de manera periódica. También serán regadas las plantas trasplantadas en las áreas ajardinadas de manera periódica, pero en época de lluvias se modificará esta acción de acuerdo a la intensidad de las mismas. Se tomará en cuenta el adecuado manejo de residuos y uso de sustancias para el control de fauna nociva.

Dada la naturaleza del proyecto, la mayor parte de los residuos que serán generados serán del tipo domésticos (domiciliarios), que por lo general son de baja o nula toxicidad. Para realizar el manejo adecuado de los residuos se prevé implementar un programa de manejo integral de estos, cuya ejecución, seguimiento y evaluación, estará a cargo de la administración o de la empresa que se contrate para tal fin.

El control de la fauna nociva se realizará mediante la fumigación periódica de las áreas susceptibles a su incidencia, utilizando siempre los plaguicidas recomendados por la Comisión Intersectorial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST), así como los indicados en la Guía de Plaguicidas Autorizados de Uso Agrícola vigente.

El personal requerido para esta a etapa del proyecto se muestra en la tabla siguiente.:

Tabla II.90. Personal para la etapa de operación.

Personal	Cantidad	Personal	Cantidad
Administración	25	**Mantenimiento jardines**	20
Finanzas, telefonía y computo	15	**Fitness**	2
Reparaciones y mantenimiento	30	**Spa**	10
Compras	6	**Beach club hotel**	5
Alimentos y bebidas	6	**Beach club residencias**	5

Personal	Cantidad	Personal	Cantidad
Lavandería y valet	10	**Salidas/entradas lobby**	5
Ama de llaves	25	**Eventos**	10
Seguridad	20	**Área comercial**	6
Recursos humanos	5	**Oficinas recepción**	10
Amenities para empleados	10	**Lobby recepción**	6
Niños/Jóvenes/Familiar Clubs	6	**Bar alberca & parrilla**	10
Restaurante vegetariano	6	**Bara alberca &parrilla cocina**	6
Restaurant de especialidades	15	**Lobby lounge**	2
Cocina restaurante especialidades	6	**Pantry lobby lounge**	5
Restaurante 3 tiempos	15	**Residencial club**	10
Cocina y servicio a cuartos	15	**Amenities Residencias**	20
Restaurante BBQ	10		
Total	**205**		**132**
Gran total 337			

A continuación, se presenta el programa de mantenimiento del proyecto durante su operación:

Tabla II.91. Programa de mantenimiento del proyecto.

CONCEPTO	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINO	TIEMPO REQUERIDO EN QUINCENAS																						NOTAS
			ENE		FEB		MAR		ABR		MAY		JUN		JUL		AGO		SEP		OCT		NOV		DIC		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
INSTALACIONES Y EQUIPOS																											
INSTALACIONES MEP					■														■								
INSTALACIONES ESPECIALES						■														■							
EQUIPOS					■														■								
PLANTA DE TRATAMIENTO						■														■							
DESALADORA					■														■								
PANELES SOLARES						■														■							
EDIFICIOS																											
ALBAÑILERIA					■																						
ACABADOS/PINTURA					■	■																					
SANITARIOS																			■	■							
IMPERMEABILIZACION					■	■																					
AREAS EXTERIORES																											
LIMPIEZA			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
AREAS VERDES			■	■			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	■	■	■	■	
VIALIDADES					■	■													■	■							
LAGOS ARTIFICIALES					■	■																					
ALBERCAS					■	■													■	■							
CANCHAS DE JUEGO					■	■													■	■							
ESTACIONAMIENTOS					■	■													■	■							

INDICA MESES DE TEMPORADA BAJA DE TURISMO

INSUMOS

Los insumos serán todos los materiales, energía, combustibles, agua, mano de obra, transporte y/o cualquier herramienta necesaria y disponible en la naturaleza o el mercado que sean necesarios utilizar para el desarrollo y construcción de nuestro proyecto. A continuación, se listan los insumos más importantes que se emplearán durante las etapas de Preparación del sitio, Construcción y Ejecución del complejo turístico.

El agua para utilizar en la etapa de preparación del sitio y construcción será suministrada a la obra a través de pipas directamente de Cd. del Carmen o Tulum y el agua que surtirá el proyecto en forma permanente se obtendrá del subsuelo (Agua salobre) y será potabilizada mediante la planta desaladora de ósmosis inversa, adicional a esto se obtendrá una gran cantidad de agua mediante la planta de tratamiento de aguas residuales que en su mayoría se utilizada para el riego de jardines y áreas exteriores, así como para las torres de enfriamiento de aire acondicionado.

Personal requerido (por etapa)

Durante la etapa de preparación del sitio, constructiva y operación y mantenimiento será necesaria la contratación de personal de manera temporal y definitiva la cual se pretende sea de Tulum y/o Playa del Carmen. La relación del volumen de personal a contratar se indicó en las tablas anteriores de Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento.En total se estima que serán necesarios alrededor de 1,510 trabajadores para concluir las obras propuestas, de los cuales se prevé que 35% se ocuparán de las obras exteriores y 65% en la edificación. El número de trabajadores que permanecerán en el predio o área del proyecto será variable a lo largo del proceso constructivo. La operación del hotel requerirá de personal que será contratado de manera permanente, principalmente para atender el mantenimiento, servicios a cuartos, restaurantes, recepción y administración. Se estima un mínimo de 332 personas para ocupar las plazas del proyecto.

Respecto a la creación de empleos directos e indirectos vinculada al proyecto, se consideran 1,842 empleos directo y 2050 de tipo indirecto. Lo anterior se muestra en la siguiente tabla:

Tabla II.92. Personal requerido para el proyecto.

Personal Requerido	Preparación del sitio	Construcción	Operación
Directos	575	935	332
Indirectos	300	750	1000

Materiales y equipo

A continuación, se presenta un listado detallado de los materiales y equipos considerados para las tres etapas del proyecto.

Tabla II.93. Materiales y equipos para el proyecto.

Material o equipo	Etapa a emplearse	Forma de obtención	Forma de manejo	Unidad de medida	Actividad a emplearse
Madera	Construcción	Madererías	Camioneta 3ton	Ton	Obras constructivas
Acero	Construcción		A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Obras constructivas
Concreto (in situ)	Construcción			M3	Obras constructivas
Polvo de piedra	Preparación de sitio y construcción	Banco de materiales autorizado	A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Terracería y obras constructivas
Grava	Construcción	Banco de materiales autorizado	A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Terracería y obras constructivas
Cemento	Construcción	Tienda de materiales	A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Obras constructivas
Sascab	Construcción	Banco de materiales autorizado	A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Obras constructivas
Mármol	Construcción	Banco de materiales autorizado	A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Obras constructivas
Granito	Construcción	Banco de materiales autorizado	A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Obras constructivas
Piedra de rio	Exteriores	Banco de materiales autorizado	A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Obras constructivas
Palapa	Construcción	Banco de materiales autorizado	A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Obras constructivas
Vidrio y aluminio	Construcción		A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Obras constructivas
Tierra vegetal	Exteriores	Banco de materiales autorizado	A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Obras constructivas
Plantas	Exteriores	Vivero autorizado	A granel, en camión de 7-14m3	Ton	Obras constructivas
Agua	Construcción	Sindicato de materiales	A granel, en pipas 7-14m3	M3	Obras constructivas

Material o equipo	Etapa a emplearse	Forma de obtención	Forma de manejo	Unidad de medida	Actividad a emplearse
Generador de energía eléctrica	Construcción	Sindicato de materiales	Camioneta 3ton	pza.	Obras constructivas
Revolvedora	Construcción	Sindicato de materiales	Camioneta 3ton	pza.	Obras constructivas
Bailarina	Preparación de sitio y construcción	Sindicato de materiales	Camioneta 3ton	pza.	Obras constructivas
Tractor	Preparación de sitio y construcción	Sindicato de materiales	305hp	pza.	Obras constructivas
Aplanadora	Preparación de sitio y construcción	Sindicato de materiales	220hp	pza.	Obras constructivas
Camión	Preparación de sitio y construcción	Sindicato de materiales	160hp	pza.	Obras constructivas
Camioneta	Preparación de sitio y construcción	Sindicato de materiales	Camioneta 3ton	pza.	Obras constructivas
Automóvil	Preparación de sitio y construcción	Sindicato de materiales	Camioneta 7 pasajeros	pza.	Obras constructivas
Planta de soldar	Construcción	Sindicato de materiales	Camioneta 3ton	pza.	Obras constructivas
Esmeril	Construcción	Propiedad del trabajador	3hp	pza.	Obras constructivas
Taladro	Construcción	Propiedad del trabajador	3hp	pza.	Obras constructivas
cortadora	Construcción	Propiedad del trabajador	3hp	pza.	Obras constructivas

Combustible

Para el proyecto se considera el uso de Diésel y Gasolina en la etapa de preparación y construcción, en un promedio de 3,200 lt. diarios para el primer tipo de combustible y 400 lt. diarios para el segundo. Estos serán empleados para el funcionamiento de maquinaria y equipo en ambas etapas. Para la etapa de operación y mantenimiento, el combustible que será utilizado gasolina y diésel. La estimación final de combustible requerido por etapa se muestra en la siguiente tabla:

Tabla II.94. Requerimiento de combustibles para el proyecto.

Etapa	Tipo	Consumo	Unidad
Preparación	Gasolina	12,000	L/mes
	Diesel	96,000	L/mes
Construcción	Gasolina	26,000	L/mes
	Diesel	82,000	L/mes
Operación	Gas L.P.	45,000	L/mes

Energía

Durante la etapa de preparación y construcción del Proyecto, la obtención de la energía será mediante acometida provisional por CFE. Durante la operación del Proyecto, el abastecimiento de energía se hará a través de Suministro por CFE y respaldo con 2 generadores eléctricos de 1000Kw. El consumo diario se estima en 2500 Kwh/día. Las estimaciones sobre el consumo de energía se muestran en la siguiente tabla.

Tabla II.95. Consumo de energía para el proyecto.

Etapa	Consumo mensual (Kwh)	Consumo total (Kwh)
Preparación	700	3500
Construcción	750	9000
Operación	2500	25,000 10 años

Agua

Sobre el consumo de agua estimado por etapa de desarrollo del proyecto, se presenta la tabla siguiente:

Tabla II.96. Consumo de agua para el proyecto.

Etapa	Consumo de agua potable m^3/mes	Consumo de agua cruda m^3/mes	Agua para riego m^3/mes
Preparación	250	1800	50
Construcción	300	2000	50
Operación	5000	50	50

II.2.4. Desmantelamiento y abandono de las instalaciones

El proyecto no contempla la etapa de abandono del sitio, ya que se considera una vida útil permanente al ser una edificación Hotelera y Residencial mediante un mantenimiento adecuado, atendiendo las eventualidades oportunamente. Debido a la naturaleza del proyecto se estima una vida útil de al menos 50 años; con el mantenimiento adecuado se prevé prolongar su vida útil. Sin embargo, si por algún evento se requiriera el abandono del sitio o bien se previera que alguna(s) o todas las obras del proyecto hayan rebasado su vida útil y no existan posibilidades para su renovación, esta situación será notificada a esa autoridad, en un plazo no menor de tres meses antes a que ocurra él desmantelamiento y/o demolición, anexando a dicha notificación un "Programa de restauración", en el que describa las actividades tendientes a la restauración del sitio y a la demolición, retiro y/o uso alternativo de la(s) construcción(es) llevada(s) a cabo en el predio.

II.2.5. Residuos

Para cada etapa del proyecto, se describen los tipos de residuos a generar y sus características; fue posible determinarlo a priori, el volumen, forma y/o lugar de disposición, así como la infraestructura y formas de recolección, manejo y disposición final. Asimismo, se señala la disponibilidad de servicios e infraestructura en la localidad y/o en la región para su manejo y disposición adecuados.

Etapa de preparación del sitio

Durante esta etapa, los residuos generados serán principalmente residuos vegetales del desmonte y residuos sólidos derivados de la remoción de los materiales que conforman el suelo del predio. Así como las ramas muertas retiradas del litoral, que forman parte de la vegetación muerta. Estos últimos serán triturados y junto con los residuos vegetales serán dispuestos dentro de los límites del predio, para ser usados posteriormente en la elaboración de composta para la conformación de las áreas ajardinadas de las áreas comunes del Hotel.

También se generarán restos orgánicos (heces fecales), que serán colectados en los sanitarios portátiles que se rentarán para dar servicio a los trabajadores. La empresa arrendadora será la encargada de la disposición final de tales desechos.

La maquinaria y los vehículos de motor que operarán en esta etapa generarán emisiones a la atmósfera producto de la combustión de sus motores, sin embargo, gracias a las corrientes de aire provenientes de la costa, se anticipa que dichos contaminantes se dispersarán rápidamente en la atmósfera sin causar molestias.

Etapa de construcción

Durante esta etapa se prevé la generación de residuos sólidos inorgánicos y orgánicos. Entre los primeros tenemos materiales de construcción, pedacería de block, losa, cemento, madera, vidrio, plástico, aluminio, poliuretano, trozos de ductos eléctricos, tubería de cobre, entre otros.

La pedacería de materiales podrán ser empleados, en caso de ser necesario, como material de relleno en la conformación de terraplenes, en la nivelación del terreno y en las cimentaciones de las áreas exteriores siempre y cuando se encuentren protegidas por medio de membranas geotextiles para prevenir posible contaminación hacia las zonas circundantes.

Los desechos constructivos de menor tamaño, tales como: retacería de tuberías, envases desechables en sus distintas presentaciones y materiales de elaboración y envolturas de consistencia suave (plástico, bolsas de cemento y cartón), serán confinados en contenedores previamente rotulados y con una bolsa de polietileno negra para facilitar su traslado y evitar escurrimientos para su posterior traslado al relleno sanitario autorizado en el municipio de Solidaridad para su disposición final.

En cuanto al uso de los sanitarios portátiles, los residuos orgánicos serán manejados por la empresa arrendadora, quien estará autorizada para su traslado y destino final.

La maquinaria y/o vehículo de motor que operará en esta etapa generará emisiones a la atmósfera producto de la combustión de su motor, sin embargo, debido a las corrientes de aire provenientes del mar, dichos contaminantes se dispersarán rápidamente en la atmósfera y serán imperceptibles. La operación de la maquinaria también causará ruido, sin embargo, su ocurrencia será temporal y limitada al horario laboral.

También se generarán residuos sólidos urbanos como papel, envolturas, botellas, entre otros. Estos desechos serán recolectados en tambos de 200 litros con bolsas de polietileno negra para facilitar su traslado y evitar escurrimientos al momento de ser retirados por el servicio de recoja de basura municipal o del transportista contratado para dicho fin de traslado.

Residuos peligrosos

Son considerados residuos peligrosos: las estopas, trapos, papel o cartón impregnados con grasas, aceites quemados, gasolina o diésel, así como los envases que contienen dichas sustancias.

Debido a la naturaleza del proyecto no se espera gran generación de residuos peligrosos. No se realizará ningún tipo de reparación de maquinaria en el predio, para prevenir derrames. En el caso extremo de que fuera necesario un arreglo en el sitio, se colocará película impermeable en el área y el uso adicional de estopas a manera de evitar cualquier derrame al suelo.

Los aceites y/o combustibles que se empleen en la operación de la maquinaria y equipo del proyecto serán confinados en recipientes libres de fuga y resguardados en lugar aislado dentro del almacén, el cual deberá contar con un firme impermeable, que puede ser una película plástica o tapetes impermeables, para evitar cualquier infiltración al suelo o subsuelo.

Con la finalidad de prever cualquier situación de riesgo por la disposición inadecuada de este tipo de residuos, se colocarán botes destinados exclusivamente para el depósito de todo tipo de estopa, trapos o papeles impregnados de grasas, aceites, gasolina o diésel, mismos que serán entregados, periódicamente, a los servicios de transporte de residuos autorizados por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), para realizar dicha actividad.

Etapa de operación

Durante la operación del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, mismos que se refieren a los residuos de origen doméstico a partir de la ocupación de las habitaciones y funcionamiento del restaurante.

Este tipo de residuos serán colectados diariamente en las habitaciones y acumulados temporalmente en el área de residuos destinada a tal fin, de donde serán entregados al Servicio de Limpia Municipal diariamente.

Los residuos orgánicos comestibles que se generen en el restaurante serán almacenados temporalmente en cámaras frías hasta el arribo del camión recolector, que los conducirá al relleno sanitario municipal.

Considerando una generación promedio de 1.2 Kg de residuos sólidos urbanos por habitante, la generación diaria esperada con una ocupación total del Hotel y residencias será de 722.4 Kg (602 hab. X 1.2 Kg/hab) considerando un lleno total y dos personas por recámara (algunas residencias tienen varias recámras); la mensual de 21,672 Kg y anual de 260,064 Kg. El agua residual generada será conducida hacia la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del proyecto.

A continuación, se presenta la clasificación de los residuos que se generarán durante el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas:

Tabla II.97. 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.	-Los residuos de alimentos que se generen serán depositados en contenedores con tapa que tendrán la leyenda de "orgánico". Estos residuos serán dispuestos ante el servicio de recolecta de residuos del municipio, previa contratación del servicio. El organismo recolector se encargará de su disposición final en el relleno sanitario del municipio.
		Operación y mantenimiento	-Consumo de alimentos por residentes, huéspedes y trabajadores. -Mantenimiento de áreas verdes.	-Los residuos de alimentos que se generen serán depositados en contenedores particulares dentro de cada edificio y habitación. Dichos residuos deberán separarse para que, posteriormente, sean depositados en el contenedor 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 relleno sanitario municipal. -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

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
				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, 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 habitaciones, residencias, amenidades 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 Nieve seca 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.

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
				-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 para tal fin. -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. -Consumo del alimentos y actividades domiciliarias de los residentes y huéspedes. -Actividades de oficina.	-Derivado estas las actividades domiciliarias, comerciales y administrativas, se generarán residuos de: Cartón Papel Plástico Aluminio Nieve seca PET Vidrio -Cada particular se encargará de realizar la separación de sus residuos generados, en contenedores dentro de los edificios, habitaciones u oficia. -Los residuos serán depositados en un contenedor colectivo, del cual será retirado por el servicio de recolecta de residuos del municipio, previa contratación del servicio. El organismo recolector se encargará de su disposición final en el relleno sanitario del municipio. -Se señalarán las normas de convivencia en las instalaciones, incluyendo las acciones de manejo de residuos: mantener las áreas comunes, áreas verdes y áreas públicas 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 bolsas de basura en el contenedor colectivo; evitar el depósito y mezcla de residuos líquidos para no generar lixiviados; mantener limpios y libre de residuos las áreas públicas; ante algún inconveniente o detección de particulares que alteren el orden del complejo mediante un mal

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
				manejo de residuos, se dispondrán a estas personas ante la administración del Desarrollo Turístico, quien determinará las acciones pertinentes de sanción.
Residuos de manejo especial (RME)	Residuos del suelo	Preparación del sitio y construcción	-Excavaciones.	-Los residuos del suelo, producto de las excavaciones en el predio, se reutilizarán para el relleno y nivelación del terreno. -Los residuos del suelo, previo a ser reutilizados, se acopiarán a través 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 dispersos. -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.
	Residuos de construcción	Preparación del sitio y construcción	-Derivado de la construcción del Desarrollo Turístico. -Al demoler obras existentes en el predio	-Los residuos de construcción como escombro, serán acopiados en un espacio dentro del patio 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.
	Lodos	Operación y mantenimiento	-Operación de la planta de tratamiento de aguas residuales.	-La producción de lodos por este método es baja, ya que los lodos flotados se retornarán al reactor biológico, estos solo duran fuera de su

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
				hábitat 3 minutos, y están envueltas de microburbujas de aire, y lo que es muy importante no tienen malos olores. El sistema, tiene la ventaja de que, cuando se inicie la operación con baja cantidad de habitantes, el licor será de muy bajo contenido de bacterias, por lo que no se purgarán lodos hasta no estar por lo menos al 50% de su capacidad de diseño, por lo que no se producirá lodo, sobre todo cuando la planta solo trabaje por unas horas a la semana. Ya trabajando al 80% de su capacidad, entonces se harán pruebas de jarras para purgar lodos, y esto se hará ocasionalmente, estos caerán por gravedad a un tanque de desactivado de lodos, donde por el método Universal end virus, el cual se basa en agregar cal, y se agitarán durante mínimo 6 horas, para matar todo tipo de vida microbiológica (bacterias y virus) ya inertes son enviados a los lechos de secado tipo biosolar donde ya secos e inertes, se utilizarán como abono, relleno o tirarse como residuo en sitios autorizados.
	Residuos Sólidos Urbanos que superen las 10 ton, al año	Operación y mantenimiento	-Por ocupación total de las habitaciones durante todo el año.	En el de rebasar las 10 toneladas de generación de residuos sólidos urbanos por tipo, se considerará de manejo especial y deben incluir en el Programa de Manejo Integral de Residuos las estrategias de clasificación, separación y transporte de los mismos.
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.

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
				-Para evitar la generación de residuos de aceites, las maquinarias se enviarán a sitios especializados en el municipio para realizar el cambio de aceites en dichos lugares. En caso de ser necesario hacerlo dentro del predio del proyecto (revisiones menores), 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 edificio, 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 especificaciones de la NOM-052-SEMARNAT-2005, mediante la cual se clasifican los residuos peligrosos.
Aguas residuales	Aguas negras	Preparación del sitio y construcción	-Actividad de trabajadores.	-Se instalarán dentro del predio sanitarios portátiles a razón de 1:20. -Los sanitarios portátiles se establecerán en el área de maniobras; su limpieza, mantenimiento y recolecta de residuos, estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades, quien deberá garantizar su tratamiento previo a su disposición final en sitios autorizados por el municipio.
		Operación y mantenimiento	-Uso de baños.	-Las aguas residuales generadas por el uso de los baños en las habitaciones y residencias, serán transferidas a la planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto. -El agua tratada será reutilizada para riego.
	Agua grises	Operación y mantenimiento	-Uso de lavabos. -Uso de regaderas. -Vaciado de alberca.	-Las aguas grises, denominadas así a aquellas con residuos de jabones y productos de limpieza doméstica,

Tipo de residuo	Clasificación	Etapa de generación	Actividad generadora	Manejo
				generadas por el uso de lavabos y regaderas, serán transferidas a la planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto. - El agua tratada será reutilizada para riego.

El proyecto prevé la construcción de dos casetas para la disposición temporal de residuos, donde la basura estará debidamente embolsada para evitar derrames. En el caso de residuos húmedos, como los generados por el restaurante, se contará con cámara fría donde serán almacenados adecuadamente, hasta su acopio y traslado por parte del servicio municipal a su destino final.

El proyecto involucra la construcción de redes de drenaje al interior del predio para conducir las aguas grises provenientes de las áreas de servicio y habitaciones hacia la PTAR. Además, se generarán aguas grasosas de la cocina del restaurante, las cuales deberán ser conducidas hacia una trampa de grasas cuyo contenido deberá ser retirado periódicamente para asegurar el buen funcionamiento del sistema y evitar que dichas sustancias pasen la planta de tratamiento. Los residuos extraídos de las trampas de grasa serán retirados del sitio por la empresa de manejo de este tipo de residuos que será contratada para tal fin. Dicha empresa será la responsable de la disposición final de este tipo de residuos, por lo que deberá contar con el registro correspondiente emitido por la autoridad competente.

Adicionalmente, se prevé ejecutar el Programa Integral de Manejo de Residuos, que contempla el manejo de residuos por tipo, acciones de separación y reciclado de basura. Este programa se aplicará tanto en la etapa de construcción como durante la operación del Hotel.

Generación de ruido

En cuanto a los niveles de ruido, se percibirán mayormente en el sitio donde se encuentren operando los equipos de construcción, disminuyendo en intensidad conforme a la distancia de la fuente emisora. Los niveles de ruido generados por algunos de los equipos de construcción se muestran en la tabla siguiente.

Tabla II.98. Producción de ruido por uso de maquinarias y equipos.

Fuente Emisora	Nivel de ruido pico db	A 15 m de la fuente	A 30 m de la fuente	A 60 m de la fuente	A 120 m de la fuente
Pick Up	92	72	66	60	54
Camión de volteo	108	88	82	76	70
Tractor	107	87-102	81-96	75-90	69-84

Fuente Emisora	Nivel de ruido pico db	A 15 m de la fuente	A 30 m de la fuente	A 60 m de la fuente	A 120 m de la fuente
Cargador	104	73-86	67-80	61-74	55-68
Moto conformadora	108	88-91	82-85	76-79	70-73
Perforadora Neumática	108	88	82	76	70
Moto escrepa		93			
Camión pesado		93			
Mezcladora de concreto	105	85	79	73	67

Los niveles de ruido observados a 15 m de distancia de diferentes equipos de construcción varían desde 72 a 96 dB para equipo de movimiento de tierras, de 75 a 88 dB para equipos de manejo de material y de 68 a 87 dB para equipos fijos, el equipo de impacto puede generar niveles de ruido de hasta 115 dB (EPA, EEUU, 1972).

II.2.6. Medidas de atención de contingencias y eventos meteorológicos

Las contingencias y eventos meteorológicos en la vida cotidiana son temas que no se pueden evitar, ya que dependen de factores naturales, por lo tanto, es importante estar preparado para dichos imprevistos; en el caso del proyecto, un incendio o un ciclón tropical sería un evento posible por las condiciones ambientales y la ubicación geográfica del predio. Para minimizar las afectaciones se considera:

- El complejo turístico está diseñando con cortinas anti-huracanes en todas las zonas que llevan cristal como habitaciones, residencias y áreas públicas; el Ballroom se habilitará como punto de reunión en caso de contingencia ambiental, este edificio tendrá todas las comodidades y elementos constructivos para hacerlo muy seguro y resistente para que pueda brindar confianza y seguridad a los usuarios mientras pasa la contingencia.
- En caso de incendios existirán rociadores e hidrantes en todo el complejo de acuerdo con el cálculo reglamentario, también debido al diseño lineal y con edificios bajos se evitará al máximo el riesgo de esta posible contingencia.
- Se está dotando al complejo con cámaras de seguridad y circuito cerrado, así como sonido y voceo, redes inalámbricas de internet, sensores de presencia, alumbrado público con celdas solares, iluminación de emergencia, así como una planta de emergencia en caso de que la corriente eléctrica normal llegara a fallar; se puede generar agua potable con la planta desaladora y con la planta de tratamiento el agua necesaria para riego y lavado.
- La estructura está considerada en metal y concreto para una máxima resistencia en caso de siniestros. Finalmente, se contará con un seguro para contingencias ambientales.

Criterios de diseño considerando los efectos del cambio climático

Se tomaron en cuenta para el proyecto los efectos del cambio climático relacionados con la subida del nivel del mar por el descongelamiento de los polos norte y sur en los próximos 50 años y también debido a los ciclones tropicales, como se explica en la siguiente descripción:

ESTUDIO DE AVENIDAS

Precipitaciones máximas

En marzo de 2022, la empresa TECNOCEANO llevó a cabo el análisis de riesgos de huracanes, para el mejoramiento de playas de Punta Venado. Considerando la estadística de los ciclones tropicales en el Océano Atlántico, así como su trayectoria, la empresa analizó 90 eventos ciclónicos dentro de los 100 km del predio. A partir de los datos existentes, TECNOCEANO obtuvo los períodos de retorno para diferentes categorías de ciclones, desde Depresión Tropical, hasta Huracán Categoría 5. De este análisis, se tiene que la mayor cantidad de lluvia se registró durante el ciclón tropical Wilma.

El Servicio Meteorológico Nacional de la Comisión Nacional del Agua, en su información publicada en la página de internet https://smn.conagua.gob.mx, reporta que el ciclón tropical Wilma alcanzó diversos récords en el Atlántico, entre los que destaca la lluvia más intensa en México en toda la historia, con 1,576 mm en 24 horas, en Isla Mujeres, Quintana Roo, de las 07 horas del día 21 a las 07 horas del día 22 de octubre de 2005.

En la siguiente tabla se presenta un resumen de los análisis realizados por TECNOCEANO, donde se presentan las precipitaciones asociadas a períodos de retorno desde 1 hasta 200 años, para los ciclones tropicales Larry, Claudette, Dolly, Zeta, Delta y Wilma.

Tabla II.99. Análisis de riesgos por huracanes (TECNOCEANO, 2022).

Type	# Events	Tr	Wave H	Wind (km/h)	Rain (mm/event)	Tide	Storm Surge (TBD)	SLR		Study Cases
								20 years	40 years	
TD	*4*	1	2	55.5		0.2	0.4	0.18	0.43	
TS	*26*	1	2	101.75	143	0.2	0.5	0.18	0.43	Larry
CAT 1	*18*	1	4	148	58	0.2	1.2 to 1.5	0.18	0.43	Claudette
CAT 2	*17*	7-10	5.7	157.25	150	0.2	1.8 to 2.4	0.18	0.43	Dolly
CAT 3	*15*	12 – 27	7.92	203.5	255	0.2	3 to 4	0.18	0.43	Zeta
CAT 4	*5*	25 – 75	10	240.5	700	0.2	4 to 5.5	0.18	0.43	Delta
CAT 5	*5*	50 – 200	13	296	1576	0.2	5 +	0.18	0.43	Wilma

Considerando los escenarios de aumento del nivel del mar y posibles inundaciones en caso de huracán se toma como criterio el máximo posible histórico que sería el de un huracán categoría 5 para dar los niveles de piso terminado de los edificios del proyecto como se indica en la tabla siguiente.

Tabla II.100. Niveles de piso terminado propuestos.

Based on research by TecnOceano released on 22.04.18 and 22.06.13 and research by Ideas en Agua released on 22.09.04

Surfaces	Climate Change		Precipitation		Storm Surge		Max Wave		Minimum Recommended Design Elevations* **
	20 years (m)	40 years (m)	Cat 3 (m)	Cat 5 (m)	Cat 3 (m)	Cat 5 (m)	Cat 3 (m)	Cat 5 (m)	(m)
1 Coastal Programs (Atop and In Front of Dune Ridge)									
1.1 Protected Finish Floor	0.18	0.43	1.21	1.28	1.48	1.90	0.98	1.58	**2.89**
1.2 Exit Paths***	0.18	0.43	1.21	1.28	1.48	1.90	0.98	1.58	**3.91**
2 Sheltered Programs (Behind Dune Ridge)									
2.1 Protected Finish Floor	0.18	0.43	1.21	1.28	1.48	1.90	0.00	0.00	**1.64**
2.2 Exit Paths***	0.18	0.43	1.21	1.28	1.48	1.90	0.00	0.00	**1.71**
2.3 BOH/Infrastructure Areas	0.18	0.43	1.21	1.28	1.48	1.90	0.00	0.00	**1.71**
2.4 Essential Services, Shelter Areas	0.18	0.43	1.21	1.28	1.48	1.90	0.00	0.00	**1.71**

*Minimum Recommended Design Elevations are the sum of elevations indicated in green in each row
** Design elevations are given in meters above mean sea level
*** Exit paths are paths accessible by emergency vehicles, refer to plan diagrams by Vita

La cancelería y vidrio del proyecto se considera de la siguiente forma para resistir vientos de hasta 250km/h.

- Cristal insulado: Templado de 6mm más centriglass de 1.52mm, más cristal templado de 6mm, más cámara de aire de 12mm, más cristal templado de 6mm (cristal ultra claro) para fachadas norte, sur y oriente.
- Cristal insulado: Low-e Sunguard templado de 6mm snx62-27+cámara de aire de 12mm más cristal templado de 6mm más centriglass de 1.52mm más cristal templado de 6mm (cristal Ultra claro) para fachadas poniente.

II.2.7. Generación de gases de efecto invernadero

Los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, naturales y derivados de actividades humanas, que absorben y emiten energía radiante dentro del rango de infrarrojo térmico, causando el Efecto Invernadero, un fenómeno de regulación de la temperatura del planeta. Si bien la presencia de una capa de gases en la atmósfera es necesaria ya que, al absorber y emitir radiación infrarroja, provoca un incremento en la temperatura media en la superficie de la Tierra sin la cual prevalecerían temperaturas frías o bajo cero, se debe evitar el descontrol de la emisión de GEI.

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.

El aumento de gases en la atmósfera resulta de las altas emisiones generadas por las actividades humanas. Asimismo, actividades como la deforestación afectan los procesos que contribuyen con la disminución de dichos gases, derivando en que estos permanezcan más tiempo en la atmósfera. Por lo anterior, la energía retenida es mayor y genera el aumento de temperatura en la Tierra de forma más acelerada, originando así el calentamiento global y, este a su vez, derivando en un cambio climático más rápido. Este último genera efectos adversos que ponen en riesgo la salud de poblaciones humanas, en especial aquellas de mayor vulnerabilidad, y comprometen el hábitat y permanencia de distintas especies de vida silvestre. Por ello, es importante implementar acciones que regulen la generación y aumento de gases en la atmósfera.

Dentro de este contexto, la identificación y cuantificación de emisiones de GEI permite que el Estado y los gobernantes establezcan acciones para contribuir a capturar y reducir dichos gases generados. Asimismo, las empresas y la ciudadanía deben implementar medidas que coadyuven al gobierno con la reducción de emisiones de GEI y sus fuentes generadoras. De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se reconocen seis GEI principales: bióxido de carbono (CO2), metano (CH4), óxido nitroso (N2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF6). Cabe recordar que, el cambio climático acelerado 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 (CO2), el metano (CH4) y el óxido nitroso (N2O). Sin embargo, estos también pueden ser aportados por la actividad humana, aunado a la emisión de ciertos gases que solamente se generan de forma antrópica, siendo entre los más importantes, los hidrofluorocarbonos (HFC), el perfluorocarbono (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF6). 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 GEI. Esto último, como se ha mencionado, agrava el fenómeno del efecto invernadero provocando la acelerada variabilidad del clima mundial con tendencia al incremento de temperatura, originando el cambio climático.

De los GEI identificados, los que han contribuido principalmente al descontrol del efecto invernadero son el dióxido de carbono (CO2), el metano (CH4) y el óxido nitroso (N2O), de los cuales, el primero es el más relevante, debido al aumento de concentraciones principalmente por el uso de combustibles fósiles y, en menor medida, por los cambios en los usos de la tierra. El segundo, el metano, deriva 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. Por último, la emisión del óxido nitroso se relaciona con el uso de fertilizantes, quema de biomasa y transporte carretero.

Cabe mencionar que, existen otros GEI que pueden ser emitidos por actividades humanas, denominados como GEI indirectos por contribuir indirectamente al forzamiento radiactivo debido a la química atmosférica. Entre estos, se identifican el monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NOX), bióxido de azufre (SO2) y compuestos volátiles distintos del metano (COVDM). El CO, NOX y los COVDM son agentes que intervienen en la formación de ozono en la atmósfera baja, mientras que los SO2 participan en la contaminación local, a través de la generación de lluvia ácida y smog.

La Secretaría de Turismo señala que las principales fuentes de emisiones de GEI's en el sector turismo son las fuentes móviles (vehículos de transporte); la operación de los inmuebles al realizar uso de energía eléctrica en los sitios (hoteles, residencial y comercial); el uso de gases refrigerantes en equipos (aire acondicionado, refrigeración, etc.); y la generación de residuos sólidos y aguas residuales. A través de estas fuentes se emiten Bióxido de Carbono (CO2), metano (CH4), óxido nitroso (N2O) y halocarbonos (HFC, PFC). Se estima que el 8% de los gases de efecto invernadero emitidos en todo el mundo provienen del turismo, con base en Nature Climate Change' en 2018, en este porcentaje se contemplan actividades como el mantenimiento de los hoteles, las compras que hacen los turistas en las ciudades y que terminan provocando residuos (comida, bebida, recuerdos, etc), y el dióxido de carbono que expulsan los aviones a la atmósfera.

El último estudio de la Organización Mundial del Turismo (OMT) y el Foro Internacional de Transporte (ITF), presentado en diciembre de 2019 durante la COP25 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, prevé que las emisiones de CO2 correspondientes al turismo aumentarían al menos un 25% para 2030; asimismo, las emisiones del turismo correspondientes al transporte representaron el 5% del total de las emisiones antropogénicas, y que llegarían al 5,3% en 2030 si se mantenía ese escenario.

En los proyectos hoteleros y residenciales, la mayor generación de GEI´s se da por el uso de energía eléctrica, siendo los cuartos, los restaurantes y la cocina los espacios de mayor consumo de energía por el uso de luz, aire acondicionado, refrigerar alimentos, calefacción, agua caliente y empleo de electrodomésticos. El principal GEI producido es el CO2, siendo éste el que influye en mayor medida al calentamiento global, y es por ello que las emisiones de GEI se miden en función de este gas. La t CO2eq es la unidad universal de medida que indica el potencial de calentamiento atmosférico o potencial de calentamiento global (PCG) de cada uno de los GEI, expresado en términos del PCG de una unidad de CO2.

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/m2 al año y los hoteles de ciudad 303 kWh/m2 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 CO2 que se podría alcanzar sería de 287 mil Ton de CO2 eq. al año.

Se ha estimado que una vivienda requiere 166.6 kWh/m2 al año y genera hasta 79.5 kg de CO2/m2 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 CO2 en una residencia, por el uso de electrodomésticos para las actividades cotidianas.

Tan solo en la cocina, se calculó una emisión de 808 kgCO2e, 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 kgCO2e de forma ininterrumpida; los televisores pueden emitir entre 112 y 29 kgCO2e; una lavadora emite entre unos 62 kgCO2e de CO2; los microondas y equipos como consolas de videojuegos, emiten entre 56 y 11 KgCo2e. Por ello, con la finalidad de reducir las emisiones de CO2 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 CO2 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 CO2, 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).

El consumo de energía en residencias cambia de manera importante entre regiones geográficas debido a la desigualdad en el acceso a fuentes de energía, el precio de los energéticos, el clima, el ingreso y el grado de urbanización (Jiang y O'Neill, 2004). Asimismo, influyen las características demográficas de los hogares, principalmente su tamaño. En México coexisten prácticas que pueden denominarse modernas, con otras no modernas o tradicionales vinculadas al tipo de energético utilizado, el rezago tecnológico y la desigualdad social y económica. Dentro de las ciudades también existen diversos patrones de consumo de energía, asociados a contextos geográficos y sociourbanos particulares, que son reflejo de condiciones sociales como

la marginalidad urbana o la fragmentación residencial, así como la presencia de estilos de vida diferentes en cada entorno (Cruz, 2016).

Por lo anterior, la emisión de GEI estará determinada por las características sociodemográficas de los hogares, por las creencias, valores y expectativas de bienestar de sus miembros, así como por el tiempo que éstos emplean para sus actividades cotidianas en el ámbito doméstico. Además, esto responde a factores de carácter contextual regional como son los precios, los incentivos y subsidios al consumo energético, el clima, la dinámica económica y la disponibilidad de nuevas tecnologías, que se traducen en una transición energética. En México, del consumo total de energía en el país en 2010, el 46% corresponde al sector transporte, el 27% al industrial, el 16% al residencial, el 6% al comercial, público y agropecuario, y el 5% a generación de energía. Las emisiones de CO2 en las residencias también estará determinado por el ingreso, siendo una mayor emisión del GEI en hogares o residencias con mayor ingreso económico, debido a la adquisición de quipos y materiales que requieran consumo de energía.

Fuentes generadoras de GEI por etapa

Durante las diferentes etapas del proyecto habrá generación de GEI, sin embargo, se implementarán acciones para reducir dichas emisiones. A continuación, se presentan las fuentes generadoras de gases de efecto invernadero en las diferentes etapas del proyecto.

Etapa de preparación del sitio y construcción

Se producirán emisiones de gases y partículas a la atmósfera derivadas del uso de maquinaria y equipos, así como de los vehículos, en cantidades que se estiman de acuerdo a la tabla que se muestra a continuación.

Tabla II.100. Producción de emisiones de gases por uso de maquinarias y equipos.

PARTÍCULAS kg/h	CO kg/h	HC kg/h	NO kg/h
2.4	4.4	2.5	9.0

También se generarán polvos derivados del movimiento de materiales, carga y descarga de suelo y materiales pétreos, por el tránsito de vehículos sobre las terracerías, y por el mismo funcionamiento de la maquinaria al realizar los desmontes, excavaciones, y conformar las terracerías en caminos de apoyo, etc., para los cuales se establecen medidas de prevención y mitigación, señaladas en el capítulo VI de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional.

Fuentes generadoras de gases de efecto invernadero en las diferentes etapas del proyecto:

Tabla II.101. Fuentes generadoras de GEI's en las diferentes etapas del proyecto.

Categoría	Subcategoría	Obra o actividad generadora de GEI	Etapa del proyecto
Energía	Transporte, Comercial y Residencial	Uso de vehículos y maquinaria Excavación Construcción y edificación Operación de obra Consumo de Combustibles fósiles	P C OM
Procesos industriales	Producción y uso de minerales, metales, industria química, etc.	NA	NA
Solventes	Pinturas, Resinas	Decoración y pintura para exteriores e interiores	C OM
Agropecuario	Fermentación entérica, manejo de excretas, fertilizantes nitrogenados	NA	NA
Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura	Asentamiento Humano	En específico, el terreno está localizado en una región en el que actualmente están en operación obras de naturaleza turística. Por lo anterior, el proyecto es compatible con las obras de la costa del municipio de Solidaridad. Particularmente, el predio está en una unidad de paisaje con recursos naturales bien conservados y poco impactados, por lo tanto, debe desarrollarse un proyecto que contribuya a conservar la existencia de poblaciones de vida silvestre nativas y la presencia de componentes naturales abióticos. Si bien, se realizará la deforestación, ésta será en los sitios autorizados, manteniendo al 84.88% del total de la superficie del predio con vegetación original del terreno, además de que se realizarán acciones de reforestación en sitios previamente impactados, generando una mayor cobertura vegetal en el sitio.	P
Residuos	Residuos sólidos, aguas residuales, residuos peligrosos	Se generarán residuos derivados de la ejecución del proyecto, los cuales serán separados y dispuestos a empresas encargadas de su disposición final. Las aguas residuales en la etapa de operación serán enviados a la PTAR del proyecto.	P C OM

Determinación de los GEI que se generarán durante la etapas del proyecto

A continuación, se señalan los GEI que serán generados por el desarrollo de las obras y actividades del proyecto.

Tabla II.102. GEI que se generarán en las diferentes etapas del proyecto.

Categorías	Subcategoría	Obra o actividad generadora de GEI	GEI generados
Energía	Transporte, Comercial y Residencial	Uso de vehículos y maquinaria Excavación Construcción y edificación Operación de obra.	Emisiones por consumo de combustibles fósiles (gasolina y diésel, para el transporte y gas LP para las instalaciones). CO_2, CH_4 y NOX por uso de vehículos y maquinarias. Asimismo, se generará CO_2 durante la operación del proyecto por consumo de energía.
Procesos industriales	Producción y uso de minerales, metales, industria química, etc.	NA	NA
Solventes	Pinturas, Resinas	Decoración y pintura para exteriores e interiores	Componentes por hidrocarburos (combustibles fósiles).
Agropecuario	Fermentación entérica, manejo de excretas, fertilizantes nitrogenados	NA	NA
Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura	Asentamiento Humano	Cambio de uso de suelo.	Se realizará el cambio de uso de suelo de terrenos forestales, generando CO2 y reduciendo de forma poco significativa superficie de sumideros de carbono.
Residuos	Residuos sólidos, aguas residuales municipales, excretas humanas	Los residuos generados serán separados y almacenados en un sitio temporal y posteriormente transportados a un sitio de disposición final autorizado, de acuerdo con el tipo de residuos generado.	Se emite CH_4 y N_2O por generación de residuos sólidos urbanos, (RSU) y Aguas Residuales. Sin embargo, estos GEI se emiten en los sitios de disposición final de dichos residuos. Por lo tanto, no generará emisiones directas por el manejo de RSU. En cuanto a las aguas residuales, se empleará una planta de tratamiento de aguas residuales, la cual cumple con las normas oficiales mexicanas correspondientes para su óptimo funcionamiento y encontrarse dentro de los límites máximos permisibles establecidos en dichas normas.

A continuación, se presentan los insumos estimados para el desarrollo del proyecto y las estimaciones de generación de GEI's por el mismo.

Tabla II.103. Consumo de Kwh estimado para el proyecto.

Etapa	Consumo diario (Kwh)	Consumo mensual (Kwh)	Consumo total (Kwh)
Preparación	23.33	700	3500
Construcción	25	750	9000
Operación	83.33	2500	25,000 10 años

Tabla II.104. Insumos de combustibles.

Etapa	Tipo	Consumo mensual (L)	Consumo anual
Preparación	Gasolina	12,000	108,000*
	Diesel	96,000	864,000*
Construcción	Gasolina	26,000	312, 000**
	Diesel	82,000	984,000**
Operación	Gas L.P.	45,000	540,000***

*por 9 meses; **por 12 meses (año); ***por 12 meses (año).

Tabla II.105. Estimación de GEI's generados del consumo y oxidación de combustibles en motores de combustión interna en fuentes móviles.

Combustible	Consumo anual	Unidades	Factores de emisión			Poder calorífico	Unidades	Emisiones anuales (tCO_2eq)			Emisiones anuales (tCO_2eq)
			CO_2 (ton/MJ)	CH_4 (kg/MJ)	N_2O (kg/MJ)			CO_2	CH_4	N_2O	
Preparación del sitio											
Diésel	864000	L	0.0000741	0.0000039	0.0000039	5,650	MJ/bl	2,275.19	3.35	31.73	2,310.28
Gasolina	108000	L	0.0000693	0.000025	0.000008	5,122	MJ/bl	241.12	2.44	7.38	250.93
Construcción											
Diésel	984000	L	0.0000741	0.0000039	0.0000039	5,650	MJ/bl	2,591.19	3.82	36.14	2,631.15
Gasolina	312000	L	0.0000693	0.000025	0.000008	5,122	MJ/bl	696.57	7.04	21.31	724.92
Operación y mantenimiento											
Gas LP	540000	m3	0.0000631	0.000001	0.0000001	4,175	MJ/bl	894.78	0.40	0.38	895.55
Emisiones directas por el desarrollo del proyecto											6,812.83

Fuente de hoja de cálculo: Asociación Mexicana de Distribuidores de Automotores en cumplimiento del Reglamento Nacional de Emisiones y el reporte de la Cédula Anual de Operación. Datos de insumo: las del proyecto.

Tabla II.106. Emisiones de GEI's por consumo de energía eléctrica.

Etapa	Consumo anual	Unidades	Factor de emisión (ton CO_2/kWh)	Emisiones anuales (tCO_2eq)
Preparación del sitio	3500	kWh	0.454	1.59
Construcción	9,000	kWh	0.454	4.09
Operación y mantenimiento	30,000	kWh	0.454	11.35
			Total	**17.03**

De acuerdo con las tablas anteriores, el GEI de mayor generación será el CO_2. En total por las etapas de preparación del sitio y construcción, se generarán 5,917.28 tCO_2eq de GEI´s (CO_2, CH_4 y N_2O) por uso de combustibles y 5.68 tCO_2eq por uso de energía. En cuanto a la operación y mantenimiento, de forma conjunto, combustible y energía, se estima que al año se estén generando 906.9 tCO_2eq, siendo la mayor generación por el consumo de Gas L.P.

Con base en todo lo previamente expuesto, se identifica que, por la naturaleza del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado"* el principal GEI por aportar es el CO_2, derivado del consumo de energía en las etapas de construcción y operación; el empleo de materiales de construcción; el uso de vehículos y maquinarias que hagan uso de combustibles de origen fósil en la etapa de construcción; y por la operación de la planta de tratamiento de aguas negras. Cabe mencionar que, los edificios a construir y operar, en conjunto con las áreas públicas y de servicios (BOH), atienden la demanda de servicios y espacios de un sector con poder adquisitivo alto. Por ello, las áreas del proyecto serán equipadas con distintos equipos y dispositivos que requieren el consumo de energía para brindar un servicio de alta calidad para usuarios.

Durante la etapa de preparación del sitio y la etapa de construcción, también se generarán emisiones de óxido de nitrógeno (NOx) por el uso de maquinaria pesada, para lo cual se considerarán los parámetros y valores establecidos en la Norma Oficial Mexicana 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 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.

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 las habitaciones y residencias, así como en las amenidades del proyecto. Por ello, se considera lo siguiente, como medidas que contribuyen a reducir la generación de CO_2 durante la operación del proyecto:

- El diseño del proyecto fue planteado para aprovechar mayor tiempo la energía solar natural, lo que reduce el consumo de energía en luminarias.
- El diseño y orientación del proyecto, propicia una adecuada ventilación de los edificios estando estos abiertos y en temporadas de calor; en temporadas de fríos, los materiales a emplear ayudan con el aislamiento térmico del espacio. Ambas acciones contribuyen a reducir el consumo de energía en aire acondicionado y calefacción. Sin embargo, se hará uso del aire acondicionado o calefacción, por ello, se instalarán unidades modernas que reduzcan 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 el mantenimiento adecuado a la planta de tratamiento de aguas negras del proyecto.
- Mantenimiento a las unidades de aire acondicionado para evitar fugas.
- Establecer áreas verdes con vegetación nativa dentro del proyecto.
- Se mantendrá cobertura vegetal original del predio, de las distintas comunidades identificadas en el terreno, equivalente a una superficie del 84.88% de la superficie total del predio para el proyecto.
- Se realizará la valorización de residuos para aprovechar los susceptibles de reúso y reciclaje, con el fin de reducir los residuos que sean transportados al depósito de disposición final autorizado por el municipio de Solidaridad, como el relleno sanitario.

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 turísticos, por ello, la mejor medida de mitigación es la que propicie una reducción de su generación.







CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO VENADO, EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO




La Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional (MIA-R) es un instrumento de política ambiental, mediante el cual se identifican los impactos ambientales que pueden generarse en un sistema natural durante el desarrollo de todas las etapas, obras y actividades de un proyecto; a partir de ello, se proponen las medidas ambientales más adecuadas para prevenir, mitigar y compensar los impactos potenciales negativos identificados. Para lo anterior, en necesario que previamente se distingan las obras y actividades que integrarán el proyecto de interés; se realice la caracterización ambiental del sitio por aprovechar para reconocer los componentes naturales que pudieran ser afectados; y se analicen los instrumentos jurídicos que rigen la zona donde se establecerá la obra, para presentar la vinculación que evidencie la congruencia y el cómo el proyecto se ajusta a las disposiciones jurídicas ambientales.

La vinculación con los instrumentos jurídicos en materia ambiental y ordenamiento del territorio permite identificar cómo los elementos del proyecto dan cumplimiento y se apegan a las disposiciones jurídicas vigentes y aplicables, con el fin de contribuir a la protección del sistema ambiental y de evitar que se genere desequilibrio ecológico en el ecosistema. En este sentido, por medio del análisis y vinculación normativa se podrá concluir si el proyecto de interés a desarrollar es viable en el ámbito legal-ambiental, al no contravenir las disposiciones legales en materia ambiental contenidas en las leyes, reglamentos, programas de ordenamiento territorial, programa de desarrollo urbano, normas oficiales mexicanas, planes de manejo y acuerdos internacionales aplicables. Con lo anterior, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) podrá realizar la evaluación en materia de impacto ambiental del proyecto, con el objeto de otorgar la autorización para el desarrollo de las obras y actividades del proyecto de interés.

A continuación, a través del desarrollo de este capítulo III de la MIA-R, se presenta la vinculación de las obras y actividades a realizar del proyecto *Construcción y operación del "Proyecto Venado" en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo,* con los distintos instrumentos normativos y de planeación que regulan su desarrollo en el territorio nacional y ecosistemas naturales. Para la vinculación se consideró el tipo de proyecto a establecer; el sitio, la superficie y la zona en la que se construirá y operará; las actividades a llevar a cabo para su edificación; los elementos naturales del área por aprovechar; los recursos naturales y servicios ambientales disponibles; los riesgos por fenómenos naturales y cambio climático; así como la urbanización de la región donde se insertará el proyecto. Los instrumentos normativos con los cuales se vinculó el proyecto son de diferentes niveles de especificidad: internacionales, federales y locales.

Cabe mencionar que, en el evento de que el proyecto no se ajuste a lo que dispone literalmente el instrumento aplicable respectivo, se presentará la propuesta cuyo objetivo sea el de ajustar el proyecto para satisfacer el requerimiento de la disposición correspondiente. Lo anterior aplica, sobre todo, cuando la aplicación literal de la norma o disposición no pudiera cumplirse con el diseño o proceso propuesto (SEMARNAT, 2022).

III.1. PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO (POET)

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 propuesto, 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 el proyecto, 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; y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad.

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 Venado*" se construirá y operará en un predio que se encuentra en la UAB (Unidad Ambiental Biofísica) número 62 denominada Karst de Yucatán y Quintana Roo.

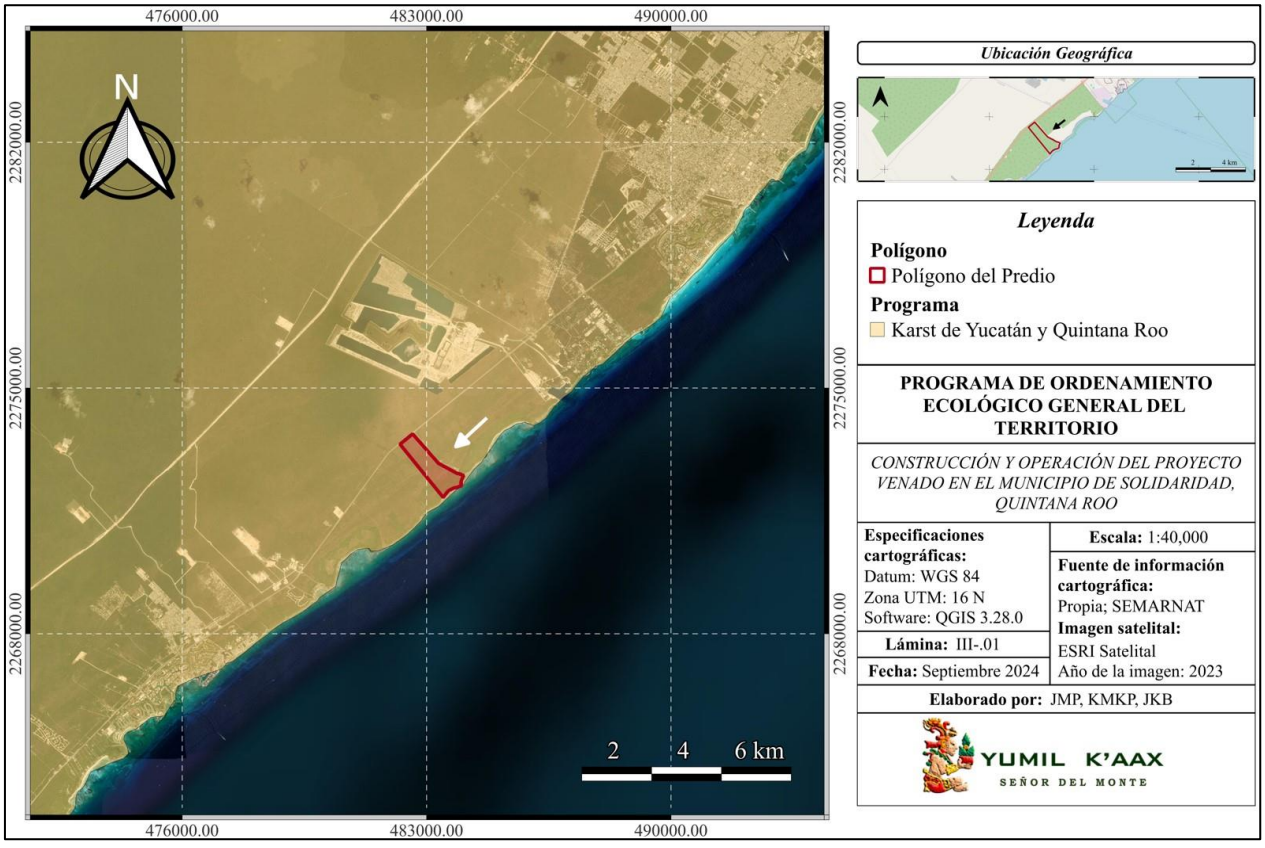


Lámina III.1. Ubicación del predio para desarrollar el proyecto, en la UAB 62.

A continuación, se presentan las características de la Unidad Ambiental Biofísica 62 denominada 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					

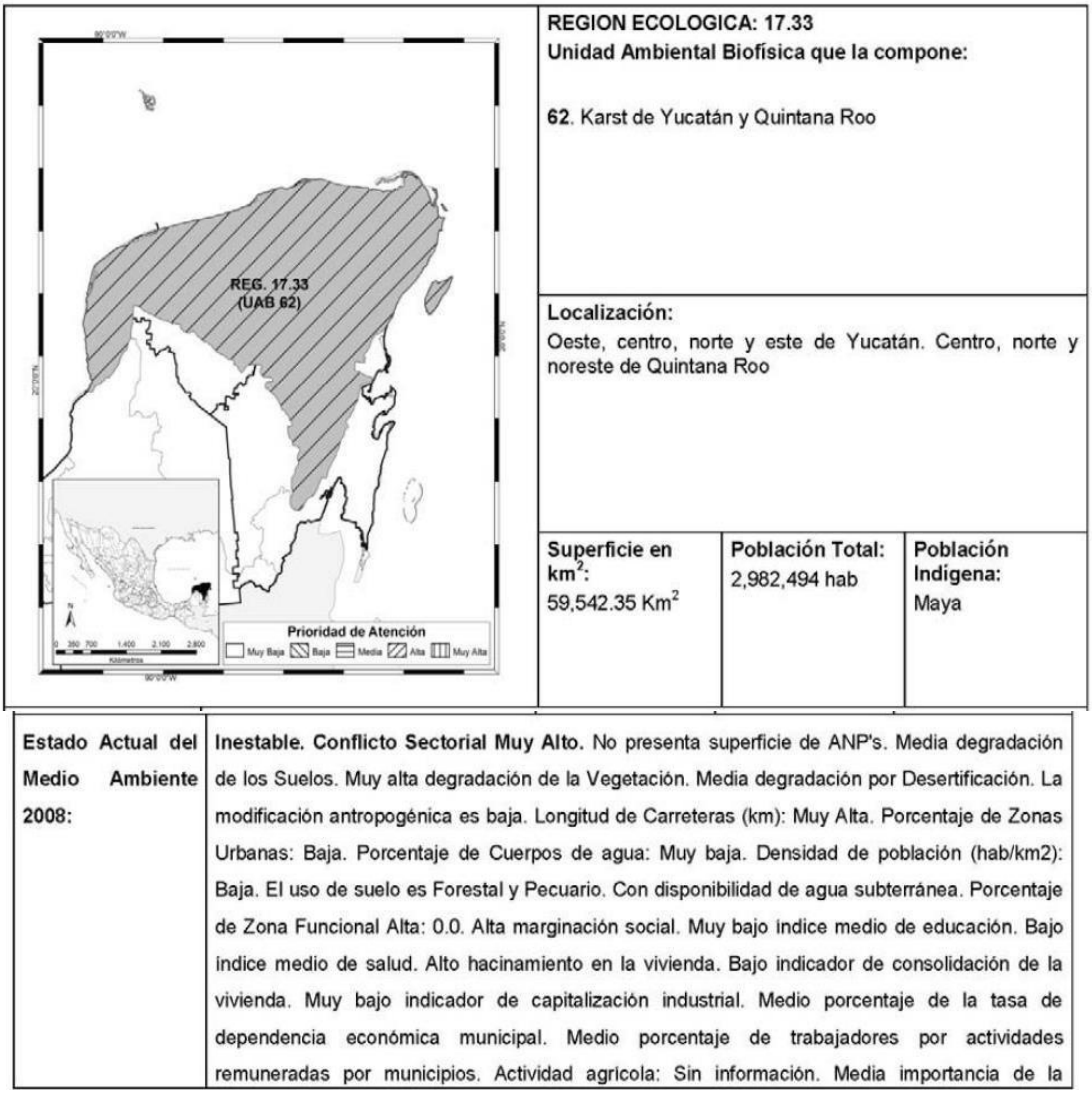


Figura III.1. Ubicación del predio para desarrollar el proyecto, en la UAB 62.

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 de "*Proyecto Venado"* se ajusta a las políticas ambientales señaladas, de la siguiente forma:

- **Restauración:** El diseño del proyecto se estableció considerando los componentes ambientales del predio seleccionado para su construcción; la distribución de las obras que lo integrarán se realizará de manera que se respeten zonas vulnerables y claves para el ecosistema costero, por ejemplo, se establecerá como zona de conservación la comunidad de vegetación de manglar del predio y se respetarán las estructuras kársticas existentes en el sitio (cenotes, fracturas y caverna) al no ser modificadas para las obras. Con lo anterior, se mitigan los impactos sobre el ambiente; sin embargo, para brindar más elementos que contribuyan a proteger el sistema ambiental, se llevará a cabo la reforestación de aquellas superficies del predio que fueron impactadas en el pasado, las cuales no cuentan con vegetación, y que no serán aprovechadas para el establecimiento de las nuevas obras.

  La reforestación es una de las actividades que se ejecutan para la restauración de zonas degradadas, a través de la plantación de plantas (principalmente árboles) nativas de la región para recuperar una estructura similar a la comunidad vegetal que tenía el área afectada; de este modo, y con acciones complementarias, se restaura a un estado similar al original las interacciones ecológicas del sitio. Para el "*Proyecto Venado*" se realizará la reforestación de áreas sin vegetación, caminos y brechas existentes que no sean aprovechadas para el nuevo diseño propuesto; se emplearán de forma prioritaria plantas obtenidas del rescate de flora a ejecutar en el predio, asimismo, podrán propagarse especies por medio de la obtención de semillas de ejemplares que se encuentren en zonas colindantes al sitio a reforestar; en caso de ser necesario, se obtendrán ejemplares de plantas de viveros autorizados de la región, para asegurar que sean individuos aclimatados a la zona.

  Las actividades de reforestación se llevarán a cabo con apego a lo establecido en el *Programa de Reforestación del Proyecto Venado*, el cual deberá ser presentado a la Secretaría previo a su ejecución para su aprobación. La finalidad de reforestar zonas previamente impactadas del predio es la de recuperar interacciones ecológicas en aquellos sitios que no sean aprovechados, para mantener la continuidad de la vegetación y mitigar el impacto a los servicios ambientales del predio. Cabe aclarar que, las áreas de reforestación son distintas a los camellones y jardines del proyecto; también, es importante señalar que existirán esas áreas no aprovechadas porque no se ajustan al nuevo diseño propuesto, ya que dichas superficies fragmentan el sitio y lo que se busca con el nuevo

diseño es unificar caminos y brechas para reducir la fragmentación por vialidades de acceso a las distintas áreas y obras del proyecto, justificando las actividades de reforestación.

- **Protección:** la protección de los componentes ambientales se lleva a cabo mediante la implementación de acciones y medidas para evitar daños sobre estos. Con el desarrollo del *"Proyecto Venado"* se generarán impactos ambientales, por lo que, será necesario implementar medidas que contribuyan a mitigar sus efectos; asimismo, se deberán implementar acciones que eviten la afectación de los elementos naturales (originales del sitio) que permanezcan en el predio.

  Por ejemplo, se establecerá como área de conservación la comunidad de vegetación del manglar del predio, no obstante, delimitarlo como una zona a conservar no es suficiente, ya que se requiere ejecutar acciones que eviten su daño durante la construcción y operación del proyecto; para ello, se llevarán a cabo acciones como: manejo integral de residuos sólidos; tratamiento de aguas residuales; no dirigir aguas residuales al manglar; establecer pozos de inyección de agua tratada en sitios que no interfieran con el flujo hidrológico del manglar (con base en estudio geohidrológico del predio); no establecer obras que obstruyan el flujo hidrológico del manglar; no remover individuos de mangle; no dirigir luces hacia el interior del manglar durante las noches para no afectar el comportamiento de la fauna que se resguarda en dicha vegetación; no realizar la quema de residuos dentro del predio para prevenir incendios; capacitar a los trabajadores en temas ambientales.

  Dentro de este contexto, con durante el desarrollo de "*Proyecto Venado*" se ejecutarán acciones que contribuyan con la protección de componentes ambientales del predio, lo cual ayudará a mitigar los efectos de los impactos ambientales que se generen con las obras y actividades propuestas. Entre las acciones a realizar están:

  - Implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos, para llevar a cabo estrategias, acciones y procedimientos de manejo de residuos sólidos y líquidos, tanto sólidos urbanos, de manejo especial, así como peligrosos. Con esta medida se evitará la contaminación de los remanentes de vegetación original del predio que se van a mantener, es decir, aquella vegetación que no va a ser afectada por la construcción del predio, equivalente al 84.88% de la superficie total del terreno. También, con esta acción se protege el suelo, aire y cuerpos de agua del predio y la zona, al evitar su contaminación.
  - Instalación y operación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para acopio y tratamiento de aguas residuales provenientes de sanitarios y lavabos del

proyecto. En las etapas de preparación del sitio y construcción, se emplearán sanitarios portátiles para acopio de aguas residuales. Con lo anterior, se no se generará dispersión de materia fecal al aire libre.

- Instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI) para obtener agua potable para uso dentro del proyecto durante la operación; con lo anterior se evitará abrir nuevos pozos de extracción de agua dulce, contribuyendo de este modo a reducir la explotación el acuífero en la zona y, subsecuentemente, así evitar efectos negativos como disminuir la disponibilidad de agua dulce en la región que derivaría en intrusión salina o afectación a la vegetación del sitio que depende de agua subterránea.
- Para operación de la POI se construirán 2 pozos de extracción de agua salobre a 15 metros de profundidad. La profundidad se estableció con base en los resultados de los perfiles de Sólidos Totales Disueltos del área presentado en el Estudio Geohidrológico del predio; existen en el acuífero un espesor reducido de agua dulce-salobre de apenas 5 metros en las zonas más alejadas de la línea de costa con valores entre 2,500 y 10,000 ppm de sólidos totales disueltos. Por lo anterior se propone que los dos pozos de extracción de agua sean de 15 m de profundidad aislando los primeros 10 m con tubería de PVC de 12" de diámetro y sello de cemento en la base con un horizonte de extracción de los 5 m hasta los 15 m esperando extraer agua con concentraciones de sólidos totales disueltos entre 10,000 y 15,000ppm de sólidos disueltos totales (SDT). De este modo, se evitará la afectación de la capa de agua subterránea dulce-salobre.
- Se establecerán 185 pozos pluviales, con una zona de absorción de entre los 12 hasta los 24 metros de profundidad. De este modo, se contribuirá a redirigir las aguas pluviales para evitar la inundación de las distintas áreas del proyecto. Al evitar las inundaciones se protegen las obras civiles para evitar daños físicos; asimismo, se protege a la flora no acuática del lugar y a la fauna edáfica y rastrera, evitando que se ahoguen. La absorción de agua pluvial mediante pozos también ayuda a mitigar la pérdida de superficies permeables del predio por la construcción de cimientos.
- Distribución de obras civiles en el predio de forma que se mantengan parches de vegetación continuos, para reducir la fragmentación del las comunidades vegetales existentes. Con ello, se protegen corredores naturales para el tránsito de la fauna que habita el predio y sitios colindantes, además de conservar servicios ambientales, los cuales pueden disminuir en la intensidad del efecto pero no en cantidad de servicios

existentes; por ejemplo, se perderán superficies permeables que contribuyen con la recarga del acuífero, pero no desaparecerá en su totalidad el servicios ambiental, debido a que se conservará superficie con suelo original permeable del terreno a través de los remanentes de vegetación y de las áreas verdes por establecer.

- Reforestación y establecimiento de áreas verdes, así como mantener vegetación original del predio, con lo cual se protege el elemento natural "aire", ya que las plantas son organismos que contribuyen a purificar el aire por procesos naturales. Asimismo, la vegetación crea sombra y regula la humedad de un sitio, por lo tanto, contribuye con la regulación del microclima, protegiendo las condiciones de desarrollo de las especies de fauna silvestre adecuadas al ambiente existente en el predio y sitios colindantes.
- Implementación de un Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre del predio, por medio del cual se va a proteger la integridad de los ejemplares que habiten o transiten el predio, especialmente en las áreas de desplante de obras. Cabe mencionar que, proteger remanentes de vegetación original del predio contribuirá a mantener hábitat de fauna silvestre, por lo tanto, para proteger a los ejemplares que retornen al predio o que se mantengan en éste aún con las obras civiles, se establecerán pasos de fauna en sitios estratégicos para permitir el libre tránsito, y seguro, de la fauna a distintas partes del terreno, asegurando su acceso a alimento, agua y sitios de reproducción.
- Capacitar al personal del proyecto, en todas las etapas de desarrollo, contribuye a implementar buenas prácticas ambientales y a continuar la aplicación de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales. De este modo se protegerá la flora y fauna al no extraer ejemplares, no dañarlos y no molestarlos; al suelo, aire y agua al no contaminarlos, sobreexplotarlos o agotarlos; y al ecosistema en general, al conservar servicios ecosistémicos en el área derivado de la protección de los elementos bióticos y abióticos del sitio.

- **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, se consideraron los componentes ambientales del predio y la normatividad ambiental vigente aplicable, para determinar el diseño y distribución de las obras que

integrarán al "*Proyecto Venado*". Entre los elementos del proyecto que contribuyen a un aprovechamiento sustentable de la superficie y los recursos naturales del predio están:

- Cumplimiento de la estrategia ambiental de la UGA 16 (donde se ubica el predio de interés) del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del municipio de Solidaridad, que establece que "*solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable".*

  Considerando que la superficie total del predio es de 111.55 ha, el 35% equivale a 39.045 ha; para establecer las obras del proyecto propuesto se realizará el aprovechamiento de 16.868 ha, equivalente al 15.12% del predio. En este sentido, se mantendrán 94.69 ha, equivalentes a 84.88% de la superficie total del predio libre de obras, con presencia de vegetación original del sitio; esto contribuye a mantener hábitat y recursos para la fauna silvestre, lo que a su vez, permitirá conservar servicios ambientales en la zona. Cabe mencionar que, permanecerán 22.177 ha (19.88%) a salvo de la superficie máxima aprovechable en el predio; en todo momento se deberá garantizar la protección de componentes claves del sistema ambiental como el manglar, para mantener un ecosistema funcional y en equilibrio ecológico, que al mismo tiempo asegurará la permanencia de la unidad de paisaje y los corredores biológicos.

- El predio seleccionado para desarrollar el proyecto, cuenta con una comunidad vegetal conformada por 6 tipos de vegetación: vegetación de duna costera, matorral costero, chital, manglar, selva de transición y vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. De estos, para establecer las obras nuevas propuestas, se requiere la remoción parcial de vegetación de matorral costero, chital y vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia; los otros tres tipos no serán afectados, es decir, no se removerá vegetación en ellas para construir el proyecto.

  La remoción parcial de los tipos de vegetación (0.731 ha de matorral costero; 0.666 ha de chital y 13.063 ha de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia), asegura que tantos éstos, como los otros tres tipos (vegetación de duna costera, manglar y selva de transición), estarán presentes en la región y no se pondrá en riesgo su existencia en la zona. Con lo anterior, se garantiza la disponibilidad de esos tipos de vegetación y sus servicios ambientales, para las generaciones futuras; asimismo, se conservarán especies de flora nativa de la región, ya que aún se mantendrán representadas en la zona las especies de individuos de plantas a remover. Cabe mencionar que, aun desarrollando en un futuro obras

dentro del predio (previa obtención de autorización de impacto ambiental), se debe dar cumplimiento a la estrategia ambiental de la UGA 16 de solo aprovechar el 35% de la superficie total del terreno, que es el porcentaje permitido para el cambio de uso de suelo; de este modo, se garantiza que se conservará 65% del predio con elementos bióticos y abióticos sin afectar.

- Para no comprometer la disponibilidad de agua dulce del acuífero y no afectar la disponibilidad de agua potable de la red municipal que suministra este recurso a las poblaciones de Playa del Carmen o Puerto Aventuras, se instalará una Planta de Ósmosis Inversa (POI) mediante la cual se obtendrá agua potable a suministrar a todo el proyecto, a partir del tratamiento de agua salobre obtenida mediante 2 pozos de extracción de 15 metros de profundidad. Las plantas desaladoras como la POI a instalar, pueden proporcionar suministro constante de agua potable al aprovechar un recursos hídrico que abunda en la región, el agua salobre; este suministro puede ser constante incluso en zonas propensas a sequías ya que no depende del aprovechamiento de agua pluvial o de la recarga de agua dulce del acuífero. Con las plantas desaladoras se reduce la presión sobre las fuentes de agua dulce limitadas.

  Cabe mencionar que, dentro del predio se detectaron cenotes y fracturas con agua, los cuales NO serán aprovechados para extraer recurso hídrico, además para evitar la contaminación del agua que contienen, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos para evitar dispersión de residuos sólidos y líquidos en dichas estructuras naturales. También, se prevé el acopio de aguas negras mediante sanitarios portátiles en etapas de preparación del sitio y en construcción; para etapa de operación, las aguas negras serán enviadas a la PTAR del proyecto, mediante el cual se dará tratamiento a dichas aguas residuales y se considera su reúso para riego de áreas verdes y la disposición del agua tratada excedente en 1 pozo de inyección de 80 a 120 metros de profundidad.

- Para el desarrollo del proyecto NO se realizará el aprovechamiento extractivo de ningún ejemplar de fauna silvestre. Sin embargo, para asegurar su protección y la permanencia de las especies registradas dentro del predio y sitios colindantes, se implementará un Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre, para ejecutar acciones para ahuyentar o rescatar y reubicar ejemplares de animales que pudieran estar en los sitios de construcción o susceptibles de afectación por el desarrollo de las actividades del proyecto; el programa deberá ser ingresado para su aprobación a la Secretaría, previa ejecución.

Otra estrategia para asegurar que NO se pondrá en riesgo la existencia o permanencia de especies de fauna silvestre de la región, son: conservar hábitats naturales con los recursos necesarios para el desarrollo de los ejemplares de fauna, mediante la protección de remanentes de vegetación original del sitio y cenotes (para fauna terrestre y acuática) y de la protección de la playa arenosa colindante al predio (para fauna marina como tortugas).

Con la implementación de las estrategias, medidas y acciones propuestas en los puntos previamente presentados, se garantiza que el desarrollo del proyecto de interés se ajusta a las *Políticas ambientales* de la UAB 62 del POEGT.

La UAB 62 tiene como ***Rectores del desarrollo*** la Preservación de flora y fauna y el Turismo. De acuerdo con el POEGT, los *Rectores* son aquellos que "*tienen un papel esencial en el devenir del desarrollo sustentable en la UAB, reconocen la necesidad de ir a la cabeza en la construcción de los acuerdos que se tomarán en el seno del grupo de Trabajo Intersecretarial, para el cumplimiento de los lineamientos ecológicos correspondientes*". Con base en lo anterior, el Turismo es una actividad económica clave que debe ejecutarse bajo criterios ecológicos con el objeto de contribuir a proteger y conservar recursos naturales de una región, sin comprometer los beneficios socioeconómicos de la misma; con ello, se busca sustituir modelos tradicionales de desarrollo, por aquellos más incluyentes que desde el diseño consideren los componentes ambientales del área, para establecer las medidas más adecuadas que mitiguen los impactos ambientales y, así, preservar flora y fauna, servicios ambientales y un ambiente sano.

Particularmente, la costa del estado de Quintana Roo es el destino turístico mexicano con mayor reconocimiento a nivel internacional, debido a la variedad de servicios que ofrece, distribuidos en distintas localidades desde el norte del estado, con la Isla de Holbox, hasta el centro con la Reserva de la Biosfera Sian Ka'an; en menor medida, pero no menos importante, el sur de Quintana Roo destaca con Bacalar y Chetumal. La preferencia de la costa de Quintana Roo radica en la belleza de sus paisajes, los recursos naturales y servicios ambientales que posee, así como el acceso a ellos; esto es lo que ha llevado al desarrollo de proyectos que deriva en esa variedad de servicios ofrecidos. Actualmente, el turismo de Quintana Roo no solo se centra en el recreativo, ya que se desarrolla el turismo de negocios, salud y convenciones. No obstante, debido a que su atractivo principal es la naturaleza y sus playas, es importante que se lleven a cabo acciones que protejan los componentes ambientales que posee para continuar con su aprovechamiento.

Por lo tanto, el sector público, tanto estatal como de cada municipio, ha establecido estrategias y políticas dirigidas a la regulación de los servicios turísticos como factor esencial para el desarrollo sustentable en la región, sin comprometer la generación de beneficios socioeconómicos. Con esto, buscan continuar el impulso turístico de la zona, sin poner en riesgo la existencia los recursos naturales de los cuales dependen,

tanto para el aprovechamiento para el Turismo, como para el desarrollo de las poblaciones humanas locales. Así, como una de las estrategias que se han establecido a nivel estatal para el desarrollo sustentable es la conservación y uso responsable de la biodiversidad; para ello, se incluye el conocimiento, restauración, detección y prevención de amenazas, educación y cultura ambiental, y gobernanza. El Plan Estatal de Desarrollo 2023-2027 de Quintana Roo, incluye como uno de sus cinco ejes rectores el Medio ambiente y Crecimiento Sustentable, con el objetivo de "*Desarrollar infraestructuras modernas, sostenibles, solidarias, resilientes y de calidad, respetuosas del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales que favorezcan el desarrollo sostenible, sustentable e integral y mejoren las condiciones de vida de la población, así como el aumento de las capacidades humanas de desarrollo*". La intención del gobierno estatal es la de destinar esfuerzos y recursos para fortalecer el equilibrio bajo una política de ordenamiento territorial que sirva de apoyo a la visión de crecimiento en materia de desarrollo urbano, medio ambiente, así como los proyectos de vivienda.

Dentro de este contexto, el desarrollo de proyectos en la entidad deben considerar entre sus objetivos mitigar el impacto al ambiente para contribuir con la protección y conservación de recursos naturales, por medio de un aprovechamiento responsable que permita mantener la representación/existencia de los componentes ambientales, en buen estado, importantes para el equilibrio ecológico del ecosistema costero y que propician un ambiente sano para el desarrollo de las poblaciones humanas y del sector turístico que depende de ello.

El "*Proyecto Venado*" para ajustarse a los objetivos estratégicos en materia de medio ambiente del Plan Estatal de Desarrollo 2023-2027 de Quintana Roo, posee un diseño y elementos que se apegan a los usos permitidos y a las disposiciones jurídicas en materia ambiental, contenidas en diversos instrumentos normativos y de ordenamiento territorial; el cumplimiento de esas disposiciones permitirá que el proyecto mitigue el impacto sobre el ambiente, el cual no puede evitarse en su totalidad, pero sí ser controlado para minimizar los efectos negativos que produzca. De esta forma, el proyecto se integrará al sistema económico de la región donde se establecerá, sin poner en riesgo el equilibrio ecológico del ecosistema costero y sin comprometer la disponibilidad de los recursos naturales de la región para las generaciones humanas futuras.

"*Proyecto Venado*" es una obra de naturaleza turística de tipo hotelero-residencial, la cual poseerá elementos que permitirán mezclar el lujo y la comodidad con la naturaleza, ya que el concepto central de este proyecto será la de gozar de una atmósfera natural para el descanso, relajación y recreación de los huéspedes y visitantes. Para ello, el diseño del proyecto integró y/o consideró la existencia de distintos elementos naturales originales del predio donde se establecerá, para mantener su belleza y función ecológica, fungiendo como atractivo de la obra, al mismo tiempo que contribuye con la protección de componentes y

servicios ambientales para crear un ambiente sano para las actividades de trabajadores y huéspedes. Entre los factores de diseño de "*Proyecto Venado*" están:

- En el predio existen cenotes, pequeñas cavernas, fracturas kársticas inundadas y dolinas secas. Una estrategia de protección de estas estructuras naturales es la de no modificar, rellenar o construir obras dentro de aquellas, asimismo, las obras civiles a establecer se distribuirán de forma que no pongan en riesgo su existencia; de este modo se obtienen los siguientes beneficios:
  - Se reduce el impacto de modificación de la estructura del suelo en el predio.
  - Se reduce el riesgo de colapso de bóvedas, techos o paredes de cenotes, cavernas o dolinas del predio.
  - Se mantienen estructuras naturales que fungen como hábitat de especies de fauna silvestre acuática y terrestre, nativas de la región.
  - Los elementos kársticos añaden un elemento estético y cultural al proyecto.
  - Se minimiza el riesgo de daño físico de las obras civiles, importante para reducir el riesgo de afectación por fenómenos naturales como tormentas y ciclones tropicales.
  - Se mantienen zonas de escurrimiento natural que, en conjunto con la construcción de pozos pluviales, se amortiguan inundaciones.
  - No se modifican sistemas de flujo de agua subterráneas.
  - Se reduce el riesgo de contaminación de cuerpos de agua superficiales y subterráneos.
- No desmontar cobertura de vegetación de manglar existente en el predio; asimismo, no se rellenarán superficies con manglar y no se cortará el flujo hidrológico de ningún fragmento de manglar del predio. Con lo anterior se obtienen los siguientes beneficios:
  - Mantener las especies de manglar en su sitio de desplante original.
  - Contribuir con la protección de las cuatro especies de manglar que se distribuyen en la región, las cuales se encuentran en categoría de Amenazada (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
  - Mantener hábitat de fauna silvestre que aprovecha el manglar como refugio, sitio de reproducción o de alimentación.

- Mantener servicios ambientales del manglar como: protección contra vientos; amortiguamiento de inundaciones; regulación del microclima; captura de carbono; purificación de agua; reservorio de biodiversidad; fijación del suelo; etc.
- El manglar funge como un elemento estético del área, ya que aporta belleza.
- Se dará cumplimiento a disposiciones jurídicas en materia de protección del manglar.
- Proteger ecosistemas vulnerables funge como medida de adaptación al cambio climático.
- Protección de las obras civiles ante fenómenos hidrometeorológicos, como ciclones.

- Las obras se distribuyeron de forma que se puedan acceder a ellas a través de la menor cantidad posible de vialidades, con el fin de reducir la fragmentación de la vegetación del terreno.
- El diseño de algunas obras atiende de forma puntual a la forma del terreno, la existencia de estructuras kársticas, la existencia de vegetación vulnerable y el tipo de suelo.
- Actualmente, el predio cuenta con superficies previamente impactadas, por lo que están desprovistas de vegetación. Para el diseño del proyecto se consideró distribuir parte de las obras nuevas en esas superficies desprovistas de vegetación. Existen superficies impactadas que no podrán ser aprovechadas, por lo cual serán reforestadas, los motivos son los siguientes:
  - Gran parte de caminos existentes se distribuyen de manera irregular en el terreno, si bien, esto no ha impedido el tránsito de fauna o las interacciones ecológicas del sistema ambiental, propicia la fragmentación de la vegetación, por lo tanto, se considera como un impacto positivo recuperar cobertura vegetal.
  - No se pueden aprovechar todos los caminos existentes porque no quedan cerca de las nuevas vialidades a establecer, las cuales, de forma estratégica, se diseñaron para conectar la mayor cantidad de unidades (habitaciones o residencias) y así reducir la fragmentación de la vegetación del predio.
  - Existen áreas desprovistas de vegetación que colindan con áreas vulnerables, por lo que no resulta factible su aprovechamiento, debido a las dimensiones de las obras a construir.
  - Algunas de las áreas desprovistas de vegetación no quedan cerca de las obras civiles a establecer, por lo que se opta su reforestación para recuperar cobertura vegetal.
- Se dará cumplimiento a la estrategia ambiental de la UGA 16 del POEL de Solidaridad, que establece que "solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable".

Considerando que la superficie total del predio es de 111.55 ha, el 35% equivale a 39.045 ha; para establecer las obras del proyecto propuesto se realizará el aprovechamiento de 16.868 ha, equivalente al 15.12% del predio.

- El proyecto propuesto se estableció en congruencia con la vocación del uso de suelo y los usos condicionados permitidos en la zona, que de acuerdo con el POEL de Solidaridad, para la UGA 16 la vocación es de tipo Turística y en los usos condicionados permitidos está el Turístico.

- Los tipos de vegetación por afectar durante las actividades de desmonte son aquellos bien representados en la región; de este modo, la remoción parcial de plantas no afectará de forma significativa esos tipos de vegetación. Aún con el proyecto establecido, se asegura la presencia de matorral costero, chital y vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en la región, así como de las especies de flora nativa que los integran.

- Dentro del predio se mantendrán remanentes de vegetación original del predio, por lo tanto, se conservarán hábitats naturales para la fauna silvestre que transita o habita la zona. Para asegurar que la fauna silvestre pueda acceder a los distintos fragmentos y tipos de vegetación del predio, se establecerán pasos de fauna en sitios clave ubicados entre las obras civiles; para la distribución de los pasos de fauna se considera la distribución y uso del hábitat actual de los animales en el terreno, es decir, que de acuerdo con la evidencia y registro de fauna durante los muestreos de este grupo biológico, se identificaron las áreas donde es necesario mantener conexión para tránsito de especies.

- Se establecerán cuerpos de agua artificiales, los cuales serán construidos de forma que no tengan conexión con el acuífero. Estos elementos del proyecto se establecerán con fines estéticos (además de que el agua ayuda en la relajación y el bienestar mental de las personas), de contribuir a regular el microclima del sitio y de mantener sitios de escurrimiento de agua pluvial, así como reducir el riesgo de inundación. De forma secundaria, estas obras generarán beneficios como crear nuevos espacios para el descanso, hidratación, alimentación e, incluso, reproducción de fauna silvestre del sitio, la cual también encontrará sitios con agua aún en temporada de secas.

  Cabe mencionar que, en el transcurso del año 2024 se han registrado temperaturas muy altas en la Península de Yucatán, resultando en sensación térmica de hasta 51 °C en el municipio de Solidaridad, lo cual afecta tanto a la población huma como a la fauna silvestre. Por ello, es importante poseer elementos que ayuden a regular la sensación térmica de las zonas habitadas o aprovechadas por el humano, además de mantener atributos que contribuyan a minimizar las afectaciones sobre la vida silvestre. Los cuerpos de agua, de origen artificial o natural, fungen como

elementos que cubren esas necesidades; también, pueden considerarse elementos de adaptación al cambio climático ante el incremento de temperaturas en la región.

- Se establecerán accesos de playa, los cuales se ubicarán dentro de los límites del predio; se establecerán terrazas con deck de madera para instalar mobiliario turístico como camastros, también dentro del predio. Con lo anterior, se reduce el impacto sobre la zona federal marítimo terrestre, especialmente la playa de arena colindante al predio de interés. La protección de la playa de arena es importante para mantener el hábitat en condiciones adecuadas para las tortugas marinas que arriban al sitio para anidar. Durante la temporada de anidación de tortugas marinas se limitará el desarrollo de ciertas actividades recreativas sobre la playa y se realizará vigilancia nocturna, para evitar saqueo/destrucción de nidos y molestia a los ejemplares adultos durante el desove.
- Se instalará una Planta de Ósmosis Inversa para desalar agua salobre y obtener agua potable para el consumo dentro del proyecto, reduciendo así la demanda de agua potable de la red de suministro municipal, la cual brinda servicio a distintas localidades de Solidaridad.
- Se Instalará una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el tratamiento de aguas negras que deriven del uso de sanitarios y lavabos del proyecto. Con ello, se reduce la saturación del servicio de drenaje del municipio de Solidaridad. Cabe mencionar que, el predio seleccionado no cuenta con infraestructura de drenaje del municipio previamente establecido.

Con los factores de diseño previamente señalados, en complemento con las medidas ambientales por implementar durante el desarrollo del proyecto, se asegura que "*Proyecto Venado*" da cumplimiento a disposiciones normativas de regulación ambiental y, al mismo tiempo, posee elementos dirigidos a propiciar un desarrollo sustentable. Por lo tanto, el proyecto de naturaleza turística, es compatible con los usos de suelo permitidos en la zona y congruente con el rector de desarrollo de la UAB 62. En cuanto a la preservación de la flora y fauna silvestre en el predio, derivará de la implementación de las medidas ambientales para proteger componentes ambientales del sistema natural.

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

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. Vinculación del proyecto con los 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.	El patrimonio de una nación se conforma de los bienes y derechos adquiridos, por lo que se integra del capital económico, social y natural, conformando la riqueza del país; sin embargo, más allá de la valuación económica, el concepto de patrimonio abarca los bienes protegidos por su valor (ecológicos, estético, espiritual, históricos, culturales, etc.), por lo que conforman la herencia y los legados que se dejan a generaciones futuras. De acuerdo con la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural de la UNESCO, se reconoce que el patrimonio cultural y natural constituye parte de los bienes o sitios únicos e irremplazables de cada nación y de la humanidad entera. Es así que, el patrimonio natural y cultural se conforma de monumentos (obras humanas y naturales), zonas arqueológicas, formaciones geológicas y zonas que sean hábitat de especies amenazadas, lugares naturales con un valor científico para la conservación o por su belleza natural, entre otros. En México, el gobierno federal señala que la nación posee 35 bienes que conforman el patrimonio natural de México de importancia mundial, de los cuales seis son naturales y dos mixtos; a nivel nacional y de importancia biológica, el país cuenta con diversas Áreas Naturales Protegidas (ANP's), las cuales también conforman el patrimonio natural de la nación. Considerando lo anterior, y por la ubicación del predio por aprovechar en el cual se realizará el cambio de uso de suelo, el establecimiento de *"Proyecto Venado*" no afectará ningún área designado como Patrimonio Natural; el predio no se encuentra dentro de ningún ANP. No obstante, el sitio seleccionado, al igual que toda la costa del estado de Quintana Roo, se localiza en el área de influencia del ANP Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, por lo tanto, se realizó la propuesta de aplicar diversas medidas de

N°	Lineamiento	Vinculación
		manejo ambiental para prevenir y mitigar impactos sobre el ambiente, para que éstos no se manifiesten en el ANP o no se dispersen hacia aquella. Entre las medidas se encuentra el manejo integral de residuos para prevenir contaminación del subsuelo y agua; tratamiento de aguas residuales y reúso de las aguas tratadas en riego de áreas verdes; desalinización de agua salobre para evitar uso de agua dulce del acuífero; conservación de comunidad de manglar que integra el humedal del predio; mantener áreas permeables que incluye positivamente con la recarga del acuífero; mantener cobertura de vegetación original del predio; mantener suelo en condiciones originales; entre otros. Asimismo, para un uso responsable del territorio, la superficie por aprovechar para establecer el proyecto se encuentra dentro del porcentaje permitido por el POEL de Solidaridad, instrumento jurídico que regula el uso del suelo en la región; asimismo, la densidad de cuartos por establecer se encuentra por debajo del máximo permitido en el sitio que corresponde a 10 cuartos por hectárea (para la obra se establecerán 230 cuartos de los 1,116 posibles); de este modo no se rebasa la capacidad de carga del territorio. Dentro de este contexto, el cambio de uso de suelo a realizar en el predio seleccionado no pone en riesgo la permanencia de interacciones ecológicas en el ecosistema costero de la región. La remoción de vegetación forestal tampoco compromete la existencia o permanencia de especies de vida silvestre, ya que se aprovechará un 15.12% (16.86 ha) de la superficie total del predio para el desplante permanente de la obra propuesta, quedando 84.88% del terreno en condiciones naturales con presencia de todos los tipos de vegetación que actualmente integran el polígono de interés; se destaca la conservación de una superficie de 12.949 ha (11.607%) del predio en la que se distribuye el manglar, el cuál NO será aprovechado, removido o afectado. El tipo de vegetación con mayor afectación por el proyecto será la comunidad secundaria de selva mediana subperennifolia, ya que de forma permanente se removerá 13.063 ha equivalente a un 14.29% de la cobertura total de ese tipo de comunidad que es de 91.413 ha en el predio. A nivel del SAR, y de acuerdo con las cartas de uso de suelo del INEGI serie VII, las comunidades de vegetación de selva mediana subperennifolia (tanto secundarias como primarias) ocupan 2,003.82 ha, es decir, un 58.50% de la superficie total del SAR; con la remoción permanente de vegetación forestal de selva mediana subperennifolia para el cambio de uso de suelo y establecimiento del proyecto en el predio, se afectará el 0.65% de la cobertura de selva mediana subperennifolia del SAR. Cabe mencionar que, con el proyecto no se afectarán comunidades de vegetación primaria, ya que se removerá vegetación de la comunidad secundaria. Del resto de tipos de comunidades vegetales, la remoción de vegetación no representa un porcentaje significativo de afectación, por lo que se mantendrán especies y comunidades representadas en el SAR. De la vegetación total del SAR, se removerá de forma permanente el 0.63% de esa cobertura para establecer el proyecto; y en general, el cambio de uso de suelo a un uso turístico dentro del predio (considerando vegetación a

N°	Lineamiento	Vinculación
		remover y aprovechamiento de áreas sin vegetación) equivale a un 0.49% de la superficie del SAR. Con todo lo anterior, se da cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable y al Programa de ordenamiento territorial local del municipio de Solidaridad, además de garantizar el uso responsable del territorio.
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 de competencia del sector público, sin embargo, la promovente, como parte de la sociedad, contempla desarrollar un proyecto compatible con el uso de suelo permitido en la zona donde se ubica el predio seleccionado, así como establecer obras que armonicen con el entorno natural del sitio. Considerando el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (POEL de Solidaridad), el predio seleccionado se encuentra dentro del polígono de la UGA 16-Corredor Turístico Punta Venado-Paamul, en la cual la vocación del suelo es Turística y los usos condicionados, pero permitidos, son el Turístico, ecoturístico, recreativo, comercial, suburbano, entre otros; son incompatibles el urbano, industrial, minero, agropecuario, agroforestal, entre otros. Por lo tanto, el tipo de obras a establecer son compatibles con los usos permitidos en la UGA 16. Durante el desarrollo del proyecto se implementarán diversas medidas de manejo ambiental, las cuales se establecieron considerando las disposiciones de los criterios ecológicos generales y específicos del POEL de Solidaridad y la UGA 16. Asimismo, las obras y actividades a ejecutar se ajustan a lo dispuesto en el POEL y sus criterios de regulación ecológica; en un apartado posterior de este capítulo se presenta la vinculación del proyecto con el Programa de Ordenamiento en mención.
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 del proyecto prevé el aprovechamiento responsable del territorio, haciendo uso del suelo de su predio para establecer un proyecto de naturaleza turística que incluye elementos que minimizan y/o previenen los impactos sobre el ambiente, respetando los criterios de regulación ecológica que rigen la zona. Para ello, realizará un aprovechamiento de la superficie del terreno por debajo del porcentaje máximo permitido por el POEL de Solidaridad, asimismo, respetará la densidad de cuartos permitida para el lugar. El proyecto incluye un diseño para que armonice con el entorno natural, además de respetar componentes naturales que NO serán modificados con la construcción de las obras propuestas ni con las actividades a ejecutar, entre éstos están las estructuras kársticas del terreno (fracturas, dolinas, cavernas y cenotes) y el humedal con presencia de una comunidad de manglar (de fisonomía baja y de borde). De este modo hace un uso responsable del territorio. El proyecto, orientado por criterios de sustentabilidad, implementará elementos y medidas de manejo ambiental para contribuir con la protección de los componentes ambientales del sistema natural, con el fin de garantizar la conservación del ambiente y evitar el desequilibrio ecológico. Como parte de las medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, se considera llevar a cabo la capacitación del personal durante la preparación y construcción del proyecto, a través de la cual se comunicará al personal de operación y administración sobre la

N°	Lineamiento	Vinculación
		importancia de la protección del ambiente y sus elementos que lo integran; sobre manejo integral de residuos; prevención y atención de derrames; sobre los Términos y condicionantes que imponga la autoridad mediante las autorizaciones respectivas; la forma de cumplir y dar seguimiento a demás medidas de manejo ambiental; entre otros. En la etapa de operación se brindará información a los usuarios por medio de letreros y el personal operativo del proyecto, para que se dé continuación a la implementación de medidas de manejo ambiental y acciones de protección de los componentes ambientales del predio; asimismo, se mantendrán las capacitaciones periódicas al personal de la obra.
4	Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.	Los mecanismos de coordinación le corresponden al sector público, sin embargo, el sector privado puede coadyuvar en la protección del ambiente y los elementos que lo integran y, de forma responsable, los gobiernos y organismos públicos promoverán y apoyarán el desarrollo de obras y actividades que contribuyan con la conservación de los recursos naturales y los ecosistemas naturales. El capital natural es un conjunto de activos en la naturaleza que genera bienes y servicios útiles para el ser humano, éstos abarcan los ecosistemas, los organismos que contienen y los servicios que de ellos reciben los seres humanos (servicios ambientales). Por lo anterior, se brinda una valoración económica a los bienes y servicios, aunque aún es complejo realizar las estimaciones económicas de los componentes ambientales, por las características tan variables de los elementos naturales, aunado al valor estético, cultural, ecológico, etc. que pueden tener, lo que dependerá de la región donde se encuentren. Por ello, se considerarán las valoraciones realizadas o emitidas por fuentes oficiales del sector público, para calcular la valoración monetaria de los componentes ambientales de un sitio. La ONU con miras a la sustentabilidad incorporó el concepto de capital natural de un país como una medida de bienestar social y como un indicador de riqueza de las naciones; se debe a que el capital natural alimentaría los procesos productivos humanos, lo que influye en el capital económico y humano. Por lo tanto, el deterioro de los recursos naturales y el daño al ambiente afectarán a una población y el patrimonio de una nación. Dentro de este contexto, es necesario proteger, conservar y restaurar el capital natural que permita el desarrollo del ser humano y su calidad de vida; ante ello, los responsables de proyectos implementarán medidas de manejo ambiental que ayuden a prevenir o minimizar los impactos sobre el sistema natural. Específicamente, para desarrollar "*Proyecto Venado*" se considera incluir elementos que reducirán los impactos sobre los componentes ambientales, si bien, serán modificados en alguna escala, será poco significativo, ya que se mantendrá la representación, existencia y permanencia de especies de vida silvestre, recursos naturales, procesos ecológicos y servicios ambientales que serán afectados, es decir, que el desarrollo del proyecto no provocará la extinción de los componentes señalados y, por ende, no se generará desequilibrio ecológico del ecosistema. Cabe mencionar que, la protección del ambiente permite el

N°	Lineamiento	Vinculación
		desarrollo de los asentamientos humanos, mantienen al ecosistema funcional y, desde un punto socioeconómico, propicia el flujo de turismo en la región, el cual acude a la zona en busca de experiencias en entornos naturales, es decir, que los componentes ambientales del ecosistema fungen como atractivo turístico también, siendo otro factor de relevancia para mantener en buen estado los elementos naturales que integran el sistema tanto para mantener el turismo como para soportar la demanda de servicios y recursos en la región. Aunado a ello se implementarán medidas de manejo ambiental para prevenir el deterioro del sistema natural; también se consideran medidas de compensación ambiental por la construcción de obras cerca de manglar (atendiendo lo dispuesto en la NOM-022-SEMARNAT-2003 y su acuerdo que adiciona la especificación 4.43). Específicamente, para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, mediante el estudio técnico justificativo correspondiente, se presentará la valoración económica del recurso biológico forestal y la estimación económica de la restauración del proyecto, con los cuales se estimará el Depósito por Compensación Ambiental que fijará la Autoridad para que la promovente realice ante el Fondo Forestal Mexicano, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto. Con todo lo anterior, se contribuye con la protección del capital natural de la región, manteniendo los bienes y servicios que directa e indirectamente benefician a la sociedad del municipio de Solidaridad, así como a los usuarios de las futuras instalaciones del proyecto propuesto.
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.	Durante el desarrollo del proyecto, se realizará la remoción de 14.46 ha de vegetación forestal de forma permanente, sin embargo, esta cantidad representa el 13.24% de la cobertura vegetal del predio y el 0.63% de la cobertura vegetal del SAR, por lo tanto, se mantendrá cobertura vegetal original del predio y la región, la cual cuenta con hábitats que albergan flora y fauna silvestre, incluyendo aquellas en alguna categoría de riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Cabe mencionar que, se conservará la superficie de manglar (el humedal) presente en el predio, que abarca 12.94 ha equivalente al 11.60% de la superficie total del predio. Con lo anterior, se preservará flora y fauna en la porción terrestre y sistemas hídricos (en este caso el humedal) del predio y el SAR.
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 desarrollo de obras civiles en ecosistemas naturales implica la modificación del paisaje y la generación de impactos ambientales que pueden derivar en la pérdida de biodiversidad, recursos naturales y servicios ambientales. Por ello, es necesario dar cumplimiento a las disposiciones jurídicas en materia ambiental aplicables y a los criterios de regulación ecológica de los instrumentos de regulación del uso y aprovechamiento del suelo (el territorio), para reducir la superficie de impacto de un sitio determinado y no rebasar la capacidad de carga del sistema natural. Aunado a ello, la implementación de medidas de manejo ambiental

N°	Lineamiento	Vinculación
		previene o reduce la intensidad de los impactos sobre el ambiente, lo que contribuye a conservar procesos ecológicos, biodiversidad y recursos naturales en el ecosistema, manteniendo la integridad funcional del sistema y, con ello, el equilibrio ecológico. Durante el desarrollo del proyecto propuesto se dará cumplimiento a las disposiciones jurídicas en materia ambiental aplicables y se implementarán diversas medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales; particularmente, la remoción de vegetación forestal no pondrá en riesgo la presencia, existencia o permanencia de poblaciones de especies de flora y fauna silvestre, esto debido a que, con el cambio de uso de suelo se removerán algunos ejemplares de plantas pero no se removerán las poblaciones totales de aquellas, por lo que aún estarán representadas en el SAR y el predio; en cuanto a la fauna silvestre, se procederá a ahuyentar a los ejemplares que se encuentren en los sitios de obra y, de ser necesario, se realizará el rescate y reubicación de ejemplares susceptibles de afectación o de lentos desplazamiento, lo cual se llevará a cabo de acuerdo con el programa de rescate y reubicación que se presente y apruebe por la Secretaría. Respecto a los servicios ambientales, se generará una reducción en éstos con la remoción de vegetación forestal, mas no se eliminarán por completo, ya que en el predio se mantendrá 84.88% de su superficie total con la cobertura vegetal original existente, en la que aún estarán representados todos los tipos de vegetación identificados en la actualidad en el polígono. Por lo anterior, se continuarán brindando los mismos servicios ambientales identificados en el predio. Cabe mencionar que, el manglar, considerado por la comunidad científica como un sistema clave de gran importancia pero vulnerable, no será intervenido con el establecimiento del proyecto; la superficie de manglar se mantendrá libre de obras civiles, por lo tanto, no se realizará remoción de especies de mangle ni de vegetación dentro de dicha comunidad. Con las acciones señaladas, en suma con los elementos de diseño considerados, se pronostica que el proyecto propuesto será más armónico con el entorno natural del sitio, protegiendo el capital natural que brinda bienes y servicios ambientales que, simultáneamente fungen como el atractivo del turismo, mismo que hará uso de las instalaciones de la obra de naturaleza turística.
7	Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.	Con el establecimiento de un proyecto, de forma directa e indirecta, se aportan datos sobre las condiciones ambientales de la zona en la que se encuentre. El monitoreo de distintos elementos ambientales permite generar bases de datos que reflejen la riqueza y situación de los ecosistemas y los recursos naturales presentes del sitio de interés, así como de sus zonas colindantes; dicha información puede ser útil para la toma de decisiones de protección ambiental, tanto por parte del sector público como del sector privado. Con la ejecución del proyecto propuesto, los datos generados previo y durante su desarrollo se sumarán al conocimiento del estado de los componentes ambientales de la región, importantes para que las autoridades locales tomen decisiones futuras para el

N°	Lineamiento	Vinculación
		ordenamiento del territorio, el uso del suelo, la protección de la biodiversidad, etc. El proyecto propuesto será parte de las estadísticas que considerarán las autoridades locales en los siguientes censos a realizar sobre los proyectos turísticos de la región, el uso del suelo y el aprovechamiento de los elementos naturales, lo que permitirá la planeación sectorial.
8	Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.	La protección de los componentes ambientales en el municipio de Solidaridad resultará de la coordinación y trabajo conjunto del sector público con el sector privado, lo cual es relevante para mantener los servicios ambientales que benefician a las poblaciones humanas al proveer recursos naturales, paisajes, productos y elementos de gran valor estético, recreativo y cultural, los cuales fungen como atractivo para el turismo de la región costera del estado de Quintana Roo, influyendo sobre el sistema económico que depende principalmente del sector terciario (servicios). Particularmente, el desarrollo del proyecto en el predio generará un cambio de uso de suelo de terrenos forestales para brindarle un uso de suelo de tipo turístico. Para este proyecto se tiene interés de crear espacios que armonicen con el entorno natural, para mantener elementos con un gran valor ecológico, estético, y cultural, que generen bienestar a los usuarios de la obra. Por lo anterior, el diseño del proyecto contempla acciones y elementos que reduzcan los impactos sobre el ecosistema, con el fin de proteger los componentes ambientales que aporten ese atractivo natural y que, simultáneamente, mantengan los procesos ecológicos que sostienen al mismo ecosistema y el ambiente sano. De este modo, un ecosistema sano permitirá el buen funcionamiento del proyecto y mantendrá el flujo del turismo, lo que beneficia al sistema económico regional con la generación de empleos directos e indirectos, la demanda de insumos locales, el uso de servicios de la región y el aporte de contribuciones de la promovente durante la operación del proyecto.
9	Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.	El SINAP (Sistema Nacional de Áreas Protegidas) es el sistema que posee los registros de las Áreas Naturales Protegidas del país. Con el desarrollo del proyecto propuesto no se generarán nuevos sitios de conservación que cumplan con los criterios para ser registrados en el SINAP. Si bien, se mantendrá una superficie con presencia de manglar de 12.94 ha como área de conservación, ésta no será registrada ante el SINAP; la administración, monitoreo y protección del área de conservación estará a cargo de la promovente de "*Proyecto Venado*". Asimismo, el desarrollo del proyecto no compromete la estabilidad de las ANP´s del estado de Quintana Roo, ya que las obras no serán establecidas dentro de ANP´s; además, se implementarán medidas de manejo ambiental para evitar la dispersión de elementos que pudieran generar impactos sobre los componentes naturales de las ANP´s cercanas.
10	Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del	El predio donde se llevará a cabo el cambio de uso de suelo se ubica en una UAB con una tendencia media de la degradación del suelo y una tendencia alta de la degradación de la vegetación. Lo anterior se debe a que históricamente la Península de Yucatán fue aprovechada para actividades forestales, agrícolas y pecuarias, con

N°	Lineamiento	Vinculación
	Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	asentamientos humanos en polos estratégicos para el comercio marítimo y aprovechamiento de recursos pesqueros; no se debe dejar de lado que ésta región albergó a una importante comunidad de la civilización Maya, la cual aprovechó lo que la naturaleza ofrecía. Por lo anterior, los paisajes naturales fueron modificados y, con ello, se generó la pérdida de cobertura vegetal original para el uso de las tierras en actividades agropecuarias y forestales; con el tiempo, a través de la sucesión natural se recuperó cobertura vegetal en sitios previamente impactados, dando lugar al desarrollo de las comunidades secundarias que actualmente abarcan gran parte de la región. Sin embargo, la riqueza natural, paisajística y cultural de la Península, en especial la zona costera del estado de Quintana Roo, atrajo el turismo causando la demanda de servicios recreativos y turísticos; como resultado de ello, hubo un incremento en la construcción de complejos hoteleros y residenciales, así como recreativos, derivando en el aumento de poblaciones locales generando la expansión de los asentamientos humanos. Con lo anterior, la degradación de la vegetación y el suelo continuó por el cambio de uso de suelo para actividades humanas de naturaleza habitacional y turística. Por lo tanto, para reducir las tendencias de degradación de los componentes ambientales, sin comprometer los intereses económicos de la región, es necesario desarrollar proyectos que armonicen con el entorno natural e incluyan elementos que contribuyan a proteger la biodiversidad, el paisaje y los servicios ambientales del sistema natural aprovechado, para mantener la calidad de vida de los seres humanos y, simultáneamente, el atractivo que permite que el turismo siga prefiriendo las costas de Quintana Roo. Dentro de este contexto, para el proyecto propuesto no se rebasará el porcentaje de aprovechamiento permitido de la superficie del predio; no se rebasará la densidad permitida de cuartos en la zona; se mantendrá como área de conservación la comunidad de manglar para asegurar su permanencia en el ecosistema; las obras se concentraron de forma que se reduzca el establecimiento de caminos y vialidades en el predio para disminuir la fragmentación de la vegetación y mantener la continuidad de la cobertura vegetal; no se desecarán cenotes o el humedal del predio; se mantendrá cobertura vegetal original del predio; se mantendrán zonas permeables; se mantendrán superficies con el suelo en condiciones originales. Con todo lo anterior, se evita la degradación del suelo en el sistema natural y la degradación de la vegetación. La intención del proyecto es que las obras queden inmersas entre el entorno natural para brindar espacios con un ambiente relajado y amigable con el ambiente que produzca bienestar en los huéspedes, motivo por el cual es prioritario mantener en buen estado los componentes ambientales del sitio, además del valor ecológico.

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.	Para conservar el ecosistema costero y su biodiversidad, es necesario prevenir o minimizar la intensidad de los impactos sobre el ambiente para proteger los componentes ambientales que integran al sistema natural; así, se mantendrán los procesos ecológicos y servicios ambientales que sostienen al ecosistema y permiten la permanencia de la biodiversidad. Considerando lo anterior, para la construcción de "*Proyecto Venado"* se llevarán a cabo las acciones y medidas de manejo ambiental siguientes: ▪ Remoción de vegetación de los sitios de aprovechamiento autorizados. ▪ Cambio de uso de suelo en terreno forestal permanente para un uso turístico en una superficie de 16.86 ha equivalente al 15.12% de la superficie total del terreno, porcentaje menor al máximo permitido de aprovechamiento en la zona, el cual es de 35% del predio. ▪ Las zonas que no se destinen para las obras del proyecto se mantendrán en condiciones originales, por lo tanto, permanecerán superficies de suelo en condiciones naturales y cobertura con vegetación original del terreno. ▪ Las superficies actualmente sin cobertura vegetal del predio que no sean aprovechadas para el establecimiento del proyecto, serán reforestadas con especies de flora nativa (y acorde con el tipo de comunidad vegetal en la que se encuentre el área) para recuperar vegetación en el terreno. ▪ Se realizará la remoción de vegetación forestal de forma permanente de 14.46 ha, equivalente al 13.24% de la vegetación total del terreno y al 12.96% de la superficie total del predio. ▪ Se considera la remoción temporal de vegetación forestal de 0.032 ha equivalente al 0.029% de la vegetación total del predio. ▪ La remoción de vegetación forestal provocará el retiro de ejemplares de distintas especies de plantas, pero esto implica una afectación parcial de las poblaciones de las mismas y de los tipos de vegetación existentes en el predio. En este sentido, aún con el desarrollo del proyecto se mantendrá la representación de todos los tipos de vegetación existentes actualmente en el predio. ▪ La mayor remoción de vegetación forestal, por superficie, se llevará a cabo en la comunidad secundaria de selva mediana subperennifolia (13.063 ha permanente), la cual está bien distribuida en el SAR, por lo tanto, no se pondrá en riesgo la existencia o permanencia de dicha comunidad vegetal. ▪ La superficie del predio de 12.94 ha en la que se distribuye el manglar, será destinada como área de conservación, preservando así la comunidad. No se removerá ningún ejemplar de manglar durante el desarrollo del proyecto. ▪ Previo al inicio de la construcción se realizará el rescate y reubicación de flora. ▪ Previo al inicio de la construcción y durante la operación del proyecto, se ahuyentará a la fauna silvestre de los sitios de trabajo y, en caso de ser necesario, se realizará el rescate y reubicación de los ejemplares susceptibles de afectación por lento desplazamiento. ▪ No se introducirán especies de vida silvestre exóticas en el predio. ▪ Se establecerán pasos de fauna en las vialidades para evitar el atropellamiento de los animales silvestres.

Estrategia	Vinculación con el proyecto
	Con las acciones y medidas señaladas, se contribuye con la conservación a nivel regional del ecosistema costero y su biodiversidad, al no realizar actividades que provoquen un desequilibrio ecológico.
2. Recuperación de especies en riesgo.	En el predio donde se desarrollará el proyecto propuesto se registraron diversas especies de flora y fauna en categoría de riesgo, de acuerdo con las clasificaciones de la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus anexos. Por lo tanto, como medidas de mitigación de impactos se realizará lo siguiente: ▪ Rescate y reubicación de flora en categoría de riesgo susceptible de afectación por el establecimientos de las obras. ▪ De las especies de flora en riesgo registradas dentro del predio, las de manglar NO serán removidas, rescatadas o reubicadas. En atención a al artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, las especies de manglar (todas en categoría de Amenazada), se mantendrán en su sitio de desplante y no serán removidas. Las obras a establecer se distribuyeron de forma que no se afecte el flujo hidrológico del humedal que alimenta el manglar y que no implique la remoción de dicha comunidad. Adicionalmente, para asegurar la protección del manglar, se realiza la propuesta de mantener como área de conservación 12.94 ha donde actualmente se distribuyen estas especies en categoría de Amenazada (A); de este modo se mantendrán los servicios ambientales que proporciona. ▪ Las superficies previamente impactadas del predio que no sean aprovechadas para el desplante de las nuevas obras, serán reforestadas con especies de plantas nativas de la región, priorizando el trasplante de las especies de flora rescatadas de las áreas de trabajo autorizadas dentro del mismo predio. Por lo anterior, las especies de plantas en categoría de riesgo que sean rescatadas dentro del predio se reubicarán dentro del mismo terreno, considerando la comunidad vegetal en la que se encuentre el área impactada, para incrementar la probabilidad de supervivencia de los ejemplares reubicados al plantarse en superficies con condiciones similares de donde fueron removidas. ▪ Previo al inicio de obras en el predio, y durante la construcción y operación del proyecto, se ahuyentará a la fauna silvestre que transite por las áreas de trabajo autorizadas para su impacto; en caso de ser necesario, se realizará el rescate y reubicación de las especies susceptibles de afectación por el desarrollo del proyecto y de aquellos ejemplares de lento desplazamiento. Los ejemplares podrán ser reubicados dentro del mismo predio ya que se mantendrá un 84.88% de la superficie total con la vegetación original del sitio (de este porcentaje, 11.60% corresponden al área de conservación de manglar), la cual posee las condiciones adecuadas para albergar la fauna silvestre. ▪ Se establecerán pasos de fauna para reducir el atropellamiento de ejemplares durante la operación del proyecto. ▪ En caso de que se llegara a registrar un animal de gran talla el cuál no sea viable para reubicar dentro del mismo predio (como algún felino), se dará aviso a las autoridades ambientales correspondientes y se seleccionará el sitio de reubicación dentro dl SAR; cabe mencionar que, el SAR cuenta con 2,262.414 ha con cobertura vegetal en la que puede reubicarse vida silvestre, incluso, existen zonas con vocación del uso de suelo de tipo de conservación, por lo que es factible la reubicación de ejemplares de fauna silvestre. Esta medida debe considerarse ya que, la naturaleza es dinámica y siempre existirá la posibilidad del desplazamiento y tránsito de especies

Estrategia	Vinculación con el proyecto
	de mamíferos grandes en la zona, en especial porque en la región de la costa de Quintana Roo se ha registrado la presencia de puma y jaguar, ésta última en peligro de extinción.
3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Como parte de la solicitud de la autorización en materia de impacto ambiental se presentan estudios que brindan información de la línea base del sistema natural del predio, a través del cual se obtiene el conocimiento de las condiciones actuales del ambiente. A partir de ello, se establecen las acciones de monitoreo del sistema ambiental y la biodiversidad para determinar el impacto generado sobre éste durante y por el desarrollo del proyecto. En particular, para el proyecto se presenta la correspondiente Manifestación de Impacto Ambiental mediante la cual se establece la línea cero de las condiciones ambientales del terreno seleccionado; se considera que el medio se encuentra en buen estado y funcional, con procesos ecológicos que sostienen el ecosistema, la generación de diversos servicios ambientales y la presencia de biodiversidad, entre ellas especies clave y/o en categoría de riesgo que suelen registrarse en sitios en buen estado de conservación. Por lo anterior, para el proyecto se implementarán diversas medidas de manejo ambiental para prevenir, mitigar o compensar los impactos sobre el ambiente; para determinar si se manifiesta el impacto, su intensidad y si las medidas de mitigación son eficaces se llevará a cabo el monitoreo del ecosistema y los elementos que lo integran, para lo cual se elaborarán e implementarán diversos programas ambientales: para la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental se realiza la propuesta de implementar diversos programas entre los que se incluyen las acciones de monitoreo de los componentes ambientales del predio, especialmente el manglar y el humedal. Los programas a implementar son: Programa de supervisión ambiental; Programa de conservación del manglar; Programa de Monitoreo ambiental con los subprogramas de Monitoreo de Vegetación, Monitoreo de Fauna Terrestre y monitoreo de Calidad de Agua; entre otros. Adicionalmente, se presentará el Programa de Monitoreo de las Áreas Reforestadas derivado del Desmonte Temporal de Vegetación Forestal, para dar seguimiento a las acciones de reforestación y la recuperación de cobertura vegetal en los sitios impactados temporalmente por las acciones para el cambio de uso de suelo.
B) Aprovechamiento sustentable	
4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales	La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) define el Aprovechamiento sustentable como: "*La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos"* (Art. 3° fracción III). Para asegurar que se realice un aprovechamiento sustentable del ecosistema, para el proyecto se consideran los siguientes elementos de diseño: ▪ Respetar los criterios de regulación ecológica del POEL del municipio de Solidaridad, para no rebasar la capacidad de carga del territorio y asegurar la protección de componentes ambientales que mantengan funcional el ecosistema costero. ▪ Se realizará el cambio de uso de suelo permanente en el terreno forestal seleccionado, en una superficie de 16.86 ha, equivalente al 15.12% de la superficie total del terreno; de este modo, se respeta el porcentaje de aprovechamiento permitido en la zona, el cual corresponde de hasta el 35% del predio (criterio CE-27 del POEL de solidaridad, aplicable a la UGA 16).

Estrategia	Vinculación con el proyecto
	▪ Dentro del área de aprovechamiento se establecerán para el cambio de uso de suelo 230 cuartos, respetando la densidad máxima permitida por predio la cual es de 10 cuartos por hectárea del terreno (criterio CE-19 del POEL de solidaridad aplicable a la UGA 16). ▪ Específicamente, se establecerán 191 llaves en el proyecto, entre cuartos de hotel (108), Suites/Jungle suites (50) y Residencias (33). Sin embargo, para determinar la densidad de cuartos, se consideró el criterio CE-15 del POEL de Solidaridad, que establece las equivalencias de cuartos y residencias. Con base en ello, se determina que el proyecto estará conformado por 230 cuartos hoteleros, que representan 158 cuartos de hotel (incluidas las suites) y 33 residencias. En este sentido, dando atención al criterio CE-15, las 33 residencias dan una equivalencia de 72 cuartos de hotel (por la presencia de unidades con más de 2 recámaras). Así 230 resulta de la suma de 158 y 72. ▪ Con el cumplimiento de los criterios del POEL del municipio de Solidaridad, no se rebasará la capacidad de carga del sistema natural del sitio. ▪ Se mantendrá el 84.88% del predio con cobertura de las comunidades de vegetación que actualmente conforman el predio; adicionalmente, se establecerá como área de conservación un 11.60% de la superficie total del predio, donde actualmente se distribuye el manglar. Por lo tanto, se asegura proteger comunidades de vegetación con especies nativas de flora y fauna silvestre de la región; se conservarán servicios ecosistémicos; se conservará suelo en condiciones originales y se mantendrán zonas permeables y de escurrimiento natural que contribuyen con la recarga del acuífero, aunado a que el humedal con manglar se mantendrá en condiciones naturales sin presencia de obras civiles. Con todo lo anterior, se mantendrá la integridad funcional del ecosistema costero y se evitará generar desequilibrio ecológico. ▪ Con el proyecto no se realizará aprovechamiento extractivo de especies de flora y fauna silvestre del predio o de del SAR. Las especies de vida silvestre susceptibles de afectación por las actividades del proyecto, serán ahuyentadas o rescatadas y reubicadas para asegurar su protección. ▪ Para la obtención de agua potable, se desalinizará agua salobre mediante una Planta de Ósmosis Inversa; para ello se aprovecharán 4 pozos: 2 pozos de extracción de agua salobre, a 15 metros de profundidad; 2 pozos de inyección de agua de rechazo de la planta, a 45 metros de profundidad. La profundidad de los pozos se determinó con base en el estudio geohidrológico del predio, para asegurar que no se sobreexplotará el acuífero ni el recurso de agua dulce disponible en la región. ▪ Adicionalmente, se establecerá una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para tratar las aguas negras de los sanitarios; el agua tratada será reutilizada para riego de áreas verdes del predio y el excedente será vertido en 1 pozo de inyección, de 80 a 120 metros de profundidad. ▪ Para la operación de los pozos señalados se solicitará la concesión de aprovechamiento otorgada por la Comisión del Agua. ▪ Con lo anterior, se realizará un aprovechamiento responsable del recurso hídrico.
5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	Con el desarrollo del proyecto no se realizará aprovechamiento de suelos agrícolas o pecuarios. El cambio de uso de suelo en terrenos forestales se llevará a cabo para brindarle un uso de tipo turístico, por lo tanto, no se realizarán actividades del sector agrícola o pecuario.

Estrategia	Vinculación con el proyecto
6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Con el desarrollo del proyecto no se realizará aprovechamiento de suelos agrícolas o pecuarios. El cambio de uso de suelo en terrenos forestales se llevará a cabo para brindarle un uso de tipo turístico, por lo tanto, no se realizarán actividades del sector agrícola o pecuario.
7. Aprovechamiento sustentable de recursos forestales	El desarrollo del proyecto en el predio seleccionado le brindará un uso de suelo de tipo turístico. Por lo tanto, no se realizarán actividades para el aprovechamiento de recursos forestales. El cambio de uso de suelo se realizará en una superficie permanente de 16.86 ha, de los cuales, se removerá vegetación forestal en 14.46 ha, ya que el resto no cuenta con cobertura vegetal por ser sitios previamente impactados. Adicionalmente y de forma temporal, se removerá hasta 0.032 ha de vegetación forestal, las cuales serán reforestadas posteriormente, previo a concluir la etapa de construcción del proyecto. Previo a la remoción de vegetación forestal se realizará el rescate y reubicación de especies de flora seleccionadas, priorizando aquellas en alguna categoría de riesgo señaladas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus anexos; las plantas serán acopiadas temporalmente en un vivero provisional del proyecto y, posteriormente, serán trasplantadas hacia las áreas de reubicación dentro del terreno, priorizando las áreas de reforestación de sitios impactados; las plantas rescatadas también serán plantadas en las áreas verdes del proyecto (jardineras y camellones). Considerando lo anterior, para el desarrollo del proyecto no se llevará a cabo el aprovechamiento extractivo de los recursos forestales del predio.
8. Valoración de los servicios ambientales	La valoración de los servicios ambientales consiste en brindarle un valor económico a los bienes y procesos del ecosistema que aportan un beneficio al ser humano mediante el aporte de recursos para el sustento de actividades productivas o que fungen como el sostén de un ambiente sano que influye en el desarrollo del humano. Se considera complejo estimar el valor económico de los servicios ambientales, ya que no se representa únicamente por las unidades económicas debido a que algunas características no pueden ser evaluadas cuantitativamente por la susceptibilidad de abstracción y apreciación subjetiva que representan, logrando evaluarlas solamente de forma cualitativa; así, los recursos naturales y el ambiente poseen multiplicidad de valores, los cuales no pueden ser convertidos fácilmente en valores económicas (Lafuente, 2004). Por ello, las autoridades públicas han establecido índices de referencia para determinar el costo de los bienes y servicios de un ecosistema, los cuales serán tomados como referencia durante la valoración de los servicios ambientales; la estimación económica permitirá hacer efectiva las estrategias de conservación de componentes ambientales y procesos ecológicos, ya que se incluye dentro del análisis costo-beneficio para lograr la asignación de los recursos naturales. De este modo, se puede realizar la evaluación de compensación por el uso de los recursos naturales y servicios ambientales; así, se puede definir el intercambio que la sociedad está dispuesta a hacer por el uso o conservación de los componentes ambientales. Como parte de la solicitud de la autorización para el cambio de uso de suelo para establecer el proyecto se presentará en el ETJ correspondiente la estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo (incluyendo servicios ambientales), información con la que se realizará la proyección para demostrar que el nuevo uso propuesto es más productivo a largo plazo que el uso actual forestal. Con la cantidad estimada, la autoridad ambiental podrá imponer el monto económico que la promovente depositará al Fondo Nacional Forestal por concepto de

Estrategia	Vinculación con el proyecto
	compensación ambiental por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, lo que implica la remoción de vegetación forestal. El depósito es utilizado por el Fondo Nacional Forestal para llevar a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del proyecto.
C) Protección de los recursos naturales	
9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	Entre los problemas por la sobreexplotación del acuífero está la disminución de agua dulce disponible para uso y consumo humano; desbalance hidrológico; intrusión salina en zonas costeras; afectación de ecosistemas acuáticos continentales, entre otros; por lo tanto, se considera importante implementar medidas que contribuyan a proteger el acuífero. Por su parte, el equilibrio y protección de componentes ambientales en la cuenca permitirá mantener el recurso hídrico para sostener los ecosistemas y sus procesos ecológicos; tener agua disponible para el uso humano en sistemas productivos; mantener la calidad del agua; evitar el deterioro del ambiente, entre otros. Considerando la importancia de participar en la protección del acuífero y el equilibrio de la cuenca, se implementarán las siguientes acciones: ▪ Obtener la concesión correspondiente ante la Comisión del Agua, para el aprovechamiento de pozos de extracción de agua salobre que será desalinizada en la Planta de Ósmosis Inversa (POI) del proyecto, para obtener agua potable y, de este modo, evitar la sobre explotación del agua subterránea dulce de la región. ▪ Establecer una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el proyecto para tratar las aguas negras que resulten del uso de sanitarios del Desarrollo. Las aguas tratadas serán reutilizadas en el riego de aguas verdes, para reducir el consumo de agua potable resultante de la POI; el excedente de agua tratad será vertida en un pozo de inyección de 80 a 120 metros de profundidad, previa concesión de la Comisión del Agua. Para asegurar que el agua tratada posee los parámetros permitidos de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, se realizará el monitoreo de la calidad del agua resultante de la PTAR, con ello, se podrá prevenir la contaminación del acuífero y del suelo. ▪ No se desecarán cuerpos de agua dentro del predio. ▪ Se mantendrá superficie permeable en el predio para contribuir con la recarga del acuífero mediante la infiltración y filtración del agua pluvial. ▪ En las zonas de aprovechamiento permanente dentro del predio, se establecerán pozos pluviales para redirigir el agua de lluvia hacia el subsuelo. ▪ No se obstaculizará el flujo hidrológico que alimenta el humedal de manglar.
10. Reglamentar para su protección, el uso del agua en las principales cuencas y acuíferos.	Los reglamentos de uso del agua para su protección, son emitidos por las autoridades públicas, mediante leyes, normas e instrumentos jurídicos de regulación del uso del territorio. Estos instrumentos deberán ser observados por los promoventes que desarrollen proyectos que impliquen aprovechamiento de agua, superficial o subterránea. Para el desarrollo del proyecto propuesto, se dará cumplimiento a diversos criterios ecológicos y disposiciones jurídicas en materia de uso responsable del agua, así como de la prevención de la contaminación del recurso. Entre las acciones a ejecutar durante la construcción y operación del proyecto para propiciar un uso responsable del agua está el empleo de equipos que ahorren agua, como inodoros; brindar mantenimiento al sistema hídrico y al sistema de drenaje para evitar fugas; reutilizar el agua tratada en la PTAR, para riego

Estrategia	Vinculación con el proyecto
	de áreas verdes dentro del proyecto; mantener superficie con suelo en condiciones originales para preservar zonas permeables que contribuyan con la recarga del acuífero. El aprovechamiento de agua salobre para desalinizar en la POI del proyecto, se llevará a cabo con base en los términos de la concesión que otorgue la Comisión del Agua.
11. Mantener en condiciones adecuadas de funcionamiento las presas administradas por CONAGUA.	En el SAR donde se llevará a cabo el desarrollo del proyecto no existen presas administradas por CONAGUA.
12. Protección de los ecosistemas.	El predio donde se desarrollará el proyecto se ubica en un ecosistema costero. Para contribuir con la protección de éste ecosistema se ejecutarán las siguientes acciones y medidas de manejo ambiental durante el desarrollo del proyecto propuesto: ▪ Establecer como área de conservación la superficie de 12.94 ha en la cual se encuentra la comunidad de manglar, para asegurar su permanencia en el predio y, por ende, en el ecosistema. El manglar es parte de un humedal costero, brinda diversos servicios ecosistémicos que de mantenerse contribuyen con la protección del ecosistema costero. ▪ No se realizará la fragmentación de la comunidad de manglar existente en el predio por lo cual, no se afectará, desviará u obstaculizará el flujo hidrológico del humedal. Para el proyecto se aprovechará un camino que actualmente atraviesa el manglar, con lo cual se evitará construir nuevos accesos que pudieran fragmentar el manglar; el camino existente ha permanecido en el terreno por más de 20 años y su presencia no ha generado deterioro ambiental crítico del humedal, lo cual se evidencia con el buen estado del manglar presente en el predio, por ello, su mantenimiento no interferirá con la conservación del mangle. ▪ Para el cambio de uso de suelo se realizará la remoción de vegetación forestal en tres de seis tipos de comunidades presentes en el predio. Los tipos de vegetación a impactar son: vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, vegetación de matorral costero y vegetación de chital (dominancia de palmas chiit). La remoción de vegetación forestal en estas comunidades será parcial, por lo tanto, aún se mantendrá cobertura vegetal de cada una de esas comunidades impactadas, albergando especies nativas de la región que corresponden a ese tipo de vegetación. ▪ Se realizará la reforestación de superficies desprovistas de vegetación que no sean aprovechadas para el establecimiento de las nuevas obras propuestas del proyecto. ▪ Se realizará el manejo integral de residuos a generar en las distintas etapas de desarrollo del proyecto para evitar la contaminación del suelo, subsuelo, acuífero o cuerpos de agua superficiales. ▪ Con la remoción de vegetación forestal se reducirá parcialmente, y de forma puntual, la generación de servicios ambientales en el predio. En este sentido, aún con el establecimiento del proyecto y el cambio de uso de suelo, se mantendrán los servicios ambientales que actualmente se registran en el predio. Un punto de gran relevancia es la protección del humedal de manglar y, con ello, de todos los servicios ecosistémicos que brinda. ▪ Se realizará rescate y reubicación de flora y fauna silvestre durante el desarrollo del proyecto, para proteger la vida silvestre y mitigar los impactos por su ejecución.

Estrategia	Vinculación con el proyecto
13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	Para el desarrollo del proyecto no se considera llevar a cabo actividades agrícolas o pecuarias. Para el mantenimiento de las áreas verdes del proyecto, así como para la preparación del suelo para las actividades de reforestación, se utilizarán productos fertilizantes autorizados por los organismos sanitarios correspondientes; no se emplearán químicos que potencialmente puedan contaminar el suelo de los sitios de impacto por la obra.
D) Dirigidas a la Restauración	
14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El cambio de uso de suelo se llevará a cabo en un predio en el que actualmente no posee un uso para actividades agrícolas. Sin embargo, el terreno cuenta con superficies previamente impactadas desprovistas de vegetación; dichas áreas serán aprovechadas para el establecimiento de las nuevas obras propuestas para el proyecto, no obstante, aquellas superficies que no sean ocupadas se reforestarán con especies nativas de la región, considerando el tipo de comunidad vegetal en la que se encuentran las áreas impactadas y priorizando el trasplante de las ejemplares de flora rescatadas previo al inicio de obras en el predio. Para el cambio de uso de suelo se podrá realizar la remoción temporal de vegetación forestal, por lo tanto, al concluir la construcción y previo a concluir esa etapa, se reforestarán las superficies afectadas, trasplantando especies nativas, priorizando ejemplares rescatados y estableciendo especies similares a las retiradas para mantener la continuidad del ecosistema de vegetación existente de forma natural en el terreno.
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.	Con el establecimiento del proyecto se le brindará un uso de tipo turístico al predioseleccionado. El predio se ubica en el municipio de Solidaridad, en la franja costera del estado de Quintana Roo, la cual es reconocida por la existencia de diversos proyectos turísticos para cubrir la demanda de servicios y espacios recreativos por parte del turismo nacional e internacional. Actualmente, el sector administrativo público, tanto federal como estatal, buscan impulsar aún más el turismo en la región por el aporte económico regional que representa; por lo tanto, se promueve el desarrollo de obras federales y la inversión privada para ofertar más servicios turísticos, así como cubrir la demanda de espacios de hospedaje y recreativos de la región. Dentro de este contexto, el proyecto a establecer es compatible con los intereses del sector público al establecer una obra de naturaleza turística que ofertará espacios para estancia temporal y actividades recreativas; el proyecto se construirá en una zona con vocación del uso de suelo turístico y dará cumplimiento a diversos criterios de regulación ecológica, así como disposiciones jurídicas, en materia del aprovechamiento sustentable del territorio, protección al ambiente y prevención de la contaminación.
22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	La política turística del estado de Quintana Roo se basa en cinco ejes: la promoción, el ordenamiento, la diversificación, la sostenibilidad y la seguridad. En la entidad se implementa el Plan Maestro de Turismo Sustentable 2030 en el que se prevé un Nuevo Modelo de Desarrollo Turístico, que considera el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas sin contraponerse a los intereses económicos para continuar con la promoción del turismo. De acuerdo con el Plan Maestro de Turismo de la entidad, para asegurar la sustentabilidad del turismo en el futuro se debe facilitar, asegurar las condiciones y la seguridad en los viajes; asimismo, los destinos deben prepararse para hacer frente al cambio climático, mediante la implementación de medidas para mitigar la emisión de Gases de Efecto

Estrategia	Vinculación con el proyecto
	Invernadero (GEI´s), así como de medidas de adaptación a los efectos de dicho fenómeno. Considerando lo anterior, *"Proyecto Venado*" incluye elementos que son compatibles con la política turística de Quintana Roo, como: ▪ Aprovechamiento sustentable del territorio para el establecimiento del proyecto. ▪ Se instalarán equipos que reduzcan el consumo de energía eléctrica, lo que repercute directamente con la reducción de emisión de GEI's. ▪ Conservación del humedal de manglar del predio, el cual funge como sumidero de carbono. Asimismo, la comunidad brinda servicios ambientales como amortiguamiento y regulación de inundaciones, barrera contra vientos, fijación del suelo y prevención de la erosión costera, entre otros. ▪ Se mantendrán superficies con suelo en condiciones originales lo que protege zonas permeables que son necesarias para la recarga del acuífero. ▪ Se implementará un programa de atención a contingencias naturales e hidrometeorológicas para evitar desastres naturales. ▪ Las obras a establecer serán de materiales resistentes a fuertes vientos de fenómenos hidrometeorológicos, lo que reduce la vulnerabilidad física de las instalaciones, permitiendo que los espacios sean seguros para los huéspedes y trabajadores. ▪ Se realizará el manejo integral de residuos para evitar la contaminación del suelo, subsuelo, acuífero y el mar. ▪ El proyecto generarás nuevos empleos locales. También se prevé la obtención de insumos y servicios locales. En conjunto, se beneficiará el sector socioeconómico 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).	El proyecto es compatible con el sistema económico regional el cual depende del sector terciario (servicios), orientados a cubrir la demanda turística. El proyecto ofertará espacios para estancia temporal y desarrollo de actividades recreativas, a través de cuartos de hotel, residencias, suites y áreas comunes. El proyecto se establecerá entre un entorno natural de gran valor estético y ecológico, que permita brindar un servicio de alta calidad, de lujo, agradable y relajante. Por ello, además de la importancia ecológica de los componentes ambientales, estos deben protegerse por el valor añadido como el principal atractivo del turismo en la región que busca el goce de la naturaleza, aunado a que brinda servicios ecosistémicos que mantendrán un ambiente sano que permitirá el sano desarrollo de las actividades humanas, mejorando la experiencia de los turistas. Con el proyecto se generarán nuevos empleos que será ocupados por la población de comunidades cercanas, como Playa del Carmen y Tulum.
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.	El proyecto a desarrollar consiste en una obra de naturaleza turística. El predio por aprovechar se ubica en una zona con vocación de uso del suelo turístico por lo que el proyecto es compatible con éste. La obra a desarrollar no consiste en el establecimiento de nuevos centros de población o zonas suburbanas. Cabe mencionar que, la ciudad más cercana al proyecto será Playa del Carmen, donde el costo de vida se ve influenciado por los niveles de ingresos, los precios de bienes y servicios, así como de los tipos de cambio y la inflación. Actualmente se considera que el costo de vida en Playa del Carmen es alto, por estar ubicado en la región denominada Riviera Maya, por lo tanto, el proyecto a establecer no será un factor

Estrategia	Vinculación con el proyecto
	determinante de cambio en el costo de vida, ni en la seguridad de la ciudad, más bien, éste se sumará a los factores que sostienen el tipo de vida en la zona.
32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.	El POEL del municipio de Solidaridad, así como el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-1050, regulan el aprovechamiento del territorio y uso del suelo en el municipio. De acuerdo con estos, el predio donde se desarrollará el proyecto, se ubica en una zona con vocación de uso de suelo turístico, con uso condicionado para establecer desarrollos turísticos; asimismo, se encuentra en un polígono que posee zonificación primaria de Zona Turística (ZT). Por lo tanto, el CUSTF para un uso turístico es factible. El aprovechamiento del territorio acorde con los usos de suelo permitido evita la expansión desordenada de las zonas urbanas.
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 mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	El proyecto a desarrollar corresponde a una obra de naturaleza turística, por lo tanto, no se llevará a cabo actividades productivas del sector agroalimentario. Sin embargo, la oferta de empleos en la región beneficiará a la población activa económicamente quien podrá mejorar su calidad de vida y, con ello, su situación socioeconómica.
37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	Durante el desarrollo del proyecto se crearán nuevas vacantes de empleo, temporal y permanente, para la construcción y operación de la obra; además se emplearán insumos y servicios locales, lo que contribuye a mantener empleos de forma indirecta en la región. Los puestos de empleos ofertados serán ocupados por personal capacitado para cubrir diversas áreas; por ello, existirán opciones que podrán ser ocupadas por hombres y mujeres, así como por indígenas y grupos vulnerables de localidades cercanas. Cabe mencionar que, los empleos generados de forma indirecta por adquirir insumos y servicios locales también son ocupados por una diversidad de personal sin distinción de género o condición social, que poseerán la capacidad de ejecución de las actividades solicitadas.
38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	Durante la construcción y operación del proyecto, todos los empleados serán capacitados para el desarrollo de sus funciones. De este modo, el personal contará con herramientas y conocimiento adecuado para ejecutar las actividades que les sean asignadas.
39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	Como parte de los contratos para la operación, se brindará seguro social a los empleados del proyecto, por lo tanto, los trabajadores podrán acceder a los servicios de salud pública de la región. Durante la etapa de construcción, los contratistas son los responsables de asegurar a sus colaboradores y empleados; se solicitará evidencia que el personal operativo cuente con seguro social para asegurar que ante algún accidente se podrá dar atención y hacer uso de los servicios médicos regionales.
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	El desarrollo de esta estrategia le compete al sector público, quien tiene la responsabilidad de atender las necesidades de los adultos mayores de la población mediante la integración social y la igualdad de oportunidades.

Estrategia	Vinculación con el proyecto
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.	La presente estrategia es de competencia de la administración pública. Sin embargo, la administración del proyecto estará capacitada para brindar apoyo y orientación a su personal para acceder a instancias de protección social cuando sea necesario.
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.	El predio donde se desarrollará el proyecto es propiedad privada. Por lo tanto, no se afectarán los derechos de propiedad rural de las poblaciones de la región.
B) Planeación del ordenamiento territorial.	
43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	La presente estrategia corresponde ser aplicada por las autoridades públicas locales. En este sentido, la promovente no tiene facultad para implementar la estrategia señalada.
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 ordenamiento territorial y municipal de Solidaridad está regido por el Programa de Ordenamiento Territorial Local del municipio de Solidaridad y el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-1050. Estos instrumentos de ordenamiento territorial poseen criterios de regulación ecológica y estrategias a los cuales se ajusta y dará cumplimiento la promovente durante la construcción y operación del proyecto.

Con la vinculación realizada, se observa que el desarrollo del proyecto propuesto es factible para llevar a cabo en el predio seleccionado ubicado en el municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo, ya que no contraviene los criterios de regulación del programa de ordenamiento en análisis. El desarrollo del proyecto se ajusta con los lineamientos y estrategias del programa. Por lo tanto, con base en lo planteado en el POEGT, la obra se podrá ejecutar en el sitio seleccionado y bajo los criterios de diseño seleccionados.

III.1.2. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar 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 donde se desarrollará el proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado" en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, se encuentra en la Unidad de Gestión

Ambiental (UGA) #139 denominada Solidaridad. A esta UGA se le aplican las Acciones Generales descritas en el anexo 4 del programa, además de Acciones Específicas; también deberán aplicarse los criterios de Zona Costera Inmediata al Mar Caribe.

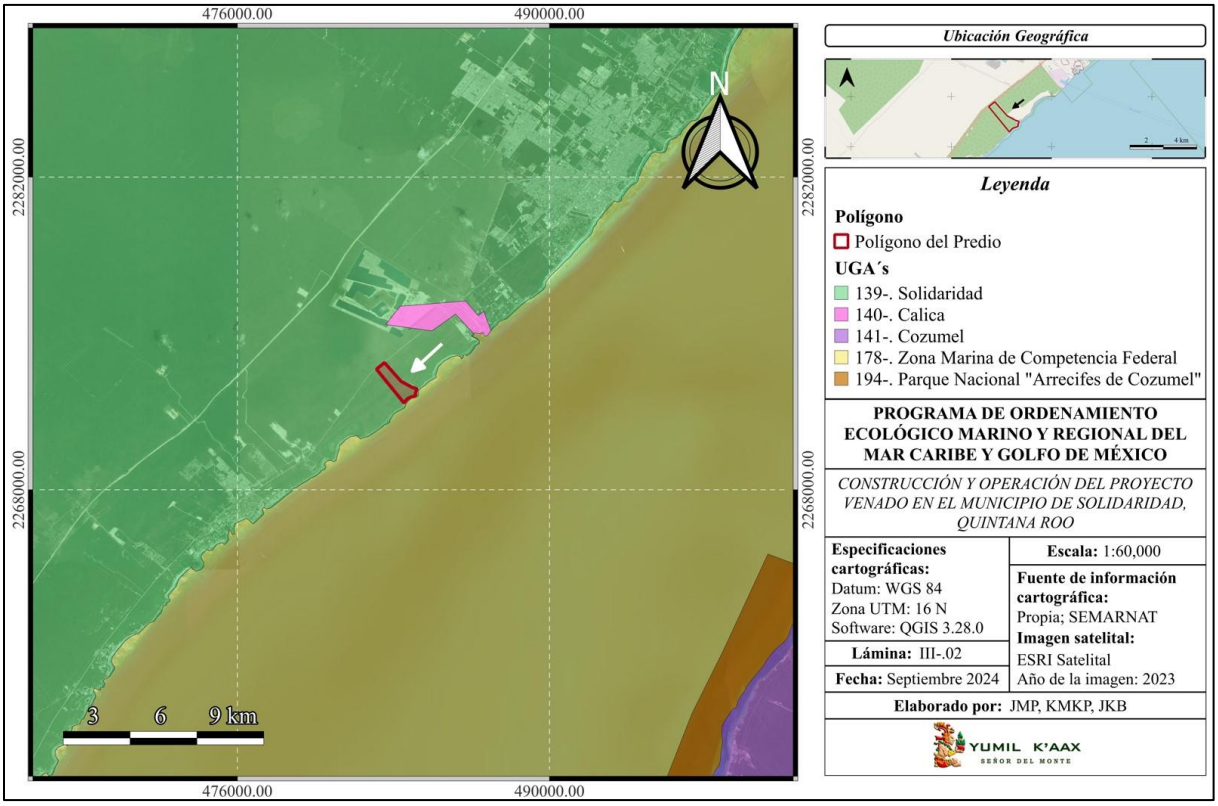


Lámina III.2. Ubicación del predio para desarrollar el proyecto, en la UGA #139.

Tabla III.4. Acciones específicas que le aplican a la UGA #139-Solidaridad.

Acciones Específicas							
Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación	Acción	Aplicación
A-001	APLICA	A-027	APLICA	A-053	APLICA	A-079	NA
A-002	APLICA	A-028	APLICA	A-054	APLICA	A-080	NA
A-003	APLICA	A-029	APLICA	A-055	APLICA	A-081	NA
A-004	NA	A-030	APLICA	A-056	APLICA	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	APLICA	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	APLICA	A-046	APLICA	A-072	APLICA	A-098	NA
A-021	APLICA	A-047	NA	A-073	NA	A-099	NA
A-022	APLICA	A-048	NA	A-074	NA	A-100	NA
A-023	APLICA	A-049	NA	A-075	NA		
A-024	APLICA	A-050	APLICA	A-076	NA		
A-025	APLICA	A-051	APLICA	A-077	APLICA		
A-026	APLICA	A-052	APLICA	A-078	NA		

NA = NO APLICA

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

Tabla III.5. Vinculación del proyecto con los criterios generales.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G001	Promover el uso de tecnologías y prácticasde manejo para el uso eficiente del agua en coordinación con la CONAGUA y demás autoridades competentes.	Durante el desarrollo del proyecto se empleará agua durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación y mantenimiento. Durante la preparación del sitio y la construcción de la obra el agua para las actividades previstas se obtendrá por medio de pipas de agua autorizadas para su transporte y entrega. El agua potable para uso de los trabajadores se obtendrá de proveedores locales autorizados, mediante tinacos, cárcamos o contendores; el agua de consumo humano se suministrará por medio de garrafones de empresas autorizadas. En la etapa de operación se utilizará agua para el funcionamiento de baños, cocina y regaderas. El agua potable se obtendrá de la desalinización de agua salobre que se extraerá de dos pozos a 15 metros de profundidad, para el cual se solicitará la concesión de aprovechamiento ante la Comisión del Agua; asimismo, se solicitará concesión de operación de 2 pozos de inyección a 45 metros de profundidad, para verter el agua de rechazo que se genere en la planta de ósmosis inversa para la desalinización del agua. Con el proyecto se instalará una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para tratar las aguas negras generadas con el uso de sanitarios y lavabos; el agua tratada se reutilizará para el riego de áreas verdes, el excedente será vertido en 1 pozo de inyección, de 80 a 120 metros de profundidad, para el cual también se solicitará concesión de aprovechamiento ante la Comisión del Agua. Cabe mencionar que, para el proyecto se emplearán técnicas que permitan aplicar prácticas de ahorro del agua, por ejemplo, utilizar equipos ahorradores, así como brindar mantenimiento que eviten fugas de agua.
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. Durante las actividades para desarrollar el proyecto se dará cumplimiento a lo que requiera o señale la autoridad ambiental.
G003	Impulsar y apoyar la creación de UMA para evitar el comercio de especies de extracción y sustituirla por especies de producción.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, este criterio no aplica. No se contempla la extracción o 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 especiesregistradas en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre- Categoría de Riesgo y	Durante la remoción de vegetación para el desmonte no se realizará la extracción de vida silvestre fuera del predio, ni del SAR; tampoco se contempla el aprovechamiento comercial o productivo de la vida silvestre. La materia forestal a remover será triturada y esparcida en las áreas verdes del predio y las zonas de reforestación del mismo, la cual al descomponerse brindará nutrientes al suelo. El material vegetal excedente (de la remoción autorizada) será

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Listade Especies en Riesgo (NOM-059- SEMARNAT-2010).	enviado a sitios de disposición final autorizados, como el relleno sanitario del municipio de Solidaridad. En el predio se registró la presencia de distintas especies de vida silvestre bajo alguna categoría de riesgo, listadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus anexo; éstas especies no se verán afectadas significativamente debido a que se implementarán medidas de manejo ambiental que contribuirán con su protección. Entre las medidas por implementar están: ▪ Rescate y reubicación de plantas previo al inicio de obras autorizadas en el predio. Se priorizará la selección de especies en categoría de riesgo, con excepción del manglar ya que ésta comunidad se conservará en su totalidad y no se removerán especies de mangle. ▪ La comunidad del manglar del predio se integra de las cuatro especies de mangle distribuidas en la región: *Rhizophora mangle*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*. Estas especies están en categoría de Amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. En atención del artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, los ejemplares de manglar NO serán removidos por el desarrollo del proyecto; tampoco se instalarán obras dentro de la comunidad de manglar. ▪ Se establecerá como área de conservación la superficie de 12.94 ha donde se distribuye actualmente la comunidad de manglar. ▪ Para el desarrollo del proyecto se aprovechará de forma permanente 16.868 ha para establecer las obras propuestas. El resto de la superficie del predio se mantendrá con la vegetación original que actualmente se distribuye en el sitio; dentro de esta encuentra el área de conservación del manglar. ▪ Las especies de fauna silvestre serán ahuyentadas durante las etapas de preparación del sitio y construcción, en las cuales se llevará a cabo la remoción de vegetación forestal del terreno y el establecimiento de las obras civiles; de este modo los ejemplares podrán desplazarse entre la vegetación que se mantendrá dentro del predio (un 84.88% del predio en el que se mantendrá vegetación original, incluyendo el área de conservación), así como a parches de vegetación de áreas colindantes. Al concluir las obras podrán retornar y aprovechar los hábitats de la vegetación que se mantendrán dentro del proyecto. ▪ Las especies de fauna silvestre susceptibles de afectación por las obras que no puedan ser ahuyentadas o que sean de lento desplazamiento, serán rescatadas y reubicadas en zonas sin aprovechar dentro del predio. ▪ Se capacitará al personal de operación sobre la importancia de la protección de los componentes ambientales del sistema natural, con el fin de evitar la extracción de vida silvestre por parte de ellos.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		▪ Se realizará la supervisión ambiental para verificar la implementación de las medidas de manejo ambiental propuestas para reducir el impacto ambiental.
G005	Establecer bancos de germoplasma, conforme a la legislación aplicable.	Para el cambio de uso del suelo no se realizará el establecimiento de bancos de germoplasma, por lo tanto, este criterio no aplica. Durante el desarrollo del proyecto se establecerá un vivero provisional dentro del predio para el albergue de las plantas a rescatar previo a la remoción de vegetación forestal; posteriormente las plantas serán reubicadas en las áreas verdes del proyecto y las áreas de reforestación del terreno.
G006	Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.	La remoción de cobertura forestal en el predio reducirá la superficie de captación de carbono, sin embargo, el impacto será poco significativo ya que se removerá de forma permanente 14.46 ha de las 109.81 ha con cobertura vegetal del predio. De la superficie a remover, se reforestarán las áreas destinas a jardineras y camellones; asimismo, se realizará la reforestación de áreas previamente impactadas y que no serán aprovechadas para el establecimiento de las obras nuevas propuestas, lo que aumentará la cobertura vegetal. Una medida importante del proyecto será establecer el área de conservación de 12.94 ha que permitirá la protección del humedal de manglar, el cual es reconocido como un elemento clave del ecosistema costero al fungir como sumidero de carbono y brindar servicios ambientales que mitigan y permiten adaptarse a los efectos del cambio climático. Aunado a las medidas de protección de la vegetación y elementos clave del sistema ambiental, será importante que durante el desarrollo del proyecto en sus diferentes etapas se apliquen 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.
G007	Fortalecer los programas económicos de apoyo para el establecimiento de metas voluntarias para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y comercio de Bonos de Carbono.	Este criterio es de competencia de las autoridades públicas. Por lo tanto, el aprovechamiento del predio para desarrollar el proyecto no interviene en la aplicación de este criterio a cargo de la administración pública.
G008	El uso de Organismos Genéticamente Modificados debe realizarse conforme a la legislación vigente.	Durante la reforestación de áreas dentro del predio no se hará 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.	El desarrollo del proyecto no generará una fragmentación significativa del ecosistema costero de la región ni de hábitats naturales en buen estado de conservación. El predio seleccionado para el proyecto cuenta actualmente con brechas y caminos, así como zonas desprovistas de vegetación; gran

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		parte de éstas áreas impactadas serán ocupadas con las nuevas obras del proyecto, reduciendo de este modo la fragmentación del ecosistema. Para el proyecto también se establecerán nuevos caminos y sitios sin vegetación, por lo tanto, las áreas previamente impactadas que no sean aprovechadas serán reforestadas, incluyendo caminos y brechas. Un elemento importante del proyecto es que no se establecerán nuevos caminos que atraviesen la comunidad de manglar, lo que permitirá mantener la continuidad que actualmente posee ese sistema natural. Actualmente en el predio existe un camino que atraviesa la comunidad de manglar para acceder a la zona frente a la playa; este camino será aprovechado con el proyecto para evitar la creación de nuevos caminos en zona de manglar. Cabe mencionar que, la concentración de las obras propuestas dentro del predio permitirá mantener los corredores biológicos de la zona (al oeste y al este del área de desplante de las obras) con lo cual la fauna silvestre continuará desplazándose en toda la unidad de paisaje que forma parte del corredor turístico Punta Venado-Paamul.
G010	Instrumentar campañas y mecanismos para la reutilización de áreas agropecuarias para evitar su expansión hacia áreas naturales.	El cambio de uso de suelo en el predio será para brindarle un uso de tipo turístico. Por lo tanto, no se realizará aprovechamiento agropecuario, en este sentido, no se contribuirá con la expansión de dicha actividad.
G011	Instrumentar medidas de control para minimizar las afectaciones producidas a los ecosistemas costeros por efecto de las actividades humanas.	El proyecto a desarrollar, se ubicará en un predio en un ecosistema costero; particularmente, el terreno cuenta con 6 tipos de comunidades vegetales integradas por diversas especies de plantas características de ambientes costeros, entre ellas especies en alguna categoría de riesgo como las 4 especies de manglar que se distribuyen en la región, las cuales todas están en categoría de Amenazadas con base en la clasificación de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En el predio seleccionado también se encuentran humedales (de manglar, cenotes, fracturas inundadas y zonas inundables) y estructuras kársticas (dolinas secas, cavernas y fracturas). Debido a esos componentes ambientales, en el predio habitan o transitan diversas especies de fauna silvestre, destacando animales como el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y el viejo de monte (*Eira barbara*) ambas especies en peligro de extinción; es posible encontrar una gran variedad de aves que contribuyen con procesos como la polinización y dispersión de semillas; en el terreno también se registraron reptiles y anfibios, destacando la presencia de la iguana negra de cola espinosa (*Ctenosaura similis*) en categoría de Amenazada e, inclusive, se observó un ejemplar de cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) Sujeto a protección especial. Lo anterior evidencia el buen estado del sistema ambiental del predio, en el que se mantienen los procesos e interacciones ecológicas que sostienen en equilibrio el entorno natural del sitio, el cual forma parte del ecosistema costero de la región.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		Por lo tanto, para mantener el equilibrio y la integridad funcional del ecosistema costero es necesario que los impactos por actividades humanas no afecten significativamente los componentes ambientales para conservar los procesos e interacciones ecológicas de sostén del sistema natural; la modificación del paisaje de un terreno no necesariamente lleva a eliminar o degradar todos los elementos naturales de un sistema. Dentro de este contexto, para minimizar las afectaciones sobre el ecosistema costero, con el fin de proteger su integridad funcional, se ejecutarán las siguientes acciones y medidas de manejo ambiental con el desarrollo del proyecto: ▪ Manejo integral de residuos generados, para evitar la contaminación del suelo, subsuelo, cuerpos de agua y el acuífero; ▪ Vigilancia de uso de maquinaria y vehículos en buen estado para garantizar que sus emisiones respeten los límites máximos permisibles establecidos en las NOM's aplicables; ▪ Evitar derrame de hidrocarburos, lixiviados o sustancia peligrosas; ▪ Realizar aprovechamiento del predio dentro del porcentaje máximo permitido para la zona; ▪ Mantener superficies sin intervención de actividades humanas, donde quedará la vegetación original que actualmente se distribuye en el terreno; ▪ Proteger el humedal y comunidad de manglar, mediante la delimitación de un Área de conservación, con lo cual se asegura que no se removerá o fragmentará dicha comunidad vegetal; ▪ La remoción de vegetación forestal afectará tres tipo de comunidades vegetales presentes en el predio, sin embargo, no se realizará la eliminación total de las mismas; en este sentido, se removerá parcialmente cobertura de dichas comunidades, lo que permite conservar servicios ambientales que brindan; ▪ Debido a que se mantendrán superficies en condiciones naturales actuales, las estructuras kársticas, los humedales, e incluso, se establecerán cuerpos de agua de origen artificial (impermeabilizados para evitar afloramientos de agua subterránea), la fauna silvestre contará con diversos hábitats para alimentarse, refugiarse y reproducirse. Por ello, las especies de fauna actualmente registradas en el terreno podrán mantenerse dentro del predio aún con la presencia del proyecto. Un factor positivo del proyecto es que las obras se distribuyeron y concentraron de forma que se disminuya la fragmentación de la comunidad vegetal del terreno, manteniendo un parche de vegetación continuo el cual también tiene conexión con parches de vegetación colindantes, creando de este modo corredores biológicos.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		▪ Se extraerá agua de fuentes subterráneas para su desalinización mediante una Planta de Ósmosis Inversa (POI); para ello se construirán dos pozos de extracción de agua salobre a una profundidad de 15 metros; asimismo, se instalarán 2 pozos de inyección de agua de rechazo de la POI, a 45 metros de profundidad; las características se determinaron con base en el ***Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto,*** mediante el cual se determinaron las profundidades adecuadas de los pozos, considerando que según los resultados de los perfiles de Sólidos Totales Disueltos, existen en el acuífero un espesor reducido de agua dulce-salobre de apenas 5 metros en las zonas más alejadas de la línea de costa con valores entre 2,500 y 10,000 ppm de sólidos totales disueltos; además, a partir de los 20 m de profundidad el agua del acuífero contiene 32,000 ppm de sólidos totales disueltos asociado a la presencia de agua marina, por lo que es factible verter el agua de rechazo a esas profundidades. Con lo anterior, se evitará afectar la interfase de agua dulce-salobre. Cabe señalar que, en la zona se observa el intercambio entre agua salada y dulce, ya que se detectaron las salidas de agua dulce en el mar, a través de las fracturas de la roca kárstica. De este modo, se mantendrá el flujo de agua subterránea que alimenta la comunidad vegetal del predio. Particularmente, los lodos calcáreos del manglar aunado al confinamiento natural propician que la interacción del agua del manglar con el agua subterránea sea limitada; los escenarios de inundación muestran microcuencas en el área de manglar que almacenan agua de lluvia mezclada con agua marina del acuífero, sin embargo, se infiere que la cuenca del manglar podría aportar agua al acuífero funcionando como una zona de recarga, en las temporadas en las que el nivel piezométrico del agua subterránea está por debajo del nivel del terreno natural, de ahí la importancia de establecer como área de conservación al manglar. Con las acciones señaladas, se contribuye e reducir las afectaciones sobre el ecosistema costero.
G012	Impulsar la ubicación o reubicación de parques industriales en sitios ya perturbados o de escaso valor ambiental.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, este criterio no aplica en la construcción de la obra.
G013	Evitar la introducción de especies potencialmente invasoras en o cerca de lascoberturas vegetales nativas.	Con la reforestación de las áreas verdes, así como de las áreas previamente impactadas del predio, no se realizará la introducción de especies exóticas o invasoras de plantas o fauna silvestre. Se plantarán especies nativas de la región y, en las áreas verdes se reubicarán las especies de flora rescatadas previo al desmonte.
G014	Promover la reforestación en los márgenesde los ríos.	El predio no se encuentra en los márgenes de un río, por lo tanto, no se realizará la actividad señalada en este criterio.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
G015	Evitar el asentamiento de zonas industriales o humanas en los márgenes o zonas inmediatas a los cauces naturales de los ríos.	El predio no se ubica en los márgenes de cauces naturales de ríos, por ello, el proyecto no se vincula con el presente criterio.
G016	Reforestar las laderas de las montañas convegetación nativa de la región.	El predio no se ubica en laderas de montañas, por ello, el proyecto no se vincula con el presente criterio.
G017	Desincentivar las actividades agrícolas en las zonas con pendientes mayores a 50%.	El cambio de uso de suelo en terrenos forestales será para brindarle al predio un uso turístico. Por lo tanto, no se realizará aprovechamiento agrícola, motivo por el cual el proyecto 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 laLey de Aguas Nacionales, la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, el proyecto no se vincula con el presente criterio. El predio no se ubica en márgenes de cauces naturales de ríos.
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 POEL del municipio de Solidaridad, así como el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-1050, regulan el aprovechamiento del territorio y uso del suelo en el municipio. De acuerdo con estos, el predio donde se desarrollará el proyecto se ubica en una zona con vocación de uso de suelo turístico, con uso condicionado para establecer desarrollos turísticos; asimismo, se encuentra en un polígono que posee zonificación primaria de Zona Turística (ZT). Por lo tanto, el uso turístico es factible. El aprovechamiento del territorio se llevará a cabo en cumplimiento de los criterios de regulación de los programas señalados. Asimismo, se observarán las disposiciones jurídicas en materia de cambio climático para implementar las medidas más adecuadas para mitigar y adaptarse a los efectos de dicho fenómeno.
G020	Recuperar y mantener la vegetación naturalen las riberas de los ríos y zonas inundables asociadas a ellos.	El predio no se encuentra en márgenes o riberas de ríos o zonas inundables asociadas a ellos. Por lo tanto, el proyecto no se vincula con el presente criterio.
G021	Promover las tecnologías productivas en sustitución de las extractivas.	Para el cambio de uso de suelo en el predio seleccionado no se hará uso de tecnologías productivas, por lo tanto, el proyecto no se vincula con el presente criterio.
G022	Promover el uso de tecnologías productivas intensivas en sustitución de las extensivas.	Para el cambio de uso de suelo en el predio seleccionado no se hará uso de tecnologías productivas, por lo tanto, el proyecto no se vincula con el presente criterio.
G023	Implementar campañas de control de especies que puedan convertirse en plagas.	Durante el desarrollo del proyecto y las actividades de remoción de vegetación forestal se aplicarán medidas de manejo integral de residuos para evitar la generación de focos de infección o de generación de plagas. Asimismo, durante la operación del proyecto se implementará un programa de control 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	En el predio donde se desarrollará el proyecto, existen superficies previamente impactadas que actualmente no cuentan con cobertura vegetal. Gran parte de éstas superficies fueron seleccionadas para establecer las nuevas obras propuestas con el proyecto, con el fin de reducir la cantidad de

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	adaptación de efectos de cambio climático.	remoción de cobertura vegetal forestal. Sin embargo, existirán áreas que no serán aprovechadas debido a su ubicación y trazo, por lo tanto, éstas áreas serán reforestadas con vegetación nativa de la región y priorizando la plantación de ejemplares rescatados previo al inicio de obras. Se estimó un área de 0.84 ha para ser reforestadas, y se buscará establecer una estructura vegetal similar a la de las colindancias. Adicionalmente, se establecerán áreas verdes (jardineras y camellones) que si bien, atenderán un diseño de paisajismo, serán enriquecidas con especies nativas y parte de ejemplares rescatados del predio. Respecto a las actividades para el cambio de uso de suelo, se realizará la remoción temporal de 0.032 ha de vegetación forestal, la cual será reforestada al término de las construcciones. Aunado a todo lo anterior, se reitera que se mantendrá como área de conservación el humedal de manglar presente en el predio. Todas las acciones señaladas contribuyen a conservar el ecosistema costero y su biodiversidad, con lo cual se mantienen servicios ambientales como la captura de carbono y el control o amortiguamiento de inundaciones; lo anterior funge como medida de adaptación ante el cambio climático, asimismo, ayudan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero considerado una medida de mitigación.
G025	Fomentar el uso de especies nativas que posean una alta tolerancia a parámetros ambientales cambiantes para las actividades productivas.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se llevarán a cabo actividades de producción.
G027	Promover el uso de combustibles de no origen fósil.	El combustible que se empleará para uso de vehículos y maquinarias para el desarrollo del proyecto, será de origen fósil ya que, en la actualidad, no existe una oferta de combustible distinto que sea más eficiente y de fácil acceso para su uso en grandes maquinarias y vehículos. Sin embargo, la promovente se mantendrá actualizada en las alternativas de combustible que podrían ser utilizados durante el proyecto para reducir las emisiones de la movilidad.
G028	Promover el uso de energías renovables.	El suministro de energía eléctrica se obtendrá a partir de la línea de distribución propiedad de la CFE, existente al pie del predio; se instalarán los medios de protección y conexión necesarios. El desarrollo contará con la cantidad de transformadores estratégicamente ubicados para alimentar todas las cargas eléctricas que se requieran para los sistemas de aire acondicionado, bombeos hidráulicos, planta desaladora, planta de tratamiento de aguas residuales, iluminación, etc. Se contará además con el respaldo de generadores eléctricos para prevenir la falta de energía causados por los eventuales disturbios atmosféricos. Sin embargo, para reducir el consumo de energía de fuentes convencionales, se llevará a cabo el suministro parcial de energía eléctrica mediante la instalación de 296 paneles
G029	Promover un aprovechamiento sustentablede la energía.	
G030	Fomentar la producción y uso de equiposenergéticamente más eficientes.	

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		solares que cubra el 10% del consumo del proyecto. Los paneles a instalar son de la marca, Q. PEAK DUO XL-G9.3, 460W, con potencia total de 136.16 KW. De este modo, se hará uso de energías renovables; con el tiempo se considerará la posibilidad de incrementar el número de paneles solares, para lo cual se llevarán a cabo los análisis y cálculos para determinar la cantidad de paneles necesarios. Para un uso responsable de la energía dentro del proyecto, se emplearán equipos de ahorro 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 a la oferta del mercado.
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.	Durante el empleo de combustibles, se considerará lo dispuesto en el presente criterio, con el fin de contribuir a la reducción de emisiones de GEI´s. La promovente se mantendrá actualizada en las alternativas de combustible que podrían ser utilizados durante el proyecto para reducir las emisiones de la movilidad (por uso de vehículos y maquinaria).
G032	Promover la generación y uso de energía apartir de hidrógeno.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística y no considera el uso de energía a partir de hidrógeno. La energía a consumir se obtendrá de la fuente convencional de suministro de energía eléctrica en la región (contratación de servicio de la CFE) y del uso de paneles solares.
G033	Promover la investigación y desarrollo en tecnologías limpias.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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.	El proyecto tiene un concepto de lujo y armonía con la naturaleza, por lo que el diseño y selección de obras se realizó con el fin de establecer un proyecto situado en un lugar paradisíaco lleno de vegetación y con presencia de cuerpos de agua (naturales y de origen artificial), que resalten la belleza natural, de este modo, se generará un ambiente de tranquilidad, paz y armonía para los huéspedes. Por lo anterior, y reconociendo la importancia ecológica de los componentes ambientales que brindan beneficios al ser humano con un ambiente sano, recursos naturales y espacios de belleza natural atractiva para el turismo; el proyecto llevará a cabo acciones que protegerán el sistema natural y sus elementos que lo integran, en especial mantener una basta cobertura vegetal. Así, se mantendrán servicios ambientales como la regulación del microclima (temperatura y humedad) del sitio; generación de sombra y protección contra fuertes vientos. Aunado a ello, el diseño de cada unidad (cuarto, residencia o suite), contempla elementos estructurales que mantendrán un ambiente interno fresco cómodo para los usuarios. Con los elementos de diseño en mención, se contribuye a reducir el consumo de energía eléctrica en sistemas de enfriamiento o calefacción. En complemento, se instalarán equipos de ahorro de energía, como focos LED, electrodomésticos modernos denominados inteligentes por el

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		ahorro de energía que representan (refrigeradores, lavadoras, minisplits, entre otros). Asimismo, se implementarán buenas prácticas ambientales entre los trabajadores y se extenderá la invitación a los huéspedes, para reducir el uso de ciertos electrodomésticos, apagar las luces que no estén en uso, apagar el aire acondicionado cuando no sea necesario, reutilizar las toallas para reducir las cargas y ciclos de lavados; entre otros.
G035	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalaciones domésticas existentes.	La eficiencia energética permite optimizar el consumo de energía para obtener un máximo rendimiento con el menor consumo posible, brindando mejores niveles de servicio y confort. Entre las medidas que incrementen la eficiencia energética, el proyecto implementará las siguientes: ▪ Empleo de electrodomésticos y equipos de ahorro de energía. ▪ Desconectar equipos que no estén en uso. ▪ Apagar luces y equipos que no sean aprovechados en el momento. ▪ Llevar a cabo buenas prácticas ambientales para reducir uso de equipos de consumo de energía, como lavadoras. ▪ Usar iluminación LED. ▪ Uso de energía de fuentes renovables.
G036	Establecer medidas que incrementen la eficiencia energética de las instalacionesindustriales existentes.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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 de cultivos en diferentes condiciones del suelo, climáticas y del terreno.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G038	Evaluar la potencialidad del suelo para la captura de carbono.	Las comunidades vegetales fungen como sumideros de carbono, ya que contribuyen con su captura y, por ende, con la reducción de emisiones a la atmósfera. Por lo tanto, es importante proteger y asegurar la presencia de cobertura vegetal que brinde el servicio ecosistémico de captura de carbono. Con el cambio de uso de suelo en el predio se removerá vegetación forestal, sin embargo, ésta remoción será parcial, en este sentido, se mantendrán representadas en el terreno las tres comunidades de vegetación por impactar (comunidad secundaria de selva mediana subperennifolia, matorral costero y chital). Un punto relevante es la conservación de la comunidad de manglar, que integra un humedal costero; se reconoce a los humedales como buenos sumideros de carbono por su alta capacidad de almacenar el carbono en la biomasa vegetal y el suelo inundado. En el predio también se mantendrán las condiciones originales del suelo en aquellas zonas que no sean aprovechadas para el establecimiento permanente de las obras propuestas; lo anterior es benéfico para el sistema natural ya que se considera

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		que los suelos son sumideros de carbono debido a la capacidad para almacenar el elemento en forma orgánica, motivando su protección para mantener el servicio brindado.
G039	Promover y fortalecer la formulación e instrumentación de los ordenamientos ecológicos locales en el ASO.	El POEL del municipio de Solidaridad, así como el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-1050, regulan el aprovechamiento del territorio y uso del suelo en el municipio. Por lo tanto, el proyecto deberá llevarse a cabo en cumplimiento de los criterios de regulación ecológica generales y específicos dispuestos en dichos programas.
G040	Fomentar la participación de las industrias en el Programa Nacional de Auditoría ambiental.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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 a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. El proyecto se apegará a las disposiciones del Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050, el cual rige la zona donde se encuentra el predio.
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 a desarrollar es de naturaleza turística, 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 laprotección de quelonios, mamíferos marinos y especies bajo un estado especialde protección, que dicte de conformidad con la Ley General de Pesca y Acuacultura Sustentable.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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 a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G045	Consolidar el servicio de transporte público en las localidades nodales.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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 a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G047	Impulsar la diversificación de actividadesproductivas.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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 establezca, con la finalidad de reducir la vulnerabilidad y exposición a peligros de origen natural. Cabe mencionar que, se hizo un análisis estructural

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		para diseñar las obras resistentes ante la incidencia 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 de afectación por fenómenos de origen natural. Asimismo, se ejecutarán acciones de atención a fenómenos naturales por parte de los trabajadores; para el proyecto se prevé implementar el Programa de Prevención y atención a contingencias Ambientales; con estas acciones se reducirá la vulnerabilidad social. En conjunto, la reducción de vulnerabilidad física y social, reduce el riesgo de desastre natural.
G049	Fortalecer la creación o consolidación delos comités de protección civil.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G050	Promover que las construcciones de las casas habitación sean resistentes a eventos 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 del proyecto. Para la construcción de la cimentación y estructura se utilizarán materiales convencionales como la piedra caliza, concreto y el acero; debido a la magnitud del proyecto estos materiales garantizan la resistencia que se requiere y por lo tanto la seguridad de la estructura. Lo anterior, permitirá que las estructuras resistan a vientos fuertes de ciclones tropicales de categorías máximas; en caso de que se genere daño estructural, se realizará el mantenimiento correctivo de las unidades.
G051	Realizar campañas de concientización sobre el manejo adecuado de residuos sólidos urbanos.	Durante el desarrollo del proyecto se realizará el manejo integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU), en cumplimiento de lo dispuesto en las leyes en materia de prevención y gestión de residuos, así como de economía circular del estado de Quintana Roo, incluyendo reglamentos municipales. Se brindará capacitación al personal de obra durante la construcción y la operación del proyecto, para concientizar sobre el manejo de los RSU que abarcará la separación, el acopio, la reutilización, el transporte y disposición final. En cuanto a los residuos de materia vegetal resultado de la remoción de la vegetación forestal, se triturarán y serán distribuidas en el terreno (priorizando las zonas a reforestar y áreas verdes) para que, al descomponerse, brinden nutrientes al suelo. El excedente de materia forestal será transportado a sitios de disposición final autorizados, como el relleno sanitario del municipio de Solidaridad.
G052	Implementar campañas de limpieza, particularmente en asentamientos	El proyecto a construir y operar será de naturaleza turística, fuera de un centro de población (Playa del Carmen), sin

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	suburbanos y urbanos (descacharrización, limpieza de solares, separación de basura,etc.).	embargo, por su cercanía con la zona urbana del municipio de Solidaridad, participará en las campañas de limpieza que las autoridades locales establezcan. Durante todas las etapas de desarrollo del proyecto se realizará un manejo integral de los residuos, para evitar la contaminación de los componentes ambientales del predio; ésta acción mantendrá limpia y libre de residuos las áreas naturales del predio.
G053	Instrumentar programas y mecanismos de reutilización de las aguas residuales tratadas.	Para el tratamiento de aguas negras generadas en los sanitarios y lavabos del proyecto, se instalará una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR); el agua tratada resultante será reutilizada para el riego de áreas verdes del mismo proyecto, el excedente que no pueda ser aprovechado será vertido en un pozo de inyección a una profundidad de 80 a 120 metros de profundidad.
G054	Promover en el sector industrial la instalación y operación adecuada de plantas de tratamiento para sus descargas.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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.	Para la construcción y operación del proyecto se llevará a cabo la remoción parcial de vegetación forestal para el cambio de uso de suelo en el predio seleccionado, con el fin de brindarle un uso de tipo turístico. El cambio de uso de suelo en terreno forestal será permanente en una superficie de 16.86 ha, equivalentes al 15.12% de la superficie total del predio; para ello se removerá una cobertura de vegetación forestal en una superficie de 14.46 ha, ya que existen actualmente zonas que no poseen cubierta vegetal. La vegetación del predio ocupa actualmente 109.181 ha, por lo tanto, la remoción de 14.46 ha equivalen al 13.24% de la vegetación total del terreno, por lo que se asegura mantener una buena porción de áreas con vegetación donde se continuarán generando los procesos ecológicos que sostienen al sistema natural, así como brindando servicios ambientales. Es importante señalar que, como parte de las acciones de cambio de uso de suelo, se prevé la remoción temporal de vegetación forestal en una superficie de 0.032 ha, sin embargo, ésta será reforestada al término de la construcción de la obra. La reforestación se llevará a cabo con especies nativas y ejemplares previamente rescatados de los sitios afectados (los cuales se mantendrán temporalmente en el vivero provisional del proyecto); la reforestación deberá orientarse hacia recuperar la estructura de la comunidad similar a como se encontraba previo a su impacto, para integrarse con la vegetación colindante. Cabe señalar que, para el proyecto, dentro de la superficie de aprovechamiento permanente se incluyen las áreas verdes, integradas por jardineras, camellones y áreas actualmente impactadas sin vegetación que serán reforestadas; por lo tanto,

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
		dentro de la superficie de aprovechamiento permanente existirán 1.33 ha de áreas verdes con especies de flora nativas de la región, en las que podrán reubicarse los ejemplares rescatados durante la remoción permanente de vegetación forestal. Las jardineras y camellones tendrán una estructura para atender un concepto estético de paisajismo; para las zonas a reforestar se buscará recuperar la cobertura vegetal similar a la original en la que se encuentran inmersas. Considerando lo anterior, se presentará el Estudio Técnico Justificativo correspondiente para solicitar el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales en 16.868 ha para brindarle un uso turístico, para el desplante del proyecto propuesto. Para el cambio de uso de suelo se contempla la remoción permanente de vegetación forestal en 14.46 ha; de forma temporal de removerá vegetación forestal en 0.032 ha, las cuales serán reforestadas al concluir la construcción de la obra, permitiendo la recuperación de vegetación forestal similar a la removida (motivo por el cual no se contabiliza dentro de la superficie de aprovechamiento permanente del proyecto, ya que recuperará su condición de suelo forestal sin uso para actividades humanas). El Estudio se elaborará con base en lo dispuesto en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento. Con la obtención de la autorización del cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción se desarrollarán las actividades propuestas en el predio seleccionado y se dará cumplimiento a las condicionantes que establezca la Secretaría a través de ésta.
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 a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G057	Promover los estudios sobre los problemasde salud relacionados con los efectos del cambio climático.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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 (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su Reglamento y la NOM-052-SEMARNAT-2005), así como en la CICOPLAFEST. La disposición final de los residuos peligrosos se realizará en sitios autorizados para tal fin; para la entrega de estos residuos a los transportistas responsables de llevarlos a su destino final, llenarán el Manifiesto de entrega que se archivará dentro del proyecto para llevar un control de generación y disposición final de éstos.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
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, por ello, no se realizará la vinculación de la obra con algún programa de manejo.
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 las obras se distribuirán en zona terrestre. Las obras no se instalarán dentro de humedales (cenotes, fracturas inundadas, zonas inundables o manglar) ni en zona marina. Por lo tanto, no se afectará vegetación acuática continental o marina.
G061	La construcción de infraestructura costera se deberá realizar con procesos y materiales que minimicen la contaminación del ambiente marino.	Las obras civiles se establecerán en zona terrestre, por lo tanto, no se afectará el ambiente marino. Cabe mencionar que, se aplicarán acciones de manejo integral de residuos para evitar la contaminación de cuerpos de agua cercanos, como el mar.
G062	Implementar procesos de mejora de la actividad agropecuaria y aplicar mejores prácticas de manejo.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
G063	Promover la elaboración de ordenamientos pesqueros y acuícolas a diferentes escalas y su vinculación con los ordenamientos ecológicos.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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.	Actualmente, en el predio existen diversos caminos y brechas establecidos, los cuales serán aprovechados parcialmente para construir las nuevas obras propuestas. El resto de caminos o brechas que no sean aprovechados serán reforestadas para reducir la fragmentación de la comunidad vegetal. Para el proyecto se considera la construcción de nuevos caminos con distintas características, sin embargo, su trazo no implica secar, obstaculizar o desviar cuerpos de agua, asimismo, no se compromete el escurrimiento pluvial natural ya que se mantendrá un 84.88% de la superficie total del terreno en condiciones naturales sin presencia de obras o actividades humanas. Dentro de esta superficie se incluyen 12.94 ha de manglar que conforman el humedal del predio, equivalente al 11.60%; las obras no interferirán con el flujo hidrológico del humedal, ya que se situarán fuera de esa comunidad vegetal, sobre superficie terrestre. Para atravesar el manglar y acceder al litoral costero, se utilizará un camino existente, el cual tiene la capacidad para el tránsito de vehículos y peatones; este camino ha permanecido por más de 20 años y no ha interferido con el desarrollo del manglar colindante, por lo tanto, se asegura que su uso no afectará a la comunidad de mangle a conservar.
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	El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en un predio particular que no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida de la región.

Clave	Acciones Generales	Vinculación con el proyecto
	establecido en elDecreto y Programa de Manejo del área respectiva.	

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los criterios específicos de cada UGA, la #139:

Tabla III.6. Vinculación del proyecto con los criterios específicos de la UGA #139.

Clave	Criterios específicos	Observaciones
A001	Fortalecer los mecanismos para el control de la comercialización y uso de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A002	Instrumentar mecanismos de capacitación para el manejo adecuado de agroquímicos y pesticidas.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A-003	Fomentar el uso de fertilizantes orgánicos y abonos verdes en los procesos de fertilización del suelo de actividades agropecuarias y forestales.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. Cabe señalar que, en caso de que se requieran fertilizantes para las actividades de reforestación y establecimiento de áreas verdes del proyecto, se adquirirán productos orgánicos y autorizados para su uso en la nación.
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 al que se le brindará mantenimiento preventivo para evitar fugas o daños que generen pérdida de agua. En caso de detectar fugas, se atenderá de forma inmediata para el mantenimiento correctivo. Para el ahorro de agua en las instalaciones, se considera el uso de unidades que contribuyan a consumir menor cantidad de agua, como uso de inodoros modernos que usan menos agua en las descargas a diferencia de unidades convencionales. Para el riego de áreas verdes se reutilizará el agua tratada proveniente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales del proyecto.
A006	Implementar programas para la captación de agua de lluvia y el uso de aguas grises.	La captación de agua de lluvia se llevará a cabo en la azotea de las edificaciones, las cuales contarán con una pendiente no menor del 2% que favorecerá el movimiento del agua hacia un punto de recogida, el cual contará con rejillas y trampas de sedimento, al cual se le dará mantenimiento periódico para evitar que algún residuo obstruya el sistema de captación. Se está considerando captar esta agua y almacenarla en las cisternas para ser aprovechada en el riego de las áreas verdes del Proyecto. Sin embargo, como primera opción se considera reutilizar el agua tratada de la PTAR del proyecto para el riego de áreas verdes. Para el proyecto se propone instalar 185 pozos pluviales para captar el agua pluvial y evitar inundaciones, además, mediante la función de estos pozos se redirigirá el agua a sitios de absorción que permitirá la infiltración hacia el subsuelo. En el predio también se permitirá el libre flujo del agua pluvial en el terreno, lo que beneficiará la infiltración y escurrimiento natural del lugar.
A007	Promover la constitución de áreas	El proyecto consiste en la *construcción y operación de*

Clave	Criterios específicos	Observaciones
	destinadas voluntariamente a la conservación o ANP en áreas aptas para la conservación o restauración de ecosistemas naturales.	"*Proyecto Venado*" una obra de naturaleza turística, por lo tanto, no se constituirán nuevas áreas naturales protegidas administradas por el sector público. El área de conservación de manglar, a establecer con el proyecto dentro del predio, será administrado por la promovente.
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 a desarrollar se construirá en un predio colindante con zona de playa arenosa y rocosa; debido a su naturaleza turística, se prevé que los huéspedes que ocupen las instalaciones realicen actividades de sol y playa, por lo tanto, se ejecutarán actividades humanas en la costa, por lo que será necesario implementar medidas de prevención y mitigación de impactos para proteger los componentes ambientales de la playa y el mar. Particularmente, en la zona de playa arenosa colindante al predio y zonas adyacentes a predios cercanos, se detectaron rastros de tortugas marinas (huellas y nidos desocupados con cáscaras de huevos) de la especie *Chelonia mydas* (Tortuga verde), especie catalogada en Peligro de extinción de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010; motivo por el cual se consideran las siguientes medidas para evitar la afectación de los ejemplares marinos y su hábitat: ▪ Manejo integral de los residuos para mantener limpia la playa. De este modo se evita la contaminación del sistema natural, lo cual pudiera extenderse a zona marina colindante; también se evitará que ejemplares adultos consuman residuos sólidos que pudieran afectar su salud, e incluso, se evitará que las crías queden atrapadas en algún residuo que pudiera interferir con su desarrollo. ▪ Se prohibirá la extracción de ejemplares adultos, huevos o crías de tortugas marinas. ▪ Se solicitará la autorización ante la Dirección correspondiente para la operación de un campamento Tortuguero del proyecto, en cumplimiento de la NOM-162-SEMARNAT-2012 y de las demás disposiciones jurídicas en materia de protección de tortugas marinas. ▪ Se realizará la vigilancia de la zona de playa colindante al predio para reportar el avistamiento de tortugas marinas anidando o de los nidos. En caso de tener permiso de la autoridad, la misma promovente será responsable de llevar a cabo las actividades de cuidado y/o reubicación de nidos, a través de personal capacitado en la materia. ▪ Se restringirán las actividades en la playa en la noche durante la temporada de anidación de tortugas marinas. ▪ El mobiliario turístico del proyecto se instalará dentro del predio, dejando libre las áreas de playa arenosa colindante al terreno de interés; con ello, no existirá equipo que pudiera representar un obstáculo para las tortugas marinas y su anidación. ▪ Ante la presencia de nidos se restringirán las actividades recreativas en la playa que pudieran dañarlos; estas se retomarán cuando los nidos sean reubicados o cuando los nidos hayan sido abandonados por las crías. Se promoverá

Clave	Criterios específicos	Observaciones
		entre los turistas actividades que eviten poner en riesgo a los ejemplares adultos y/o las crías; se prohibirá que las toquen, acosen, retengan, dañen, tomen fotos con flash, que las alimenten o que las molesten. ▪ En caso de detectar algún individuo lastimado, dañado o atrapado entre algún obstáculo, se reportará de inmediato a los patrulleros de la playa para que la rescaten. En caso de que sea responsabilidad de la promovente, previa autorización correspondiente, deberá proceder al rescate de los individuos mediante personal capacitado; ante la necesidad de asistencia veterinaria, deberá notificarse a la PROFEPA o asociaciones competentes para su traslado a los sitios de cuidados y rehabilitación autorizados. ▪ En el límite del predio colindante a la playa se colocarán letreros alusivos al arribo y protección de tortugas marinas, así como de sus huevos, nidos y crías. A través de todas estas acciones, se contribuirá con la protección de las tortugas marinas y, por ende, de la conservación de elementos bióticos que interactúan con la ANP Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, la cual se ubica cerca de la zona donde se encuentra el predio.
A009	Fortalecer la inspección y vigilancia en las zonas de anidación y reproducción de las tortugas marinas.	Debido a que, en la playa colindante arriban tortugas marinas para desovar, durante la temporada de anidación se capacitará a personal para vigilar la actividades de estos reptiles marinos. De este modo se podrá tener un registro del arribo de tortugas marinas, además de contabilizar los nidos que se construyan. La vigilancia también permitirá detectar posibles afectaciones a los ejemplares que lleguen a la playa frente al proyecto, para implementar medidas de manejo adecuadas o, en su caso, dar aviso a las autoridades correspondientes para su intervención.
A010	Fortalecer el apoyo económico de las actividades de conservación de las tortugas marinas.	Como parte de las medidas de mitigación a implementar durante el desarrollo del proyecto, se contempla la ejecución de programas ambientales y subprogramas; entre estos se establecerán las acciones de protección, manejo y vigilancia de las tortugas marinas. En este sentido, la promovente invertirá recurso económico destinado al monitoreo y conservación de tortugas marinas en la zona. La promovente solicitará la autorización para el manejo de un corral de reubicación de nidos de tortugas marinas.
A011	Establecer e impulsar programas de restauración y recuperación de la cobertura vegetal original para revertir el avance de la frontera agropecuaria.	El predio donde se realizará el desarrollo del proyecto no se encuentra en zona o frontera de áreas de aprovechamiento agropecuario. Cabe mencionar que, una de las actividades previstas para el proyecto es la reforestación de superficies desprovistas actualmente de vegetación, que no sean ocupadas con el desplante de las nuevas obras a establecer. Con lo anterior, se contribuirá a recuperar hasta 0.84 ha de cobertura vegetal en el predio.
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.	En el predio donde se establecerá el proyecto, se distribuye una comunidad de vegetación de duna costera que ocupa una superficie de 247.62 m^2, es decir, menos de una hectárea. Ésta comunidad no será fragmentada por la construcción del

Clave	Criterios específicos	Observaciones
		proyecto, ya que las obras se distribuyeron de forma que no se desplanten sobre la vegetación de duna costera; las obras se situarán por detrás de la cubierta vegetal señalada. Cabe mencionar que, las obras que sean instaladas en superficie con presencia de matorral costero o chital, poseerán características que contribuirán a reducir el impacto sobre el suelo, por ejemplo, existirán diversas obras que se establecerán sobre pilotes lo que permitirá preservar partículas de suelo arenoso en el cual podrán dispersarse ejemplares de plantas herbáceas que ayuden a fijar el suelo y, con ello, se pueda prevenir la erosión eólica.
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.	Durante el desarrollo del proyecto no se llevarán a cabo actividades marítimas. Sin embargo, es preciso señalar que, para las actividades de reforestación previstas como parte del proyecto, no se introducirán especies exóticas y/o potencialmente invasivas. Para la reforestación de áreas verdes y zonas impactadas, se plantarán especies de plantas nativas de la región, priorizando los ejemplares obtenidos con el rescate de flora que se llevará a cabo en el predio previo al inicio de obras. Entre las especies a reubicar se incluyen especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, que se removerán de los sitios de construcción de obras. Es importante destacar que, las únicas especies que NO serán removidas, trasplantadas, rescatadas y reubicadas son las de manglar (*Conocarpus erectus*, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*); el manglar se mantendrá en su sitio de desplante actual, además la superficie que ocupa será destinada como área de conservación del proyecto.
A014	Instrumentar campañas de restauración, reforestación y recuperación de manglares y otros humedales en las zonas de mayor viabilidad ecológica.	Para asegurar la protección del humedal de manglar presente en el predio, se decidió establecer como área de conservación 12.94 ha en el cual se distribuyen las especies de mangle registradas en el terreno. Dentro de esta comunidad no se construirán obras civiles, tampoco se fragmentará por establecimiento de nuevos caminos. Actualmente existe un camino que atraviesa el manglar y funge como acceso hacia la zona de playa; el camino cuenta con la capacidad para que transiten vehículos y peatones, por lo que será aprovechado para el nuevo proyecto a desarrollar, manteniendo su función como camino de acceso a la zona colindante con la playa. Cabe mencionar que, debido a que las obras a construir dentro del predio se ubicarán a menos de 100 m de distancia de la comunidad de manglar (siendo la distancia mínima de 10 m), se llevará a cabo una medida de compensación en atención a la especificación 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003. En este tenor, la promovente exceptuará lo establecido en el numeral 4.16 y por consiguiente implementará las medidas de prevención, mitigación y compensación en beneficio de los humedales del predio, las cuales consisten en: • La implementación del programa de Conservación de

Clave	Criterios específicos	Observaciones
		Manglar. • Considerando que, los resultados del estudio de caracterización de la vegetación indican que el manglar se encuentra en condiciones óptimas, se propone la implementación de medidas de compensación en beneficio de los manglares fuera del predio, esto es, la restauración de una superficie de 7.96 ha debido a que se aprovechará aproximadamente 3.72 ha de superficie de la zona de buffer del manglar para el desplante de obras (la zona buffer se conforma de una franja de 100 m adyacente al manglar; el aprovechamiento en esta zona no afectará especies de mangle, ya que las obras se establecerán en comunidad secundaria de selva mediana subperennifolia, chital y matorral costero, sin presencia de ejemplares de manglar). Se reitera que NO se va a construir sobre comunidades de manglar y NO se removerán especies de mangle con el desarrollo de la obra. La medida de compensación se propone por la construcción de obras a menos de 100 m de la comunidad de manglar, en la zona de buffer. • Con la medida de compensación se propone reforestar el doble de la zona de buffer aprovechada. Esta medida, por su naturaleza, se debe efectuar fuera del predio, por ello, se celebrará un convenio con alguna institución u organismo público como la CONANP, gobierno estatal o gobierno municipal, para reforestar áreas que lo ameriten, con la finalidad de establecer y proteger comunidades de manglar. Para lo anterior, se presentará ante la SEMARNAT el programa y convenio a establecer, en el que se incluirá el área a reforestar, su descripción ambiental, el método de obtención de las especies plantar, los métodos de reforestación y las acciones de monitoreo. • Se realizará la prohibición de todo tipo de obras y/o actividades que pudieran dañar la zona del humedal costero y/o manglar adyacente a la zona de las construcciones del proyecto. • Implementar y difundir la realización de campañas enfocadas al beneficio del manglar antes y durante la ejecución del proyecto. • Retiro de Residuos Sólidos. • Instrumentación de acciones de educación ambiental, como colocación de letreros ilustrativos que contengan la biología de las especies de manglar predominante. • Campañas de concientización y divulgación de acciones para el cuidado y manejo del manglar.
A015	Promover e impulsar la reubicación de instalaciones que se encuentran sobre las dunas arenosas en la zona costera del ASO.	En el predio se registró una superficie con vegetación de duna costera. En ésta no se distribuye ninguna obra civil actualmente. El polígono de vegetación de duna costera con presencia de berma rocosa posee 247.62 m^2, siendo el 100% de esa comunidad vegetal identificada en el predio. Con el objeto de proteger su estructura y componentes naturales, se realizó la propuesta de no establecer obras civiles cimentadas o edificios sobre ésta.
A016	Establecer corredores biológicos para	El predio en el que se llevará a cabo el proyecto se ubica en

Clave	Criterios específicos	Observaciones
	conectar las ANP existentes o las áreas en buen estado de conservación dentro del ASO.	una región costera del estado de Quintana Roo que ha sido aprovechado para proyectos turísticos; sin embargo, a mayor escala, el predio se localiza en un corredor turístico poco impactado, con gran parte de su superficie en estado natural sin obras civiles; sin embargo, el POEL del municipio de Solidaridad reconoce que la zona cuenta con gran potencial para el desarrollo turístico, no obstante, deberán cumplirse los criterios de regulación ecológica establecidos para la UGA 16, de la cual forma parte el predio. Por lo tanto, la zona está representada por una comunidad de vegetación continua poco fragmentada, creando así corredores biológicos. Se aprecia la continuidad de la comunidad secundaria de selva mediana subperennifolia; del humedal con presencia de manglar; y del litoral costero adyacente a la playa (con zonas arenosas y zonas rocosas). Para asegurar la permanencia de corredores biológicos y la conexión entre áreas de vegetación en buen estado de conservación, las obras del proyecto se concentraron de forma que disminuyera la necesidad de crear nuevos caminos, de este modo, se reduce la fragmentación sobre el ecosistema costero, manteniendo fragmentos de vegetación continuos. Como se ha manifestado, se mantendrá como área de conservación la comunidad de manglar que ocupa 12.94 ha del predio. La remoción de vegetación forestal se llevará a cabo en las comunidades de chital, matorral costero y comunidad secundaria de selva mediana subperennifolia, siendo ésta la de mayor afectación; sin embargo, el impacto será parcial al no remover toda la vegetación de cada una, por lo que aún se mantendrá cobertura de cada uno de esos tipos de comunidades en el predio, así como en el SAR.  En la imagen se evidencia la conexión de la vegetación del predio con la vegetación de sitios colindantes; la fauna silvestre podrá desplazarse en sentido horizontal y vertical dentro de la unidad de paisaje. A pesar de que la carretera funge como un obstáculo de paso (no en todos los casos, ya que existe fauna con capacidad de cruzarla), la fauna cuenta con hábitats disponibles dentro de la unidad de paisaje para resguardarse y desplazarse; la presencia del proyecto no

Clave	Criterios específicos	Observaciones
		afectará significativamente el flujo de los elementos bióticos en el sistema ambiental.
A017	Establecer e impulsar programas de restauración, reforestación y recuperación de zonas degradadas.	Dentro del predio se reforestarán superficies impactadas que actualmente están desprovistas de vegetación, las cuales no serán aprovechadas para el establecimiento de las nuevas obras propuestas. De esta forma se recuperará cobertura vegetal en el terreno, lo que también mitigará parte de los efectos por el cambio de uso de suelo en el terreno forestal para brindarle un uso turístico.
A018	Promover acciones de protección y recuperación de especies bajo algún régimen de protección considerando en la Norma Oficial Mexicana, Protección ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre-Categoría de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo (NOM-059 SEMARNAT-2010).	Durante la construcción y operación del proyecto se implementarán diversas medidas de manejo que contribuirán con la protección de la flora y fauna silvestre del predio; entre estas medidas se encuentran: ▪ Rescate de flora previo al inicio de obras, incluidas las especies en categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (excepto el manglar); los ejemplares serán trasladados hasta el vivero provisional del proyecto, donde se les brindará mantenimiento hasta su reubicación en las áreas verdes (jardineras y camellones) y zonas de reforestación dentro del predio. ▪ Se destinará como área de conservación del proyecto una superficie de 12.94 ha donde se distribuye actualmente el manglar, con las 4 especies de mangle (*Rhizophora mangle, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans)*, todas en categoría de Amenazadas (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. ▪ Previo al inicio de obras, así como en la etapa de construcción y operación, se ahuyentará a la fauna silvestre para evitar su afectación. En caso de ser necesario, se rescatará y reubicará a los ejemplares de fauna que sean susceptibles de afectación con la ejecución de las actividades previstas y/o que sean de lento desplazamiento. Entre la fauna silvestre del predio se registraron varias especies en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. ▪ Se implementarán medidas de manejo ambiental como el manejo integral de residuos para evitar la contaminación del hábitat de la fauna; no se modificarán los cuerpos de agua natural; acciones para prevenir incendios que puedan deteriorar el hábitat; mantener superficies con vegetación original del predio y sus servicios ambientales; entre otros. ▪ Se capacitará al personal del proyecto durante la etapa de construcción y de operación para comunicarles las medidas de manejo ambiental a implementar, la importancia de proteger los componentes ambientales del predio, el respeto a la vida silvestre, las acciones de seguimiento y las buenas prácticas ambientales por aplicar. ▪ Se establecerán letreros y señaléticas alusivos a la protección de fauna silvestre y flora nativa, mediante acciones como respeto a la fauna, tránsito a bajas velocidades, ceder el paso a la fauna, no fumar y no usar fuego en áreas naturales, no extraer ningún ejemplar de

Clave	Criterios específicos	Observaciones
		vida silvestre, entre otros.
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 a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio, ya que no se llevarán a cabo actividades de remediación. Si bien, se implementarán medidas de manejo ambiental para evitar la contaminación de los componentes ambientales del predio, así como la erosión del suelo; en caso de que en el futuro sea necesario implementar un programa de remediación, se elaborará un programa con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, que deberá ser presentado y aprobado por la Secretaría previo a su ejecución.
A020	Promover el uso de tecnologías de manejo de la caña en verde para evitar las emisiones producidas en los periodos de zafra.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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 maquinarias a emplear durante el desarrollo del proyecto se encuentren en buen estado para que sus emisiones estén dentro de los límites máximos permisibles, para evitar contaminación de la atmósfera. 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 arrendadora de las unidades quien también se encargará de su disposición final en sitios autorizados para tal fin. En la etapa de operación, el agua negra resultado del uso de sanitarios y lavabos, se enviará a la planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto; el agua tratada será reutilizada para el riego de áreas verdes del proyecto; el excedente de agua tratada será inyectada en un pozo a una profundidad de entre 80 a 120 metros de profundidad. Con las acciones anteriores se evitará la contaminación de los componentes ambientales del sistema natural.
A022	Fomentar programas de remediación y monitoreo de zonas y aguas costeras afectadas por los hidrocarburos.	La zona marina frente al predio no se encuentra afectada por hidrocarburos. Además, no se construirá el proyecto en zona marina. Por lo tanto, no se contempla la ejecución de programas de remediación.
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 contaminación 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 (relleno sanitario del municipio de Solidaridad, sitios de disposición final de residuos de manejo especial y sitios de disposición final de residuos peligrosos). Las aguas residuales generadas durante la construcción del proyecto y el cambio de uso de suelo, serán acopiadas en sanitarios portátiles; su tratamiento y disposición final estarán a cargo de la empresa arrendadora de las unidades. Durante la operación del proyecto, las aguas negras resultantes del uso de sanitarios y lavabos, se enviarán a la planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto; las aguas tratadas serán reutilizadas para el riego de áreas verdes y el excedente se inyectarán en un pozo a

Clave	Criterios específicos	Observaciones
		una profundidad de entre 80 a 120 m. Los residuos peligrosos consistentes en residuos de pintura y aceites, serán almacenados en contenedores de acuerdo con los lineamiento de la NOM-052-SEMARNAT-2005. Con las acciones anteriores se evitará la contaminación del suelo en el predio.
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 a desarrollar es de naturaleza turística, 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 residuos peligrosos, con el objeto de prevenir la contaminación de suelos y fomentar su preservación.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente 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 a desarrollar es de naturaleza turística, 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 propuesto se desarrollará en un predio privado, por lo tanto, no se construirán las obras propuestas en zona federal marítimo terrestre conformada por playa arenosa y rocosa. Sin embargo, por la naturaleza del proyecto, de tipo turístico, se prevé que los huéspedes realicen actividades de sol y playa en la zona federal marítimo terrestre y zona marina; por ello, se solicitará concesión para la instalación de mobiliario turístico, con el cual no deberá ocuparse toda la zona de playa arenosa, manteniendo zona de tránsito de peatones. En la zona de playa arenosa no se removerá vegetación forestal.
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.	Con el desarrollo del proyecto no se instalará obras sobre el primer o segundo cordón de dunas de la región.
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 a desarrollar es de naturaleza turística a establecer en zona terrestre; no se contempla el desarrollo de obras en zona marina o zona federal marítimo terrestre que pudiera modificar el perfil de costa de la zona, por lo tanto, el proyecto no se vincula con el presente criterio.
A030	Generar o adaptar tecnologías constructivas y de ingeniería que	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística a establecer en zona terrestre; no se contempla el desarrollo de

Clave	Criterios específicos	Observaciones
	minimicen la afectación al perfil costero y a los patrones de circulación de aguas costeras.	obras en zona marina o zona federal marítimo terrestre que pudiera modificar el perfil de costa de la zona, por lo tanto, el proyecto no se vincula con el presente criterio.
A031	Promover la preservación de las características naturales de las barras arenosas que limitan los sistemas lagunares costeros	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística a establecer en zona terrestre, por lo tanto, no se establecerán obras sobre barras arenosas que limiten con sistemas lagunares costeros.
A032	Promover el mantenimiento de las características naturales, físicas y químicas de playas y dunas costeras.	Las obras del proyecto no se establecerán sobre la vegetación de duna costera existente en el predio, con ello se evitará el impacto sobre la vegetación de duna costera por el tránsito de peatones en ésta, evitando así la pérdida de cubierta vegetal, la compactación del suelo o la erosión del mismo.
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. Como fuente de energía limpia se emplearán paneles solares que cubrirán un porcentaje de la demanda de energía del proyecto.
A037	Promover la generación energética por medio de energía solar.	El suministro de energía eléctrica se obtendrá a partir de la línea de distribución propiedad de la CFE, existente al pie del predio. Sin embargo, para reducir el consumo de energía de fuentes convencionales, se llevará a cabo el suministro parcial de energía eléctrica mediante la instalación de 296 paneles solares que cubra el 10% del consumo del proyecto. Los paneles a instalar son de la marca, Q. PEAK DUO XL-G9.3, 460W, con potencia total de 136.16 KW. De este modo, se hará uso de energías renovables. Para un uso responsable de la energía dentro del proyecto, se emplearán equipos de ahorro 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 a la oferta del mercado.
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 a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. Cabe mencionar que, se emplearán medidas para evitar incendios en las áreas verdes y zonas con vegetación original del predio como: manejo integral de residuos para mantener limpias las áreas y prohibición de quema de residuos en el terreno.
A-039	Promover la reducción del uso de agroquímicos sintéticos a favor del uso de mejoradores orgánicos.	Para el mantenimiento de áreas verdes, se emplearán productos biodegradables y autorizados para su uso por las autoridades correspondientes; el uso de éstos evitará la transferencia de contaminantes.
A040	Impulsar la sustitución de las actividades de pesca extractiva por actividades de producción acuícola con especies nativas de la zona en la cual se aplica el programa y con tecnologías que no contaminen el ambiente y cuya infraestructura no afecte los sistemas naturales.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A044	Diversificar la base de especies en explotación comercial en las pesquerías.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A046	Incentivar el cumplimiento de los	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, a

Clave	Criterios específicos	Observaciones
	mecanismos existentes para controlar el vertido y disposición de residuos de embarcaciones, en las porciones marinas tanto costeras como oceánicas.	establecer en zona terrestre, 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 a desarrollar es de naturaleza turística, a establecer en un predio particular ubicado en un polígono con zonificación primaria de tipo ZT-Zona Turística, de acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050; asimismo, la zona se encuentra en la UGA 16 con vocación de uso de suelo Turístico y con actividad Turística permitida de forma condicionada, de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del municipio de Solidaridad. Por lo tanto, no se afectarán superficies en zonas rurales. En cuanto a la infraestructura de zona rural, le compete al sector público municipal el dotar de equipamiento a las localidades de su territorio.
A051	Promover la construcción de caminos rurales, de terracería o revestidos entre las localidades estratégicas para procesos de mejorar la comunicación.	El proyecto propuesto se desarrollará en un predio en régimen de propiedad privada; la obra a establecer es de naturaleza turística. Por lo anterior, el proyecto 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 a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A053	Desincentivar y evitar el desarrollo de actividades productivas extensivas.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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 a desarrollar es de naturaleza turística, 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 a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A056	Identificar e implementar aquellos cultivos aptos a las condiciones ambientales cambiantes.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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 y de una zona susceptible de derrumbe. Las obras del proyecto no se desarrollarán en zonas de restauración ecológica, sobre dunas costeras, manglares o dentro de humedales. Particularmente, en el predio seleccionado para el proyecto se destinará una superficie de 12.94 ha como área de conservación, en la cual se distribuye la comunidad de manglar del terreno. En cuanto a los riesgos por inundación e incidencia de eventos naturales, Quintana Roo es un estado que se encuentra en una zona de alto riesgo por inundación por incremento del nivel del mar por efectos del Cambio climático; el peligro por impacto de ciclones y tormentas

Clave	Criterios específicos	Observaciones
		tropicales es alto, sin embargo, la vulnerabilidad física y social ante éstos peligros es baja en el municipio de Solidaridad, debido a que en la zona se aplican programas y campañas de prevención y atención a fenómenos hidrometeorológicos, aunado a que las obras serán construidas con materiales resistentes a fuertes vientos y distribuidas de forma que no sean afectadas directamente por inundaciones; particularmente las obras que se desarrollarán más cerca de la costa se encuentran en una zona más elevada con respecto a la zona de rompiente del mar, por lo que se reduce el riesgo de afectación por inundaciones. Por lo anterior, el riesgo de desastre natural por impacto de fenómenos hidrometeorológicos es bajo. Considerando lo previamente señalado, se realizará mantenimiento preventivo a las instalaciones para que permanezca baja la vulnerabilidad estructural de las obras. En caso de generarse daños estructurales en las obras por impacto de ciclones tropicales, deberán aplicarse medidas de mantenimiento correctivo.
A058	Realizar campañas para reubicar a personas fuera de las zonas de riesgo.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A059	Identificar, reforzar o dotar de equipamiento básico a las localidades estratégicas para la conservación y/o el desarrollo sustentable.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
A060	Establecer y mejorar sistemas de alerta temprana ante eventos hidrometeorológicos extremos.	Durante las actividades para desarrollar el proyecto se seguirán las indicaciones que protección civil emita ante el posible impacto de un fenómeno hidrometeorológico en la región. Previo al impacto del meteoro se aplicarán las medidas preventivas como reforzamiento de estructuras para evitar que sean removidas por fuertes vientos; desconectar sistemas que pudieran ser fuentes de incendios o explosiones; remover los residuos sólidos de las instalaciones; resguardar equipos o materiales que pudieran ser disparados como proyectiles por el viento o arrastrados por el agua derivado de inundaciones; no exponer la seguridad de ninguna persona (huésped o trabajador); establecer rutas de evacuación; realizar la evacuación de personal y huéspedes en caso de fenómenos de gran intensidad que pudieran poner en riesgo la integridad de los mismos; identificar albergues o refugios temporales; entre otros. Posterior al impacto del fenómeno hidrometeorológico se deberá realizar la limpieza del sitio y revisar las condiciones de las instalaciones para que, a partir de ello, se determinen las acciones de mantenimiento correctivo.
A061	Mejorar las condiciones de las viviendas y de infraestructura social y comunitaria en las localidades de mayor marginación.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, 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.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. Sin embargo, como parte del proyecto se realizará el manejo integral de los residuos sólidos y líquidos que se generen

Clave	Criterios específicos	Observaciones
	Asegurar el Manejo Integral de los Residuos Peligrosos.	durante el desarrollo de las obras y actividades propuestas. Los residuos sólidos urbanos y los residuos peligrosos se transportarán a sitios autorizados para su disposición final (centro de disposición de residuos peligrosos y relleno sanitario municipal). En cuanto a las aguas residuales, en la etapa de construcción se acopiarán en sanitarios portátiles; el tratamiento y disposición final de las aguas negras estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades. Las aguas residuales resultantes del uso de sanitarios y lavabos durante la etapa de operación serán transferidas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del proyecto; las aguas tratadas serán reutilizadas para el riego de áreas verdes, el excedente se inyectará en un pozo de 80 a 120 m de profundidad.
A063	Instalar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales y optimizar las ya existentes.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio. Sin embargo, cabe señalar que se instalará una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) que operará exclusivamente para el proyecto.
A064	Completar la conexión de las viviendas al sistema de colección de aguas residuales municipales y a las plantas de tratamiento	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.
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 a desarrollar es de naturaleza turística, 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.	Para el proyecto se instalará una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales que operará de forma exclusiva para el Desarrollo. Las aguas tratadas serán reutilizadas para el riesgo de áreas verdes dentro del predio; el excedente de las aguas tratadas será vertida en un pozo de inyección a una profundidad de 80 a 120 metros. Para asegurar que el agua tratada posee parámetros adecuados para su reúso en actividades humanas y su posible inyección al acuífero sin que se genere contaminación, cumpliendo con los rangos máximos permisibles en las Normas Oficiales Mexicanas, se realizará el monitoreo de la calidad del agua resultante de la PTAR, con lo cual se vigilará que no se rebasen los límites máximos permisibles.
A067	Incrementar la capacidad de captación de aguas pluviales en las zonas urbanas y turísticas.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística; para éste la captación de agua de lluvia se llevará a cabo en la azotea de las edificaciones, las cuales contarán con una pendiente no menor del 2% que favorecerá el movimiento del agua hacia un punto de recogida, el cual contará con rejillas y trampas de sedimento, al cual se le dará mantenimiento periódico para evitar que algún residuo obstruya el sistema de captación. Se está considerando captar esta agua y almacenarla en las cisternas para ser aprovechada en el riego de las áreas verdes del Proyecto. Sin embargo, como primera opción se considera reutilizar el agua tratada de la PTAR del proyecto para el riego de áreas verdes. Para el proyecto se propone instalar 185 pozos pluviales

Clave	Criterios específicos	Observaciones
		entre los 12 hasta los 24 metros de profundidad, para captar el agua pluvial y evitar inundaciones, además, mediante la función de estos pozos se redirigirá el agua a sitios de absorción que permitirá la infiltración hacia el subsuelo. En el predio también se permitirá el libre flujo del agua pluvial en el terreno, lo que beneficiará la infiltración y escurrimiento natural del lugar.
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.
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 durante el desarrollo las etapas del proyecto. Los residuos sólidos urbanos se dispondrán ante los encargados de recolecta de basura municipal para trasladarlo al relleno sanitario 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 predio 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 disposición final.	El manejo integral de los residuos sólidos a generarse durante el desarrollo del proyecto evitará la dispersión de éstos en la playa, cenotes, el humedal o áreas naturales. De este modo se mantendrán limpias las superficies y se evitará la contaminación de los componentes ambientales como el suelo y cuerpos de agua. Para asegurar que no existan residuos dispersos en el sistema natural, se realizará la inspección frecuente de las instalaciones del proyecto, las áreas verdes colindantes a las obras, los caminos y la zona de playa; de detectar residuos dispersos se procederá a retirarlos.
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 a desarrollar es una obra de naturaleza turística, la cual será establecida en un predio ubicado en el corredor turístico denominado Punta Venado-Paamul, que corresponde a la UGA 16 del POEL del municipio de Solidaridad; también, el predio se encuentra en una zona clasificada como ZT-Zona Turística de acuerdo con el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050. Por lo tanto, es factible desarrollar la obra propuesta en el predio seleccionado. Sin embargo, debido a la vulnerabilidad del ecosistema costero en el cual se desarrollará el proyecto, es necesario implementar medidas de manejo ambiental para contribuir con la protección de componentes ambientales clave del sistema natural; de este modo, se busca crear una armonía de los proyectos con el entorno natural, para que, de forma simultánea, se puedan ejecutar actividades humanas y mantener un ambiente sano sin generar desequilibrio ecológico en el ecosistema costero. Mantener un ecosistema en equilibrio ecológico contribuye a que permanezcan en el medio servicios ambientales que benefician el desarrollo del ser humano y, a la vez, sostienen al mismo ecosistema lo cual es importante porque alberga la vida silvestre y al

Clave	Criterios específicos	Observaciones
		propio ser humano. Entre las medidas de manejo ambiental que se implementarán durante el desarrollo del proyecto propuesto, se encuentran: ▪ Aprovechamiento responsable del territorio, respetando el porcentaje máximo de uso del terreno de acuerdo con los criterios de regulación del POEL del municipio de Solidaridad. Para el predio se permite el aprovechamiento del 35% para establecer todas las obras, incluyendo áreas verdes y caminos; las obras del proyecto ocuparán un 15.12% de la superficie total del predio. ▪ Se respetará la densidad máxima permitida para el predio, la cual, de acuerdo con el POEL del municipio de Solidaridad, es de 10 cuartos por hectárea para la UGA 16. Con el proyecto se establecerán 191 llaves, entre cuartos de hotel (108), Suites/Jungle suites (50) y Residencias (33), las cuales equivalen a 230 cuartos, cantidad dentro de la densidad permitida, ya que el predio posee 111.599 ha, por lo que le corresponde hasta 1,116 cuartos. ▪ La distribución de las obras se realizó de forma que al estar concentradas se pudiera reducir la cantidad de caminos a construir; además, se aprovecharán caminos existentes y áreas desprovistas de vegetación que actualmente se encuentran en el terreno. Con las acciones anteriores, se minimiza la fragmentación del sistema natural del predio. ▪ El cambio de uso de suelo permanente se realizará en 16.86 ha de las 111.559 ha que integran el predio. ▪ Se removerá una cobertura vegetal de forma permanente en una superficie de 14.46 ha, equivalente al 13.24% de la vegetación total del predio; como se mencionó, se aprovecharán superficies sin vegetación, lo cual reduce la remoción de cobertura forestal. La remoción por tipo de comunidad vegetal por afectar será parcial, en este sentido, los tipos de vegetación aún estarán presentes en el predio, manteniendo los servicios ambientales que brindan. ▪ Aquellas superficies actualmente sin vegetación del predio que no puedan ser aprovechadas para el establecimiento de las obras propuestas serán reforestadas para recuperar cobertura vegetal y reducir la fragmentación del sistema natural. Cabe mencionar que, no será posible aprovechar todas las superficies previamente impactadas debido a su ubicación; como se señaló, las obras se concentraron de forma que se reduzca la cantidad de caminos a construir. ▪ Adicional a la reforestación de superficies previamente impactadas, se establecerán áreas verdes (Jardineras y camellones) como parte del proyecto de paisajismo del proyecto, por lo tanto, también se distribuirá vegetación nativa entre caminos y obras civiles. ▪ Como se mencionó el cambio de uso de suelo permanente se realizará sobre 16.86 ha, el resto de la superficie se mantendrá en condiciones naturales, con la presencia de

Clave	Criterios específicos	Observaciones
		humedales, vegetación nativa y estructuras kársticas, las cuales continuarán brindando diversos servicios ambientales como regulación del microclima, control de inundaciones, permeabilidad del suelo que contribuirá con la recarga del acuífero, fijación del suelo, hábitat para vida silvestre, espacios para contemplación, belleza escénica, entre otros. ▪ De la superficie a mantener en condiciones naturales en el predio, 12.94 ha serán destinadas como área de conservación, en la cual se distribuye el manglar que integra un humedal costero. ▪ Ejecución de programas ambientales con acciones de prevención y mitigación de impactos ambientales. Considerando los puntos previos, se reduce la afectación al ecosistema costero y se aprovecha al máximo el potencial turístico de los recursos.
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 se diseñó bajo criterios de sustentabilidad ambiental, por lo que se incluyeron elementos que al interactuar en conjunto resulten en beneficios ecológicos, sociales y económicos, lo que permitirá conservar los servicios ambientales del ecosistema costero y evitar el desequilibrio ecológico, asegurando la permanencia de los recursos naturales para el goce de las generaciones futuras, tanto de forma directa como de forma indirecta. Cabe señalar que, el ecosistema costero posee elementos que crean un ambiente sano y de goce para los turistas, además de que la belleza escénica funge como uno de los atractivos principales de la región, motivo por el que también es muy importante conservar un sistema natural funcional. Para ello, se implementarán las diversas medidas que se han presentado a través de esta vinculación.
A077	La construcción, modernización y ampliación de la infraestructura aeroportuaria deberá minimizar la afectación de la estructura y función de los ecosistemas y sus bienes y servicios ambientales, entre éstos: flujos hidrológicos, conectividad de ecosistemas, especies en riesgo, recarga de acuíferos y hábitats críticos.	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Tabla III.7. 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	Con el desarrollo del proyecto no se afectarán comunidades arrecifales de la región marina, ya que no se establecerán obras marinas.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
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 General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como a las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	Con el desarrollo del proyecto no se afectarán praderas de pastos marinos porque no se establecerán obras en zona marina.
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.	Con el desarrollo del proyecto no se prevé realizar aprovechamiento extractivo de fauna silvestre. Para realizar el rescate previo y reubicación de ejemplares de fauna susceptibles de afectación durante las actividades de remoción de la vegetación, se presentará un programa de rescate y reubicación ante la Secretaría para su validación. El programa formará parte de las actividades para dar cumplimiento a las condicionantes que sean establecidas en la autorización que emita 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.	Con el desarrollo del proyecto no se afectarán zonas coralinas, ya que no se construirán obras en zona marina.
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.	Con el desarrollo del proyecto 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 a desarrollar es de naturaleza turística y se establecerá dentro de un predio privado, 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 acopiados en un almacén temporal dentro del predio y, posteriormente, dispuestos finalmente en sitios autorizados para tal fin dentro del estado.
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	Con el desarrollo del proyecto no se afectarán zonas de anidación de tortugas marinas. Las actividades de sol y playa que realizarán los huéspedes durante su estancia en el proyecto, serán vigiladas en temporada de anidación de tortugas

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
	el amanecer, esto en temporada de anidación, principalmente en aquellos sitios de mayor incidencia de dichas especies.	marinas, asimismo, se restringirán las actividades durante el ocaso y la noche para evitar afectar el proceso de desove de los reptiles marinos. Los nidos serán marcados o, en caso de tener autorización de un plan de manejo, se reubicarán en un corral a cargo de la administración del proyecto; los huéspedes no podrán extraer huevos de los nidos *in situ* o reubicados. Cabe mencionar que, actualmente, existe una Asociación encargada de la vigilancia y manejo de los nidos de tortugas marinas en la región donde se encuentra la zona denominada Punta Venado (de la que forma parte el predio de interés), por lo tanto, se les dará aviso ante la detección de nidos, en caso de que la promovente no tenga autorizado el manejo de un corral Tortuguero, de lo contrario, la administración de "*Proyecto Venado*" se hará cargo de la reubicación de nidos y su monitoreo.
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.	Con el desarrollo del proyecto no se afectarán comunidades arrecifales, ya que no se establecerán obras marinas.
ZMC-10	Con el fin de prevenir la contaminación y deterioro de las zonas marinas, es recomendable la difusión de las normas ambientales correspondientes en toda actividad náutica en la zona.	El proyecto a desarrollar no se establecerá en zona marina, por lo tanto, este criterio no aplica. No obstante, se dará cumplimiento a todas las disposiciones jurídicas que regulan el desarrollo de obras en ecosistemas costeros.
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.	Con el desarrollo del proyecto no se realizarán actividades de canalización o dragado de la playa o en zona marina.
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.	Con el desarrollo del proyecto no se construirán muelles.
ZMC-13	Las embarcaciones utilizadas para la pesca comercial o deportiva deberán portar los colores y claves distintivas asignadas por la	El proyecto a desarrollar es de naturaleza turística, por lo tanto, no se vincula con el presente criterio.

Clave	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el proyecto
	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.	
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 predio donde se desarrollará el proyecto se ubica en un ecosistema costero, particularmente el sitio de interés se localiza sobre un sistema kárstico costero, por lo que en el predio se encuentran zonas inundables en selva, cenotes y fracturas kársticas inundadas, las cuales son considerados como humedales; además, en el predio se encuentra un humedal costero de manglar, en la que se identifica la zona con manglar de fisonomía baja. Dada la importancia de estos ecosistemas naturales y considerando los servicios ambientales que brindan, durante el desarrollo del proyecto propuesto se implementarán diversas medidas de manejo ambiental que contribuirán a prevenir, mitigar y compensar los impactos sobre el ambiente en el predio, derivado de la remoción de cobertura vegetal forestal y por la construcción del proyecto. A través de ello se mantendrá libre de contaminación el suelo, subsuelo, acuífero, cuerpos de agua y el mar; asimismo, se evitará el desequilibrio ecológico del ecosistema costero. Dos de las medidas claves para proteger los humedales del predio son el manejo integral de todos los residuos generados durante las distintas etapas de desarrollo del proyecto; y destinar como área de conservación la superficie de 12.94 ha que ocupa la comunidad de manglar, para asegurar que no serán removidas de su sitio de desplante original y que no se establecerán obras en ella que pudieran fragmentar el sistema u obstaculizar el flujo hidrológico; cabe mencionar que, para acceder a la playa y transitar desde el oeste hacia el este del predio, se aprovechará un camino existente que atraviesa la comunidad de manglar, con lo que se evitará crear nuevos caminos, además, la presencia de éste no ha influido negativamente en el desarrollo de las especies de manglar, ya que toda la comunidad se encuentra en buen estado y el suministro de agua proviene del subsuelo o de la inundación de ciertas zonas en temporadas de lluvia. En cuanto a los cenotes, no se construirán obras dentro de estos. Con las acciones señaladas, se protegerán los humedales, sistemas claves para mantener el equilibrio en el ecosistema costero regional.

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 #139. Por lo tanto, se considera que "*Proyecto Venado*" es factible para desarrollarse en el predio seleccionado.

III.1.3. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad

El Programa de Ordenamiento Ecológico Local, regula y reglamenta el desarrollo de obras y actividades dentro de los límites del municipio de Solidaridad, Quintana Roo; contiene la descripción de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's), tablas de usos, criterios y cartografía, siendo obligatorio su observancia por aquellos con el interés de establecer proyectos en el territorio municipal. El Programa tiene por objeto *alentar un desarrollo sustentable y congruente con políticas ambientales que permitan la permanencia de los recursos naturales en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.*

A través de este POEL se subdivide el territorio municipal de Solidaridad en 19 UGA's. Para la conformación de tales unidades se partió de la caracterización de los atributos ambientales definidos para las unidades de paisaje identificadas en el municipio (CNEC, 2007; POEL Solidaridad 2009), contemplando el mantener una congruencia jurídica con los instrumentos de planeación vigentes, que proceden de Decretos, programas, políticas, planes o autorizaciones válidas; asimismo, se consideró la vocación y aptitud natural del territorio municipal, los usos del suelo y las tendencias de desarrollo.

El POEL establece como políticas de ordenamiento las siguientes:

Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos;

Aprovechamiento Urbano: La ocupación del territorio al interior de los centros de población de acuerdo con los parámetros de ocupación y uso del suelo establecidos en los planes o programas de desarrollo urbano vigentes.

Preservación del equilibrio ecológico: El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y hábitat naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales;

Protección de los recursos naturales: El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro; y

Conservación: La permanencia de los elementos de la naturaleza, lograda mediante la planeación del desarrollo sustentable, a fin de asegurar, para las generaciones presentes y futuras, un ambiente propicio para su desarrollo y los recursos naturales que les permitan satisfacer sus necesidades.

De acuerdo con el POEL del municipio de Solidaridad, el predio en el que se llevará a cabo el proyecto propuesto se encuentra dentro de los límites de la UGA 16 denominada *Corredor Turístico Punta Venado-Paamul.*

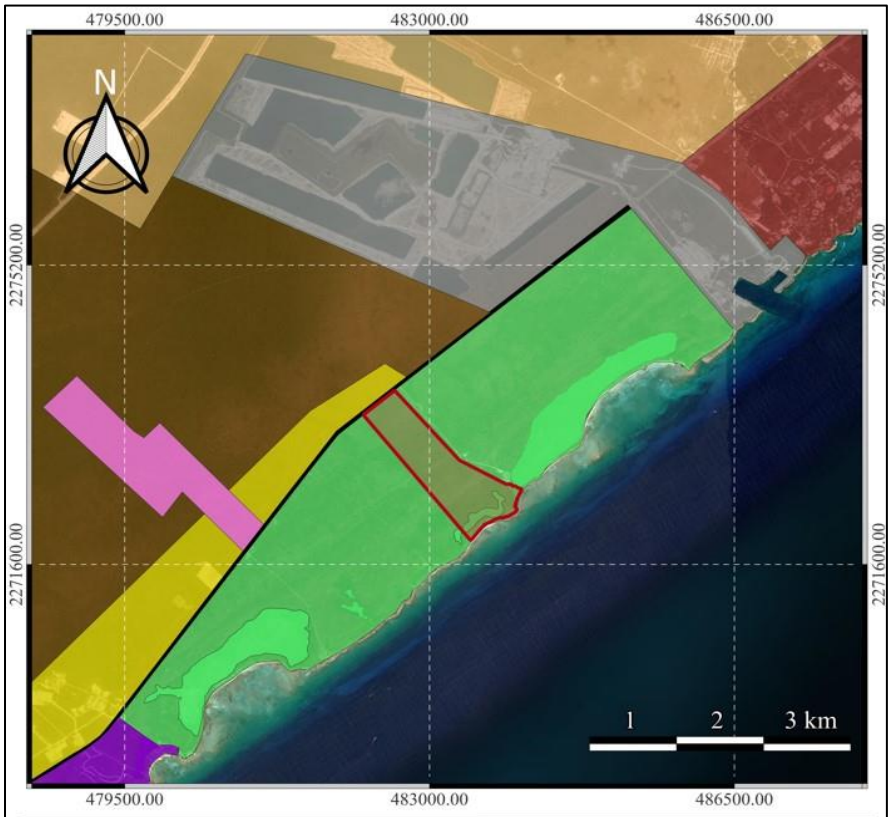


Lámina III.3. Ubicación del predio en la UGA 16.

Tabla III.8. Características de la UGA 16 en la que se ubica el predio para desarrollar el proyecto.

Unidad de Gestión Ambiental		**16**	
Nombre	Corredor Turístico Punta Venado-Paamul		
Política Ambiental	Conservación		
Superficie	1, 336.14 hectáreas	**Porcentaje municipal**	0.67%
Escenario inicial	Esta unidad corresponde a una zona con gran potencial para el desarrollo turístico. Se encuentra en estado natural sin desarrollos turísticos, es muy reducida la superficie afectada.		
Tendencias	Esta zona al contar con sus recursos naturales intactos, permitirá el establecimiento de desarrollos de baja densidad en los que se integre el escenario natural y sus recursos en el diseño de los proyectos.		
Lineamiento ambiental	El desarrollo que se presente en la unidad, por lo que se anticipa que serán mínimos los impactos ambientales y los desarrollos.		
Estrategias ambientales	▪ Se mantiene la cobertura del manglar y las áreas afectadas se restauran. ▪ El 65 % de la vegetación natural remanente se mantiene y enriquece. ▪ Solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable. ▪ Se realizar una disposición adecuada de aguas residuales y sus subproductos. ▪ Se reduce el consumo eléctrico convencional con el empleo de sistemas alternativos. ▪ Las playas tortugueras se mantienen funcionales para la anidación. ▪ No se genera contaminación al manto freático ni al suelo. ▪ Se promueve la certificación ambiental de los Hoteles. ▪ Se registra en bitácora ambiental en cumplimiento de la normatividad de cada proyecto y el proceso de cambios de uso del suelo. ▪ Los desarrollos reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos.		
Vocación de uso del suelo	Turística.		
Usos condicionados	Turístico, ecoturístico, suburbano, UMA's, deportivo, parque recreativo, comercial, equipamiento, reserva natural, marina.		
Usos incompatibles	Forestal, agropecuario, agroforestal, agroindustrial, urbano, industrial, minero.		
Criterios de regulación ecológica	**Uso**	**Criterios específicos**	
	Turístico	06, 08, 09, 13, 14, 15, 19, 21, 27, 36, 38, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 62, 64, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 87, 89, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.	
	Marina	11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 64, 65, 66, 79, 96, 97, 103, 104, 107, 108, 114, 115.	
	Ecoturístico	08, 09, 18, 29, 31, 52, 54, 57, 59, 60, 77, 79, 80, 81, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 103, 104.	
	Suburbano	13, 20, 27, 52, 54, 79, 80, 81, 85, 86, 93, 95, 100.	
	UMA's	04, 09, 16, 29, 46, 50, 51, 52, 54, 77, 79, 80, 82, 86, 93, 100.	
	Deportivo	06, 09, 13, 15, 25, 37, 49, 50, 53, 54, 59, 61, 68, 75, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107.	
	Parque recreativo	06, 08, 09, 11, 28, 31, 49, 53, 54, 57, 58, 59, 64, 68, 69, 79, 80, 81, 85, 86, 91, 92, 93, 95, 100, 102, 104, 105, 106, 107, 108.	
	Comercial	06, 09, 11, 27, 36, 40, 41, 53, 54, 55, 56, 58, 62, 63, 64, 65, 79, 81, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109.	

	Reserva natural	07, 16, 30, 80, 86, 100.
	Equipamiento	32, 53, 54, 78, 79, 85, 86, 93, 102.

La vocación de uso del suelo de la UGA 16 es Turística y los usos condicionados permitidos son Turístico, Ecoturístico, Suburbano, UMA's, Deportivo, Parque recreativo, Comercial, Equipamiento, Reserva natural y Marina. Por lo tanto, el proyecto de interés es compatible con los usos condicionados permitidos, al tratarse de un Desarrollo Turístico con presencia de obras de tipo hotelero y residencial. Cabe mencionar que, no se establecerán nuevos centros de población por lo que no se construirán obras de equipamiento urbano, infraestructura pública municipal o vialidades municipales. Las obras a establecer con el proyecto se limitan a aquellas necesarias y adecuadas para brindar servicios turísticos, como habitaciones, suites y residencias, así como áreas comunes para huéspedes y usuarios de las instalaciones.

Como tendencia de la UGA se establece que se permitirá el desarrollo de baja densidad en los que se integre el escenario natural y sus recursos en el diseño de los proyectos. Lo anterior es congruente con el diseño del "*Proyecto Venado"*, para el cual se consideraron los criterios de regulación establecidos en el POEL del municipio de Solidaridad y, en complemento, se determinó la orientación y distribución de las obras con base en las características naturales del terreno, así como los elementos naturales clave del sistema ambiental de la región.

De acuerdo con las características presentadas para la UGA 16 en la que se encuentra el predio para el proyecto, como estrategia ambiental se dispuso que *solo se realiza el 35 % de cambio de uso del suelo de la superficie desarrollable,* con base en ello, el 35% del predio corresponde a 39.045 ha, considerando que la superficie total del predio es de 111.559 ha. Para las obras a establecer para el proyecto se realizará el aprovechamiento de 16.86 ha, equivalente al 15.12% de la superficie total del predio. Por lo tanto, no se rebasa el porcentaje de cambio de uso de suelo permitido; en este sentido, aún permanecerán 22.17 ha (19.88%) de la superficie del predio que podrían ser desarrollados en el futuro, previa autorización en materia de Impacto Ambiental y cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

Otra estrategia ambiental de la UGA 16 que atiende el proyecto es la de *Se mantiene la cobertura del manglar y las áreas afectadas se restauran*. En el predio se registró una comunidad de manglar en buen estado que debe ser conservada, por lo tanto, se destinará como *Área de Conservación* la superficie de 12.94 ha donde se distribuye. Lo anterior, garantiza que el manglar no será removido, talado o afectado, con lo cual se atiende lo dispuesto en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre. Las construcciones más cercanas a esta comunidad mantendrán una distancia mínima de 10 metros con respecto a los ejemplares de mangle para evitar su afectación; por establecer las obras a menos de 100 metros de la comunidad de

manglar se realizará la compensación de restaurar 7.96 ha de manglar, en convenio con algún organismo público como la CONANP, la SEMARNAT, el gobierno estatal o el municipal, en los sitios que disponga, previa aprobación de la Secretaría, dando cumplimiento con lo dispuesto en el numeral 4.43 de la *NOM-022-SEMARNAT-2003-Especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar.*

Cabe señalar que, actualmente, en el predio existen senderos que han sido utilizados por personas (principalmente ciclistas) que acuden al terreno, éstos se extienden hacia áreas colindantes de la comunidad de manglar. Se detectó que los caminos no interfieren con las interacciones naturales del manglar, por lo tanto, parte de dichos senderos serán acondicionados y aprovechados para el proyecto propuesto; esto no implicará fragmentación del ecosistema de manglar y tampoco afectará el flujo hidroecológico del terreno que alimenta a la comunidad de mangle presente. Los senderos señalados atraviesan parches de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia situadas entre comunidades de manglar. Cabe destacar que, no se establecerán obras sobre dolinas, cavernas o cenotes para evitar la obstrucción y contaminación del acuífero y del agua subterránea, garantizando así mantener en buen estado el manglar y su flujo hidrológico.

Otras estrategias ambientales de la UGA 16 que se atienden, son las siguientes:

- *El 65 % de la vegetación natural remanente se mantiene y enriquece:* para el desarrollo del proyecto se aprovechará una superficie de 16.86 ha que representa el 15.12% de la superficie total del predio. En este sentido, se mantendrán sin desplante de obras 94.69 ha, en este sentido en el 84.88% de la superficie total del predio permanecerá vegetación original del terreno. De ese porcentaje, se destinarán 12.94 ha como *área de conservación* de manglar, equivalente a 11.60% de la superficie total del terreno. Cabe destacar que, dentro de las 16.86 ha de aprovechamiento se consideran las *áreas verdes* del proyecto, incluyendo la superficie a reforestar; por lo tanto, la cobertura vegetal del predio ascenderá finalmente a más del 84.88% con el diseño propuesto. Se precisa que aún queda a reserva un 19.88% del predio que podrá ser desarrollado en un futuro de tener interés la promovente; aún con el desarrollo de ese porcentaje, no se generará contravención de la estrategia ambiental propuesta para la UGA 16.

- *Se realizará una disposición adecuada de aguas residuales y sus subproductos:* para el proyecto se tiene previsto la instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales tipo biológica a base de lodos activados, mediante la cual se dará tratamiento a las aguas residuales generadas con la operación del proyecto, provenientes de sanitarios y lavabos, es decir aguas negras y grises. La PTAR contará con capacidad para tratar el 100 % del agua que llegue a las instalaciones, con un flujo de salida de 98 lps, generando así 389.64 m^3 de aguas negras por día. Con lo anterior, se evitará disponer agua residual no tratada en cuerpos de agua o el suelo del sistema ambiental. El agua tratada será reutilizada para riego

de áreas verdes y el excedente se dispondrá en un pozo de inyección del que se solicitará concesión para tal fin. Los lodos generados podrán emplearse como abono de áreas verdes o transportarse a sitios de disposición final autorizados para el manejo de residuos de manejo especial. Cabe mencionar que, se realizarán monitoreos de la calidad del agua tratada para garantizar que se cumplan las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

- *Se reduce el consumo eléctrico convencional con el empleo de sistemas alternativos:* para reducir el consumo eléctrico de fuentes convencionales, se instalarán paneles solares para convertir la radiación solar en energía eléctrica, a través del cual se cubrirá al menos un porcentaje igual al 10% del consumo proyectado del Desarrollo. Se contempla instalar 296 paneles con potencia total de 136.16 KW.
- *Las playas tortugueras se mantienen funcionales para la anidación:* la línea de costa frente al proyecto, y gran parte las zonas colindantes, está conformada por playa rocosa la cual no posee las características idóneas para la anidación de tortugas, sin embargo, aquellas zonas con playa arenosa son monitoreadas para detectar la anidación de dichos reptiles marinos. Específicamente, frente al predio existe una franja de 318 m aproximadamente de playa arenosa, la cual está clasificada como playa tortuguera; durante los monitoreos en la zona se detectaron rastros de tortugas marinas (huellas y nidos desocupados con cáscaras de huevos) de la especie *Chelonia mydas* (Tortuga verde), especie catalogada en Peligro de extinción de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo anterior, se debe llevar a cabo el monitoreo del sitio para detectar el arribo de tortugas marinas. Actualmente esta playa es monitoreada por Flora, Fauna y cultura de México A.C., quien tiene permiso de operación de 14 campamentos tortugueros entre el municipio de Solidaridad y el municipio de Cozumel. La promovente solicitará la autorización de aprovechamiento no extractivo de tortugas marinas con apego en la NOM-162-SEMARNAT-2012.
- *No se genera contaminación al manto freático ni al suelo:* se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, para ejecutar acciones de acopio, clasificación, transporte y disposición final, de todos los residuos sólidos que se generen con el proyecto, realizando la valorización de aquellos susceptibles a reúso y reciclaje. Asimismo, se realizará el acopio de aguas residuales en sanitarios portátiles durante la construcción del proyecto; en la etapa de operación se realizará el tratamiento de las aguas residuales generadas, mediante una PTAR de lodos activados. A través de estas acciones se evitará la contaminación del manto freático y del suelo.
- *Se promueve la certificación ambiental de los Hoteles*: los hoteles distribuidos en la Riviera Maya de Quintana Roo obtienen distintas certificaciones ambientales otorgadas por organismos internacionales y/o nacionales, que avalan las buenas prácticas ambientales en sus instalaciones. En congruencia con

esto, durante la operación de la obra, se buscará la certificación ambiental del hotel a establecer, para evidenciar el cumplimiento de la normatividad ambiental y las buenas prácticas ambientales a ejercer.

- *Los desarrollos reducen, reutilizan, reciclan y compostean sus residuos:* como parte del proyecto se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, a través del cual se establecerán estrategias de reducción, acopio, manejo, transporte y disposición final de residuos generados en el desarrollo, asimismo, se realizará la separación de los residuos susceptibles a reúso y reciclaje, priorizando que los primeros se reutilicen dentro del *Desarrollo* y los segundos sean enviados a sitios de reciclaje autorizados en el municipio o la entidad federativa. Los residuos vegetales que se obtendrán de la limpieza de las áreas verdes y jardines, podrán emplearse para nutrientes de otras áreas verdes; existirán áreas con vegetación que no serán intervenidas para limpieza al igual que las zonas de manglar, permitiendo el flujo natural de nutrientes mediante la descomposición de la hojarasca por medio de procesos naturales.

"*Proyecto Venado"* se establecerá en un predio que se encuentra en la UGA 16-Corredor Turístico Punta Venado-Paamul, por lo tanto, se presenta la vinculación del proyecto con los criterios de regulación de carácter general y de carácter específico dispuestos para esta Unidad de Gestión Ambiental, con el fin de evidenciar que las obras y actividades a desarrollar durante la construcción y cambio de uso de suelo, se ajustan a lo requerido o establecido en el POEL del municipio de Solidaridad, mediante lo cual se garantiza que no se pondrá en riesgo la existencia o permanencia de la vida silvestre de la zona, no se generará desequilibrio ecológico y no se pondrá en riesgo la salud de poblaciones humanas cercanas.

En cuanto al Sistema Ambiental Regional (SAR), delimitado en el capítulo IV de la presente MIA-R, posee una superficie que coincide con las siguientes Unidades de Gestión Ambiental (UGA's): UGA 5 Corredor cárstico; UGA 12 Corredor Calica-Akumal; UGA 13 Aeródromo; UGA 14 Reserva urbana Norte-Sur de Playa del Carmen; UGA 15 Corredor Turístico Paamul-Yalku; UGA 16 Corredor Turístico Punta Venado-Paamul; UGA 19 Carretera Federal 307. Por lo anterior, se realizará la vinculación del proyecto con los 36 Criterios de Regulación Ecológica de carácter General y con los Criterios de carácter Específicos aplicables a cada UGA con la que incide el SAR.

Cabe señalar que, el SAR del proyecto también incide con una UGA del POEL de Cozumel: la UGA A-13 con una política ambiental de Aprovechamiento. En esta UGA se aprecia el dominio de actividades por parte de la empresa Calizas Industriales del Carmen S.A. de C.V. (Calica), filial de la minera Vulcan Materials Company, una mina de piedra caliza instalada desde 1985 en el predio "La Rosita" (predio ubicado al oeste de la carretera federal); en esta UGA también se encuentra la zona portuaria de Calica (al este de la carretera federal) con la presencia de la Terminal Punta Venado (Calica), la Terminal Marítima Calica, caminos de

terracería, TPC Cemex y Sac Tun (productor de agregados de construcción también filial de Vulcans Materials Company). En este sentido, la UGA A-13 del POEL de Cozumel corresponde a los predios aprovechados exclusivamente por filiales de Vulcan Materials Company.

Dentro de este contexto, Calica y Sac Tun son responsables de dar cumplimiento a los criterios de regulación de la UGA A-13 por el desarrollo de sus actividades. Asimismo, ninguna obra del proyecto será desplantada en dichos predios, por lo que el proyecto no se vincula con las estrategias de regulación de la UGA A-13, ya que estos no son aplicables al tipo de obra prevista. No obstante, de la revisión y análisis de este instrumento se advierte que el proyecto no contraviene las estrategias de regulación dispuestas para la UGA A-13 del POEL de Cozumel, lo cual se evidencia con la vinculación del proyecto y sus criterios de regulación presentados posterior a la vinculación del Desarrollo con los criterios del POEL del municipio de Solidaridad.

Tabla III.9. Vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica de carácter General.

Criterio	Descripción	Vinculación
CG-01	Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.	El predio para el desarrollo del proyecto se encuentra en el corredor turístico conocido como Punta Venado-Paamul, en el municipio de Solidaridad, en la entidad federativa de Quintana Roo, por lo tanto, la promovente ---------- dará cumplimiento a las disposiciones en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna, emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre, establecidas en Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables. Lo anterior se evidencia mediante la vinculación del proyecto con los instrumentos jurídicos aplicables. La obtención de la autorización en materia de impacto ambiental emitida por la DGIRA tras evaluar el proyecto representará que este último es viable ambientalmente para su ejecución en el sitio propuesto; posterior a ello se tramitarán los permisos correspondientes de carácter municipal y estatal, previo al inicio de obras, reiterando de esta forma el compromiso de la empresa en desarrollar un proyecto ambientalmente responsable y que da cumplimiento a distintas disposiciones jurídicas.
CG-02	Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y	Previo al inicio de construcción de obras, durante la etapa de preparación del sitio (y posterior a obtener la autorización en materia de impacto ambiental), se llevarán a cabo las acciones de rescate y reubicación de flora, de acuerdo con el Programa de Manejo Integral de Vegetación y en el marco del Programa de

Criterio	Descripción	Vinculación
	técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa, se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Conservación y Manejo de Ecosistemas; dichos programas serán sometidos a la Secretaría para su validación correspondiente, al tenor de las condicionantes que establezca la DGIRA en el oficio de autorización. Las acciones de rescate y reubicación se ejecutarán en las zonas de aprovechamiento, es decir, aquellas en las que se prevé el desmonte de vegetación para el establecimiento de obras autorizadas. En este sentido, la vegetación que no se encuentre en superficie de desplante, se mantendrá con sus características originales, reduciendo de esta forma el impacto por remoción de vegetación. A través del Programa de Manejo Integral de Vegetación se establecerán los criterios de selección y se determinarán las especies y el número de individuos a rescatar (priorizando especies arbóreas, especies clave y aquellas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010), asimismo, se señalarán los sitios de reubicación dentro del predio, priorizando las áreas verdes y jardines a establecer para el proyecto, así como superficies seleccionadas para reforestación dentro del terreno.
CG-03	Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicar se determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	Para garantizar la protección de la fauna silvestre del predio, durante la etapa de preparación del sitio se llevarán a cabo acciones para ahuyentar a ejemplares que transiten por los sitios de obra, asimismo, en caso de ser necesario, se implementarán técnicas de rescate y reubicación de las especies de lento desplazamiento o de mayor susceptibilidad ante la construcción de obras. Inicialmente se implementarán recorridos previo al desmonte y a la par de este, para asegurar que no se afecte ejemplares de fauna silvestre; posteriormente, previo al inicio de construcciones y durante estos, se realizarán monitoreos frecuentes para verificar que los animales no transiten por el sitio o no se introduzcan en algún elemento constructivo, evitando así poner en riesgo su integridad. Las acciones a ejecutar se establecerán en el programa de rescate y reubicación de Fauna silvestre. Este se establecerá con apego a los instrumentos jurídicos y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. A través del programa se establecerán las acciones para ahuyentar a los animales y las técnicas de rescate y reubicación, asimismo, se señalarán los criterios de rescate, priorizando especies de lento desplazamiento, de nicho ecológico reducido, especies vulnerables y especies de importancia médica para los trabajadores; el ahuyentamiento y rescate se realizará para todas las especies, estén o no en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus anexos; las técnicas se aplicarán con base en sus hábitos biológicos y el grupo de fauna; las

Criterio	Descripción	Vinculación
		reubicaciones se realizarán en el área de conservación del proyecto, áreas verdes y/o áreas no sujetas a aprovechamiento del predio, dependiendo del organismo a relocalizar. Los sitios de reubicación serán señalados en los reportes de ejecución del programa (eligiendo sitios con las condiciones adecuadas que permita el desarrollo de los individuos reubicados) y se llevará un control a través de bitácoras de manejo.
CG-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	Las áreas verdes, jardines y áreas de reforestación del predio, se establecerán con plantas nativas de la región, las cuales procederán de los rescates de flora a realizar durante la etapa de preparación del sitio, así como de la propagación de especies del sitio mediante el establecimiento de un vivero. Lo anterior, se llevará a cabo conforme lo establecido en el programa de Rescate, Vivero y Reforestación (equivalente a un programa de arborización y ajardinado) incluidos en el Sistema de Manejo y Gestión Ambiental Adaptativo de Proyecto Venado (SMGAA-PV). A través del subprograma se establece el listado de especies que se utilizarán para plantar en las áreas verdes y jardines del proyecto, así como los sitios de reforestación, empleando una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies exóticas no invasoras (de acuerdo con la CONABIO). Los resultados de las acciones realizadas se presentarán en los reportes de ejecución correspondientes, en los cuales se establecerá el indicador de supervivencia esperado para evidenciar la eficacia de las acciones ejecutadas.
CG-05	Con la finalidad de evitar el fraccionamiento de los ecosistemas y el aislamiento de las poblaciones, se deberán agrupar las áreas de aprovechamiento 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.	Dentro del predio en el cual se desarrollará el proyecto, se identificaron seis tipos de comunidad vegetal: ▪ Vegetación de dunas costeras. ▪ Matorral costero. ▪ Chital (palmar). ▪ Manglar. ▪ Selva de transición. ▪ Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. Asimismo, se detectaron zonas con presencia de cenote, dolina o caverna, así como área con obras existentes (urbano construido), superficies desprovistas de vegetación y caminos existentes (caminos compactos y senderos entre comunidades de vegetación). Con base en dichas características ambientales, se determinó la mejor orientación y distribución de las obras propuestas para el proyecto, lo cual se corroboró en campo. La zonificación del predio se basó en los tipos de comunidad de vegetación existentes, y se consideraron las restricciones y estrategias de regulación ecológica

Criterio	Descripción	Vinculación
		contenidas en los distintos instrumentos jurídicos que regulan la zona del proyecto. Con base en lo previamente expuesto, se establecieron los siguientes criterios para la distribución de obras: ▪ Distribución de obras fuera de la comunidad de manglar. ▪ Distribución en sitios que no obstaculicen o afecten el flujo hidroecológico que alimenta el manglar. ▪ Distribución de obras fuera de los cenotes. ▪ Distribución de obras que no afecten dolinas o cavernas. ▪ Priorizar zonas desprovistas vegetación o con obras existentes para desplante de obras nuevas. ▪ Aprovechar superficies en las que se distribuye la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, para garantizar protección y conservación de comunidades clave como el manglar y vegetación de dunas costeras. ▪ Seleccionar la dirección de caminos de forma que se evite la fragmentación de las comunidades vegetales. Para ello, también se consideró el diseño estratégico de vialidades para reducir el número de caminos a establecer, reduciendo la fragmentación de vegetación. ▪ Establecer medida de compensación para establecer obras en zona de amortiguamiento de la comunidad de manglar de acuerdo con lo dispuesto 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.* ▪ Mantener un margen de distancia mínimo de 10 metros de las obras más cercanas a la vegetación de manglar, para garantizar su protección (medida de mitigación que complementa la medida de compensación propuesta). ▪ Considerar caminos existentes para establecer accesos a sitios de trabajo. ▪ No aprovechar más del 35% de la superficie del predio. Considerando los criterios establecidos, se realizó el diseño del proyecto y la distribución de obras, con lo cual se garantiza la protección de la comunidad de manglar (humedal) el cual será delimitado como Área de conservación en la que no se realizará construcción de obras civiles, manteniendo así la continuidad de dicho sistema natural. Asimismo, las obras se agruparon de forma que se reduzca la fragmentación de la vegetación existente en el predio (reducción de número de vialidades, obras piloteadas, agrupación de obras para reducir la dispersión y el impacto en comunidades vegetales), aunado a que se

Criterio	Descripción	Vinculación
		aprovecharán sitios de impacto como caminos existentes, superficies desprovistas de vegetación y superficies impactadas con presencia de obras existentes (superficies perturbadas por usos previos ajenos a la promovente). El mapa de distribución de obras y el de la zonificación de vegetación se aprecia en el capítulo II. Cabe mencionar que, el diseño se realizó en apego a las disposiciones de los instrumentos de planeación, legislación y normatividad ambiental aplicables. La evaluación de los impactos ambientales, incluyendo la posible fragmentación de los ecosistemas y el aislamiento de poblaciones de vida silvestre, se realizó a través de la MIA-R, lo que garantiza la correcta valoración de los posibles impactos ambientales y la implementación de las medidas necesarias para minimizarlos.
CG-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente-, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	Durante las actividades en la etapa de preparación del sitio, y como resultado de la limpieza de las áreas de desplante de obras, así como las actividades de desmonte de las áreas de aprovechamiento, se generarán residuos de materia vegetal y tierra vegetal. Tanto los residuos como la tierra se acumularán en sitios de acopio temporal específicamente establecidos para ello en las áreas de aprovechamiento; el material vegetal se triturará para facilitar su manejo y será trasladado al vivero del proyecto en donde se reutilizará para la fabricación de acolchado o "mulch", en conjunto con la tierra vegetal, el cual será muy útil para la jardinería y las superficies de reforestación para el aporte de nutrientes al suelo. En el caso de que existan excedentes de residuos vegetales deberán ser transportados y dispuestos en sitios de disposición final autorizados para tal fin. En cuanto al excedente de tierra vegetal, se podrá disponer en otros sitios del predio para ser reintegrada a las áreas verdes del mismo como abono, con lo que se asegura el buen manejo de dicho material sobrante.
CG-07	Los proyectos que generen aguas residuales (grises, negras, azules o jabonosas) deberán disponerlas a través de un sistema de tratamiento de aguas residuales propio que cumpla con la normatividad vigente aplicable. La descripción del sistema de tratamiento deberá incorporarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Sólo se permitirá la reutilización de las aguas residuales tratadas cuándo éstas cumplan con la normatividad ambiental vigente.	Las aguas residuales que se generen durante la etapa de operación del proyecto, provenientes de descargas de sanitarios y lavabos, serán transferidas por medio de un sistema de tuberías a un colector principal que conducirá dichas aguas a la Planta de Tratamiento de aguas residuales (PTAR) del proyecto. La PTAR se ubicará en el área de servicios generales (denominado como BOH en los planos). Esta Planta será de tipo biológica a base de lodos activados; contará con capacidad para tratar el 100 % del agua que llegue a las instalaciones (8, 988.75 m3/día), con un flujo de salida de 98 lps. Con lo anterior, se evitará disponer agua residual no tratada en cuerpos de agua o el suelo del sistema ambiental. El agua tratada será reutilizada para riego de áreas verdes y el excedente se dispondrá en pozos de inyección autorizados para tal fin.

Criterio	Descripción	Vinculación
		Como parte del SMGAA-PV del Proyecto, se considera el monitoreo de la calidad del agua tratada proveniente de este PTAR, para vigilar su correcto funcionamiento, asimismo, la promovente del Proyecto solicitará los permisos correspondientes ante la CONAGUA para la inyección de aguas residuales tratadas (excedente) en pozos de inyección. En las etapas de preparación del sitio y construcción, se realizará el arrendamiento de sanitarios portátiles para uso de los trabajadores, con el fin de acopiar aguas negras y evitar la dispersión de residuos sanitarios en sitios naturales que pudieran contaminar el sistema ambiental; las unidades recibirán mantenimiento frecuente por la empresa arrendadora de los sanitarios portátiles, quién se encargará de transportar las aguas residuales a sitios autorizados para su tratamiento y disposición final.
CG-08	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	Para el proyecto propuesto, se prevé la separación del drenaje sanitario del drenaje pluvial, por medio de pozos pluviales y redireccionamiento de aguas pluviales de techos hacia superficies con vegetación, y de un sistema de tuberías para el traslado de las aguas residuales hacia la PTAR. La descripción de estos sistemas se presenta en el capítulo II de la MIA-R; asimismo, se presentó información técnica y ambiental para la determinación del establecimiento de los pozos pluviales en el predio (alcantarillado) basándose en los resultados obtenidos en el *Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto* a través del cual se definió el establecimiento de 185 pozos pluviales distribuidos a través de todo el proyecto y sus vialidades. Este drenaje pluvial estará separado del drenaje sanitario, el cual estará conectado con la PTAR del proyecto para el tratamiento de las aguas negras y grises; se podrán utilizar las aguas tratadas para riego y el excedente será inyectado en un pozo con una profundidad entre 80 a 120 metros. Cabe señalar que, aún con la presencia de los pozos pluviales, se mantendrán superficies permeables en el terreno. Basta recordar que se mantendrá una superficie sin desplante de obras de 84.88 ha, en la cual se conservará la vegetación original del sitio y las condiciones naturales del suelo, contribuyendo con la infiltración del agua al subsuelo. En cuanto al agua pluvial que se acumule en los techos de los edificios, se redireccionará hacia superficie con vegetación y suelo permeable. De esta forma se contribuye a la recarga del acuífero. Para evitar contaminación del subsuelo y corrientes de agua subterránea, se establecerán trampas de sólidos en los techos para asegurar que el agua pluvial se infiltre en el suelo sin contaminantes.

Criterio	Descripción	Vinculación
CG-09	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).	Para el proyecto no se canalizará de forma directa el agua pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales. El agua pluvial escurrirá de forma natural en el terreno y se infiltrará en el suelo a través de las superficies permeables a mantener; en cuanto al agua pluvial de techos se redireccionarán hacia superficies con vegetación o zonas permeables, para lo cual se emplearán trampas de sólidos con el fin de evitar la contaminación del área y asegurar que el agua se infiltre al suelo. Con base en estudios técnicos se determinará la cantidad y ubicación de pozos pluviales, priorizando su establecimiento cerca de vialidades o áreas en las que se requiera para evitar encharcamientos del terreno; no obstante, se reitera que por las características del sitio, se generarán escurrimientos naturales y se mantendrán superficies permeables en todo el predio, reduciendo la cantidad de pozos pluviales a establecer. Cabe mencionar que, se obtendrán los permisos correspondientes ante CONAGUA para el establecimiento de los pozos pluviales que resulten.
CG-10	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	Los materiales a emplear para la construcción de las distintas obras del proyecto, serán adquiridos de proveedores autorizados y que cuenten con los permisos correspondientes para la venta de dichos materiales. En este sentido, la promovente no extraerá material pétreo o de construcción del predio, garantizando la protección del suelo y la capa de piedra caliza del terreno.
CG-11	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones o sembradíos y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	Para el establecimiento de áreas verdes, jardines y la reforestación de sitios autorizados dentro del predio, se plantarán especies de flora nativa de la región, lo cual reduce la necesidad del uso de sustancias para el control de plagas, ya que estas especies se encuentran adaptadas a las condiciones ambientales del sitio. No obstante, en caso de emplear sustancias de control de plagas, se utilizarán productos biodegradables y autorizados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).
CG-12	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, deberán llevar a cabo un monitoreo del desempeño ambiental del proyecto, el cual deberá sustentarse en un estudio técnico o programa en el que se establezcan los indicadores de calidad ambiental que permitan identificar la eficacia de las medidas sobre los principales componentes de la biota, así como los métodos, técnicas que permitan medir tales indicadores y los tiempos y mecanismos para la interpretación de los resultados. Este estudio deberá acompañar al	El predio posee una superficie de 111.559 ha y se encuentra fuera del centro de población de Playa del Carmen; el sitio está regido por la UGA 16 denominado Corredor turístico Punta Venado-Paamul. Por lo anterior, la promovente realizará el monitoreo del desempeño ambiental del proyecto durante su desarrollo, priorizando las etapas de construcción y operación. Las acciones de monitoreo y los indicadores de calidad ambiental para determinar la eficacia de las medidas aplicadas, así como los tiempos y mecanismos de interpretación de resultados, serán integrados en un Programa de Desempeño Ambiental que será dispuesto ante la Secretaría para su validación previa ejecución,

Criterio	Descripción	Vinculación
	estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. El promovente deberá entregar copia de los reportes a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental.	esto al tenor de lo dispuesto en las condicionantes emitidas por la DGIRA en el oficio de autorización del proyecto.
CG-13	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	Durante el desarrollo del proyecto, en todas sus etapas, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, para asegurar el acopio, clasificación, manejo y disposición final de los residuos generados. Todos los residuos que se generen se acopiarán de forma temporal dentro del terreno en contenedores o sitios acondicionados específicamente para tal fin, posteriormente, los residuos se transportarán a los sitios de disposición final autorizados fuera del predio. Los residuos sólidos no peligrosos se acopiarán en contenedores con tapa y rotulados; los residuos peligrosos se acopiarán en un almacén temporal de acuerdo con las especificaciones de la NOM-052-SEMARNAT-2005 *Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos;* los residuos de manejo especial se acopiarán de forma temporal es espacios desprovistos de vegetación y con protección en el suelo dentro del predio; las aguas residuales se acopiarán en sanitarios portátiles en la etapa de construcción y se transferirán a la PTAR en etapa de operación. Con lo anterior, se garantiza que ningún residuo se dispondrá sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante.
CG-14	Está prohibida la introducción de especies de flora o fauna exóticas o invasoras incluidas en los listados de la CONABIO, en áreas naturales, cavernas y cuerpos de agua superficiales o subterráneos. La introducción y manejo de especies exóticas sólo se permite en áreas modificadas previa autorización de la SEMARNAT o la SAGARPA. Se excluye de esta restricción las especies de plantas ornamentales tropicalizadas de uso común en la zona Norte de Quintana Roo que se destinen a la conformación de áreas verdes o jardines.	Para el proyecto no se realizará la introducción de especies exóticas o invasoras de flora o fauna, de acuerdo con los listados que proporciona la CONABIO, en cavernas, cenotes, cuerpos de agua superficial, el mar o áreas naturales del predio o sitios colindantes. Para las áreas verdes a establecer (zonas ajardinadas, camellones y superficies de reforestación), se emplearán especies nativas de la región, priorizando aquellas especies que sí se registraron en el predio. Asimismo, se plantarán individuos de flora rescatados previo a las actividades de desmonte de los sitios de construcción autorizados. En los sitios de reforestación se observará el tipo de comunidad vegetal adyacente para plantar especies que se distribuyan en ese tipo de comunidades, con el objeto de crear una continuidad en el paisaje y mantener la composición natural de las áreas a intervenir. También, en cumplimiento del criterio CE-85 del presente Programa de Ordenamiento Territorial Local, se respetarán aquellos individuos de vegetación arbórea y palmas de gran talla (más de 5 metros de alto) que incidan en las superficies destinadas a camellones y zonas ajardinadas, manteniendo los individuos seleccionados en pie en su sitio de desplante original.

<table>
<tr><th>Criterio</th><th>Descripción</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td></td><td></td><td>De este modo se evitará el estrés por trasplante de la flora. Asimismo, con estación se garantiza mantener especies nativas de la región en sus sitios de distribución natural sin comprometer ,.a existencia o permanencia de las especies.
Es preciso señalar que en el Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas, se presentará el listado de especies que se utilizarán para la reforestación de las áreas verdes y áreas ajardinadas autorizadas dentro del predio, estableciendo una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, para lo cual no se hará uso de especies exóticas invasoras incluidas en los listados de la CONABIO.</td></tr>
<tr><td>CG-15</td><td>Los promoventes que pretendan llevar a cabo obras o actividades en zonas que se constituyan como sitios de anidación o reproducción de una o más especies de fauna incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, deberán implementar acciones que aseguren la disponibilidad de sitios de anidación y reproducción de tales especies. Estas acciones deberán estar sustentadas en un plan de manejo de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre, que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las acciones deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</td><td>A través de la caracterización ambiental del predio, se identificaron las especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus anexos, resultando en 15 especies sujetas a algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM en mención: 3 se encuentran como amenazadas (A), 10 bajo protección especial (Pr) y 2 como Peligro de extinción (P):
<table>
<tr><th rowspan="2">Nombre Científico</th><th rowspan="2">Nombre Común</th><th colspan="3">Conservación</th></tr>
<tr><th>NOM-059</th><th>IUCN</th><th>CITES</th></tr>
<tr><td>Lithobates brownorum*</td><td>Rana Leopardo</td><td>Pr</td><td>LC</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Crocodylus moreletti*</td><td>Cocodrilo de Pantano</td><td>Pr</td><td>LC</td><td>AII</td></tr>
<tr><td>Ctenosaura similis°</td><td>Iguana Negra de Cola Espinosa</td><td>A</td><td>LC</td><td>AII</td></tr>
<tr><td>Sceloporus cozumelae*</td><td>Lagartija Espinosa de Cozumel</td><td>Pr</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Buteo albonotatus*</td><td>Aguililla aura</td><td>Pr</td><td>LC</td><td>AII</td></tr>
<tr><td>Tigrisoma mexicanum*</td><td>Garza Tigre Mexicana</td><td>Pr</td><td>LC</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Campephilus guatemalensis*</td><td>Carpintero pico plateado</td><td>Pr</td><td>LC</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Eupsittula nana*</td><td>Perico Pecho Sucio</td><td>Pr</td><td>-</td><td>AII</td></tr>
<tr><td>Amazona xantholora°</td><td>Loro yucateco</td><td>A</td><td>LC</td><td>AII</td></tr>
<tr><td>Pachysylvia decurtata*</td><td>Vireocillo Cabeza Gris</td><td>Pr</td><td>LC</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Vireo pallens*</td><td>Vireo manglero</td><td>Pr</td><td>LC</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Ateles geoffroyi**</td><td>Mono Araña Centroamericano</td><td>P</td><td>EN</td><td>AII</td></tr>
<tr><td>Eira barbara**</td><td>Viejo de Monte</td><td>P</td><td>LC</td><td>AIII</td></tr>
<tr><td>Rhamdia guatemalensis*</td><td>Juil descolorido</td><td>Pr</td><td>LC</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Poecilia velifera°</td><td>Topote aleta grande</td><td>A</td><td>VU</td><td>-</td></tr>
</table>
Asimismo, se registró la presencia de especies nativas del país. Por lo tanto, y debido a la continuidad de las comunidades de vegetación actual, se considera que el sistema ambiental del predio se encuentra en buen estado, lo que permite el desarrollo y bienestar de la fauna silvestre al proporcionarles alimento, refugio y sitios de reproducción.</td></tr>
</table>

Criterio	Descripción	Vinculación
		Por lo anterior, para la distribución de las obras se seleccionaron sitios que no posean características clave del sistema que de ser modificados pudieran poner en riesgo la anidación o reproducción de esas especies. De este modo, se determinó el distribuir las obras en sitios previamente impactados y en superficies menos vulnerables (priorizando comunidades de vegetación secundaria). En este sentido, no se modificarán las características de la comunidad de manglar (humedal) el cual se mantendrá como *área de conservación* del predio, por lo que no se desplantarán obras civiles permanentes en dicho sistema; de este modo se garantiza la protección de un sistema vulnerable que brinda distintos servicios ambientales, entre ellos el hábitat para la fauna silvestre de la zona y la región, asegurando así la protección de sitios de anidación y reproducción. Asimismo, es importante recordar que, como parte de la configuración del diseño, se realizó la redistribución de Jungles suits, modificación de caminos y disminución de unidades de residencias, derivado de la detección de estructuras naturales vulnerables en los sitios de desplante originalmente propuestos. Con estas acciones, se evidencia que el proyecto no afectará cuerpos de agua naturales, fracturas inundadas, dolinas secas o superficies de manglar. Esto es de suma relevancia ya que permite conservar elementos abióticos que contribuyen con el desarrollo de la vida silvestre, como la disponibilidad del agua para beber de los cuerpos de agua natural; aunado a ello, se protegen cuerpos de agua natural que fungen como sitio de resguardo y reproducción de especies como peces de agua salobre (identificados en el predio) y reptiles (como el cocodrilo de pantano). Cabe recordar que, en el predio se mantendrá vegetación original del terreno en 94.69 ha, en el que se incluyen 12.94 ha de conservación de manglar, esto indica que permanecerán especies de plantas que brindan alimento a los animales del sitio, por ejemplo, árboles frutales como el Chicozapote, un fruto aprovechado por los monos araña. Asimismo, se considera que la fauna silvestre podrá desplazarse a través de todo el predio y podrá hacer uso de los pasos para fauna que se instalarán, lo que contribuirá a su tránsito entre zonas de alimentación y las de reproducción. Se implementarán letreros alusivos a la protección de la fauna silvestre y se prohibirá la extracción de cualquier organismo de vida silvestre. Durante la construcción de aplicarán las acciones de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre, y en caso de detectar nidos de aves, éstos no serán removidos; en cuanto a los cenotes, éstos deberán

Criterio	Descripción	Vinculación
		mantenerse limpios para evitar la contaminación de los mismos. Cabe mencionar que, debido a que potencialmente todo el sistema natural dentro del predio podrá ser utilizado como sitio de anidación o reproducción por distintas especies de fauna silvestre, incluso cerca de los sitios de trabajo y obras, también se presentará el Programa de Monitoreo Ambiental dentro del cual se encuentra el Subprograma de Monitoreo de Fauna Terrestre y el Subprograma de Monitoreo de Ambiente Marino, que determina las técnicas y periodicidad de muestreo, para detectar los sitios potenciales de anidación y reproducción para proponer e implementar las medidas de prevención de impactos más adecuadas. Es importante mencionar que, para definir el diseño final del proyecto, se realizó el recorrido del predio y se visitaron los sitios de desplante de obras. Con excepción de las obras modificadas o eliminadas, el resto se encuentra en sitios donde no se detectaron nidos o sitios de reproducción. Por lo tanto, la fauna se encuentra en tránsito en dichas superficies, siendo viable las actividades de ahuyentamiento. A diferencia, cerca de los cenotes y cuerpos de agua naturales, se observaron espacios utilizados por animales como refugio y concentración residuos de frutos; por ello es relevante proteger dichas estructuras naturales a través de no establecer obras permanentes de forma adyacente.
CG-16	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	Para el proyecto no se construirán campamentos de superficies grandes para trabajadores. Las actividades laborales de los empleados se realizarán en condiciones propias para la vida humana, dando cabal cumplimiento a las normas que en Materia de Trabajo y Previsión Social sean aplicables. Asimismo, se establecerán comedores para los empleados. Se dará cumplimiento a la proporción de sanitarios portátiles establecido en el presente criterio, es decir, de 1:20. Las obras temporales tales como bodegas de almacenamiento, talleres, servicios sanitarios, patios de estacionamiento para vehículos del personal, vehículos pesados y de maquinaria pesada propia para la construcción se establecerán en áreas que posteriormente ocuparán las obras del proyecto, garantizando la no afectación de áreas destinadas a la conservación de vegetación. Durante las etapas de preparación y construcción el proyecto implementará las medidas contenidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos del SMGAA-PV del Proyecto, mediante lo cual se asegurará del adecuado manejo de los mismos. Asimismo, se implementarán las medidas establecidas en el Programa de Prevención y Atención a

Criterio	Descripción	Vinculación
		Contingencias Ambientales del SMGAA-PV del Proyecto.
CG-17	El uso del fuego estará condicionado a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM015-SEMARNAP/SAGAR-1997.	Para el desarrollo del proyecto no se contempla el uso de fuego en ninguna actividad de ninguna etapa, por lo tanto, este criterio no aplica.
CG-18	Los proyectos que se realicen fuera de los centros de población, en predios mayores a 5 hectáreas, durante las etapas de preparación del sitio y construcción, deberán presentar de manera semestral a la SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental, un plano georreferenciado (UTM, Datum WGS-84, Zona 16Q) de las áreas aprovechadas dentro del predio, en donde se especifiquen los tipos de vegetación afectados y su superficie.	El predio para el desarrollo del proyecto se encuentra en la UGA 16 que se ubica fuera de centros de población, además de que posee una superficie mayor a 5 ha. No obstante, el proyecto es de competencia federal, evaluado por la SEMARNAT a través de la DGIRA, por lo tanto, es a esa Secretaría que se presenta el plano georreferenciado de las áreas de aprovechamiento dentro del predio seleccionado. No obstante, de ser requerido el plano por las autoridades ambientales estatales, la promovente proporcionará los planos y copias que le sean solicitados, para su registro en la Bitácora Ambiental.
CG-19	Para la apertura de caminos de acceso y vialidades de cualquier tipo fuera de los centros de población se requiere contar con la autorización en materia de impacto ambiental, así como de la autorización de cambio de uso del suelo que por excepción emite la autoridad federal correspondiente.	El proyecto no contempla la construcción de nuevos caminos de acceso al predio, ya que la vialidad existente (Carretera Federal 307 Cancún-Tulum) funge como vía de acceso al terreno. De forma interna se establecerán vialidades y caminos en el predio como parte del proyecto, para transitar entre el hotel, residencias y áreas comunes; dichas vialidades están sujetas al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.
CG-20	El establecimiento de viviendas o unidades de hospedaje de cualquier tipo, deberá ubicarse a una distancia mayor a 1,000 metros medidos a partir del pozo de extracción de agua potable de la red pública para abasto urbano más cercano.	El predio se encuentra aproximadamente a 9km de Playa del Carmen (el asentamiento urbano cercano al predio de interés) y a poco más de 7 km de la zona residencial más cercana. Asimismo, se ubica aproximadamente a 8 km de Puerto Aventuras. Por lo tanto, las obras a establecer no se ubicarán a menos de 1,000 metros de los pozos de extracción de agua potable de la red pública que suministra a dichos centros urbanos. Aunado a ello, considerando un radio de 1 km a la redonda del predio, se observan terrenos con vegetación sin presencia de zonas residenciales o urbanas; tampoco se aprecia la existencia de infraestructura o pozos de la red pública a cargo de la empresa Aguakan. El abastecimiento de agua del proyecto se realizará a través de una Planta de Ósmosis Inversas (POI), la cual será suministrada de agua salobre obtenida de dos pozos de extracción a construir en el predio; estos pozos abastecerán únicamente al proyecto y se obtendrán los permisos y concesión de aprovechamiento correspondientes emitidos por la Comisión del Agua. Cabe recordar que, para determinar el número de pozos de extracción se realizó el cálculo de demanda y de flujo hídrico del sitio, concluyendo que dos pozos de extracción cubren (y sobrepasan) la demanda de agua requerida; con esto se garantiza que no se sobreexplotará el recurso hídrico

Criterio	Descripción	Vinculación
		que abastece a los centros urbanos más cercanos. Aunado a ello, mediante el *Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto* se evidencia que no se pondrá en riesgo la disponibilidad de agua subterránea en el sitio; tampoco se afectará el flujo hidrológico del manglar existente en el predio, ya que la interacción del agua del manglar con el agua subterránea es limitada. No obstante, debido a que se infiere que la cuenca del manglar podría aportar agua al acuífero funcionando como una zona de recarga, en las temporadas en las que el nivel piezométrico del agua subterránea está por debajo del nivel del terreno natural, se ubicaron los dos pozos de extracción en un sitio que no colinda con el manglar. Para el diseño de los pozos, los resultados de los perfiles de Sólidos Totales Disuelto señalaron que existen en el acuífero un espesor reducido de agua dulce-salobre de apenas 5 metros en las zonas más alejadas de la línea de costa con valores entre 2,500 y 10,000 ppm de sólidos totales disueltos. Por lo anterior se propone que los pozos de extracción de agua para la planta de osmosis inversa sean de 15 m de profundidad aislando los primeros 10 m con tubería de PVC de 12" de diámetro y sello de cemento en la base con un horizonte de extracción de los 5 m hasta los 15 m esperando extraer agua con concentraciones de sólidos totales disueltos entre 10,000 y 15,000ppm de sólidos disueltos totales (SDT).
CG-21	En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes. En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso, corrección, que aplicará en cada etapa. Para el almacenamiento de este tipo de sustancias o sus residuos se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar el registro de su manejo en la bitácora del almacén.	Durante el desarrollo del proyecto se implementará el Programa de Manejo Integral de Residuos (PMIR) contenido en el SMGAA-PV del Proyecto, a través del cual se incluirán las medidas y estrategias de acopio, clasificación, manejo, transporte y disposición final de residuos generados, con la finalidad de evitar la dispersión de los mismos, de este modo se evitará la contaminación de los componentes ambientales del predio y del SAR. Se llevará a cabo el manejo y disposición temporal de las sustancias potencialmente contaminantes para evitar que se derramen en el suelo o en cuerpos de agua. Además, se aplicarán medidas como: ▪ Que la maquinaria y equipo se encuentre en buen estado de operación para evitar derrames de combustibles o sustancias contaminantes como aceites. ▪ Promover entre los operadores de equipo y maquinaria el reportar los accidentes por derrame de combustible, aceite, grasa o algún otro que genere contaminación, para aplicar las medidas de control de derrames de forma oportuna y evitar la dispersión de la contaminación.

Criterio	Descripción	Vinculación
		▪ Contar con equipo y material apropiado para atender contingencias (derrames de hidrocarburos u otras sustancias peligrosas en el suelo o agua), como esponjas absorbentes o contenedores para acopiar las partículas removidas porque estuvieran contaminadas. Cabe mencionar que, se establecerá un almacén temporal de residuos peligrosos durante la etapa de preparación del sitio y construcción, así como uno permanente en para acopio temporal de residuos peligrosos generados en la etapa de operación, en apego con las especificaciones de la NOM-059-SEMARNAT-2005. Aunado a lo anterior, el Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales (PPACA), contempla implementar un sistema de prevención y atención a contingencias ocasionadas por incendios, inundaciones, huracanes, derrames de sustancias peligrosas al suelo y agua, entre otros.
CG-22	El uso de explosivos, estará regulado por los lineamientos de la Secretaría de Defensa Nacional y la normatividad aplicable. Previamente a la utilización de explosivos deberá entregarse a la autoridad competente en materia de protección civil, el cronograma de detonaciones y el programa de protección civil correspondiente que deberá estar disponible al público en general.	Para el proyecto no se hará uso de explosivos, por lo tanto, este criterio no es aplicable.
CG-23	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	La promovente implementará un estricto control para el manejo de los residuos considerados como peligrosos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como su respectivo Reglamento, además se contratará a una persona con amplio conocimiento en Seguridad Salud y Protección Ambiental y entre otras funciones se designará como la encargada para el control, manejo y disposición final de los residuos que se generen tal como como se ha demostrado en la vinculación legal insertada en el cuerpo del presente capítulo. El almacén temporal de los residuos sólidos y líquidos con características de peligrosidad según el análisis CRETIB se ubicará en donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones de fugas, incendios, explosiones e inundaciones y contará con paredes y techo de materiales no inflamables, con ventilación, muros de contención, fosas de retención, canaletas o trincheras para contener lixiviados, sistemas de extinción y señalización suficiente, así como con material e infraestructura de recuperación de combustible y de sustancias para el caso de derrames. Asimismo, como parte del equipo necesario para la implementación del proyecto se contará con barreras, toallas o esponjas oleofílicas. En el caso de derrames

Criterio	Descripción	Vinculación
		de residuos peligrosos en el suelo, se deberá contar con salchichas, colchonetas o polvos absorbentes y películas de liners para colocar residuos peligrosos. Las medidas de prevención, supervisión y mitigación se encuentran definidas en el Programa de Manejo Integral de Residuos y serán supervisadas por el Programa de Supervisión Ambiental dentro del marco del SMGAA-PV del Proyecto dando cumplimiento al presente criterio.
CG-24	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad fuera de los centros de población está delimitada entre la zona federal marítimo terrestre y la carretera federal 307. El territorio localizado al poniente de la carretera federal 307 se considera zona continental.	El proyecto se establecerá en un predio ubicado al este de la carretera federal 307, es decir, al oriente de la misma, colindando con la zona federal marítimo terrestre. De acuerdo con esto, el predio se localiza en zona costera o ecosistema costero, por lo tanto, el procedimiento de evaluación del impacto ambiental queda a competencia de la SEMARNAT a través de la DGIRA, debido a que es un proyecto de competencia federal, con fundamento en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al ambiente, así como en el artículo 5 de su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental.
CG-25	La superficie que se permite ocupar en un predio será el área de aprovechamiento máxima permitida para el desplante de las obras provisionales o definitivas proyectadas, incluyendo obras de urbanización (red de abasto de agua potable, red de alcantarillado sanitario, planta de tratamiento de aguas residuales o fosas sépticas, red de electrificación y alumbrado, obras viales interiores, estacionamientos y las que se requieran para la incorporación del proyecto a la red vial), las obras o edificaciones de que conste el proyecto, así como los jardines, áreas públicas, albercas y áreas verdes. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales siendo responsabilidad del propietario su preservación y protección. No se contabilizan los senderos, brechas o andadores peatonales al interior de las áreas naturales que se conserven dentro del predio y que sirvan para intercomunicar las diferentes áreas de instalaciones o servicios dentro del proyecto. Las áreas previamente desmontadas o sin vegetación dentro del predio podrán formar parte del área de aprovechamiento permitida y deben considerarse en primer lugar para el desplante de las obras que se proyecten. Cuando por motivo del diseño y funcionalidad de un proyecto no resulte conveniente el uso de las áreas previamente desmontadas, podrá solicitarse el aprovechamiento de otras áreas	De acuerdo con las estrategias ambientales para la UGA 16 en la cual se ubica el predio para el proyecto, se permite el aprovechamiento de un 35% del total del terreno, quedando un 65% sin impactar, es decir, que se mantendrá en sus condiciones naturales originales. Con base en ello, se estableció el proyecto y la distribución de obras para no rebasar dicho porcentaje de 35%. Considerando el diseño del proyecto, se destinará una superficie de aprovechamiento de 16.86 ha equivalentes a 15.12% de la superficie total del terreno seleccionado. En este sentido, en un futuro aún será posible aprovechar una superficie equivalente a 19.88% del total del predio (previa autorización en materia de impacto ambiental). Cabe mencionar que, se establecerá un área de conservación correspondiente a la vegetación de manglar, equivalente a una superficie de 12.94 ha, es decir, del 11.60% del predio. En cuanto a la distribución de obras a construir, se priorizaron las áreas previamente impactadas dentro del terreno, a causa de caminos compactados en los que transitan vehículos de transporte, obras civiles presentes y senderos existentes; de este modo, se reduce el impacto por remoción de vegetación. Se destaca que la comunidad de manglar, los cenotes, cavernas y dolinas, no serán afectadas por las obras, ya que estas no se construirán sobre/en estás. Por último, existirán caminos que se reforestarán con vegetación nativa de la región y derivado del rescate de especies de flora durante la preparación del sitio, esto para incrementar la superficie de vegetación del terreno, aprovechando que habrá caminos que ya no

Criterio	Descripción	Vinculación
	siempre que el promovente se obligue a reforestar las áreas afectadas que no utilizará, situación que deberá realizar de manera previa a la etapa de operación del proyecto. Cuando el área afectada dentro del predio sea mayor al área de aprovechamiento máxima permitida en el mismo, el propietario deberá implementar medidas tendientes a la restauración ambiental de la superficie excedente de manera previa a la conclusión de la etapa de construcción. Dichas medidas deberán sustentarse en un estudio técnico o programa de restauración que deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental o al informe preventivo aplicable al proyecto. Las actividades de restauración ambiental deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	serán aprovechados con el proyecto a establecer; las vialidades a restaurar se señalan en el capítulo II.
CG-26	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos, deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	Previo al desarrollo del proyecto, la promovente solicitará la intervención del INAH para la liberación del terreno, antes del inicio de obras. En caso de detectar algún vestigio arqueológico, se implementarán las medidas que establezca el INAH y de ser el caso de la modificación del diseño del proyecto, se notificará a la SEMARNAT para evaluar de forma oportuna los cambios realizados a causa de los hallazgos; si durante la construcción del proyecto se llegará a hallar algún vestigio arqueológico que no haya sido observado por el INAH, se informará a dicha Instituto para su intervención y que pueda emitir los comentarios pertinentes, de igual forma se notificará a la Secretaría.
CG-27	Las obras de infraestructura o equipamiento regional de interés público sólo se permiten con la aprobación del H. Cabildo de Solidaridad y/u otras autoridades competentes, previa autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de uso del suelo de terrenos forestales.	El proyecto a desarrollar no contempla el establecimiento de infraestructura o equipamiento regional de interés público, por lo que este criterio no aplica.
CG-28	Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que éstos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.	No se contempla el uso o aprovechamiento de fauna silvestre para el proyecto. En cuanto a los individuos para la plantación en áreas verdes, ajardinadas y de reforestación del predio, se emplearán organismos rescatados dentro del mismo predio (previo a la remoción de flora para la construcción) y se propiciará la propagación a través del vivero a establecer con el desarrollo del proyecto. En caso de requerir la adquisición de individuos de flora fuera del predio, se realizará mediante sitios autorizados para tal fin, con el objeto de no extraer plantas de ningún otro sitio del SAR que no esté autorizado para su manejo.
CG-29	Con la finalidad de garantizar la estabilidad de las edificaciones, así como evitar el desplome o alumbramiento innecesario del	La promovente presentará el estudio de mecánica de suelos previo a la construcción de las obras propuestas, con la finalidad de garantizar la estabilidad de las

Criterio	Descripción	Vinculación
	acuífero o la afectación de estructuras y sistemas cársticos, los promoventes deberán realizar de manera previa al inicio de obras un estudio de mecánica de suelos avalado por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación.	edificaciones, asimismo, para que no se afecten sistemas vulnerables como dolinas o cavernas, con el objeto de que estas no se derrumben y de que no se fracture la roca caliza de sitios vulnerables como cenotes. Se solicitará los servicios de un laboratorio acreditado en la Entidad Mexicana de acreditación. Cabe señalar que, derivado de los recorridos en el predio, de detectaron estructuras naturales vulnerables que coincidían con superficie de aprovechamiento, motivo por el cual se realizó la reconfiguración del proyecto para garantizar la protección de cenotes y cuerpos de agua del terreno. Asimismo, al detectar fracturas inundadas en ciertas zonas que coincidieron con las obras propuestas, se reubicaron para no poner en riesgo al sistema parental (roca madre) ni a los futuros edificios por establecer. En caso de detectar que no es posible construir alguna obra por las características del suelo, se notificarán los cambios a la autoridad mediante el trámite de modificación del proyecto.
CG-30	Los promoventes deberán implementar un programa de información y capacitación ambiental para los trabajadores que viven en los campamentos de construcción, que los ilustre sobre las especies de flora y fauna que cuentan con protección especial, para evitar su depredación.	Para el proyecto no se establecerán campamentos externos de trabajadores, no obstante, la promovente tiene contemplado la implementación de las medidas establecidas en el Programa de Difusión Ambiental del SMGAA-PV del Proyecto, el cual a través del Subprograma de Información y Capacitación Ambiental trasmitirá al personal de obra la información necesaria para proteger a la flora y la fauna de la región. En este tenor, el Subprograma de Información y Capacitación Ambiental contempla las siguientes acciones y medidas: ▪ Realizar talleres de capacitación y sensibilización ambiental a todos los actores involucrados en cada una de las etapas del proyecto, promoviendo una actitud responsable durante la ejecución de todas las actividades del Proyecto. ▪ Capacitar al personal de obra y responsables del Proyecto acerca de la aplicación y cumplimiento de la normatividad e instrumentos aplicables vigentes. Dentro del proyecto se establecerá un área provisional denominado campamento, pero será el sitio de actividades cotidianas de los trabajadores, entonces fungirá como un sitio de apoyo. Al concluir las actividades en esta área, se mantendrá como parte de una obra permanente correspondiente al estacionamiento principal del proyecto.
CG-31	En caso que se autorice la ejecución de obras o construcciones sobre cavernas, secas o inundadas, deberá realizarse programa de monitoreo de la misma, el cual deberá acompañar al manifiesto de impacto ambiental, para su aprobación y, en su caso, implementación.	Para el proyecto no se establecerán construcciones sobre cavernas secas o inundadas. Asimismo, a través del estudio de mecánica de suelos, se podrán identificar los elementos vulnerables para evitar su deterioro o afectación.

Criterio	Descripción	Vinculación
CG-32	En predios en los que existan manglares deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	En el predio se cuenta con una comunidad de manglar en buen estado de conservación; esta se distribuye a través de parches que en total suman 12.94 ha, motivo por el cual se delimitó y designará como un *área de conservación* del predio en el que no se establecerán obras civiles permanentes. A través de dichas acciones se evitará la remoción, poda o afectación del manglar; también se consideró la distribución de las obras de forma que éstas no afecten el flujo hidroecológico que alimenta al manglar presente en el terreno. Con lo anterior se da cumplimiento a las disposiciones jurídicas contenidas en la Ley General de Vida silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003. Cabe mencionar que, se presenta la vinculación del proyecto con dichos instrumentos jurídicos regulatorios. Aunado a ello, en el Programa de Conservación del Manglar, incluye medidas consistentes en: ▪ Colocación de pasos de agua en vialidades para mantener la continuidad del flujo hidrológico superficial. ▪ Verificación de la óptima funcionalidad y flujo libre del agua a través de los pasos de agua ▪ No se realizarán acciones de relleno de ningún área inundable fuera de las obras del proyecto ▪ Colocación de señalamientos de tipo informativo y restrictivo en los límites de los humedales con las obras sobre la importancia y servicios que presta el manglar y otros humedales presentes en el predio ▪ Señalización y protección de áreas de conservación ▪ Verificar que no se empleen especies vegetales que puedan generar competencia con la vegetación nativa del manglar y otros humedales. ▪ Eliminar la presencia de cualquier especie exótica o invasora que se identifique en el predio y pueda afectar al manglar u otros humedales. ▪ Garantizar la no afectación por ruido o luz a los humedales, principalmente durante la temporada de migración de aves ▪ Establecer sitios y parámetros de monitoreo permanente para vigilar y comparar en el tiempo la condición del manglar y otros humedales usando como fuente la caracterización de manglares de la CONABIO. ▪ Como medida de compensación por la construcción de obras en la franja de amortiguamiento de manglar se llevará a cabo un acuerdo con la SEMARNAT para ejercer el recurso económico equivalente a la superficie de obras en la zona de amortiguamiento de manglar, por lo que se propone reforestar 7.96 ha ya sea en un proyecto o área que sí requiera medidas de restauración o rehabilitación hidrológica

Criterio	Descripción	Vinculación
		En este sentido, como se identifica, se establecerá un programa de monitoreo de los manglares durante la construcción y operación del proyecto para evaluar el impacto y tomar medidas correctivas en caso necesario.
CG-33	Para la práctica de actividades autorizadas al interior de cavernas o cenotes, únicamente se permite el uso de luz amarilla o roja, la cual solamente se encenderá durante la estancia de los usuarios.	El Proyecto no contempla obras o construcciones sobre estas formaciones. Asimismo, previo a la etapa de construcción se realizará un estudio de mecánica de suelo, en donde, en caso de identificar estos elementos, se realizarán los ajustes en diseño del Proyecto con el fin de respetar las restricciones establecidas en este criterio y cumplir con el mismo, dando aviso a la autoridad correspondiente. En caso de realizar actividades recreativas en alguna de estas formaciones, se dará cumplimiento a lo señalado en el presente criterio.
CG-34	Se prohíbe la disposición de aguas residuales, con o sin tratamiento, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas.	No se dispondrán aguas residuales, tratadas o no, en cenotes, cuevas inundadas o cuevas secas. En la etapa de preparación del sitio y construcción se acopiará el agua residual en sanitarios portátiles; el tratamiento de dichas aguas y su disposición final estarán a cargo de la empresa arrendadora de las unidades. En etapa de operación, las aguas residuales serán enviadas a la PTAR del proyecto y las aguas tratadas serán reutilizadas para el riego de aguas verdes, y en caso de excedentes se dispondrán en un pozo de inyección previamente autorizado.
CG-35	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	Durante el desarrollo del proyecto se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, en las distintas etapas del mismo. Cabe mencionar que, se dará cumplimiento a lo solicitado por la ley estatal, por lo que se tendrá que registrar ante la administración pública estatal correspondiente, el Programa de manejo de residuos de manejo especial del proyecto.
CG-36	En el caso de fraccionamientos que se desarrollen fuera de los centros urbanos, el área de aprovechamiento máxima del predio o lote será la que establece la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo. La superficie remanente deberá mantenerse en condiciones naturales.	El proyecto no contempla la construcción de fraccionamientos, por lo tanto, el presente criterio no aplica.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica de carácter Específico de la UGA 16. Debido a la naturaleza del proyecto, el cual se relaciona con el sector de servicios específicamente el turístico por brindar sitios de hospedaje y recreación, se realizará la vinculación del proyecto con los criterios específicos del rubro *Turístico* de la UGA 16, el cual está definido por el POEL como *Aprovechamiento del territorio para la construcción de desarrollos turísticos o fraccionamientos turísticos de acuerdo con la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo; así como de la*

infraestructura de apoyo y demás servicios turísticos asociados para soportar esta actividad en los términos que establece la Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo, su Reglamento y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Los otros rubros y sus criterios no son aplicables al proyecto debido a que no se realizará la construcción de marinas interiores comunicadas con el mar para atraque de embarques; el proyecto no se considera ecoturístico al proponer obras de tipo turístico para hospedaje; no se establecerá un centro Suburbano ya que no se construirá un fraccionamiento suburbano o rural; no se prevé establecer Unidades de Conservación, Manejo y aprovechamiento sustentable de la Vida Silvestre (UMA's); no se establecerá un Parque Recreativo ya que no se construirá un centro de recreo y/o esparcimiento que no requiera pernocta; no se establecerán fraccionamientos comerciales; no se contempla establecer obras de infraestructura o Equipamiento regional de interés público; y no se establecerá una Reserva Natural de carácter municipal, estatal o federal, es decir, no se establecerá un Área Natural Protegida (ANP). Si bien, se establecerá un área denominada de conservación (donde no se establecerán obras civiles), ésta se limitará a la zona de manglar del proyecto y será administrada por la misma promovente del proyecto, en este sentido, será una superficie de régimen privado.

Tabla III.10. Vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica de carácter Específico.

Criterio	Descripción	Vinculación
Turístico		
Lineamientos para el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales		
CE-06	Se deberá reutilizar el agua tratada para el riego de áreas verdes, jardines, campos deportivos o áreas con vegetación natural, así como para su uso en servicios sanitarios y otros compatibles. En todo momento la calidad del agua tratada deberá cumplir los estándares indicados en la Norma Oficial Mexicana aplicable.	Las aguas residuales serán enviadas la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales descrita en el Capítulo II, para posteriormente, una vez tratadas, ser dirigidas a pozos de inyección debidamente autorizados y también se contempla el reúso en áreas verdes del proyecto. Se realizará monitoreo de que las aguas tratadas cumplan con los parámetros establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
CE-08	Las actividades recreativas que se promuevan en cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o secas, cavernas o rejolladas), deberán sustentarse en un estudio de capacidad de carga que determine la intensidad de aprovechamiento sustentable y el límite de cambio aceptable en el sitio. Este estudio se debe presentar junto con el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto o actividad.	Al momento, el Proyecto no contempla el aprovechamiento de cuerpos de agua continental. En caso de que se contemple la realización de actividades recreativas en cuerpos de agua continentales, se realizará un estudio de capacidad de carga que determine la intensidad de aprovechamiento sustentable y el límite de cambio aceptable en el sitio.
CE-09	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite	En caso de establecer estructura ligera y de tipo temporal en formaciones cársticas, se notificará a la Secretaría para realizar la evaluación de las actividades a realizar y garantizar la protección de

Criterio	Descripción	Vinculación
	el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	dichos sistemas naturales. Cabe mencionar que, hasta el momento no se contempla el aprovechamiento de cuerpos de agua continentales.
CE-13	La densidad aplicable a un predio se determina multiplicando la superficie total del predio (convertida en hectáreas) acreditada legalmente, por el número de cuartos, cabañas o viviendas permitidos en este ordenamiento para el uso del suelo específico. En los proyectos mixtos la densidad aplicable al predio se estima por el uso predominante del proyecto. La densidad no es acumulable por usos del suelo. Si un predio está dividido en dos o más UGA, a cada porción se le aplicará la densidad que corresponde para cada UGA. En el caso de que se obtenga una fracción, se realizará el redondeo usando sólo dos cifras significativas como sigue: hasta 0.50 se reduce al entero inferior; desde 0.51 en adelante se incrementa al entero superior.	Con base a la densidad establecida para la UGA 16, de 10 cuartos por hectárea, se calcula que para el predio del proyecto que cuenta con 111.559 ha se pueden establecer 1,116 cuartos de hotel. Para la presente evaluación del impacto ambiental, se estableció una densidad de 230 cuartos que serán agrupadas en una superficie de aprovechamiento de 16.86 ha (15.12% del total del terreno). Es importante señalar que el proyecto contempla la construcción de cuartos de hotel y residencias, por lo que las equivalencias se establecieron con base en Criterio Específico 15 del POEL del municipio de solidaridad. Asimismo, se destaca que, queda a salvo el derecho de establecer mayor cantidad de cuartos de los 230 referidos, debido a la superficie del terreno y la densidad permitida para el mismo; aunado a ello, queda a salvo 19.88% del terreno a aprovechar, considerando el criterio de aprovechamiento de hasta el 35% del predio establecido para la UGA 16. En este sentido, la promovente podrá establecer cuartos a futuro en caso de ser el interés, para lo cual deberá someter las modificaciones o nuevas evaluaciones correspondientes ante la DGIRA para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental.
CE-14	En predios en donde exista, total o parcialmente, comunidades de manglar, se deberá implementar un Programa Integral de Conservación, Restauración o Rehabilitación del Humedal, que contenga estrategias y acciones tendientes a la conservación, restauración o rehabilitación de dicho ecosistema y que deberá desarrollarse en concordancia con la normatividad aplicable. El programa habrá de contener como mínimo un estudio de línea base del humedal; la delimitación georreferenciada del manglar; en su caso, las estrategias de conservación a aplicar; en su caso, la identificación de la magnitud y las causas de deterioro; en su caso, la descripción y justificación detallada de las medidas de rehabilitación propuestas y el cronograma detallado correspondiente; y la definición de un subprograma de monitoreo ambiental que permita identificar la efectividad del programa y la mejora del ecosistema propuesto para su rehabilitación. El programa deberá formar parte del estudio de impacto ambiental correspondiente y sus	Se implementarán las medidas de mitigación y compensación pertinentes para dar cumplimiento a este criterio, mismas que se describen en el Capítulo VI de la MIA-R, las cuales incluyen: ▪ Eliminar la presencia de cualquier especie exótica o invasora que se identifique en el predio y pueda afectar al manglar u otros humedales; establecer sitios y parámetros de monitoreo permanente para vigilar y comparar en el tiempo la condición del manglar y otros humedales usando como fuente la clasificación vigente de la CONABIO, la colocación de señalamientos de tipo informativo y restrictivo en los límites de los humedales con las obras sobre la importancia y servicios que presta el manglar y otros humedales presentes en el predio; entre otros. ▪ A su vez, se incluye el programa de Conservación de Manglar, el cual busca dar cumplimiento al presente criterio CE-14. El programa habrá de contener como mínimo: a) un estudio de línea base del humedal; b) la delimitación georreferenciada del manglar; en su caso: c) las estrategias de conservación a aplicar; d) la identificación de la magnitud y las causas de

Criterio	Descripción	Vinculación
	resultados deben ser ingresados anualmente en la Bitácora Ambiental. El uso sustentable que se pretenda dar a la superficie ocupada por la comunidad de manglar estará sujeto al cumplimiento de la normatividad y las disposiciones jurídicas aplicables, considerando de manera enunciativa, pero no limitativa, la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de la Vida Silvestre.	deterioro; e) la descripción y justificación detallada de las medidas de rehabilitación propuestas y el cronograma detallado correspondiente; y f) la definición de un subprograma de monitoreo ambiental que permita identificar la efectividad del programa y la mejora del ecosistema propuesto para su rehabilitación. Como parte del estudio de Línea Base Ambiental (LBA) se llevó a cabo una delimitación a partir de un levantamiento LIDAR, información generada para el SAR del Proyecto en el 2007, información actualizada obtenida en el mes de mayo de 2023, así como, se realizó una interpretación de imágenes satelitales de Google Earth para delimitar el manglar; de manera particular, para el manglar próximo a las obras, se hizo una verificación y delimitación precisa de la superficie que cubre esta asociación vegetal y las otras presentes en el predio, de ello derivó el plano de vegetación y usos de suelo que se presenta a lo largo de la MIA-R. De esta forma, se da cumplimiento con lo establecido en este Criterio.
CE-15	Se consideran como equivalentes: 1 cuarto hotelero = 0.5 cuartos clínica, hospital, asilo u orfanato. 1 cuarto hotelero = 1.0 vivienda residencial de 2 recámaras. 1 cuarto hotelero = 1.0 cuarto de condohotel, motel, estudio, departamento o llave hotelera. 1 cuarto hotelero = 2.0 campers, cabañas ecoturísticas. 1 vivienda de 4 recámaras = 2 cuartos de hotel. Por cada 2 recámaras adicionales = 1 cuarto hotelero. Estas equivalencias son estimadas a partir del consumo de agua determinado por CONAGUA (Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos. 2007), teniendo como referencia un cuarto hotelero (4 a 5 estrellas) sencillo para dos ocupantes cuyo consumo estimado es de 1,500 L/día.	Para determinar el número de cuartos a construir con el proyecto, se tomó en cuenta lo establecido en el presente criterio. Con base en ello, se señala que el proyecto estará conformado por 230 cuartos hoteleros, que representan 158 cuartos de hotel (incluidas las suites) y 33 residencias. En este sentido, dando atención al presente criterio, las 33 residencias dan una equivalencia de 72 cuartos de hotel. Dentro de este contexto, 230 resulta de la suma de 158 y 72.
CE-19	La densidad para desarrollos turísticos hoteleros es de hasta 10 cuartos por hectárea.	Con base a la densidad establecida para la UGA 16, de 10 cuartos por hectárea, se calcula que para el predio del proyecto que cuenta con 111.559 ha se pueden establecer 1,116 cuartos de hotel. Para el presente proyecto se establecerán 230.
CE-21	La densidad en fraccionamientos mixtos hotelero-habitacional, se determinará a partir del número de cuartos que resulte de multiplicar la superficie total del predio por la	El proyecto consiste en un desarrollo turístico con cuartos de hotel y residencias. Para establecer las equivalencias se contempló el criterio específico 15, con lo cual se concluye que se establecerán para el

Criterio	Descripción	Vinculación
	densidad asignada. La conversión de cuartos hoteleros a viviendas se determinará de conformidad con las equivalencias indicadas en el criterio CE-15.	proyecto propuesto 230 cuartos hoteleros: 158 cuartos de hotel y 33 residencias equivalentes a 72 cuartos hoteleros. En este sentido, dando atención al presente criterio, las 33 residencias dan una equivalencia de 72 cuartos de hotel. Dentro de este contexto, 230 resulta de la suma de 158 y 72.
CE-27	La superficie máxima de aprovechamiento no podrá exceder del 35 % del predio en donde se realizará el desplante de las edificaciones, obra exterior, circulaciones, áreas verdes y cualquier otra obra o servicio relativo al uso permitido. La superficie restante deberá mantenerse en condiciones naturales.	El diseño del proyecto contempla aprovechar una superficie que no exceda el 35% del total del terreno seleccionado. Se estima que para las obras propuestas se aprovechará un 15.12% (16.86 ha) del terreno, quedando a salvo el aprovechamiento de 19.88% de superficie total del predio, el cual podrá desarrollarse a futuro. Cabe mencionar que, se contempla mantener un área de conservación limitado a la vegetación del manglar (humedal) de 11.60% (12.94 ha) del terreno, en la que no se establecerán obras civiles permanentes, y se mantendrán sus características naturales. Esta área de conservación se sumará al resto de superficie que no será desarrollable para obras futuras.
CE-36	Se permite la modificación de hasta el 25 % de la superficie del sustrato rocoso de la franja litoral dentro de los predios, para usos recreativos y amenidades (asoleaderos, palapas, albercas marinas). La superficie que se modifique formará parte del área de aprovechamiento del predio.	Para el proyecto no se contempla la modificación de la superficie del sustrato rocoso de la franja litoral del predio, ya que no se establecerán obras permanentes o cimentadas sobre este.
CE-38	El suministro parcial de energía eléctrica se deberá llevar a cabo de manera alternativa (Hidrógeno, gas natural, biogás, solares, eólicos, mareomotrices o de otro tipo no contaminante) al menos en un porcentaje igual al 10 % del consumo proyectado el desarrollo.	Se llevará un suministro de energía alternativo a través de la instalación de 296 paneles solares, para cubrir al menos un porcentaje igual al 10% del consumo proyectado en el desarrollo. Las características de estos paneles y de consumo se presentan en el capítulo II.
Lineamientos para la prevención y control de la contaminación del aire, agua y suelo		
CE-53	Es obligatoria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales con capacidad suficiente para el manejo de las aguas residuales del proyecto a máxima capacidad de ocupación. El proceso de tratamiento y disposición final del efluente y subproductos deberá cumplir con lo establecido en la normatividad aplicable.	Para el proyecto se tiene previsto la instalación de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales tipo biológica a base de lodos activados, mediante la cual se dará tratamiento a las aguas residuales generadas con la operación del proyecto, provenientes de sanitarios y lavabos, es decir aguas negras y grises. La PTAR contará con capacidad para tratar el 100 % del agua que llegue a las instalaciones (8, 988.75 m3/día), con un flujo de salida de 98 lps. Con lo anterior, se evitará disponer agua residual no tratada en cuerpos de agua o el suelo del sistema ambiental. El agua tratada será reutilizada para riego de áreas verdes y el excedente se dispondrá en un pozo de inyección autorizado para tal fin. Los lodos generados podrán emplearse como abono de áreas verdes o transportarse a sitios de disposición final autorizados para el manejo de residuos de manejo especial. Cabe mencionar que, se realizarán monitoreos de la calidad del agua

Criterio	Descripción	Vinculación
		tratada para garantizar que se cumplan las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.
CE-54	El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.	Los lodos generados por la planta podrán emplearse como abono de áreas verdes o transportarse a sitios de disposición final autorizados para el manejo de residuos de manejo especial, de acuerdo con el cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas. Cabe mencionar que, se realizarán monitoreos de la calidad del agua tratada para garantizar que se cumplan las especificaciones de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables. Asimismo, se señala que, debido a que los lodos son considerados residuos de manejo especial, la promovente deberá registrar el Programa de manejo de residuos de manejo especial ante la administración pública de la entidad de Quintana Roo, debido a que este tipo de residuos son de competencia estatal. Con lo anterior, se incluirán los puntos abordados en el presente criterio.
CE-55	El desarrollo contará permanentemente con un programa de atención a contingencias derivadas de derrames o vertimientos accidentales al medio terrestre o acuático de sustancias contaminantes, residuos líquidos (aguas negras, tratadas o de rechazo) o peligrosos.	El proyecto cuenta con un Programa de Prevención y Atención a Contingencias Ambientales, considerado dentro del marco del SMGAA-PV del Capítulo VI. Los objetivos de este Programa son: 1. Generar un manual para la prevención y atención a contingencias ocasionadas por incendios, inundaciones, huracanes, derrames de sustancias peligrosas al suelo y agua, entre otros. 2. Operar un comité de seguridad y atención a contingencias ambientales interno según la etapa en que se encuentre el proyecto, en coordinación con las autoridades competentes para actuar de la mejor manera ante cualquier evento.
CE-56	En el diseño, construcción y operación del desarrollo se aplicarán medidas que prevengan las descargas de agua y el arrastre de sedimentos diferentes a los naturales, hacia zonas inundables y áreas costeras adyacentes.	El Proyecto contempla un sistema de drenaje sanitario independiente del drenaje pluvial. Las aguas residuales se dirigirán a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales; posteriormente el agua tratada podrá reutilizarse para riego de áreas verdes y el excedente será inyectado en un pozo con una profundidad de 80 a 120 m, previamente autorizado.
CE-57	En cenotes y lagunas interiores o continentales, sólo se permite el empleo de embarcaciones sin motor.	No se contempla el uso de embarcaciones en cenotes ubicados dentro del predio.
CE-59	Cuando se utilicen los cuerpos de agua continentales, superficiales o subterráneos en actividades recreativas, los promoventes deberán llevar a cabo el monitoreo del agua para determinar la calidad de la misma, conforme a los criterios ecológicos de calidad del agua CE-CCA-001/89 (INE), debiendo presentar reportes semestrales del análisis del agua a la autoridad competente y copia a la	El Proyecto no implica la utilización de cuerpos de agua naturales continentales, superficiales o subterráneos para actividades recreativas. Por lo anterior, este criterio no es vinculante.

Criterio	Descripción	Vinculación
	SEDUMA para su inclusión en la Bitácora Ambiental. Los análisis de calidad del agua deberán ser elaborados por un laboratorio acreditado ante la Entidad Mexicana de Acreditación. El promovente deberá presentar el programa de monitoreo del agua junto con el estudio de impacto ambiental respectivo.	
CE-62	Los manglares podrán ser utilizados para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas, en concordancia con la normatividad aplicable. Para tal efecto, deberá realizarse un estudio detallado que demuestre técnicamente que no será rebasada la capacidad de carga del humedal para el metabolismo de nutrientes y que justifique la no afectación de su estructura y funciones ambientales básicas. El estudio que demuestre la viabilidad ambiental del humedal, deberá contener; a) un estudio de línea base, b) el estudio de capacidad de carga, c) el programa de manejo de las áreas de vertido e influencia de las aguas residuales tratadas, d) un programa de monitoreo con indicadores ambientales para el ecosistema y e) la planimetría georreferenciada de las áreas de manglar planteadas para el vertido de las aguas residuales tratadas.	El Proyecto no contempla la utilización de los manglares para el tratamiento terciario de aguas residuales tratadas. Para el proyecto se instalará una PTAR que dará abasto a todas las obras propuestas, lo cual se determinó con base en los cálculos realizados en el *estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto.*
CE-64	Los materiales producto del dragado de mantenimiento de canales interiores serán dispuestos en sitios acondicionados previamente para contenerlos y filtrar el agua.	No se realizará dragado de canales en ninguna etapa del Proyecto.
CE-68	En el desarrollo de actividades con vehículos a través o dentro de los ecosistemas presentes en el municipio, éstos deberán contar con silenciador con la finalidad de evitar molestar o afectar a las especies de fauna, por lo que el nivel máximo permisible de emisión de ruido por las fuentes móviles será de 68 db. La medición de este parámetro debe ser realizada en el sitio donde se desarrolla la actividad por una unidad de verificación registrada ante la Entidad Mexicana de Acreditación, de acuerdo con las técnicas y métodos establecidos en la normatividad aplicable. Los prestadores de servicio deberán presentar reportes anuales de dichas mediciones a la Dirección de Ordenamiento Ambiental y Urbano del municipio, así como a la SEDUMA para su valoración e inclusión en la Bitácora Ambiental.	Los vehículos que se empleen para el desarrollo de actividades en las distintas etapas del proyecto, darán cumplimiento al presente criterio. Para ello, se solicitará la verificación y medición del parámetro a través de una unidad registrada ante la Entidad Mexicana de acreditación de acuerdo con lo señalado en este criterio.
CE-69	Para el desarrollo de las actividades permitidas sólo se podrán emplear motocicletas, triciclos y cuatrimotos con	Durante el desarrollo del proyecto no se contempla realizar actividades al interior de comunidades de vegetación no impactadas, por ello, no se prevé el

Criterio	Descripción	Vinculación
	motor de cuatro tiempos, con la finalidad de reducir las emisiones de contaminantes.	uso de motocicletas, triciclos y/o cuatrimotos. En caso de desarrollar actividades al interior de estas, se optará por las actividades sin uso de vehículos o, en su defecto, del uso de cuatrimotos, lo cual será notificado a la autoridad ambiental.
CE-70	Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.	El proyecto no contempla la instalación de una planta de premezclado, por lo tanto, el presente criterio no aplica.
CE-71	Se deberá instalar una malla o barrera perimetral para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo.	Durante la construcción del proyecto se instalará una malla o barrera perimetral alrededor de las áreas de trabajo para reducir la dispersión de polvos hacia el exterior, de acuerdo con lo establecido en este criterio.
CE-72	Los silos de las maquinarias que almacenan los materiales pétreos o agregados, deberán estar equipados con filtros bolsas que retengan las partículas sólidas durante el proceso de carga, permitiendo la salida del aire libre de partículas de mezcla. El dosificador múltiple deberá contar con un colector filtro bolsa, el cual captará las partículas emitidas durante la descarga de los materiales pétreos, el cemento, el agua y los aditivos a los camiones de mezclado (ollas). Las bandas de abastecimiento deberán tener una tolva que minimice la emisión de partículas suspendidas.	Se tomarán las medidas necesarias para evitar la dispersión de partículas durante los procesos pertinentes, cumpliendo con los estándares establecidos en la normatividad aplicable. El Subprograma Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial (SMRSUyME) incluye las siguientes medidas en atención a estos impactos: • Equipar los patios de almacenamiento de material con techos o canales para contener el arrastre de polvos durante las lluvias • Humedecer y cubrir con algún tipo de textil los polvos usados en el proceso constructivo para reducir su dispersión.
CE-73	En las áreas de carga y mezclado de materiales pétreos deberán instalarse cortinas o barreras, con la finalidad de minimizar la dispersión de partículas sólidas volátiles a la atmósfera y mantenerlas dentro de los niveles máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-043-SEMARNAT-1993.	Se tomarán las medidas necesarias para evitar la dispersión de partículas durante los procesos pertinentes, cumpliendo con los estándares establecidos en la normatividad aplicable. El Subprograma Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial (SMRSUyME) incluye las siguientes medidas en atención a estos impactos: • Equipar los patios de almacenamiento de material con techos o canales para contener el arrastre de polvos durante las lluvias • Humedecer y cubrir con algún tipo de textil los polvos usados en el proceso constructivo para reducir su dispersión.
CE-75	Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.	Se tomarán las medidas necesarias para evitar la dispersión de partículas durante los procesos pertinentes, cumpliendo con los estándares establecidos en la normatividad aplicable. El Subprograma Manejo de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial (SMRSUyME) incluye las siguientes medidas en atención a estos impactos:

Criterio	Descripción	Vinculación
		• Equipar los patios de almacenamiento de material con techos o canales para contener el arrastre de polvos durante las lluvias • Humedecer y cubrir con algún tipo de textil los polvos usados en el proceso constructivo para reducir su dispersión.
Lineamientos para la preservación y protección de la biodiversidad		
CE-79	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. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	La promovente se da por enterada y aplicará todas las medidas necesarias para neutralizar un posible impacto negativo a las tortugas. Asimismo, en caso de identificarse, se coadyuvará e informará a las autoridades pertinentes. Al respecto, es importante mencionar que el Subprograma de Mejoramiento de Duna y Playa (SMDyP) contempla las siguientes medidas y acciones: • Definir el plan de manejo no extractivo para tortuga marina ante la DGVS • En tanto se implementa el plan de manejo de tortugas se verificará que durante la temporada de anidación la playa no cuente con obstáculos durante la noche, así como no se iluminará durante la noche • En tanto se define y autoriza el plan de manejo para tortuga marina, verificar que las características de la playa sean la adecuadas para la anidación e incubación de tortugas marinas • Incorporar al SMGAA las medidas que se definan para el plan de manejo no extractivo de tortuga marina de acuerdo con la NOM-162- SEMARNAT-2012.
CE-80	Previo al aclareo que se permite en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas se deberá realizar el rescate de los árboles con diámetros menores o iguales a 10 cm de diámetro a la altura de 1.30 m, mismos que se estabilizarán en un vivero provisional y posteriormente se reintroducirán dentro de la franja de protección.	Como se presenta en la descripción del Proyecto incluida en el Capítulo II de la MIA-R, se respetará dicha Franja Perimetral. En el marco del Subprograma de Rescate, Vivero y Reforestación, se llevará a cabo un programa de rescate de árboles que contempla la identificación y registro de los árboles con diámetros menores o iguales a los parámetros descritos en este criterio, que se encuentran en la franja perimetral de protección de los cenotes y accesos a cuevas. Posteriormente, se procederá a su traslado a un vivero provisional donde serán estabilizados y cuidados para posteriormente reintroducirlos en la misma franja de protección una vez concluida la construcción del proyecto.
CE-81	Las cercas, bardas o muros perimetrales que se instalen en los diferentes tipos de vegetación, unidades naturales y ecosistemas deberán permitir el libre paso de la fauna silvestre.	En caso de requerir la instalación de cercas, bardas o muros perimetrales, se contemplarán pasos de fauna que permitan el libre tránsito de la fauna silvestre. De acuerdo a lo establecido en el programa de Conservación de Fauna Silvestre y control de Fauna Urbana (SCFSyFU), Para brindar mayor seguridad a la fauna, se han diseñado pasos de fauna asociados con las vialidades. Sin perjuicio de lo anterior, es importante resaltar que habrá

Criterio	Descripción	Vinculación
		personal de supervisión ambiental capacitado para el manejo de la fauna en el predio para realizar la captura y reubicación a las áreas de conservación si fuera necesario.
CE-83	Las vialidades interiores y de acceso al desarrollo deberán contar con elementos y sistemas de protección que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre entre las zonas de conservación y áreas naturales.	En caso de requerir la instalación de cercas, bardas o muros perimetrales, se contemplarán pasos de fauna que permitan el libre tránsito de la fauna silvestre. De acuerdo a lo establecido en el programa de Conservación de Fauna Silvestre y control de Fauna Urbana (SCFSyFU), Para brindar mayor seguridad a la fauna, se han diseñado pasos de fauna asociados con las vialidades. Sin perjuicio de lo anterior, es importante resaltar que habrá personal de supervisión ambiental capacitado para el manejo de la fauna en el predio para realizar la captura y reubicación a las áreas de conservación si fuera necesario. Asimismo, en términos del PCFSyFU se fomentará la unión de copas de los árboles para establecer corredores aéreos para la fauna.
CE-84	En caso de ser necesario se establecerán sitios de alberge temporal de fauna rescatada durante las etapas de preparación del terreno, construcción y operación, con apego a lo indicado en la Ley General de Vida Silvestre.	El Proyecto contará con un Programa de Monitoreo de Ambiental y un programa de rescate y reubicación de la fauna considerado dentro del marco del SMGAA-PV, en el que se consideran las acciones de rescate, manejo temporal y traslado de especies relevantes, con apego a lo indicado en la Ley General de Vida Silvestre. El programa de Conservación de Fauna Silvestre y control de Fauna Urbana, perteneciente al Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas, contempla ahuyentar o capturar a los ejemplares de fauna terrestre que se encuentren en áreas de aprovechamiento del proyecto y reubicarlos en zonas de conservación.
CE-85	En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá 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 considera dejar en pie la vegetación arbórea incluyendo palmas que coincidan con áreas destinadas a jardineras o camellones dentro de las obras. Para el proyecto se establecerán 0.05 ha de jardineras y 0.43 ha de camellones, por lo tanto, se seleccionarán aquellos árboles de gran talla con una altura mayor a 5 metros para mantenerlos en pie en el área que corresponde a dichas áreas verdes. Los árboles seleccionados serán respetados durante las actividades de desmonte, con el fin de que se mantengan en el sitio de desplante original. Cabe señalar que existe superficie que coincide con superficies previamente impactadas sin cobertura vegetal; esto resulta benéfico al reducir el impacto sobre la vegetación original del terreno. Se destaca que no se establecerá ninguna dentro de la comunidad de manglar y tampoco en la vegetación de duna costera.

Criterio	Descripción	Vinculación
CE-87	Se deberán mantener en pié e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5 m alrededor del tronco del árbol.	Para dar cumplimiento al presente criterio, serán incluidos en el diseño del Proyecto árboles con un DAP igual o mayor a 40 cm, dejando el radio de protección de 5 metros que este Programa establece. En caso de que no pueda conservarse en pie algún individuo con las características antes mencionadas, se integrará de 2 a 3 individuos de la misma especie en las áreas verdes a establecer, los cuales se obtendrán del rescate de vegetación o en su caso, de sitios autorizados por la autoridad competente para el aprovechamiento de especies vegetales.
CE-89	El diseño de proyectos adyacentes a predios con edificios e instalaciones en proceso de construcción o de operación, debe considerar las áreas impactadas por estos y las áreas de conservación que mantengan su vegetación primaria. Esto con la finalidad de que las áreas de conservación que defina el proyecto aseguren la contigüidad del ecosistema y el mantenimiento de la diversidad florística y faunística.	En predios adyacentes al del proyecto no existen desarrollos turísticos o fraccionamientos residenciales. Únicamente se detectan obras civiles pequeñas de impacto no significativo en el predio colindante al norte. En este sentido, se aprecia que el predio de interés se ubica en una unidad de paisaje sin modificación a causa de proyectos turísticos, por lo que no cuentan con áreas de conservación. No obstante, la distribución de obras para el proyecto propuesto contempla reducir el impacto por remoción de vegetación, lo cual conlleva a reducir la fragmentación del sistema, al aprovechar superficies desprovistas de vegetación y/o previamente impactadas. Aunado a ello, en el predio la comunidad de manglar (humedal) será destinada como *área de conservación* del predio, lo que garantiza mantener en condiciones originales dicho sistema, evitando la fragmentación del mismo y permitiendo su continuidad y conexión con comunidades de manglar en áreas colindantes.
CE-91	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición, fuera de temporada de anidación de tortuga marina y en predios y en áreas concesionadas a nombre del promovente de la actividad.	No se contempla el uso de cuadrúpedos para la realización de paseos, actividades turísticas, recreativas o de exhibición en las playas, dunas y post dunas. Por lo anterior, este criterio no es vinculante.
CE-92	En las playas, dunas y post dunas sólo se permite el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control, así como para las actividades autorizadas que hagan las personas públicas o privadas participantes en los programas de protección a la tortuga marina.	No se contempla el uso de vehículos motorizados para situaciones de limpieza, vigilancia y control en las playas, dunas y post dunas. Por lo anterior, este criterio no es vinculante.
CE-93	Se deberá mantener libre de obras e instalaciones de cualquier tipo (permanentes o temporales) una franja de por lo menos 10 m dentro del predio, aledaña a los terrenos ganados al mar o la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original, salvo lo previsto en otros criterios específicos en este instrumento. La	En primer término, es importante destacar que este criterio establece la necesidad de mantener libre de obras e instalaciones una franja de por lo menos 10 metros dentro del predio aledaño a los terrenos ganados al mar o a la Zona Federal Marítimo Terrestre, en la que se preservará la vegetación costera original. Sin embargo, se prevé que esta franja pueda ser modificada siempre y cuando se

Criterio	Descripción	Vinculación
	amplitud y continuidad de la franja se podrá modificar cuando se demuestre en el estudio de impacto ambiental correspondiente que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero.	demuestre que dicha modificación no generará impactos ambientales significativos al ecosistema costero. Por lo tanto, a través de la MIA-R del Proyecto se demuestra que se realizó una evaluación ambiental rigurosa y detallada, en la que se demuestra que la presencia de obras en la franja establecida no se traducirá en un impacto negativo significativo en el ecosistema costero. Además, en el Capítulo VI de la MIA-R, se establecen las medidas de mitigación y compensación adecuadas para asegurar la conservación de la vegetación costera original y minimizar los impactos ambientales asociados a la construcción de infraestructura en esta zona. Específicamente, se establecerán tres terrazas; 8 acceso de playa; y la incidencia de una mínima parte de camino interior (ya existente) y de tres terrazas de cuartos de hotel (una parte y no la totalidad). Estas obras ocupan una superficie de construcción de 2,572 $m^{2,}$ quedando una superficie libre de 6, 946.92 m^2; en este sentido la franja posee 9, 518.92 m^2, por lo que las obras ocuparían el 27.02 % de su total. Las comunidades vegetales sobre las cuales se establecerán las obras son Chital, matorral costero y superficie sin vegetación. La modificación de esta franja no afectará la continuidad de la vegetación de la costa, debido a que alrededor de las obras civiles se mantendrá vegetación original del predio, además de realizar reforestación en sitios previamente impactados, con ello, se establecerá una conexión entre la vegetación de la franja a través de los espacios entre los edificios.
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies.	El Proyecto contará con un Programa de Supervisión Ambiental en el marco del SMGAA-PV del proyecto, en el que se consideran las acciones para el control de especies exóticas.
CE-96	La restauración o rehabilitación de manglares afectados se deberá realizar de conformidad con lo establecido en la normatividad aplicable.	No se prevé la realización de estas actividades, por lo que este criterio no es vinculante. Sin perjuicio de lo anterior, en el marco del programa de Conservación del Manglar, se contemplan acciones en beneficio del manglar y del humedal, siempre en observancia de lo establecido en la normatividad aplicable, prestando particular intención en la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003, así como este instrumento de ordenamiento ecológico. El programa deberá de contener como mínimo: a) un estudio de línea base del humedal; b) la delimitación georreferenciada del manglar; en su caso: c) las estrategias de conservación a aplicar; d) la identificación de la magnitud y las causas de deterioro; e) la descripción y justificación detallada de las medidas de rehabilitación propuestas y el

Criterio	Descripción	Vinculación
		cronograma detallado correspondiente; y f) la definición de un subprograma de monitoreo ambiental que permita identificar la efectividad del programa y la mejora del ecosistema propuesto para su rehabilitación.
CE-97	Los embarcaderos y muelles dentro del sistema de canales deberán permitir el libre paso de fauna acuática.	El Proyecto no contempla embarcaderos o muelles, por lo que este criterio no es vinculante.
Lineamientos para la preservación, restauración y mejoramiento del ambiente		
CE-100	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	Tal y como se demuestra en el Capítulo II de la MIA-R, se respetará la franja perimetral descrita en el criterio CE-100, manteniendo una franja perimetral de protección de los cenotes, con presencia de vegetación. Debido a la responsabilidad de proteger estos sistemas vulnerables, es que se realizó la reconfiguración del proyecto para evitar afectación de esas estructuras naturales, por lo que se reubicaron o eliminaron obras que colindaban directamente con aquellas.
CE-101	En todas sus fases -construcción, operación y mantenimiento- el desarrollo deberá contar con un programa de difusión ambiental que incluya los aspectos necesarios de información, concientización y capacitación a los diversos actores involucrados, que complemente o refuerce los fines de los demás programas aplicables al proyecto.	El proyecto cuenta con un Programa de Conservación y Manejo de Ecosistemas, establecido en el marco del SMGAA-PV, el cual incluye acciones de difusión ambiental. Este programa será aplicado en las distintas etapas de desarrollo del proyecto para garantizar la aplicación de las medidas de manejo ambiental propuestas.
CE-102	Con la finalidad de evitar el efecto de islas de calor se deberá establecer, en por lo menos el 50 % de las losas planas de las construcciones, un jardín de azotea o roof garden en el que se utilicen preferentemente especies nativas.	Se definirán áreas destinadas a conservación, así como áreas verdes y ajardinadas utilizando exclusivamente especies nativas. Con base en el diseño de las construcciones, no existen losas planas en las construcciones. Sin perjuicio de lo anterior, se reitera que el Proyecto contempla establecer una superficie de 12.94 ha como área de conservación, por lo que lo anterior evita el efecto de islas de calor.
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	El proyecto cuenta con un Subprograma de Rescate, Vivero y Reforestación en el marco del marco del SMGAA-PV. Asimismo, se cuenta con el Subprograma de Mejoramiento de Duna y Playa. Dicho Subprograma contempla, entre otras acciones: • Consolidar la estabilización de la línea de costa a través de la reforestación o forestación de la franja de duna y playa. • Forestar con especies propias de la duna para fomentar la estabilización de línea de costa • Propagar y mantener en el vivero especies propias de la duna de la región.

Criterio	Descripción	Vinculación
CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.	Para el proyecto se contempló este criterio para determinar la distribución de obras. Por lo tanto, se garantizará mantener el 75% de la estructura de duna costera o bermas dentro del predio. El polígono de vegetación de duna costera/berma rocosa posee 0.025 ha, siendo el 100% de esa comunidad vegetal identificada en el predio. Con el objeto de proteger su estructura y componentes naturales, se realizó la propuesta de no establecer obras civiles cimentadas o edificios sobre esta, por lo tanto, se mantendrá la superficie total de la duna y berma rocosa señalada, intacta durante el desarrollo del proyecto.
CE-105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	El predio cuenta con un aproximado de 940 metros de frente de playa, por lo que se podrán establecer un aproximado de 9 andadores o accesos a la playa. Estos se establecerán dando cumplimiento a lo dispuesto en el presente criterio. No obstante, para el proyecto se propone construir 8 andadores de acceso a la playa, descritos en el capítulo II.
CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	El Proyecto contempla andadores de acceso a la playa que cumplen con lo descrito en el presente criterio, los cuales se establecen uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio: establecerán 8 andadores, buscando respetar el relieve natural de la duna, así como andadores que respetan la descripción incluida en el criterio inmediato anterior (CE-105).
CE-107	Para efectos del perfil de diseño del proyecto y el nivel de desplante, deben evaluarse los niveles de inundación y caudales de precipitación ante diversos escenarios de lluvia. Lo anterior como criterio para la definición del nivel de desplante que asegure el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada.	Para el desplante del proyecto, se asegurará el mantenimiento de la hidrología superficial y sub-superficial del predio y la región, así como la seguridad de la infraestructura planteada. Para lo anterior, es importante considerar que las obras se construirán a un nivel de desplante con base en los pronósticos de inundaciones en la zona, para proteger las obras civiles de posibles daños.
CE-108	Se deberá garantizar el funcionamiento hidrodinámico de los canales interiores. Su diseño constructivo y operación se deberá fundamentar en estudios especializados, los que se presentarán de manera conjunta con el estudio de impacto ambiental respectivo.	El Proyecto no contempla la construcción de canales interiores.
CE-109	Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se	El Proyecto no contempla la colocación de plantas de premezclado ni dosificadoras.

Criterio	Descripción	Vinculación
	concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.	

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los Criterios de Regulación Ecológica de Carácter Específico del rubro *Ecoturístico* de las UGA's 5 Corredor cárstico; 12 Corredor Calica-Akumal y de la 14 Reserva urbana Norte-Sur de Playa del Carmen, al ser UGA's que inciden con el SAR del proyecto. Cabe mencionar que, estas UGA's no presentan criterios del rubro *Turístico* y, que al igual que en la UGA 16, se establecerán obras de equipamiento, comercial, reserva natural, UMA's, marinas, y tampoco forestal en el SAR, por lo que dichos rubros no son aplicables al proyecto.

Es importante señalar que, los criterios de regulación ecológica de carácter específico de los rubros *Equipamiento* y *Minero,* de las UGA's 13 Aeródromo y 19 Carretera Federal 307, no son aplicables al proyecto y las actividades a ejecutar en el predio de la UGA 16 no afectarán dichos polígonos ya que no se contempla llevar a cabo obras de equipamiento de interés público y tampoco extracción del manto, yacimiento o depósito terroso o pétreo y su transformación. Asimismo, el POEL del municipio de solidaridad solo establece una tabla de Criterios Específicos, por lo que, dependiendo del rubro se determina el criterio de regulación, por lo que entre rubros se repiten criterios específicos. En este sentido, aunque no se realice la vinculación con dichos rubros, existen criterios que se atienden con la vinculación de los criterios de los rubros *Turístico* y *Ecoturístico* de la UGA 16.

En cuanto a los Criterios de Regulación Ecológica de carácter Específico de los rubros *Turístico* y *Ecoturístico* de la UGA 15 Corredor Turístico Paamul-Yalku, se detectó que son los mismos establecidos para los rubros de *Turístico* y *Ecoturístico* de la UGA 16 Corredor Turístico Punta Venado-Paamul. Por lo tanto, con la vinculación del proyecto con los criterios específicos de la UGA 16 se atiende la vinculación con la UGA 15, detectando que no se contraviene con lo dispuesto para ambas UGA's.

Por último, cabe mencionar que en la siguiente tabla se presentarán aquellos criterios con los que no se haya vinculado el proyecto en la tabla anterior, con la finalidad de no repetir puntos, de no robustecer el documento con información repetida y de observar de forma clara el cumplimiento de los criterios dispuestos para esas UGA's.

Tabla III.11. Vinculación del proyecto con los Criterios Específicos de las UGA's 5, 12 y 14 del POEL del municipio de Solidaridad. Nota: no se incluyen criterios repetidos con la UGA 16.

Criterio	Descripción	Vinculación
Ecoturístico		
UGA 5, UGA 12 y UGA 14		
CE-07	En la zona continental sólo se permite el establecimiento de caminos a base de materiales permeables y con anchura máxima de 6 m. La superficie que ocupe el camino se restará proporcionalmente a la superficie de aprovechamiento permitida para cada predio que atraviese.	En ninguna zona del SAR, ni de las UGA's 5, 12 y 14, se establecerán caminos. Por lo tanto, este criterio no aplica al proyecto.
CE-39	Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento de cada porción será la que se establezca para cada uso y unidad. La superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre usos o unidades de gestión.	El predio para el proyecto se encuentra en la UGA 16, por lo que se respetó la superficie de aprovechamiento de acuerdo con la designado para dicha Unidad. Con el proyecto no se prevé establecer obras en ningún otro predio del SAR.

Con base en la vinculación presentada, se evidencia que el proyecto se ajusta a lo dispuesto en los criterios de regulación ecológica de carácter general y carácter específico de la UGA 16 del POEL del Municipio de Solidaridad, en este sentido, no contravienen el instrumento de regulación territorial señalado. Asimismo, no se contraviene ninguna disposición para las otras UGA's que inciden con el SAR del proyecto.

III.1.4. Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel

El Decreto regula y reglamenta el desarrollo equilibrado del municipio de Cozumel, de acuerdo con las normas aplicables y política ambiental sustentable, cuya descripción, límites, lineamientos, estrategias ambientales y planos de unidades de gestión ambiental, son de observancia obligatoria en el municipio. El objeto de este Decreto es alentar un desarrollo sustentable y congruente con políticas ambientales que permitan la permanencia de los recursos naturales en el municipio de Cozumel.

Con el análisis del SAR del proyecto, se detectó que una parte de este sistema ambiental regional incide con una Unidad de Gestión Ambiental (UGA) del POEL del municipio de Cozumel, la UGA A 13. Por lo tanto, se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias generales y específicas que rigen la UGA señalada. Es importante aclarar que, el predio para el proyecto no se encuentra en la UGA A 13 y tampoco colinda con esta.

Tabla III.12. Características de la UGA A 13.

Política Ambiental: Aprovechamiento
Lineamiento: Explotar los recursos mineros con restauración obligatoria del sitio una vez que termina su etapa productiva.

UGA Aplicable: A 13
Uso predominante: Minería, Portuario e Industrial.
Usos compatibles: Turístico; Comercial.
Usos condicionados: Hotelería/Residencial turístico.
Usos incompatibles: Centro de población; Agropecuario; Acuícola.

La política ambiental de Aprovechamiento está definida por el POEL del municipio de Cozumel como: *Política ambiental que promueve la permanencia del uso actual del suelo y/o permite cambios mayores del paisaje. Promueve la continuación del uso actual y/o induce la ocupación del mismo de manera sustentable, según su aptitud natural, social y económica.*

Esta UGA presenta la siguiente problemática:

Tabla III.13. Problema de la UGA A 13.

Problema
Las minas o banco de material son una actividad que provocan perturbaciones severas al ambiente. Una vez que la mina concluye su periodo de extracción de materiales el terreno queda con pocas posibilidades de restablecer la vegetación y la repoblación de la biota nativa. Por ello es importante considerar un plan de restauración que, si bien no podrá devolver al sitio sus condiciones originales, podría ser aprovechado por actividades que no requieren un terreno preservado dejando con ello, libre de impacto, las áreas más conservadas.

El proyecto de interés no contempla actividades de extracción de material pétreo, por lo tanto, con su desarrollo no se contribuirá a incrementar la problemática de la UGA A 13. El material que se emplee en la construcción del proyecto se obtendrá de bancos de materiales de la región autorizados para la venta de dicho material; de este modo se garantiza que el proyecto no contribuirá de forma indirecta con la generación de daño ambiental. Por el contrario, la obtención de material de sitios autorizados asegura que esos bancos están dando cumplimiento a diversos lineamientos, estrategias y disposiciones jurídicas en materia ambiental, de forma que puedan prevenir, mitigar y compensar los impactos sobre el ambiente.

A continuación, se presentan los objetivos de la UGA A13, de los cuales, ninguno coincide con los objetivos de *Proyecto Venado*. En este sentido, el proyecto no suma ni resta a las acciones para alcanzar los objetivos de la UGA A 13.

Tabla III.14. Objetivos de la UGA A 13.

Objetivos específicos
1. Facilitar la explotación regulada de material pétreo y su procesamiento industrial.
2. Restaurar los sitios abandonados de extracción de recursos pétreos.
3. Operar actividades portuarias.

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias generales y específicas que regulan las actividades humanas en la UGA A 13.

Tabla III.15. Vinculación del proyecto con las estrategias generales de la UGA A 13.

Estrategias generales	Vinculación
Se deberá desarrollar un programa de monitoreo poblacional de especies endémicas al municipio o que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2001.	El proyecto no se desarrollará en un predio ubicado en el municipio de Cozumel; si bien, parte del SAR del proyecto incide con la superficie del municipio, dentro de dicha área no se llevarán a cabo actividades del proyecto propuesto. Particularmente, la superficie del SAR en el municipio de Cozumel corresponde actualmente a una empresa dedicada al aprovechamiento de bancos de material pétreo, por lo tanto, la superficie es privada; en este sentido, el *Proyecto Venado* no afectará ningún organismo de fauna de esa área. No obstante, es importante señalar que, para el proyecto a establecer en un predio del municipio de Solidaridad, se elaborará un programa de manejo integral de fauna a través del cual se establecerán acciones de rescate y reubicación de organismos susceptibles a impacto por el desarrollo de la obra, así como acciones de monitoreo de la fauna silvestre para verificar que éstas no sean afectadas significativamente con el desarrollo de las mismas. Cabe mencionar que, entre las especies registradas en el predio del proyecto, se encuentran animales listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo tanto, será relevante establecer acciones específicas para cada grupo, ya que entre estos se encuentran aves, reptiles y mamíferos protegidos, destacando el mono araña (*Ateles geoffroyi*) y el viejo de monte (*Eira barbara*) como individuos catalogados en Peligro de extinción (P) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. El programa será presentado a la Secretaría para su validación. Aunado al programa ambiental, otras medidas de prevención y mitigación de impactos por implementar para contribuir a la protección de las especies en categoría de riesgo o endémicas, es el de mantener áreas de conservación como la superficie de cobertura con manglar en la cual se encontró evidencia del tránsito de fauna silvestre en dicho sitio; no se modificará la estructura de los cenotes existentes y tampoco se desecarán o azolvarán, permitiendo mantener los espacios entre las rocas que fungen como refugio de fauna y las fuentes de agua que son aprovechados por distintas especies animales del predio, lo cual se evidenció con los monitoreos de fauna y las cámaras trampa; se mantendrá vegetación original del predio con especies de flora nativas con su tamaño original, lo cual permite que continúen siendo aprovechadas por especies de fauna con hábitos arbóreos como los monos.

Estrategias generales	Vinculación
	Lo anterior, contribuirá con la protección de la fauna silvestre del predio que potencialmente transita en otros espacios naturales del SAR, incluidas las áreas verdes del polígono que incide con el municipio de Cozumel.
Se prohíbe la introducción de especies de flora y fauna.	Con el desarrollo del proyecto propuesto no se realizará la introducción de fauna en el predio seleccionado y tampoco en otros sitios del SAR, por lo tanto, no será afectado el municipio de Cozumel. En cuanto a la flora, únicamente se plantarán especies en las áreas verdes del proyecto (camellones, jardines y áreas de reforestación) para los que se priorizarán el uso de especies nativas de la región. En este sentido, no se introducirá especies de plantas al municipio de Cozumel.
La cobertura vegetal de las áreas no sujetas a aprovechamiento se deberá conservar en las condiciones naturales de flora y fauna nativa silvestre.	Con el desarrollo del proyecto no se aprovechará superficie del municipio de Cozumel para el desplante de las obras. El proyecto se establecerá en un predio del municipio de Solidaridad, en el cual se aprovechará la superficie con base en los criterios de regulación del programa de ordenamiento ecológico local del municipio.
Se debe promover un programa de erradicación de perros, gatos y ganado ferales, boas (*Boa constrictor*), ratas de ciudad (*Rattus rattus, Rattus norvegicus*) y ratones de casa (*Mus musculus*).	El proyecto se establecerá en un predio en el municipio de Solidaridad, por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto. No se interferirá con programas de control o erradicación existentes en el municipio de Cozumel.
Queda prohibido el uso de venenos en los programas de erradicación de especies introducidas.	Con el proyecto no se planteará ningún programa de erradicación de especies introducidas del municipio de Cozumel. El criterio no es vinculante con el proyecto.
Se prohíbe la fumigación de áreas con vegetación natural con excepción de las campañas nacionales de control de vectores de enfermedades y plagas.	El proyecto se desarrollará dentro de un predio del municipio de Solidaridad, por lo tanto, no se afectarán y tampoco se brindará mantenimiento a las áreas verdes del polígono del SAR que coincide con el municipio de Cozumel. Dentro del proyecto, las áreas verdes recibirán mantenimiento con apego en las disposiciones jurídicas aplicables de los instrumentos en materia ambiental; las áreas con vegetación original del predio se mantendrán con las condiciones actuales y no se interferirá con acciones humanas, ya que las especies de plantas de dichas superficies se encuentran adaptadas a las condiciones ambientales de la zona, por lo que podrán mantenerse en el área como hasta ahora, permitiendo la continuación de procesos naturales.
Se prohíbe el aprovechamiento de leña para fabricación de carbón.	Con el desarrollo del proyecto no se extraerá leña del polígono del SAR que coincide con el municipio de Cozumel, la UGA A 13. Actualmente la UGA es, en su totalidad, aprovechada por una empresa privada dedicada a la explotación de bancos de materiales pétreos; asimismo, desarrollan actividades portuarias en el sitio. La empresa que aprovecha dicho polígono se encarga de dar cumplimiento a las disposiciones del POEL del municipio de Cozumel.
La Dirección de Medio Ambiente y Ecología del Municipio deberá realizar un monitoreo sobre el	Este criterio es de competencia de las autoridades municipales de Cozumel, por lo tanto, no es vinculante

Estrategias generales	Vinculación
aprovechamiento de leña para uso doméstico conforme a lo establecido en la NOM-012-RECNAT-1996.	con el proyecto. No obstante, se recalca que, con el proyecto no se extraerá leña de la UGA A 13.
El Ayuntamiento, grupos conservacionistas y operadores turísticos deberán iniciar, en coordinación, un programa de educación ambiental en un lapso menor a 2 años.	Debido a que el proyecto se desarrollará dentro de un predio del municipio de Solidaridad, este criterio no es vinculante. Sin embargo, de existir alguna campaña regional de educación ambiental promovida por el municipio de Cozumel, grupos conservacionistas y operadores turísticos, en la cual el proyecto pueda ser partícipe, llevará a cabo los acuerdos necesarios para contribuir con las acciones de concientización y no interferir con las campañas propuestas.
Es obligatorio el confinamiento de los residuos sólidos en los sitios de disposición final que determine la autoridad municipal competente.	Durante el desarrollo del proyecto, en todas sus etapas, se llevará a cabo el manejo integral de todos los residuos que sean generados. Estos se clasificarán por tipo; se almacenarán temporalmente en el predio en espacios y contenedores adecuados para el acopio de los mismos; se transportarán a sitios autorizados para su disposición final, considerando el tipo de residuos; re realizará la valoración de aquellos residuos susceptibles a reúso y reciclaje; se promoverá el manejo de residuos bajo el principio de las tres R's; entre otras acciones. De este modo, se garantiza que los residuos generados no serán depositados/vertidos en sitios no autorizados y así no se afectarán espacios naturales del SAR, entre ellos, la superficie de la UGA A 13.
La autorización de cada 1000 nuevos cuartos de hotel o equivalente queda condicionada a que el H. Ayuntamiento implemente un programa que incremente en un 20% con respecto al momento de hacer la solicitud la capacidad del sistema de manejo de residuos sólidos municipales, de la planta de tratamiento que da servicio a la isla y de la extracción de agua potable que abastece al municipio.	El proyecto propuesto se desarrollará en un predio del municipio de Solidaridad. Por lo tanto, este criterio no es vinculante. Cabe mencionar que, el agua potable se obtendrá de una planta de ósmosis inversa; las aguas negras serán tratadas por una planta de tratamiento propia del proyecto y, para la disposición final de residuos sólidos, se hará uso de los sitios autorizados para tal fin dependiendo del tipo de residuos generado, ya que, por ejemplo, de ser materiales de reciclaje, se transportarán a las empresas autorizadas para esa actividad.

Tabla III.16. Vinculación del proyecto con las estrategias específicas de la UGA A 13.

Asentamientos humanos	Vinculación
No aplica.	Con el proyecto no se establecerán nuevos Asentamientos Humanos en la UGA.
Abastecimiento de agua	**Vinculación**
El ayuntamiento deberá realizar de manera semestral un análisis de la calidad del agua subterránea inmediata al banco de material para valorar si ésta se encuentra afectada por el proceso de aprovechamiento de material pétreo.	Este criterio es competencia de las autoridades municipales, además el proyecto no realizará actividades de aprovechamiento de material pétreo en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
La autorización de plantas desalinizadoras queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de impacto ambiental que	Para el proyecto no se instalará una planta desalinizadora en la UGA A 13; tampoco se verterán aguas de rechazo

demuestren que la disposición de salmueras no modifica las características fisicoquímicas del agua de mar ni impacta hábitats terrestres, costeros y ni al acuífero con lo que se evitarían desequilibrio ecológicos y conflictos ambientales.	(salmuera) en dicha Unidad de Gestión Ambiental. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Tratamiento de aguas pluviales y residuales	**Vinculación**
Se prohíbe la disposición de aguas residuales en cuerpos de agua, zonas inundables, mar o terrenos que no estén habilitados para dicho fin.	Durante el desarrollo del proyecto se llevará a cabo el manejo integral de los residuos generados, incluidas las aguas residuales. Las aguas negras generadas serán acopiadas en sanitarios portátiles durante la etapa de preparación del sitio y construcción; y serán enviadas a la planta de tratamientos de aguas residuales del proyecto, durante la etapa de operación. Las aguas residuales de los sanitarios portátiles serán recolectadas por la empresa arrendadora de las unidades, quien se encargará de llevarlas a los sitios autorizados para su tratamiento y posterior disposición final. En cuanto a las aguas residuales enviadas a la planta de tratamiento del proyecto, serán reutilizadas para el riego de áreas verdes una vez tratadas; de generar excedentes, se inyectarán en un pozo previa autorización de la Secretaría y la Comisión del Agua. Con lo anterior se garantiza que las aguas residuales generadas en el proyecto no serán dispuestas finalmente en zonas inundables o terrenos de la UGA A 13. Tampoco se dispondrán en el mar.
Es obligatoria la disposición de aguas residuales en plantas de tratamiento. Es obligatorio el tratamiento de aguas residuales a nivel terciario. Se prohíbe la disposición de aguas residuales con más de 1µM/L de nitrato y amonio y más de 0.3 µM/L de ortofosfato y organofosfato. Es obligatoria la disposición de los lodos en los sitios previamente autorizados por la Autoridad Competente. Se prohíbe la disposición de aguas residuales tratadas en cuerpos de aguas, zonas inundables, mar y acuífero.	Con el proyecto no se instalará una Planta de tratamiento de aguas pluviales y residuales en la UGA A 13; tampoco dispondrá aguas residuales en cuerpos de agua, zonas inundables, mar o terrenos de la UGA o que no estén habilitados para dicho fin. La planta de tratamiento del proyecto se situará dentro del predio, en donde recibirá mantenimiento frecuente para garantizar que opere de forma óptima y se realice el tratamiento de aguas residuales correspondiente.
Manejo de residuos sólidos	**Vinculación**
Se prohíben los tiraderos a cielo abierto para la disposición de desechos sólidos.	Con el proyecto no se establecerán tiraderos a cielo abierto en la UGA A 13 ni en otro sitio del SAR; tampoco dispondrá residuos sólidos en la UGA señalada. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Se prohíbe el depósito de residuos sólidos en áreas silvestres.	Durante el desarrollo del proyecto se implementará un programa de manejo integral de residuos, entre los que se establecerán las acciones de clasificación, acopio temporal, transporte y disposición final de los residuos generados, para asegurar que estos sean dispuestos finalmente en sitios autorizados. Con ello, se garantiza que no se depositarán residuos sólidos en áreas silvestres de la UGA A 13 ni en otros sitios del SAR.
Es obligatoria la operación de un sistema de separación y reciclado de residuos sólidos.	Durante el desarrollo del proyecto se implementará un programa de manejo integral de residuos, el cual contendrá las estrategias de separación de residuos de acuerdo a su tipo; estos se dispondrán en contenedores

	aptos para su acopio temporal, previo a su transporte a los sitios de disposición final autorizados. Para ello, se observará y dará cumplimiento a las disposiciones jurídicas en materia de residuos y economía circular establecidas en leyes estatales y federales, así como Normas Oficiales Mexicanas y Reglamentos municipales. Asimismo, se realizará la valoración de aquellos residuos susceptibles a reciclaje para separarlos y disponerlos en los sitios autorizados para el reciclado de los residuos entregados. Es importante señalar que, se presentará el programa de manejo de residuos de competencia estatal ante la Dirección correspondiente del estado de Quintana Roo.
Es obligatorio contar con un programa de disposición de residuos peligrosos avalado por la Autoridad Competente.	Para el proyecto se implementará un programa de manejo integral de residuos, el cual se ingresará a la Secretaría para su validación. Sin embargo, la autorización de la DGIRA no exime al promovente de dar cumplimiento a otros trámites y requisitos de competencia estatal, por lo tanto, presentará el programa ante la Dirección correspondiente del estado de Quintana Roo para validarlo de igual forma.
Generación y distribución de energía	**Vinculación**
No aplica.	El proyecto consiste en un desarrollo turístico que estará integrado por cuartos de hotel, residencias y amenidades. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Vías de comunicación	**Vinculación**
En las nuevas vialidades, la Manifestación de Impacto Ambiental deberá demostrar que éstas no tendrán un efecto negativo sobre el flujo natural del agua dulce y marina, así como sobre los movimientos y mortalidad de la fauna.	Con el proyecto no se construirán nuevas vías de comunicación o vialidades en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
En las vialidades, es obligatoria la disposición de leyendas y señalamientos informativos y restrictivos que permitan proteger a la fauna silvestre.	Con el proyecto no se construirán nuevas vías de comunicación o vialidades en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Se prohíbe la instalación de cercados y bardas que obstruyan el movimiento de la fauna silvestre con excepción de las condicionadas por la SCT en la instalación portuaria.	Con el proyecto no se establecerán cercados y/o bardas en la UGA A 13 que impidan el movimiento de la fauna silvestre de la región.
Es de carácter obligatorio la adaptación de sistemas que permitan el flujo adecuado del agua entre los humedales adyacentes a los caminos.	Con el proyecto no se construirán nuevas vías de comunicación o caminos en la UGA A 13. Por lo tanto, se asegura que no se obstruirá el flujo del agua entre los humedales de dicha Unidad. Cabe mencionar que, los humedales del predio del proyecto no tienen comunicación directa con los humedales de la UGA A 13, por lo que nos e afectará de forma indirecta dichos sistemas naturales. Asimismo, con el proyecto se implementarán medidas de prevención y mitigación de impactos para no contaminar el agua subterránea del predio, ya que las medicaciones negativas a los parámetros fisicoquímicos de dichas corrientes subterráneas pudieran repercutir en los humedales de la región ya que integran una red hidrológica natural.

Extracción de materiales	Vinculación
En los actuales bancos de extracción de material solo se permitirá la extracción de conformidad con la normatividad aplicable en la materia y un programa integral de restauración que entrará en vigor al finalizar la etapa de aprovechamiento, avalado por las tres autoridades competentes.	El proyecto es de naturaleza turística, por ello, no llevará a cabo actividades de extracción de material pétreo en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
La autorización de la extensión a explotar de los bancos de material estará sujeta al establecimiento de una zona de amortiguamiento dentro del predio que proteja la cobertura vegetal que lo circunda.	Para el proyecto no se explotarán bancos de material existentes en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
La anchura de la zona de amortiguamiento deberá determinarse a partir de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no se generan impactos irreversibles sobre los ecosistemas naturales circundantes que deriven en conflictos ambientales y desequilibrios ecológicos.	Para el proyecto no se explotarán bancos de material existentes en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Es obligatorio el inicio de un programa de restauración de los bancos de material que estén a punto de finalizar su etapa productiva en un periodo menor a un año a partir del cierre de operaciones.	Para el proyecto no se explotarán bancos de material existentes en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Proceso de construcción	**Vinculación**
Se prohíbe la instalación de campamentos de construcción fuera de las áreas de desplante de la obra.	Para el proyecto no se establecerán campamentos de construcción en la UGA A 13.
La autorización de campamentos de construcción queda condicionada a la presentación de programas de tratamiento y disposición de desechos líquidos y sólidos en la Manifestación de Impacto Ambiental.	Para el proyecto no se establecerán campamentos de construcción en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Se prohíbe la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, Zona Federal Marítimo Terrestre y áreas marinas.	Durante el desarrollo del proyecto no se dispondrán materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación, la Zona Federal Marítimo Terrestre y/o áreas marinas de la UGA A 13 o colindantes a esta. Para el proyecto se implementará un programa de manejo integral de residuos, el cual contendrá los lineamientos, acciones y estrategias de separación, acopio temporal, transporte, disposición final y valoración de los susceptibles a reciclado, de todos los residuos a generar en las distintas etapas de desarrollo. Este programa será presentado a la Secretaría para su validación, asimismo, se tramitará la autorización del programa de manejo de residuos de competencia estatal.
Queda prohibida la quema de desechos sólidos y vegetación así como la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía, a excepción de las autorizadas por CICOPLAFEST.	Para el proyecto no se realizará el desmonte y mantenimiento de derechos de vía en la UGA A 13. Asimismo, los residuos sólidos generados no serán quemados; los residuos de materia vegetal serán transportados a sitios de disposición final autorizados como rellenos sanitarios del municipio de Solidaridad. Parte de los residuos vegetales podrán aprovecharse para el establecimiento de áreas verdes.
La construcción de infraestructura y edificaciones en zonas de manglar y sistemas lagunares estarán sujetas a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003.	Con el proyecto no se establecerán construcciones e infraestructura en zonas de manglar y/o sistemas lagunares de la UGA A 13. Cabe mencionar que, en el predio del proyecto las obras no se establecerán sobre ninguna comunidad de manglar existente; las obras se

	distribuyeron de forma que se aprovechen principalmente superficies previamente impactadas y comunidad de vegetación secundaria presente. Con lo anterior, se contribuye a proteger la comunidad de manglar del predio, que a su vez forma parte de la comunidad de manglar del SAR.
Materiales y tipo de construcción	**Vinculación**
No aplica.	No aplica.
Manejo de combustibles	**Vinculación**
Las instalaciones de combustibles y aceites contarán con cárcamo de contención con el fin de evitar derrames fuera del área de almacenamiento. La autorización de depósitos de combustibles queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental y en el Estudio de Riesgo Ambiental que demuestren que tales obras no generen impactos irreversibles sobre los ecosistemas naturales que deriven en conflictos ambientales y desequilibrios ecológicos.	Con el proyecto no se establecerán instalaciones de combustibles y aceites en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Equipamiento hotelero y residencial turístico	**Vinculación**
La autorización de viviendas, hoteles y residencias queda condicionada a la presentación, en la Manifestación de Impacto Ambiental, de un programa sobre el manejo y disposición de aguas residuales y lodos, de residuos sólidos y de abastecimiento de agua y energía eléctrica.	Con el proyecto no se establecerán hoteles, residencias, viviendas o cuartos en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Campos de golf	**Vinculación**
La autorización de campos de golf queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que las actividades no generan impactos negativos irreversibles sobre el tamaño y distribución de parches de vegetación natural, sobre la continuidad de la cobertura natural del terreno y las poblaciones de flora y fauna silvestre que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	Con el proyecto no se establecerán campos de golf en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Queda prohibida la extracción de agua subterránea para el riego de los campos. Esta podrá obtenerse a partir de la desalinización de agua de mar o de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.	Con el proyecto no se establecerán campos de golf en la UGA A 13. Tampoco se extraerá agua subterránea en pozos dentro de la UGA. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Es obligatorio el tratamiento terciario de las aguas residuales cuando estas se destinen al riego.	Con el proyecto no se construirán campos de golf en la UGA A 13. Tampoco se realizará el riego con aguas residuales dentro de esta Unidad. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto. Las aguas tratadas de la Planta de Tratamiento del proyecto se reutilizarán para el riego de las áreas verdes dentro del mismo predio seleccionado, el cual no se encuentra en la UGA A 13.
La autorización de la construcción y operación de campos de golf queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren el correcto funcionamiento de un sistema de recuperación de aguas residuales de	Con el proyecto no se establecerán campos de golf en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.

riego, con lo cual se evitarían desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	
Es obligatorio que las aguas residuales de riego sean tratadas antes de su disposición final.	Con el proyecto no se realizará el riego de áreas verdes con aguas residuales, dentro de esta UGA. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto. Las aguas tratadas de la Planta de Tratamiento del proyecto se reutilizarán para el riego de las áreas verdes dentro del mismo predio seleccionado, el cual no se encuentra en la UGA A 13.
Queda prohibido verter el agua residual de riego de los campos de golf en acuíferos, cuerpos de agua, manglares o el mar.	Con el proyecto no se generará agua residual de riego de campos de golf, ya que no se prevé la construcción de ningún campo en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Es obligatoria la disposición del agua residual de riego en pozos de absorción.	Con el proyecto no se generará agua residual de riego de campos de golf, ya que no se prevé la construcción de ningún campo en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
La autorización de los pozos de absorción estará condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no se generan impactos negativos irreversibles sobre el acuífero y los ecosistemas costeros que pudieran conducir a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	Con el proyecto no se crearán pozos de absorción dentro de la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Queda prohibida la utilización de agroquímicos cuyo tiempo de permanencia sea superior a 48 horas.	Con el proyecto no se hará empleo de agroquímicos para tratamiento de áreas verdes o campos de golf en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Se prohíbe la modificación de cuerpos de agua, zonas inundables y manglares.	Con el desarrollo del proyecto no se realizará la modificación de cuerpos de agua, zonas inundables o manglares de la UGA A 13, ni de otros sitios del SAR.
Equipamiento portuario	**Vinculación**
La autorización de equipamiento portuario queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que la actividad no generarán impactos negativos irreversibles que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	Para el proyecto no se establecerá o aprovechará equipamiento portuario de la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Turismo alternativo	**Vinculación**
No aplica.	Para el proyecto no se prevé llevar a cabo turismo alternativo en la UGA A 13.
Actividades agropecuarias	**Vinculación**
No aplica.	Para el proyecto no se prevé realizar actividades agropecuarias en la UGA A 13.
Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS)	**Vinculación**
Se permite la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo extensivo e intensivo para uso comercial, repoblación, recreación y conservación.	Para el proyecto no se establecerán Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.

Se prohíbe la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) para uso cinegético.	Para el proyecto no se establecerán Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Se prohíbe la extracción o utilización de una especie cuando ésta afecte directamente la permanencia de especies endémicas al municipio o las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.	Para el proyecto no se establecerán Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto. Cabe destacar que, no se realizará la extracción de vida silvestre de la UGA A 13.
Se prohíbe la instalación de UMAS en zonas con valor arqueológico y cultural.	Para el proyecto no se establecerán Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Se prohíbe el almacenamiento de excretas y residuos provenientes de las UMAS en sitios sin recubrimiento que puedan provocar la infiltración y contaminación del acuífero.	Para el proyecto no se establecerán Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Pesca	**Vinculación**
No aplica.	Para el proyecto no se realizará pesca de ningún tipo.
Flora y fauna	**Vinculación**
Se prohíbe la introducción de especies.	Con el desarrollo del proyecto no se realizará introducción de especies de flora y fauna silvestre en la UGA A 13.
Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 salvo autorización expresa para las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre con fines de obtener pie de cría.	Con el desarrollo del proyecto no se realizará extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna silvestre que se distribuyan en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto. Cabe mencionar que, las actividades de rescate y reubicación de vida silvestre se realizará en el predio previo a la construcción de las obras, dando cumplimiento al programa de manejo integral de fauna que será presentado para su validación ante la Secretaría.
Línea de costa y playas	**Vinculación**
La autorización para la construcción de infraestructura permanente en playas y línea de costa queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que dichas construcciones no tendrán un impacto negativo significativo que pudiera ocasionar desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	Con el desarrollo del proyecto no se realizará construcción de infraestructura permanente en playas y línea de costa de/frente a la UGA A 13. Cabe mencionar que, el mobiliario turístico que se instale en el predio del proyecto no afectará y tampoco modificará las playas o línea de costa de esta UGA A 13, ya que no interferirá con transporte de sedimentos marinos, fuerza de oleaje, mareas, ni con corrientes marinas (acuáticas o de viento).
Se prohíbe la extracción de arena de las playas.	Con el desarrollo del proyecto no se extraerá arena de las playas de la UGA A 13, ni de otros sitios del SAR.
La autorización para controlar la erosión natural de playas queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que dicho control no tendrá un impacto negativo significativo sobre la línea de costa que pudiera ocasionar desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	El proyecto sujeto al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental, no contempla actividades de control de la erosión natural de las playas en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.

Se prohíbe el uso de vehículos en la playa con excepción de aquellos relacionados con labores de protección civil, investigación científica y conservación biológica.	Para el proyecto no se hará uso de vehículos en la playa de la UGA A 13, ni en otras playas del SAR.
Se prohíbe la remoción de pastos marinos.	Para el desarrollo del proyecto no se realizará remoción de pastos marinos en el ecosistemas marino frente a la UGA A 13, ni en ninguna otra zona marina del SAR.
El ayuntamiento, en coordinación con SEMARNAT y PROFEPA, deberán trazar en campo la servidumbre de paso que garantice el acceso a las playas. Además, se deberá realizar un censo de los accesos existentes para su registro en la Bitácora Ambiental.	La implementación de este criterio le compete al Ayuntamiento del municipio de Cozumel, en coordinación con SEMARNAT y PROFEPA. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Dunas	**Vinculación**
No se permite la construcción sobre dunas costeras o actividades que las afecten negativamente.	Con el desarrollo del proyecto no se construirán obras sobre las dunas costeras de la UGA A 13, por lo tanto, no serán afectadas o modificadas las dunas de la Unidad.
Se prohíbe la remoción de vegetación nativa en las dunas costeras.	Con el desarrollo del proyecto no se realizará remoción de vegetación en las dunas costeras de la UGA A 13. Cabe destacar que, tampoco se realizará la remoción de vegetación de duna detectada en el predio del proyecto. Con lo anterior, se garantiza la protección de la vegetación de duna en el SAR.
Se prohíbe la construcción de caminos vehiculares sobre y a través de las dunas.	Para el proyecto no se construirán caminos vehiculares sobre y a través de las dunas de la UGA A 13, ni de otras dunas del SAR.
Zonas inundables y lagunas costeras	**Vinculación**
Se prohíbe el aprovechamiento, tala y relleno de manglar.	Con el desarrollo del proyecto no se realizará aprovechamiento, tala y/o relleno de manglar de la UGA A 13, ni en ninguna otra superficie del SAR. Se destaca que, en el predio no se realizará el aprovechamiento, tala o relleno de las comunidades de manglar detectadas, las cuales se mantendrán con sus condiciones originales.
La autorización del aprovechamiento de zonas inundables queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que las actividades no generarán conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos.	Con el desarrollo del proyecto no se realizará el aprovechamiento de zonas inundables de la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
La autorización de andadores volados o puentes sobre manglar y queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales actividades no generarán impactos negativos irreversibles que deriven conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos y deberán usarse únicamente materiales no permanentes.	Con el desarrollo del proyecto no se establecerán andadores, volados o puentes sobre manglar de la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Queda prohibido el vertimiento de residuos líquidos y sólidos a cuerpo de agua, manglares y humedales.	Durante el desarrollo del proyecto no se realizará vertimiento de residuos sólidos y líquidos a cuerpos de agua, manglares y humedales de la UGA A 13. Cabe mencionar que, durante el desarrollo del proyecto propuesto se ejecutará un Programa de Manejo Integral de Residuos, a través del cual se implementarán estrategias de acopio, clasificación, manejo, transporte y disposición final en sitios autorizados para tal fin, con el fin de garantizar que los residuos generados con el proyecto no se dispersen en el sistema ambiental y, con

	ello, no afecten ecosistemas naturales de la UGA A-13 o cualquier otra área natural del SAR.
Es obligatoria la rehabilitación de los canales de comunicación entre los manglares que estén alterados por construcciones.	Para el desarrollo del proyecto no se realizará la rehabilitación de los canales de comunicación entre los manglares que estén alterados por construcciones en la UGA A 13; esta actividad le compete a la empresa que actualmente aprovecha la superficie para extracción de material pétreo. Cabe mencionar que, la comunidad de manglar del predio donde se establecerá el proyecto no tiene comunicación directa con la comunidad vegetal de la UGA A-13, asimismo, con el proyecto a desarrollar no se cortarán flujos hidrológicos que alimentan al manglar y tampoco se realizará la fragmentación de dicho sistema. En este sentido, las comunidades de manglar del predio se mantendrán en sus condiciones originales, las cuales actualmente no están alteradas por construcciones en su área.
Cenotes, dolinas y cavernas	**Vinculación**
Se prohíbe cualquier tipo de construcción o modificación en cenotes, cavernas y dolinas.	Con el proyecto no se realizarán construcciones o modificaciones de cenotes, cavernas o dolinas de la UGA A 13. Asimismo, no se modificará la estructura natural de cenotes, dolinas o cavernas del predio, garantizando la protección del sistema kárstico del SAR.
Se prohíbe la extracción y colecta de flora y fauna acuática salvo autorización expresa de la SEMARNAT.	Para el proyecto no se realizará extracción o colecta de flora y fauna acuática en la UGA A 13, ni en otro sitio del SAR.
Se prohíben las quemas y la alteración de la vegetación y la topografía en un área de 100 m alrededor de cuevas y cenotes.	Con el proyecto no se realizarán quemas o alteración de la vegetación y la topografía en un área de 100 m alrededor de cuevas y cenotes de la UGA A 13.
Se prohíbe la extracción de agua de cenotes a excepción del aprovechamiento de Aguas Nacionales mediante títulos de concesión y autorización por parte de la CONAGUA.	Para el proyecto no se realizará la extracción de agua de cenotes en la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.
Se prohíbe la disposición de aguas residuales, tratadas o no tratadas en cenotes, dolinas o cavernas.	Con el desarrollo del proyecto se implementará un programa de manejo integral de residuos, en el que establecerán las estrategias de acopio y tratamiento de aguas residuales; por lo tanto, no se realizará la disposición de aguas residuales, tratadas o no tratadas, en cenotes, dolinas o cavernas de la UGA A 13, del SAR o del predio.
La autorización de las obras de acceso a cuerpos de agua queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que las actividades no generarán conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos.	No se instalarán obras de acceso a cuerpos de agua de la UGA A 13. Por lo tanto, este criterio no es vinculante con el proyecto.

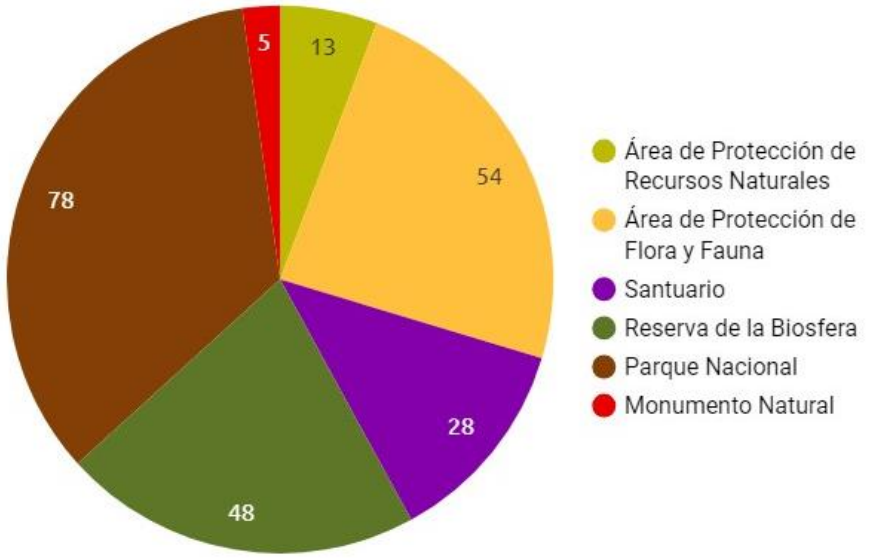
Con la vinculación del proyecto con los criterios de regulación correspondientes a la UGA A 13, se evidencia que el proyecto no contraviene lo dispuesto en el Decreto mediante el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel, Estado de Quintana Roo, México.

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

III.2.1. Áreas Naturales Protegidas (ANP)

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 226 áreas naturales protegidas de carácter federal que representan 93,807,804 hectáreas y apoya 579 Áreas Destinadas Voluntariamente a la Conservación, con una superficie de 1,265,745.12 hectáreas. De la superficie total de ANP´s 23,013,380 hectáreas corresponden a superficie terrestre protegida, lo que representa el 11.71% de la superficie terrestre nacional; de la superficie marina se protegen 70,794,424 hectáreas, lo que corresponde al 22.47% de la superficie marina del territorio nacional.



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

En el estado de Quintana Roo actualmente se encuentran 25 ANP´s (23 del estado, 1 compartida con el estado de Yucatán y 1 compartida con Yucatán y Campeche).

Tabla III.17. ANP's del estado de Quintana Roo.

Nombre	Clasificación	Estado	Municipio
Bala'an K'aax	APFF	Quintana Roo, Yucatán y Campeche	Quintana Roo: Bacalar y José María Morelos; Yucatán: Tekax; Campeche: Hopelchén
Cenote Aerolito	APFF	Quintana Roo	Cozumel
Jacinto Pat	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez
Jaguar	APFF	Quintana Roo	Tulum
La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel	APFF	Quintana Roo	Cozumel
Manglares de Nichupté	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez
Manglares de Puerto Morelos	APFF	Quintana Roo	Puerto Morelos
Otoch Ma'ax Yetel Kooh	APFF	Quintana Roo	Solidaridad y Lázaro Cárdenas
Playa Delfines	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez
San Buenaventura	APFF	Quintana Roo	Benito Juárez
Uaymil	APFF	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto y Bacalar
Yum Balam	APFF	Quintana Roo	Lázaro Cárdenas e Isla Mujeres
Arrecifes de Cozumel	PN	Quintana Roo	Cozumel
Arrecife de Puerto Morelos	PN	Quintana Roo	Benito Juárez
Arrecifes de Xcalak	PN	Quintana Roo	Costa caribe de Othón P. Blanco
Costa Occ. de I. Mujeres, Pta. Cancún y Pta. Nizuc	PN	Quintana Roo	Isla Mujeres y Benito Juárez
Isla Contoy	PN	Quintana Roo	Isla Mujeres
Tulum	PN	Quintana Roo	Solidaridad (Actualmente Tulum)
Arrecifes de Sian Ka'an	RB	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto y Tulúm
Banco Chinchorro	RB	Quintana Roo	Frente a las costas de Othón P. Blanco
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
Ría Lagartos	RB	Yucatán y Quintana Roo	Yucatán: San Felipe, Río Lagartos y Tizimín; Quintana Roo: Lázaro Cárdenas

Nombre	Clasificación	Estado	Municipio
Sian Ka'an	RB	Quintana Roo	Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad y Bacalar
Tiburón Ballena	RB	Quintana Roo	Frente a las costas del norte de Quintana Roo
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.

Considerando la ubicación del predio para "*Proyecto Venado*", no se encuentra dentro de ningún ANP.

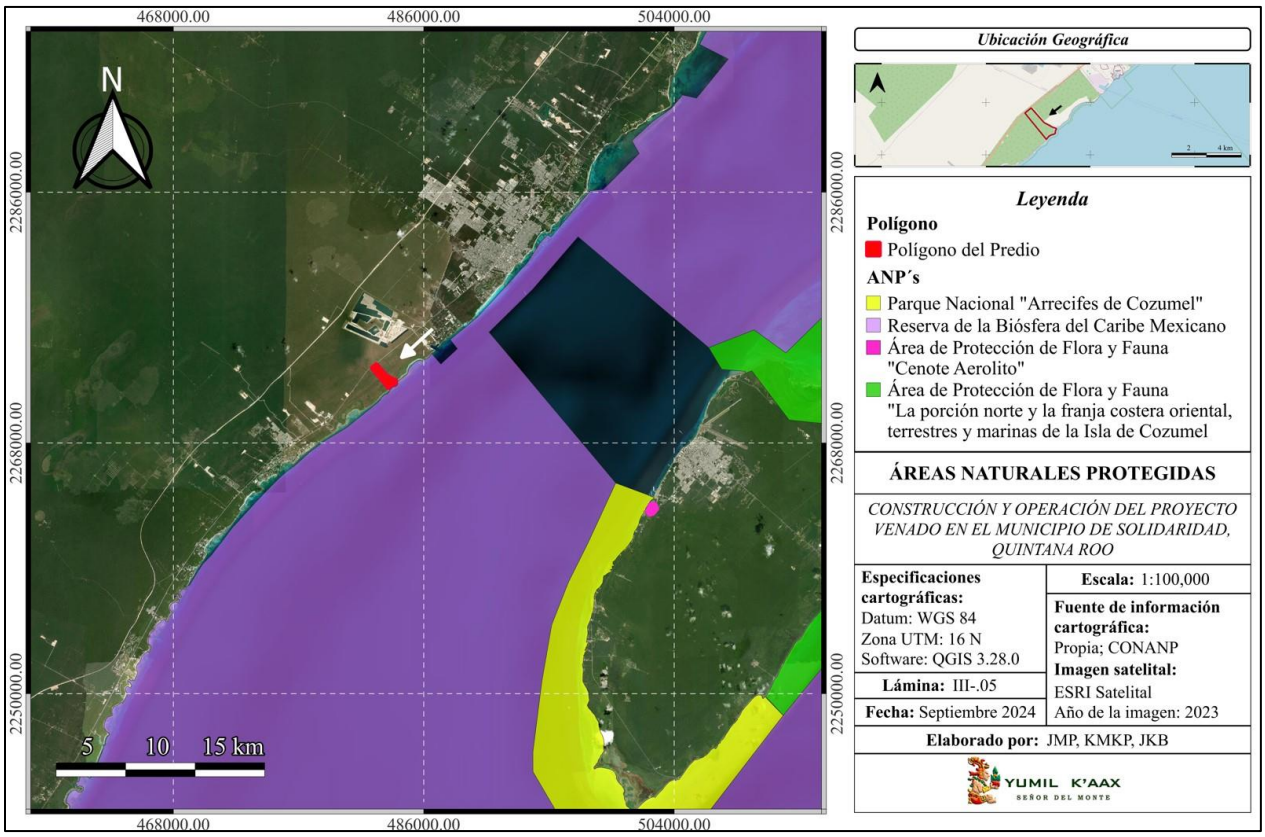


Lámina III. 4. Ubicación del predio sujeto al CUSTF fuera de alguna ANP.

El área natural protegida más cercano es la *Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano,* en zona marina. Debido a su cercanía, el predio, al igual que toda la costa del estado de Quintana Roo se ubica en zona de influencia de la reserva en mención. 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.

El Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano no establece medidas específicas, ni condiciona el desarrollo de actividades en la zona de influencia. No obstante, por la interacción de ésta zona con la Reserva, deberán garantizarse la protección de los elementos bióticos y abióticos del ambiente. Para lo anterior, la promovente de "*Proyecto Venado"* dará cumplimiento a la normatividad ambiental aplicable e implementará medidas de manejo ambiental que contribuyan a evitar la contaminación del agua, del suelo y/o el aire; que eviten la afectación de ecosistemas marinos de la reserva natural; que no se afecten o pongan en riesgo la integridad de especies de vida silvestre que transitan entre la zona del proyecto, la zona de playa y mar colindante al predio, y el ANP Caribe Mexicano. Asimismo, la conservación de sistemas claves y vulnerables como los humedales (zona de manglar) contribuye de forma indirecta con el mantenimiento del ecosistema marino general, importante para proteger los ecosistemas y su biodiversidad del ANP en mención.

Derivado de un análisis general, se determinó que las tortugas marinas que arriben a la zona de playa colindante al predio del proyecto, transitarán en la reserva Caribe Mexicano, por ello, será importante garantizar la protección de dichas especies marinas para evitar la afectación de los organismos que integran la biodiversidad del ANP referida. Si bien, en el plan de manejo de la reserva no señala acciones específicas para la zona de influencia con respecto a las tortugas marinas y su manejo, se toman las reglas 24 y 26 de dicho documento como referencia de acciones de protección; estas reglas señalan:

Regla 24. Con la finalidad de que, durante los recorridos para la observación de tortugas marinas en los sitios de anidación, no se generen impactos antropogénicos que provoquen o puedan provocar alteraciones en el ciclo de desove y sobrevivencia de las crías de tortugas, estos solo se podrán llevar a cabo de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana 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 objetivo principal del proyecto no es la de brindar servicios recreativos/deportivos turísticos (ya que no son una empresa catalogada como prestador de servicios recreativos), sin embargo, debido a la naturaleza turística de la obra, los huéspedes que visiten el "*Proyecto Venado"* realizarán actividades de sol y playa en

la costa colindante al predio, por lo tanto, deberán ser observadas y reguladas para no interferir con procesos biológicos de la fauna silvestre, entre ella las tortugas marinas. Ante la posibilidad de realizar actividades de observación de tortugas en sitios de anidación y de liberación de crías de tortugas, la promovente deberá solicitar el permiso de operación y aprovechamiento no extractivo correspondiente ante la Dirección General de Vida Silvestre o, en su caso, realizar convenios con las asociaciones civiles o campamentos tortugueros autorizados para llevar a cabo dichas actividades, en cumplimiento de la NOM-162-SEMARNAT-2012 y demás disposiciones jurídicas aplicables.

Regla 26. Durante las actividades de observación y nado con tortugas marinas no se permite alimentar, perseguir, tocar, molestar, acosar, retener, dañar o sujetar a las tortugas ni a otras especies de fauna, ni obstaculizar su ruta de nado o vías de escape.

Durante el desarrollo del proyecto no se promoverán actividades de nado con tortugas marinas, sin embargo, ante la presencia de algún ejemplar de estos reptiles en la zona marina frente al predio, la cual aprovecharán los huéspedes, se dará cumplimiento a la regla 26 del Plan de manejo de la ANP Caribe Mexicano, para ello, existirán letreros alusivos al tema en el límite de predio colindante a la playa; asimismo, existirá vigilancia en la zona de playa por personal capacitado, quién orientará a los visitantes sobre las buenas prácticas ambientales para proteger a las tortugas marinas y su hábitat.

Con lo previamente expuesto, se observa que el intercambio de especies marinas entre la zona marina de la región del proyecto y el ANP Caribe mexicano es la acción de mayor relevancia. Por lo tanto, se deberán aplicar medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales que no pongan en riesgo la existencia de la vida silvestre marina de la región y que no obstaculice los procesos naturales y flujo genético de las poblaciones silvestres de fauna y flora marina; para ello, se proponen las siguientes medidas de manejo ambiental:

- Manejo integral de residuos para evitar dispersión de residuos sólidos en el mar que pudieran afectar la integridad de la fauna marina. Asimismo, para evitar que dichos residuos se dispersen a la poligonal del ANP.
- Tratamiento de aguas residuales en una PTAR, para evitar la contaminación del agua. El agua tratada se reutilizará para el riego de áreas verdes al interior del predio del proyecto; en caso de excedente se verterá por medio de un pozo de inyección previamente autorizado, a una profundidad máxima de 120 m para evitar la posible contaminación del manto acuífero.
- Se prohibirá la extracción de fauna silvestre terrestre o acuática.
- Se prohibirá la extracción de flora marina.

- Se mantendrá como área de conservación la comunidad de manglar del predio, catalogada como un humedal costero. La superficie a conservar es de 12.56 ha.
- No se realizará la extracción de arena frente al predio o en ninguna otra playa de la región.
- No se modificará la playa rocosa frente al predio o en ningún otro lado de la región.
- No se construirán obras civiles sobre las playas colindante al predio o de la región.
- El mobiliario turístico se instalará dentro del predio, dejando libre la playa.
- Mantener la vegetación costera que contribuya con la retención del suelo en los límites del predio.
- Vigilancia de la zona de playa arenosa y rocosa colindante al predio para evitar disturbios por parte de humanos que modifiquen, deterioren o destruyan el sistema natural.
- Para el desmonte de vegetación forestal dentro del predio para el proyecto, se realizará la remoción parcial de vegetación en tres tipos de comunidades vegetales de las seis registradas en el terreno. Por lo tanto, no se removerá en su totalidad ninguna comunidad vegetal, manteniendo los servicios ambientales de éstas. En particular, la comunidad de manglar no será afectada ya que no se realizará remoción de ninguna especie de mangle ni de ninguna otra especies de flora dentro de su parche de distribución.
- Previo a la llegada de algún fenómeno hidrometeorológico a la zona, se realizará la limpieza y retiro de objetos en la zona de playa colindante, así como se sujetarán las obras civiles del predio más cercanas a la playa, con el fin de evitar que éstas salgan disparadas como proyectiles hacia el mar.
- Las brechas en ZOFEMAT será rústicas, por lo que se mantendrá el suelo de arena; en este sentido, se mantendrá la superficie de aprovechamiento de las tortugas marinas para anidación.
- Se solicitará ante la SEMARNAT el permiso de aprovechamiento no extractivo de tortugas marinas para operar un corral; asimismo, se someterá un Plan de Manejo de Tortugas Marinas, en el que se incluirá la operación del corral.

Con las medidas implementadas, se podrán prevenir y mitigar impactos ambientales a generarse con el desarrollo del proyecto propuesto. De este modo, no se generarán impactos negativos sobre los ecosistemas marinos del ANP Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, contribuyendo con la protección y conservación de elementos bióticos y abióticos del área protegida.

III.2.2. Sitios Prioritarios de Conservación

III.2.2.1. Regiones Terrestres Prioritarias

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 predio para desarrollar "*Proyecto Venado*" ubicado en el municipio de Solidaridad, no se encuentra en ninguna región terrestre prioritaria, siendo las más cercana la Región 147-Sian Ka'an-Uaymil-Xcalak al sur del municipio de Tulum, motivo por el que no coincide con el municipio de Solidaridad donde se localiza el predio de interés. Con el desarrollo del proyecto y las actividades de construcción no se afectará ningún ecosistema de la Región 147-Sian Ka'an-Uaymil-Xcalak. Los materiales a utilizar para la construcción de las obras previstas se obtendrán de sitios autorizados por las autoridades correspondientes para evitar la extracción ilegal, por ejemplo, de la madera para diversas obras que integran el proyecto.

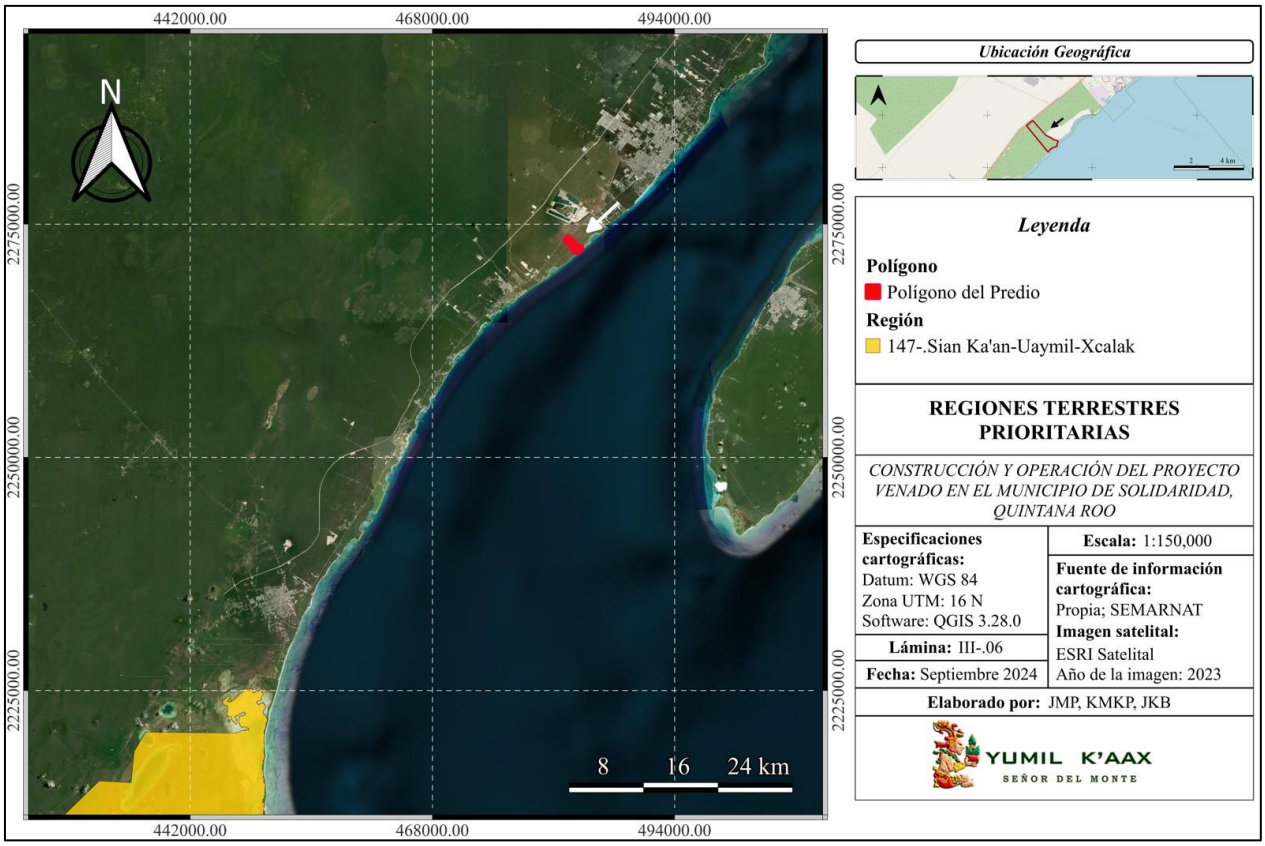


Lámina III.5. Ubicación del predio fuera de alguna RTP.

III.2.2.2. Regiones Hidrológicas Prioritarias

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

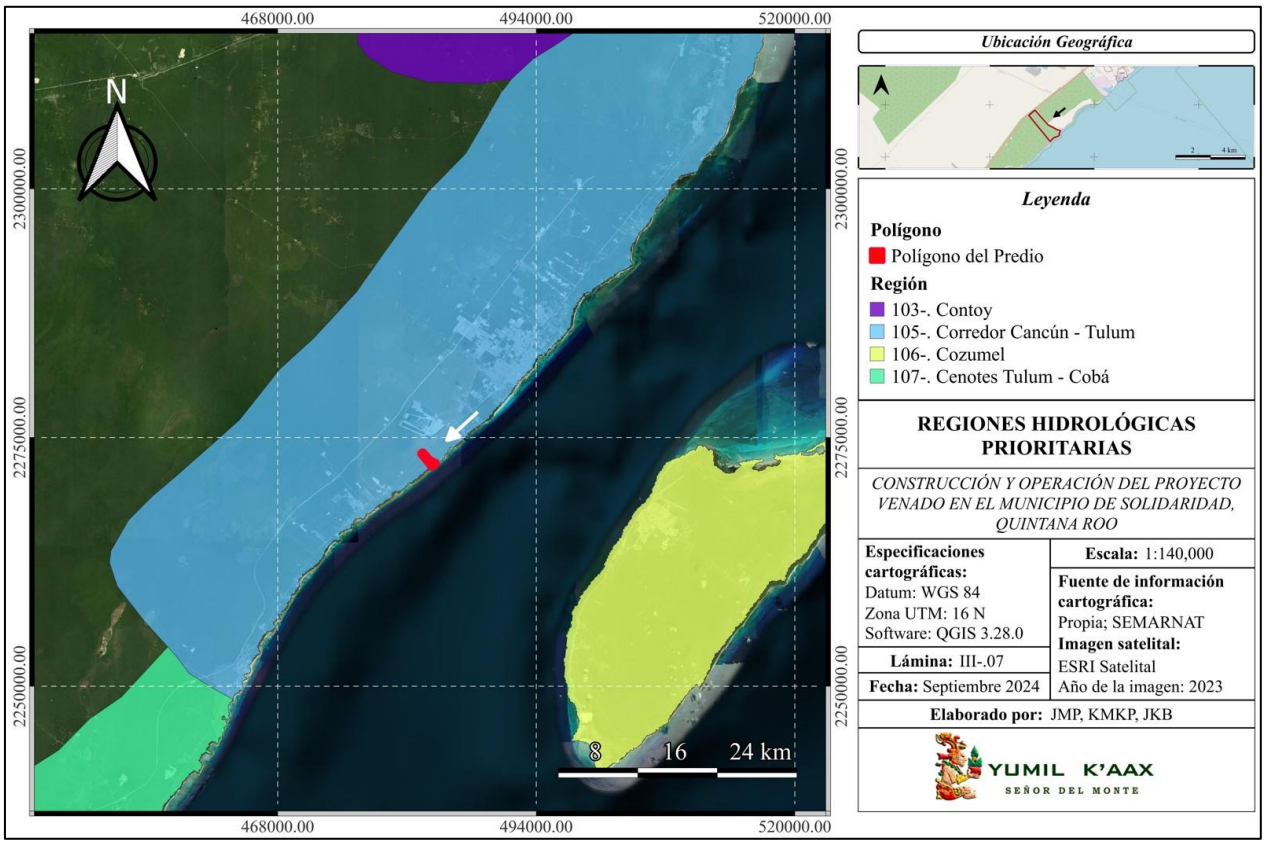


Lámina III. 6. Ubicación del predio sujeto al CUSTF en la RHP 105.

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 se establecerá en una unidad paisajística denominada corredor turístico Punta Venado-Paamul, de acuerdo con el POEL del municipio de Solidaridad; en éste se identifica el bajo impacto por presencia de obras civiles, motivo por el cual se tiene el interés de proteger y conservar la mayor superficie en condiciones naturales, con presencia de sus componentes ambientales, en especial aquellos claves como los humedales (manglar, cenotes y zonas inundables). Por ello, se estableció a través del POEL la estrategia de aprovechar como máximo el 35% del predio a desarrollar, para reducir la deforestación y modificación del entorno natural.

  Con el proyecto propuesto, se da cumplimiento a la estrategia señalada, ya que el aprovechamiento permanente se llevará a cambio en un 15.12% de la superficie total del predio; la remoción vegetal forestal se realizará en una superficie equivalente al 12.96% del terreno, ya que existen áreas sin

cobertura vegetal previamente impactadas, las cuales serán aprovechadas para establecer las obras propuestas. Cabe mencionar que, no será posible aprovechar todas las zonas sin vegetación, motivo por el cual se reforestarán, recuperando una cobertura vegetal en una superficie de 0.843 ha.

Es importante señalar que, no se realizará tala de manglar, por el contrario, se establecerá como áreas de conservación la superficie de distribución actual de la comunidad de manglar, equivalente al 11.60 % de la superficie total del predio, es decir, 12.94 ha.

En el predio no se rellenarán áreas inundables; las obras se distribuirán de forma que no se afecten u obstaculicen zonas inundables o sitios de escurrimiento hacia estas áreas. Para el proyecto se establecerán cuerpo de agua de origen artificial, los cuales también serán receptores de agua pluvial, controlando inundaciones de zonas aledañas, aunado a la instalación de pozos pluviales. Los cuerpos de agua a construir no tendrán conexión con el acuífero para evitar su contaminación.

- *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 las obras, por ello, los residuos como embalajes, PET, aluminio, vidrio, papel y cartón, se dispondrán finalmente en el relleno sanitario del municipio de Solidaridad.

  Las aguas residuales, durante la etapa de preparación del sitio y la etapa de construcción, se acopiarán en sanitarios portátiles; la empresa arrendadora de las unidades se encargará de la limpieza, tratamientos de aguas negras y disposición final de las mismas en sitios autorizados. En la etapa de operación, las aguas residuales serán enviadas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales a construir con el proyecto, con lo cual se evitará su dispersión en el medio; las aguas tratadas serán reutilizadas para riesgo de áreas verdes y el excedente se inyectará en un pozo de una profundidad de hasta 120 metros. 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 y/o 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.2.2.3. Regiones Marinas Prioritarias

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). A través del 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 identificó que el predio se encuentra en la Región Marina Prioritaria Punta 64-Tulum-Xpuhá.

Las problemáticas identificadas para esta región, son:

- *Modificación del entorno: dragas, relleno de áreas inundables, desforestación. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras y turísticas. Blanqueamiento de corales.*

Con el desarrollo del proyecto no se llevarán a cabo actividades de dragado, ni relleno de áreas inundables,; asimismo, no se hará uso de embarcaciones de ningún tipo y no se ejecutarán actividades de construcción en zona marina. En cuanto a la deforestación, para reducir la remoción de cobertura vegetal, se respetará la estrategia de aprovechar hasta el 35% del predio, de acuerdo con la UGA 16 del POEL del municipio de Solidaridad. Por lo anterior, se contempla aprovechar una superficie de 16.86 ha del predio, equivalente al 15.12% de la superficie total del mismo; para realizar el aprovechamiento se considera remover de forma permanente una cobertura vegetal forestal de 14.46 ha equivalentes al 12.96% del terreno. Se realizará el desmonte en vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, chital y matorral costero; será una remoción parcial por lo que se asegura que se mantendrán presentes dichas comunidades en el predio,

protegiendo así los servicios ambientales que brinda. Con lo anterior, se garantiza que no se removerá vegetación de manglar, por el contrario, se destinará como área de conservación.

- *Contaminación: por basura y aguas residuales.*

Para evitar la contaminación de los componentes ambientales, se realizará el manejo integral de los residuos generados durante todas las etapas de desarrollo del proyecto. Los residuos sólidos urbanos se dispondrán finalmente en el relleno sanitario del municipio de Solidaridad; las aguas negras serán acopiadas en sanitarios portátiles, y su limpieza estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades; los residuos de manejo especial como escombros y derivado de la demolición de construcciones de block, se dispondrán en los sitios de disposición final autorizados en el municipio para tal fin, para lo cual se consultará el padrón estatal de prestadores de servicios de recolecta y acopio de residuos de manejo especial; entre los residuos peligrosos, se identifica el desecho de pilas y, la generación de residuos de pintura e impermeabilizante, por lo tanto, los residuos peligrosos se separarán en un almacén temporal dentro del predio y se transportarán a los sitios de disposición final autorizados en el municipio. En la etapa de operación, las aguas negras serán transferidas a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) del proyecto; una vez tratadas, serán reutilizadas en el riego de áreas verdes, el excedente se inyectará en un pozo de hasta 120 m de profundidad.

- *Uso de recursos: presión sobre manatí y tortugas.*

Para el desarrollo del proyecto no se hará uso de recursos marinos o costeros que generen presión sobre individuos de manatí o tortugas marinas. Para asegurar que no se afecten a las tortugas marinas durante la temporada de anidación, se realizará la vigilancia de la playa colindante al predio y se restringirán actividades hasta antes de la noche, para evitar que los huéspedes dañen, molesten o afecten a los reptiles marinos o a sus nidos y huevos. Los nidos serán marcados y, de ser necesario se reubicarán en un corral Tortuguero, ya sea el administrado por la Asociación que actualmente patrulla la zona, o en uno que administre el proyecto previa autorización de la Secretaría.

- *Regulación: falta de normatividad en caletas y cenotes por parte del sector turístico.*

Durante el desarrollo del proyecto se dará cumplimiento a diversas leyes y reglamentos en materia ambiental que regulan el tipo de obras a establecer en el predio. Particularmente, no se modificarán los cenotes que se encuentran en el terreno, protegiendo los componentes ambientales que lo integran, asimismo, se mantendrá un margen de protección de los mismos donde no se construirán obras permanentes.

Considerando lo previamente expuesto, el proyecto a desarrollar no contribuye significativamente con el aumento de las problemáticas identificadas para la RMP 64-Tulum-Xpuhá, de este modo, se propicia la protección de componentes ambientales de la región.

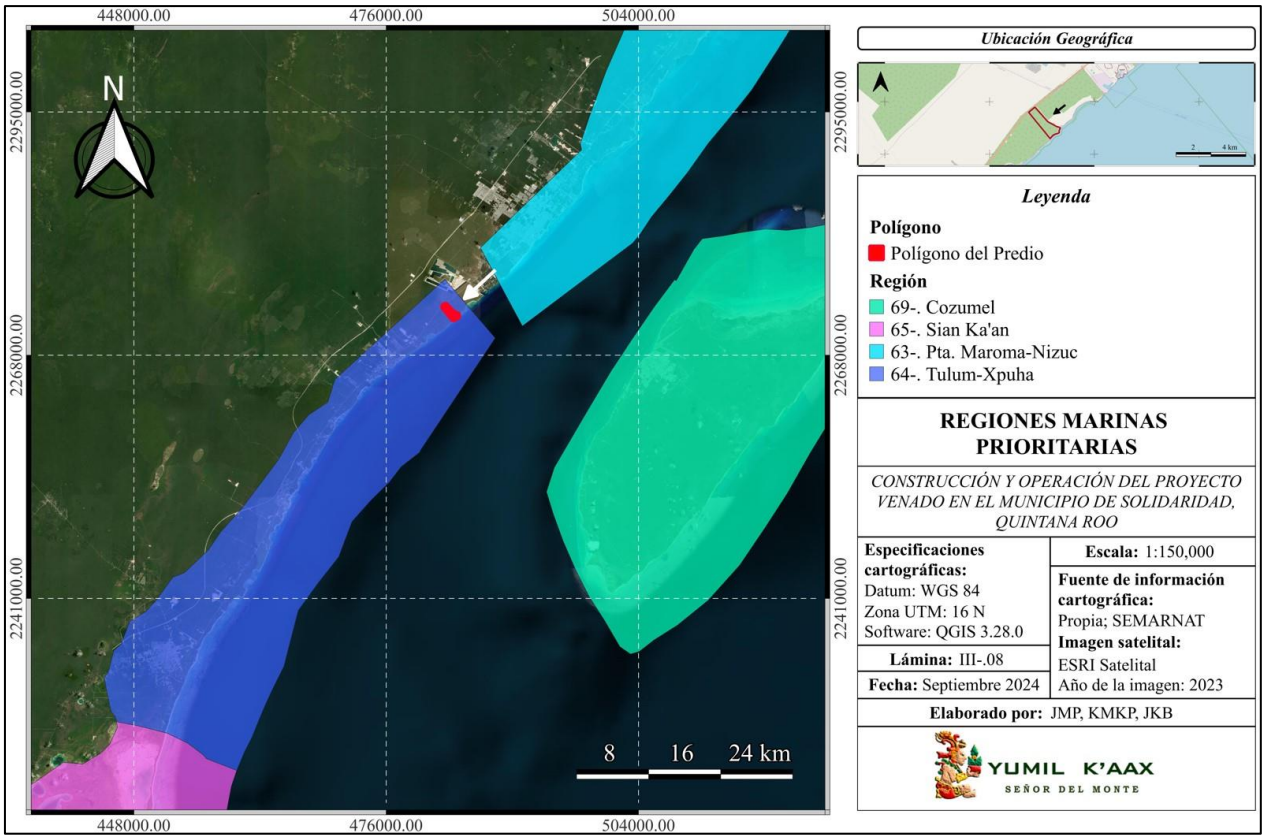


Lámina III.7. Ubicación del predio en la RMP 64.

III.2.2.4. Sitios Prioritarios Terrestres

La planificación de la conservación de la biodiversidad terrestre es fundamental ya que México pertenece a uno de los países llamados megadiversos. La excepcional biodiversidad de México se expresa en la heterogeneidad de sus paisajes, ecosistemas y numerosas especies que se distribuyen en todo su territorio, albergando 12% de los organismos vivos del planeta. Sin embargo, esta biodiversidad se encuentra altamente amenazada por las altas tasas de deforestación y degradación ambiental. Aunado a esto, el tráfico ilegal de especies, la contaminación y el establecimiento de especies exóticas invasoras incrementan el riesgo de extinción de un gran número de especies.

Los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre refieren el nivel de protección con unidades de análisis de 256 km^2 y datos de especies, comunidades y los principales factores que las amenazan. Se identificaron sitios de extrema, alta y media prioridad. Se identificaron 1093 unidades de media prioridad (frecuencia de selección 90-99% del ejercicio de priorización de acuerdo a las metas establecidas en los talleres), 1145 unidades de alta prioridad (frecuencia de selección 100% del ejercicio de

priorización de acuerdo a las metas establecidas en los talleres) y 176 de extrema prioridad (frecuencia de selección 100%; coincidentes en dos ejercicio de priorización, el primero de acuerdo a las metas establecidas en los talleres y el segundo ejercicio con metas reducidas para los tipos de vegetación primaria y secundaria).

La delimitación de estos sitios terrestres constituye un avance con respecto a las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), debido principalmente a que en este ejercicio se hizo una delimitación más detallada y de mayor resolución de los sitios terrestres en comparación con las RTP que son áreas generalizadas. Es cartografía elaborada en la Dirección Técnica de Análisis y Prioirdades de la CONABIO.

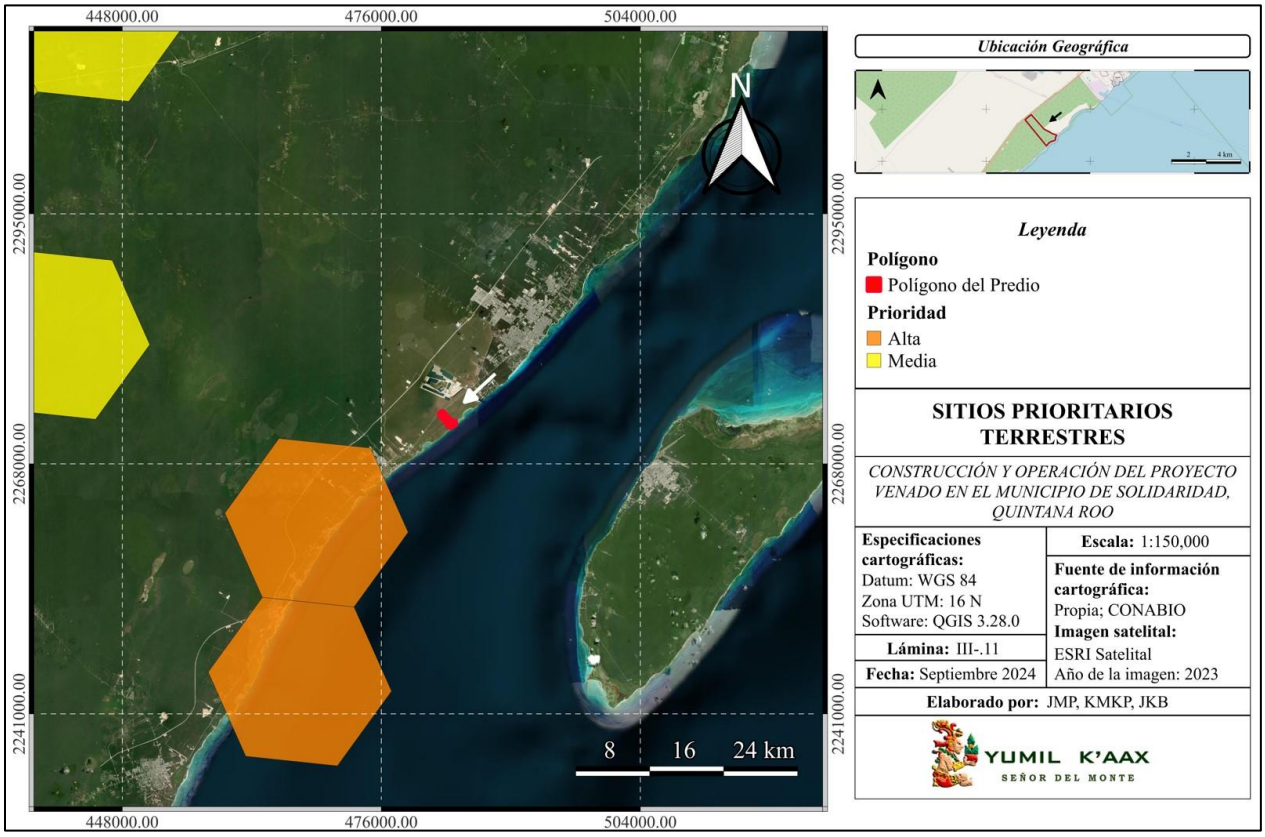


Lámina III.8. El predio no se ubica en un sitio prioritario terrestre.

De acuerdo con la ubicación del predio, éste no se encuentra de ningún sitio prioritario para la conservación, sin embargo, debido a los componentes del paisaje natural del área y de la presencia de una rica diversidad de flora y fauna, se establecieron medidas de manejo ambiental que contribuirán a proteger la biodiversidad presente en el predio. Un aspecto relevante es delimitar como área de conservación a la comunidad de manglar del predio, por medio del cual se asegura la permanencia del humedal, un sistema vulnerable y de mayor afectación en la región; así, el proyecto contribuye a conservar servicios ambientales que el manglar otorga, importantes para el buen funcionamiento del ecosistema costero.

III.2.2.5. Sitios Prioritarios Marinos

La planificación de la conservación de la biodiversidad marina es fundamental ya que un componente esencial de la megadiversidad de México son los ambientes costeros, oceánicos e insulares. Estos ecosistemas son de importancia crítica ya que en ellos habitan una gran cantidad de especies tanto endémicas como de distribución amplia y al mismo tiempo son sitios importantes de reproducción, anidación, descanso y alimentación de la fauna marina y aves migratorias.

Debido a las grandes diferencias en conocimiento y disponibilidad de información sobre la biodiversidad de las diferentes regiones marinas de México, se decidió utilizar la opinión de expertos para la identificación de los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad marina, que incluye costas, océanos e islas. Para este fin, el 4 y 5 de octubre de 2005 se efectuó en la ciudad de México el Taller para la determinación de sitios prioritarios marinos y costeros para la conservación, organizado por CONABIO, CONANP, Pronatura y TNC. El resultado final fueron 105 sitios marinos.

El predio para desarrollar el proyecto, así como el SAR, no se encuentran dentro de ningún sitio prioritario marino. No obstante, se implementarán medidas de manejo ambiental que eviten la contaminación del agua, tanto de corrientes continentales subterráneas, como aguas de zona marina.

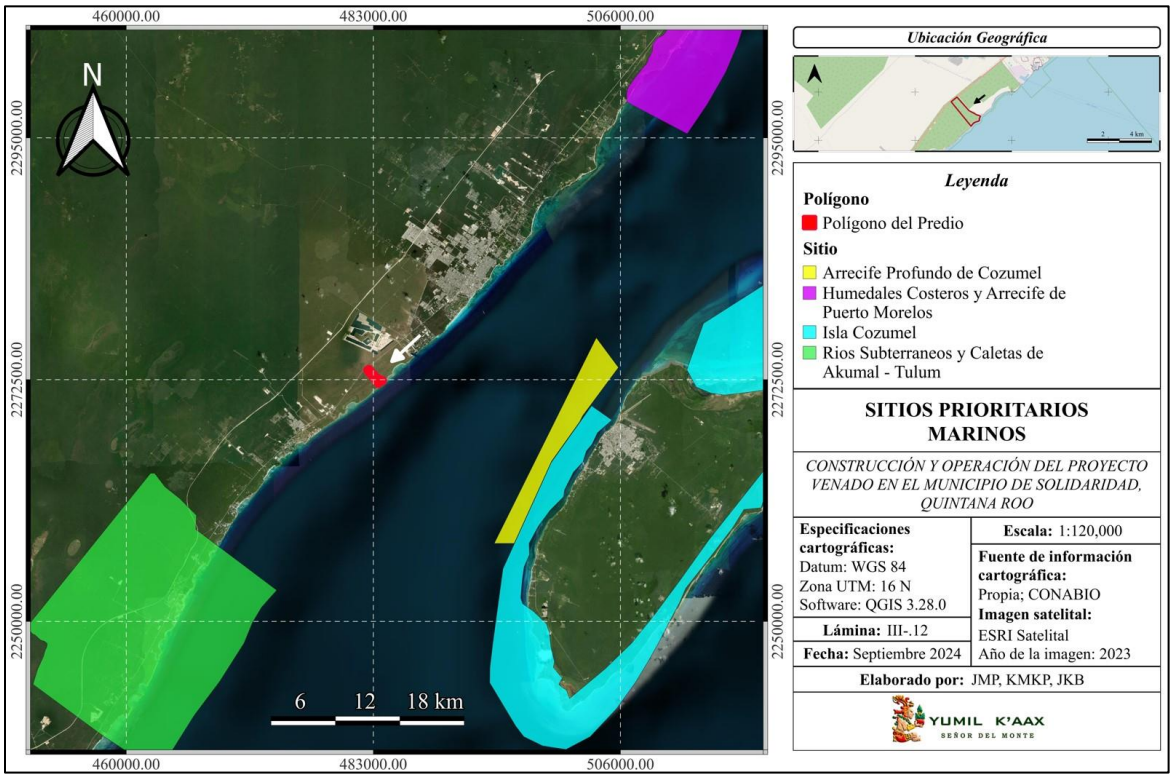


Lámina III.9. El predio no se ubica en un sitio prioritario marino.

III.2.2.6. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS)

Las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) surgen de un programa de Birdlife Internacional, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo; mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio. El interés de establecer las AICA's, es que sea una herramienta de información útil para la toma de decisiones que contribuya a normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación, así como proveer datos de distribución y ecología, a los estudiosos de las aves y contribuir a fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional. Dentro de las 243 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 especies endémicas, semiendémicas y cuasiendémicas. De acuerdo con la ubicación del predio, éste no se encuentra en ninguna AICA.

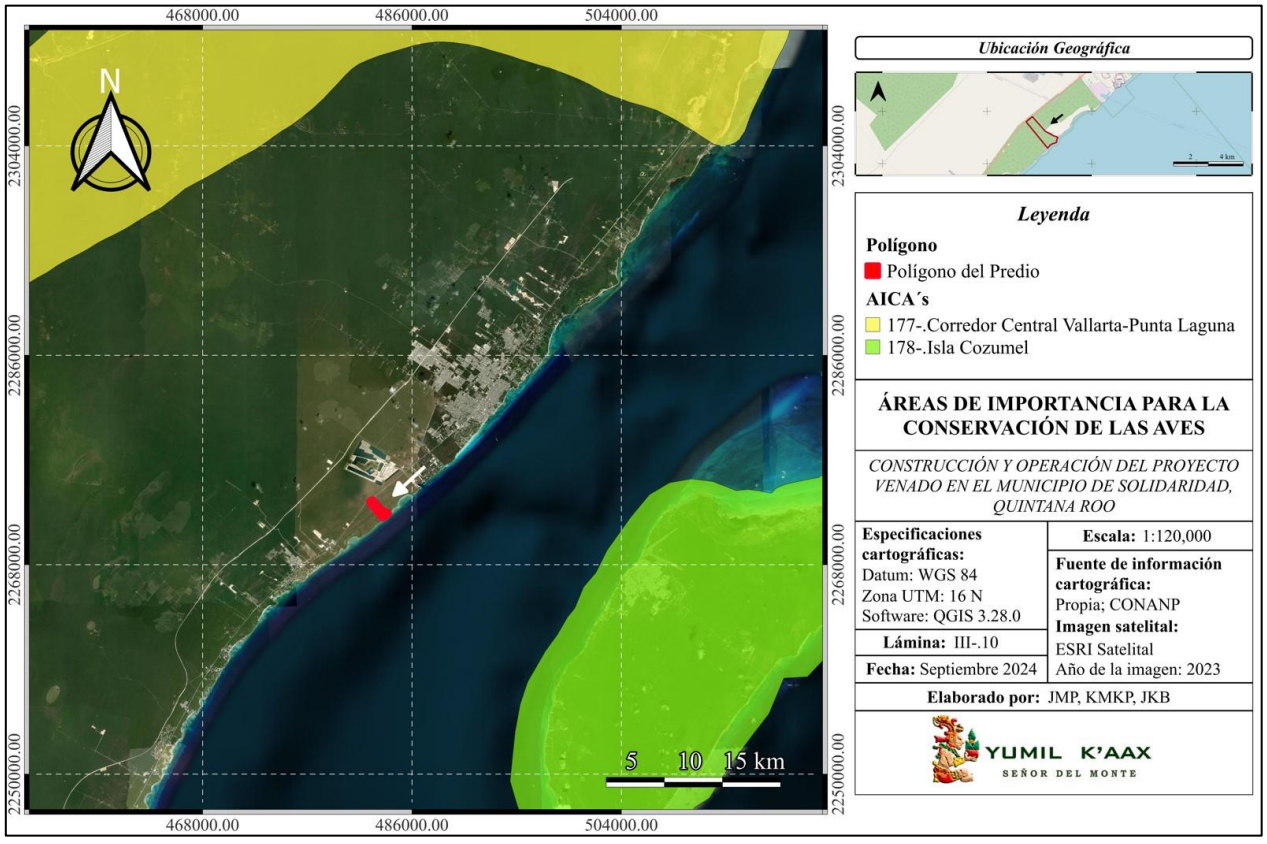


Lámina III. 10. Ubicación del predio fuera de sitios AICA.

Por la distancia, la construcción y operación del proyecto no influirá sobre las AICA's de la región. Cabe mencionar que, debido a que en el predio se mantendrá en condiciones originales y con cobertura vegetal un 84.88% de la superficie total del terreno, se conservarán componentes ambientales que permitirán el

tránsito, refugio, alimentación y reproducción de diversas especies de aves, incluidas aquellas en alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y aquellas especies endémicas o cuasiendémicas de la región.

En el predio se conservará la presencia de todos los tipos de vegetación del predio, ya que la remoción de vegetación forestal será parcial, por lo tanto no se desmontará en su totalidad toda la cobertura de los tres tipos de comunidades vegetales por afectar. De los seis tipos de vegetación (manglar, selva de transición, vegetación de duna costera, matorral costero, chital y comunidad secundaria de selva mediana subperennifolia), solo serán impactados directamente la selva mediana subperennifolia (13.06 ha de forma permanente y 0.032 ha de forma temporal), el chital (0.66 ha de forma permanente y 0.00 ha de forma temporal) y el matorral costero (0.73 ha permanente y 0.00 ha de forma temporal). Con lo anterior, se garantiza que no se desmontará vegetación de manglar, por el contrario, se mantendrá como área de conservación. Tampoco se afectará selva de transición debido a que se distribuye de forma dispersa ejemplares de manglar; tampoco se removerá cobertura de la vegetación de duna costera.

La presencia de vegetación y las especies de flora que corresponde a cada tipo de comunidad vegetal del predio, permitirá conservar las condiciones y elementos idóneos para el desarrollo de las aves que transiten o refugien en el predio; permanecerán recursos alimenticios y hábitats para su reproducción. Debido a la concentración de las obras del proyecto, se mantendrá la continuidad de parches de vegetación, sitios que no serán de fácil acceso para los huéspedes o trabajadores del proyecto, lo cual permite que la fauna silvestre pueda desarrollar sus actividades sin amenaza por actividades humanas, reduciendo la presión sobre ellos lo que protege su integridad.

Con las acciones señaladas, se prevé que el predio conservará componentes ambientales e interacciones ecológicas que contribuirán a mantener en equilibrio el sistema natural, con lo cual se protege la biodiversidad regional, al no poner en riesgo la existencia o permanencia de las comunidades de flora y fauna silvestre nativas de la región.

III.2.2.7. Sitios Ramsar

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas reconocidas a nivel internacional al poseer una asignación de acuerdo a los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte; la Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971, de ahí que se conozcan como 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.

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, el proyecto, no se ubicará dentro de ningún sitio Ramsar.

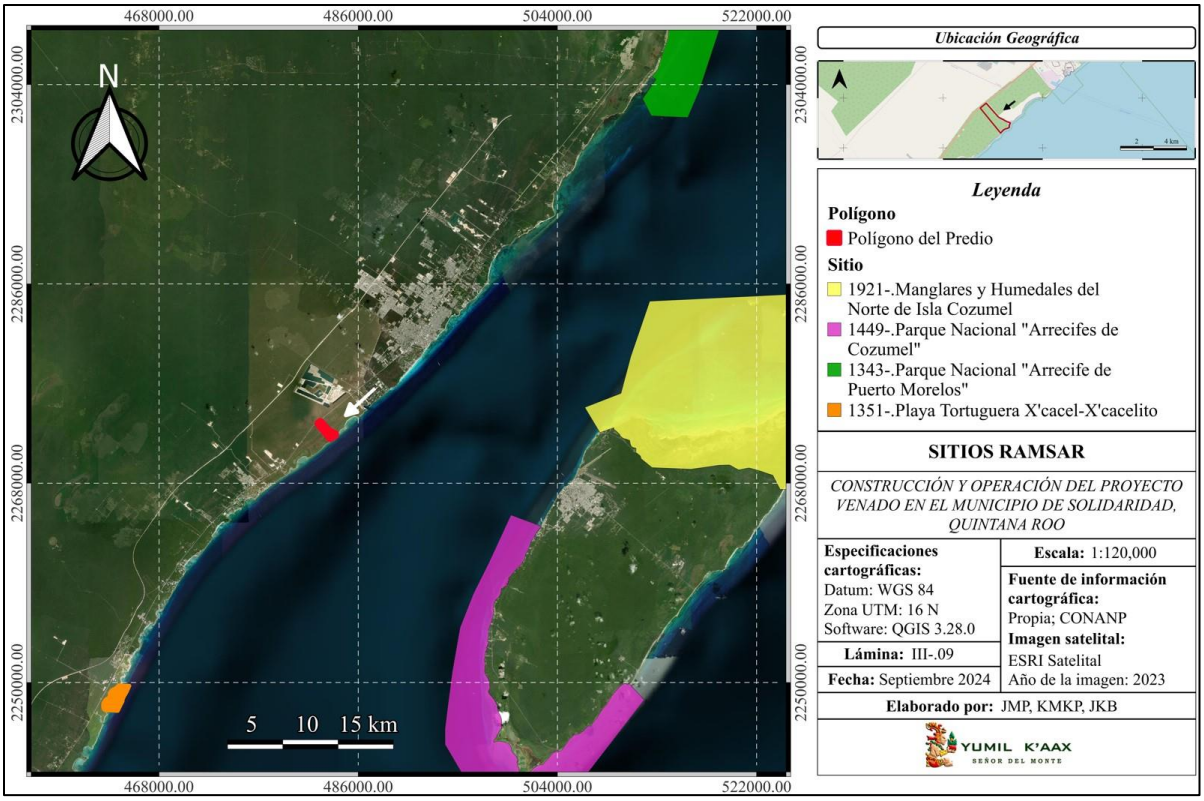


Lámina III. 11. Ubicación del predio fuera de sitios Ramsar.

A pesar de no ser parte de un sitio Ramsar, se reconoce el valor e importancia ecológica de los humedales del predio, motivo por el cual se realizará la protección de éstos a través de distintas estrategias, siendo las de mayor relevancia el no modificar los humedales ni sus componentes ambientales y la de destinar como área de conservación la superficie donde se distribuye el manglar, conservando los servicios ambientales que brinda al ecosistema costero.

III.2.2.8. Sitios Prioritarios para la conservación de los primates mexicanos

En México se distribuyen tres especies de primates no humanos, el mono aullador negro (*Alouatta pigra*), el mono aullador de manto o mono aullador pardo (*Alouatta palliata mexicana*) y el mono araña (*Ateles geoffroyi vellerosus y A. geoffroyi yucatanensis*). En el ámbito nacional su conservación se ha considerado prioritaria debido al alto grado de amenaza que actualmente enfrentan sus poblaciones, así como por el papel clave que desempeñan en la regeneración de las selvas. La identificación de los sitios prioritarios para la conservación de los primates mexicanos es un primer paso para orientar de manera más efectiva las acciones para su protección, y es una herramienta de gran valor para la continuidad del Programa de Acción para la Conservación de las Especies (PACE).

De acuerdo con la ubicación, el predio coincide con un polígono de sitio prioritario para la conservación de primates mexicanos.

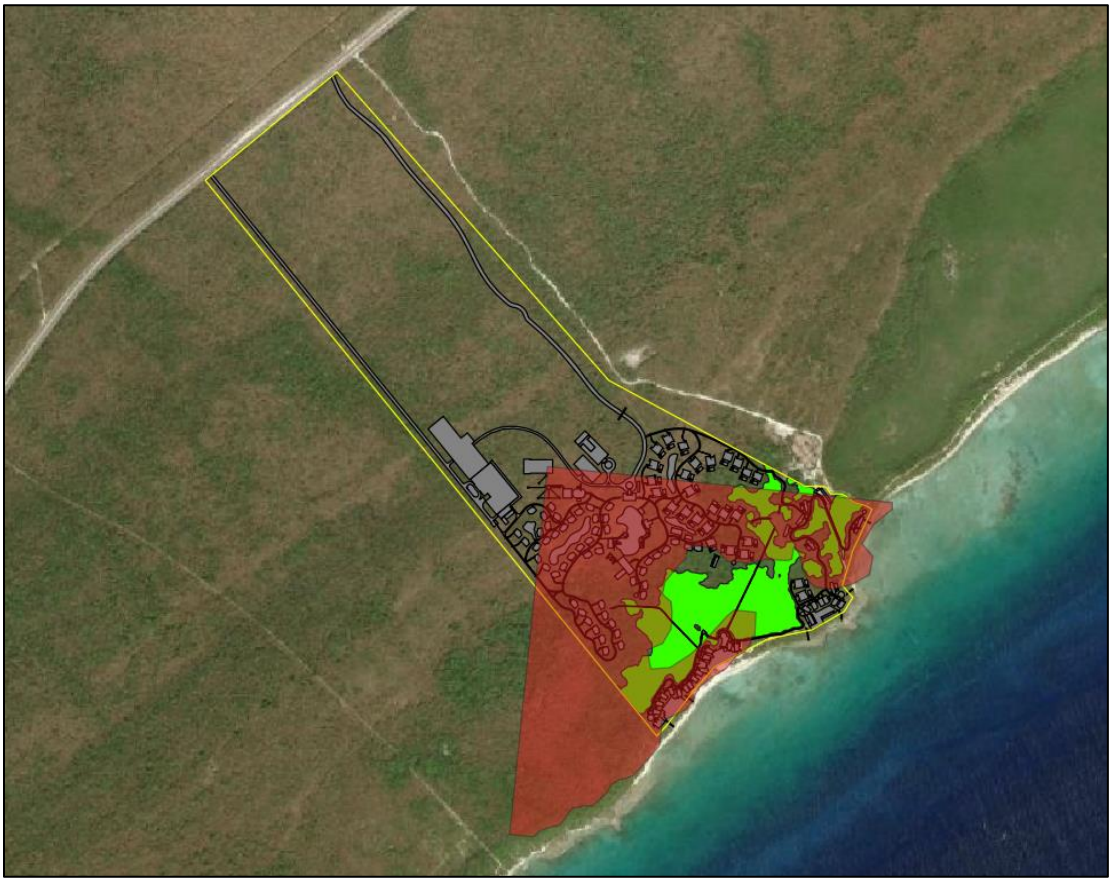


Imagen III. 1. Ubicación del predio con respecto a sitio prioritario de conservación de primates. En verde se señala la distribución de manglar.

La designación del área coincide con la presencia de mono araña en el predio (*Ateles geoffroyi vellerosus*), especie observada durante los recorridos del predio. De acuerdo con los registros, se estima que una tropa habita el predio y sitios colindantes, desplazándose de sur a norte; particularmente, se observaron hasta cinco ejemplares en una misma zona en dos ocasiones diferentes, cerca de un área de cenote; posteriormente, se avistaron en una zona cercana donde las características eran similares a las circundantes del cenote. Entre las características más notorias del área más frecuentada está la presencia de árboles con alturas de 6 a 8 metros; distribución de árboles con frutos dulces como *Manilkara zapota*; fácil acceso a agua de los cenotes; cavernas; dosel abundante que mantiene conexión aún entre senderos existentes; y vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. Durante los avistamientos, los monos resultaron curiosos ante la presencia humana y, aunque no bajaron, se mantuvieron hasta 10 minutos observando desde las copas al personal de muestreo, obteniendo evidencia fotográfica.

Se tiene evidencia que, los monos araña suelen acercarse a asentamientos humanos e incluso, en complejos hoteleros, se ha registrado la entrada de ejemplares a lobbys y áreas de recepción. La presencia de obras civiles no es impedimento para el desplazamiento de monos, siempre y cuando exista vegetación alta, alimento, agua y sitios de refugio entre las zonas impactadas.



Imagen III.2. Monos araña dentro de un restaurante de hotel en la Riviera Maya. Fuente: El Tiempo.com

Considerando esto, se pronostica que, los monos permanecerán en el predio aún con las obras civiles presentes, ya que entre éstas existirá vegetación natural original del predio; aunado a ello, se conservarán especies de flora que proveerán de alimento a esta especie; un factor relevante es que la zona donde se registraron más ocasiones, estará libre de obras civiles, asimismo, se distribuirán pasos de fauna superiores para que pueden transitar entre las obras de sur a norte y, posteriormente, regresar al sur del predio donde se cree que tienen su refugio principal. Además, se implementarán medidas de protección como no molestar, no alimentar, no provocar y no agredir a los monos, así como establecer barreras en restaurantes, para evitar

una interacción negativa entre los huéspedes y los animales silvestres. El manejo integral de residuos generados también contribuirá a mantener limpio los hábitats de esta especie de primate.

Si bien, los monos se adecuan a la presencia humana y de obras civiles, será importante implementar las medidas previamente mencionadas para no modificar los patrones de comportamiento de los primates. El éxito de la protección de especies de vida silvestre no solo recae en que los ejemplares estén vivos, sino que tengan un desarrollo íntegro y digno dentro del ecosistema, en el que puedan acceder a recursos naturales para su alimentación, crecimiento y reproducción, así como mantener comportamientos que permiten la interacción ecológica positiva con otros componentes del sistema natural. Por ello, será importante realizar el monitoreo de la tropa de mono araña dentro del predio, para lo cual se implementará un programa de monitoreo de especies en peligro de extinción dentro del proyecto, ya que, además de esta especie de primate, se registró a la especie *Eira barbara* (viejo de monte).

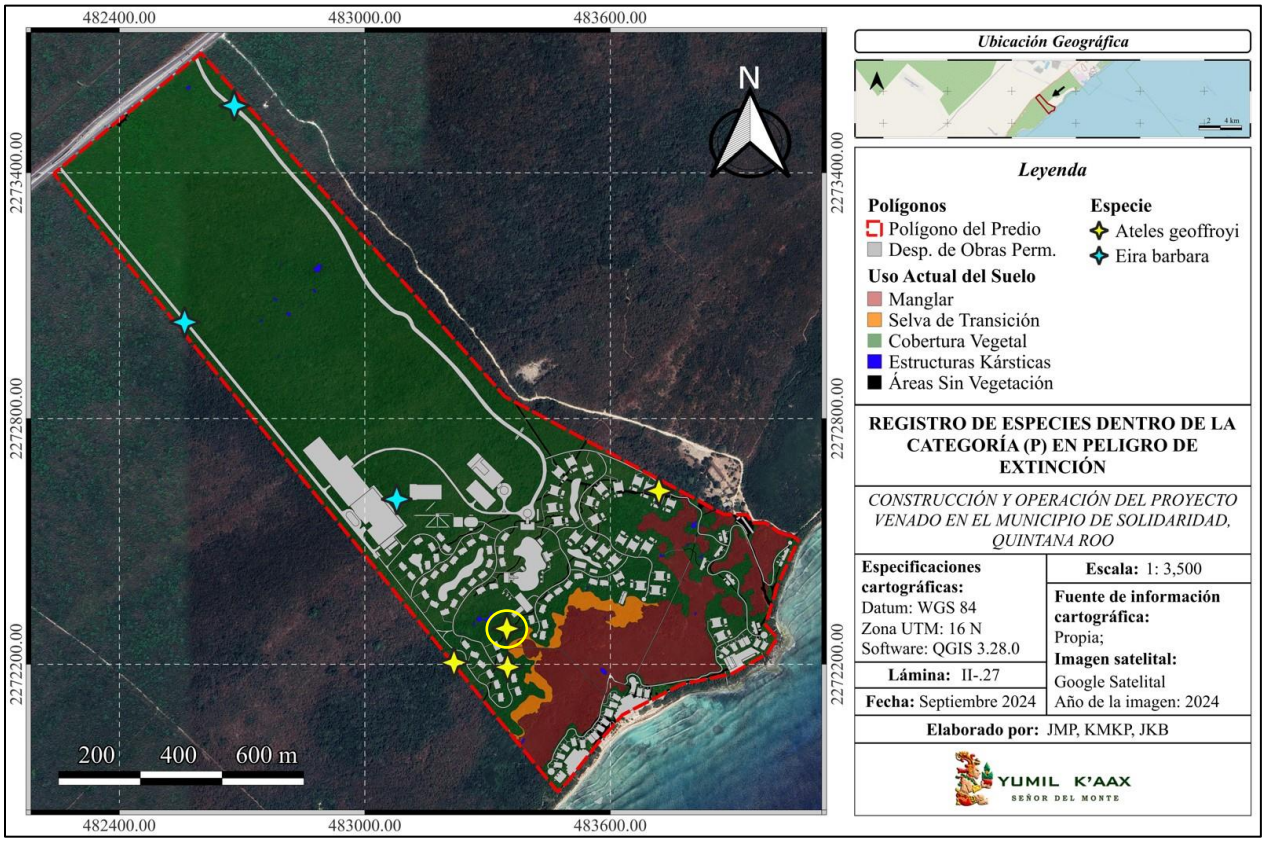


Lámina III. 12. Sitios de avistamiento directo de mono araña en el predio. La mayor cantidad de avistamiento se encuentra en la zona sur; en el círculo amarillo se señala el sitio donde se avistaron en dos ocasiones y días diferentes, sitio donde no se construirán obras y en el que permanecerá el cenote libre.

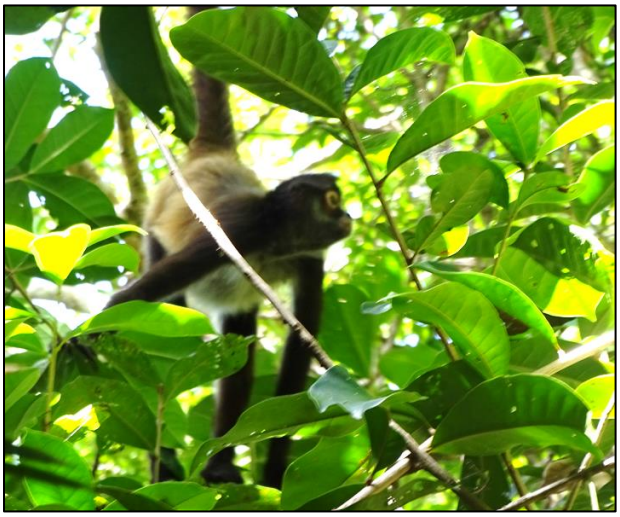


Foto 1. Ejemplar de mono araña observado en el predio, en el sitio cercano al cenote.

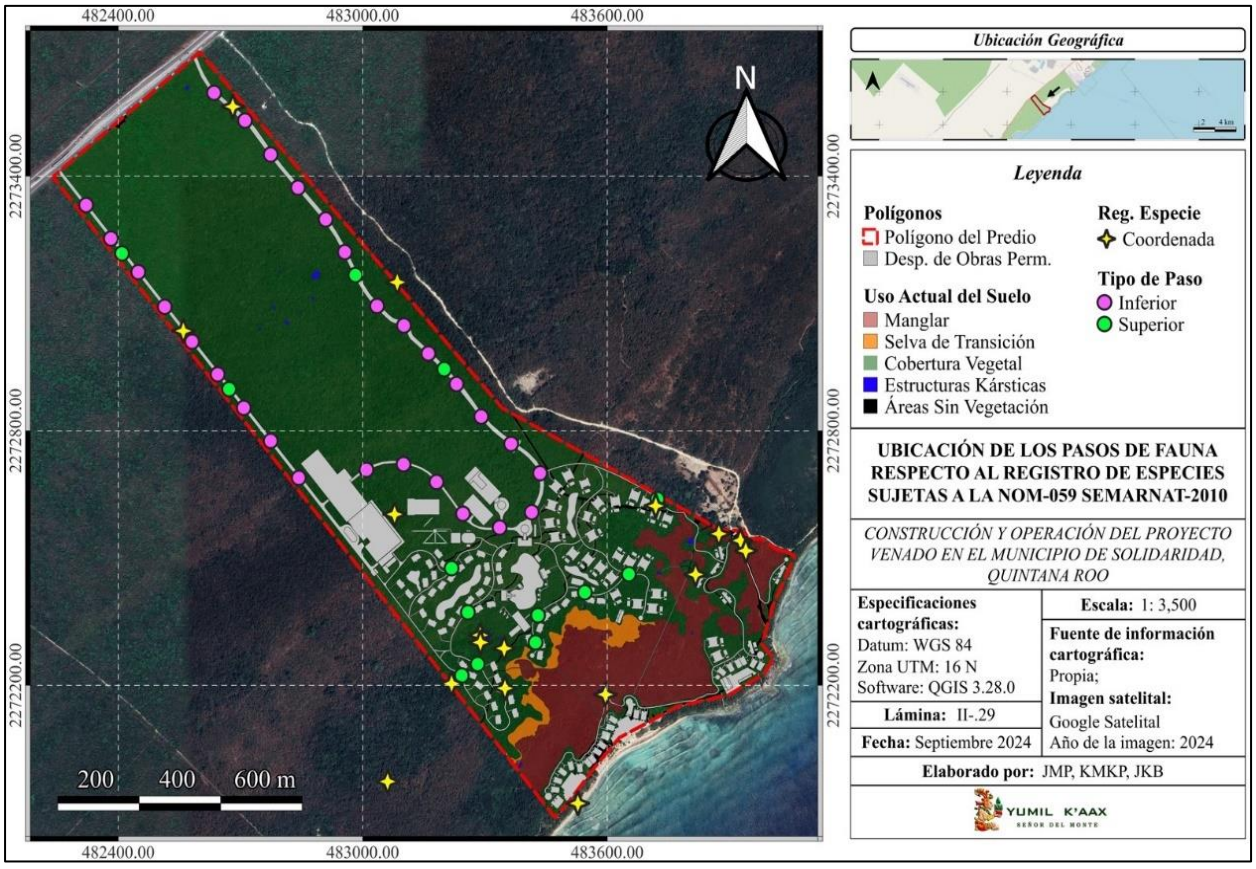


Lámina II.13. Se aprecia la distribución de pasos de fauna superiores, que consistirán en redes aéreas que conectarán el dosel de la vegetación. Los pasos atienden un posible patrón de desplazamiento de los monos. Nota: no todos los puntos amarillos son monos; aquí se presenta la distribución general de especies en categoría de riesgo registrada en el predio.

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

III.3.1. Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-2050

El objetivo principal para la elaboración para el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad, Quintana Roo, fue: "Formular la estrategia de desarrollo urbano del Municipio de Solidaridad, en donde se establezcan las acciones a seguir para impulsar el desarrollo turístico de calidad, socialmente incluyente, ambientalmente sustentable y territorialmente ordenada, así como el proponer la infraestructura, el equipamiento y los servicios de apoyo necesarios para el impulso y consolidación de esta actividad".

En este programa se establece la zonificación del municipio, quedando como sigue:

Zonificación primaria

La función de la zonificación primaria es ordenar, regular y planear el desarrollo urbano del Municipio acorde a las estrategias planteadas. Para ello, el territorio se ha dividido en distintas áreas, entre los que se encuentran:

- *Zonas Urbanas:* Corresponde a la mancha urbana de cada centro de población, con servicios de infraestructura, equipamiento, construcciones e instalaciones urbanas y turísticas. Se han clasificado en: áreas de urbanización progresiva, objeto de acciones de mejoramiento social y en áreas de renovación urbana, que requieren de acciones técnicas de acondicionamiento de suelo, mejoramiento, saneamiento, reposición, y complemento de los elementos dentro del centro de población. Estas últimas podrán implicar nuevas modalidades o intensidades para su utilización, por lo tanto, en esta clasificación están todas las zonas construidas y equipadas y todas aquellas áreas construibles o susceptibles de desarrollarse, de forma inmediata. Las regulaciones se indicarán en la zonificación secundaria de cada centro de población.

- *Zonas Suburbanas:* Son zonas, que al igual que las de expansión urbana, presentan aptitudes naturales para ser dotados de infraestructura, equipamiento y servicios con potencial para el desarrollo urbano. Su aprovechamiento se ubica fuera del centro de población, para el establecimiento de fraccionamientos habitacionales suburbanos en los términos que marca la Ley de Fraccionamientos del Estado de Quintana Roo.

- *Zonas Ecoturísticas:* Las zonas denominadas ecoturísticas son áreas de conservación ecológica que por sus elementos ambientales constituyen un patrimonio natural que por su importancia, rareza o valor mantiene valores ambientales, ciclos ecológicos e hidrológicos de importancia para la Región y que deberán conservarse con la finalidad de evitar la desertificación y deterioro ambiental. En ellas no es factible el desarrollo urbano y solo se permitirán actividades de ecoturismo y observación de bajo impacto, educación ambiental e investigación científica; se beberán adoptar medidas, modalidades y establecer las limitaciones

que determinen planes de manejo y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio. Estas áreas se constituyen por: zona de playa, cauces de ríos subterráneos, cuerpos de agua subterráneos y superficiales, zonas con vegetación endémica, rara o en peligro de extinción, zonas de recarga acuífera, zonas de alto riesgo que sean declaradas o que presenten riesgos de deslaves, inundación, explosión o contaminación que evite futuros daños materiales o humanos.

- *Zonas de Conservación Ecológica:* Las áreas de conservación, debido a sus características de fisonomía y valores naturales y culturales, constituyen un legado natural, histórico o artístico y requieren la aplicación de condicionantes para asegurar su conservación y mantenimiento. Estas áreas se clasifican en: sitios arqueológicos y preservación ecológica, de amortiguamiento en áreas de monumentos arqueológicos, áreas de protección ambiental o ecológica que incluye espacios en buen estado de conservación y que brindan un beneficio ambiental a la comunidad como la franja costera y aquellas zonas dedicadas a actividades ecoturísticas (área de cenotes y selva); áreas agrícolas tradicionales y que son parte del paisaje natural, núcleos, hitos o símbolos.

- *Zonas Turísticas:* Son aquellas áreas que por sus características y atractivo natural propician el desarrollo de edificaciones y actividades de tipo turístico y recreativo. Estas áreas se deben proteger de la excesiva concentración de habitantes, regulando la densidad autorizable población y de edificación en cada zona específica. De igual manera, se deben proteger contra riesgos urbanos y tráfico pesado ocasionados por usos incompatibles. Son áreas en las que se debe prevenir el deterioro de las mismas, ya que por su belleza y valor ambiental son la razón de ser de su atractivo. Estas zonas son susceptibles de desarrollarse, ya sea dentro del territorio de influencia de un centro de población existente o en áreas deshabitadas. Son áreas que forman parte de la franja costera del Municipio.

- *Área Natural Protegida:* Denominada ANP Otoch Ma´ax Yetel Kooh cuya política ambiental, según el POEL es de preservación del equilibrio ecológico. Su jurisdicción es federal y en el Municipio de Solidaridad abarca una superficie de 1,535.96 Ha

De acuerdo con la zonificación del PMDU, el predio se encuentra en un polígono clasificado como ZT-Zona Turística, la cual está definida como aquellas áreas que por sus características y atractivo natural propician el desarrollo de edificaciones y actividades de tipo turístico y recreativo. Estás áreas se deben proteger de la excesiva concentración de habitantes, regulando la densidad autorizable población y de edificación en cada zona específica. De igual manera, se deben proteger contra riesgos urbanos y tráfico pesado ocasionados por usos incompatibles. Son áreas en las que se debe prevenir el deterioro de las mismas, ya que por su belleza y valor ambiental son la razón de ser de su atractivo. Estas zonas son susceptibles de

desarrollarse, ya sea dentro del territorio de influencia de un centro de población existente o en áreas deshabitadas. Son áreas que forman parte de la franja costera del Municipio.

Las zonas ZT corresponden a las UGA 15, 16 y 17 del POEL Solidaridad, y se regirán en su totalidad por los criterios establecidos en el ordenamiento antes citado (Apartado 3.6.12, PMDU). Por lo tanto, se manifiesta que por medio del cumplimiento de los criterios generales y específicos del POEL del municipio de Solidaridad, se da cumplimiento al presente PMDU. En este sentido, al ajustarse el proyecto a los criterios de regulación de las UGA´s con las que incide el predio, se da cumplimiento a lo señalado en el PMDU del municipio de Solidaridad.

Con la vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica y específica de la UGA 16 del POEL de Solidaridad, se evidencia que "*Proyecto Venado*" se ajusta a las disposiciones del instrumentos de ordenamiento territorial en mención.

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 incidir de manera más importante en la reducción de GEI en la actividad turística y en el consumo energético de la población en general, las cuales deberá implementar la promovente con el desarrollo del proyecto, especialmente en la operación:

- ***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.

Para contribuir con la reducción de emisión de GEI´s, en el proyecto se considera reducir el consumo de energía de fuentes convencionales, por medio del suministro parcial de energía eléctrica mediante la instalación de 296 paneles solares que cubra el 10% del consumo del proyecto. Los paneles a instalar son de la marca, Q. PEAK DUO XL-G9.3, 460W, con potencia total de 136.16 KW. De este modo, se hará uso de energías renovables; con el tiempo se considerará la posibilidad de incrementar el número de paneles solares, para lo cual se llevarán a cabo los análisis y cálculos para determinar la cantidad de paneles necesarios. Para un uso responsable de la energía dentro del proyecto, se emplearán equipos de ahorro 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 a la oferta del mercado.

III.4. 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.18. Vinculación del proyecto con las Normas Oficiales Mexicanas.

Norma	Vinculación con el proyecto
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 atender las especificaciones de la presente norma debido a que, durante la preparación del sitio y construcción del proyecto se utilizarán vehículos autor motores que usan gasolina como combustible, por lo que deberán respetar los límites máximos permisibles.
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 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.	Debido a que se utilizará maquinaria y vehículos de transporte grandes, como volquetes y retroexcavadora, para la construcción de las obras propuestas, se deberá dar cumplimiento a las especificaciones de la presente norma, respetando los límites máximos permisibles establecidos.
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 preparación del sitio y 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 el desarrollo del proyecto, se generarán residuos peligrosos como restos de pintura e impermeabilizante, y sólidos impregnados de estos, así como pilas, asimismo podrán generarse aceites del uso de la maquinaria, por ello, deberán separarse en contenedores con las especificaciones de la presente norma, para garantizar un correcto manejo de los residuos generados y evitar la contaminación del medio por dispersión o derrame de estos. Asimismo, deberá establecerse un espacio para almacén temporal de residuos peligrosos durante las actividades proyectadas, de forma inmediata tendrán que retirarse dichos residuos del área, para evitar su dispersión en las instalaciones. Todos los residuos peligrosos deberán ser dispuestos en sitios autorizados para tal fin.

III.4.1. 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

La Ley General de Vida Silvestre es un instrumento que tiene por objeto proteger y conservar las especies de flora y fauna que forman parte de la biodiversidad en México. Esta ley establece un marco legal para la regulación de actividades que afectan a la vida silvestre y su hábitat, y establece medidas para prevenir la extinción de especies en peligro de desaparecer. Es así que, mediante el artículo 60 TER de la misma se dispone que:

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

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

Considerando lo antes expuesto, se puede establecer que la restricción determinada por el artículo 60 TER, no se limita a la remoción, relleno, trasplante o poda, sino también a cualquier obra o actividad que pudiera afectar la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la 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.

Por lo tanto, con la finalidad de proteger el sistema natural integrado por manglar, durante el diseño del proyecto se contempló lo dispuesto en el artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre. Con ello, se decidió la orientación y distribución de las obras que van a integrar a *Proyecto Venado* de forma que ninguna de estas se vaya a establecer dentro de comunidades de manglar; el diseño del proyecto responde a una evaluación exhaustiva de la superficie del predio, para asegurar la menor área de vegetación intervenida; la superficie de impacto no corresponde a comunidad de manglar. Al NO establecer obras civiles dentro de las comunidades de manglar se contribuye a: no fragmentar el sistema natural de mangle; mantener sitios de recarga del acuífero; no contaminar cuerpos de agua permanentes o intermitentes dentro del predio; no realizar remoción de especies de manglar registradas en el predio (*Conocarpus erectus, Rhizophora mangle*,

Laguncularia racemosa y *Avicennia germinans*); de mantener servicios ambientales que proporciona esta comunidad; de conservar sistemas claves para la protección de especies de vida silvestre y de no realizar rellenos que pudieran afectar el flujo hidrológico.

Para garantizar que ningún ejemplar de manglar sea removido, se realizó el recorrido puntual de las superficies propuestas para el desplante de las obras. Así, se detectó que, en las obras pueden ser establecidas en los sitios propuestos ya que no existen individuos de manglar. En cuanto a la selva de transición, es una comunidad en la que se pueden encontrar especies de selva mediana subperennifolia con elementos dispersos de especies de mangle, principalmente *Conocarpus erectus*; por tal motivo, se decidió no establecer obras dentro de esta comunidad vegetal para garantizar la protección de los individuos de mangle que pudieran situarse en dicha zona.

Debido a que se realizará construcción de obras a menos de 100 metros de la comunidad de manglar, se realiza la propuesta de una medida de compensación, incluida en la vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Del resto de las obras, 16 cuartos de hotel y 2 jungle suits son las unidades más cercanas a las comunidades de manglar, las cuales también guardarán un mínimo de 10 metros de distancia con respecto al mangle. Los cuartos de hotel se establecerán entre vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, cerca del chital y de vegetación de matorral costero, por lo que también fungirán como barreras que amortigüen los efectos sobre las comunidades de manglar cercanas; las 2 jungle suits se establecerán entre vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

En cuanto a las vialidades por establecer, con su construcción NO fragmentará ninguna comunidad de manglar presente en el predio; los caminos se establecerán en los bordes de alguna de estas comunidades detectadas. Cabe mencionar que, actualmente existen vías y brechas existentes en el terreno que colindan con la comunidad de manglar, esto no afecta el flujo hidrológico del mangle porque se sitúan en los bordes; por ello, parte de estas vías existentes se renovarán y aprovecharán para reducir el número de vialidades nuevas por establecer, además de que, al observar que estas vías existentes no ponen en riesgo la existencia de las especies de mangle del predio, se garantiza que el uso y aprovechamiento de parte de éstas tampoco comprometerán la presencia de mangle en el terreno.

En adición, para evitar la afectación del manglar presente en el predio seleccionado para el proyecto, derivado de las intervenciones planeadas se considera la implementación de una serie de medidas de prevención y mitigación que serán ejecutadas a través de un Sistema de Manejo, como un mecanismo operativo integrado por un conjunto de programas, subprogramas y componentes. De esta forma se evitarán,

reducirán o minimizarán los impactos que potencialmente se generarán sobre el sistema ambiental del predio, ya que estos pudieran influir negativamente en las comunidades de manglar presentes en el terreno. Ejemplo de ello es el manejo integral de los residuos generados con el desarrollo el proyecto, con lo cual se evitará la dispersión de residuos sólidos en la zona; no se inyectará aguas negras contaminadas en el acuífero; no se producirá contaminación por presencia de agentes contaminantes. Aunado a ello, se realizó un análisis geohidrológico para determinar la profundidad de los pozos de inyección de aguas tratadas (de la PTAR) y de rechazo (de la planta de ósmosis inversa), para no contaminar el tirante de agua más superficial del acuífero en la zona del predio. Como se evidencia en el *Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto:*

… "*en la zona de manglar, el nivel piezométrico del agua subterránea está muy próximo al nivel del terreno natural, aproximadamente a unos 20-50 cm por debajo del terreno según el Lidar. Específicamente en los puntos de mangle 1 y mangle 2 (sitios de toma de datos), el nivel piezométrico está a 13 y 3 cm, respectivamente, por encima del nivel piezométrico proyectado de los barrenos exploratorios. Esto sugiere que los lodos calcáreos del manglar aunado al confinamiento natural propician que la interacción del agua del manglar con el agua subterránea sea limitada. Se infiere que la cuenca del manglar podría aportar agua al acuífero funcionando como una zona de recarga, en las temporadas en las que el nivel piezométrico del agua subterránea está por debajo del nivel del terreno natural. Los escenarios de inundación parecen apoyar esta idea al mostrar microcuencas en el área de manglar que almacenan agua de lluvia mezclada con agua marina del acuífero generando inundaciones, que durante las temporadas en las que el nivel piezométrico del acuífero se del nivel de terreno del manglar, quedan colgados y expuestos a la evaporación que ha sido evidenciada en las muestras de agua recolectadas en el manglar que presentan altas concentraciones de cloruros y sodios*".

Con lo anterior, y complementado con el análisis de la cuenca y agua subterránea de la zona del predio, así como de los cálculos de generación de agua de rechazo y de aguas tratadas, se realizó la propuesta de establecer tres pozos de inyección: dos para agua de rechazo a una profundidad total de 45 m aislados los primeros 30 m con tubería de PVC de 12" para evitar cualquier contacto y/o contaminación del manto de agua dulce-salobre; uno para aguas tratadas de la PTAR a una profundidad total de 120 m, ya que a esa profundidad el agua es salada, pesando más que el agua dulce y es altamente bactericida, por lo que servirá como protección para evitar que algún organismo patógeno pueda sobrevivir. También se propone establecer dos pozos de extracción de agua salobre para la planta desalinizadora, ya que existen en el acuífero un espesor reducido de agua dulce-salobre de apenas 5 metros en las zonas más alejadas de la línea de costa con valores entre 2,500 y 10,000 ppm de sólidos totales disueltos, por lo anterior se propone que los pozos

de extracción de agua para la planta de osmosis inversa sean de 15 m de profundidad aislando los primeros 10 m con tubería de PVC de 12" de diámetro.

Cabe mencionar que, ninguno de los pozos propuestos se ubicará cerca de las comunidades de manglar, con ello se garantiza que no se afectará el flujo hidrológico que alimenta el humedal ni se pone en riesgo el mismo por posible contaminación. Además, se evidenció que el agua del manglar es de interacción limitada con el agua subterránea del acuífero, y la profundidad de los pozos propuestos no afectará la misma.

Con base en lo previamente expuesto, se evidencia que el desarrollo el proyecto da cumplimiento a la disposición del artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre, al poseer un diseño que integra el manglar como elemento de protección, orientando sus obras de forma que no implique la remoción de especies de mangle presentes en el predio. Asimismo, contempla acciones que contribuirán a conservar las comunidades de manglar en el predio, ya que ninguna obra civil se establecerá sobre dichas comunidades. Para mayor sustento y claridad en lo expuesto, se presenta la caracterización del humedal en el predio y la descripción de las comunidades de manglar existentes, con la finalidad de brindar elementos que permitan a la autoridad ambiental evaluar la viabilidad del proyecto propuesto, el cual se apega a la normatividad ambiental aplicable y no pone en riesgo la existencia o permanencia del manglar. Posterior a la descripción, se presenta la vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Caracterización del humedal dentro del área del proyecto

Los humedales son ecosistemas que, de acuerdo con la Convención sobre los Humedales Ramsar, se definen como *las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no excede de seis metros*. Estos sistemas, naturales o artificiales, se encuentran en diversos ambientes desde la tundra hasta el trópico. El Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación del PNUMA estimó que abarcan unos 570 millones de hectáreas equivalente a un aproximado del 6% de la superficie de la Tierra, sin embargo, según un estudio de la COP_7 de 1999, se indicó también que la estimación mundial mínima oscilaría entre 748 y 778 millones de hectáreas (Secretaría de la Convención Ramsar, 2016).

Los humedales incluyen una amplia variedad de hábitats interiores (áreas continentales como pantanos, llanuras de inundación, ríos, lagos, entre otros), costeras (marismas, manglares, arrecifes de coral, entre otros) y artificiales (presas, embalses, estanques, piletas de tratamiento de aguas residuales, entre otros). En estos ecosistemas el agua es el principal factor controlador del medio y la vida silvestre (flora y fauna) asociada a ellos; por lo tanto, los humedales están donde la capa freática se encuentra en la superficie

terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas pocas profundas. Debido a sus características, los humedales son considerados los sistemas naturales más productivos del mundo y fungen como fuentes de diversidad biológica, de agua y de productividad primaria de la que dependen para subsistir diversas especies de flora y fauna (Secretaría de la Convención Ramsar, 2016).

Las funciones de los humedales son variadas, resultado de las interacciones de los componentes biológicos físicos y químicos que los integran; entre estas se encuentran: almacenamiento de agua; protección contra tormentas; mitigación de crecidas; amortiguamiento de sequías; estabilización de la costa y control de la erosión; recarga y descarga de acuíferos; depuración de aguas; retención de nutrientes; regulación de temperatura; entre otros. Algunas funciones de estos ecosistemas generan beneficios directos para los seres vivos, incluyendo a los humanos, a los cuales se les denomina servicios ambientales o ecosistémicos; entre estos destacan: fuente de agua dulce; función como sitios de cultivo; amortiguan inundaciones; sitios de reproducción de especies comerciales; fuente de madera, aceite vegetal, plantas medicinales y forraje para animales, entre otros (Secretaría de la Convención Ramsar, 2015).

Asimismo, los humedales desempeñan funciones que contribuyen con la mitigación y adaptación de los efectos del Cambio Climático (CC). La mitigación se relaciona con la reducción del nivel total de Gases de Efecto Invernadero (GEI´s) que se liberan a la atmósfera; por ello, aquellos humedales (turberas, manglares y marismas) que fungen como almacenes o "sumideros" de carbono, contribuyen a mitigar los efectos del CC. Por otro lado, la adaptación se lleva a cabo por medio de acciones o funciones que minimizan los impactos perjudiciales que se generan con el CC; es así que algunos humedales como los costeros (manglares, bajos mareales y marismas) contribuyen con la adaptación al CC al absorber parte de la energía de las mareas de tormenta y las olas de marea, así como al estabilizar la costa y reducir la erosión, asimismo, en zonas donde se prevé el aumento de frecuencia e intensidad de precipitaciones, los humedales continentales contribuirán a frenar crecidas de forma natural (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2011).

Dentro de este contexto, los servicios ambientales de los humedales generan grandes beneficios a los seres humanos, lo que incluye enormes beneficios económicos por el abastecimiento de agua, la pesca, la agricultura, el mantenimiento de las capas freáticas, la retención de nutrientes, el aprovisionamiento de madera y otros materiales de construcción, recursos de vida silvestre, entre otros. Además, en los humedales se pueden desarrollar deportes y actividades recreativas, lo cual impacta positivamente en el sector turístico (Secretaría de la Convención Ramsar, 2016). Aunado a ello, en los humedales artificiales es posible establecer sistemas productivos, almacenar agua, tener canales de transportación, entre otros, que de forma simultánea crean nuevos hábitats para especies silvestres de una zona determinada.

Por todos los atributos de los humedales, en la actualidad son considerados ecosistemas de gran importancia para el mantenimiento de otros ecosistemas naturales y el desarrollo de distintos seres vivos, entre ellos el humano. No obstante, gran parte de estos sistemas se encuentran amenazados por diversas actividades humanas y cambios en procesos naturales derivados de fenómenos como el CC e hidrometeorológicos, lo que ha propiciado el deterioro de algunos de estos sistemas. Ante ello, se han emitido medidas de manejo orientadas a la protección, conservación o restauración de los humedales, a través de las cuales se previenen, reducen y/o mitigan los impactos sobre este tipo de ambientes. Asimismo, la protección de dichos ecosistemas es de interés mundial, lo que ha resultado en acuerdos y directrices internacionales.

El tratado intergubernamental de mayor relevancia a nivel internacional es el denominado *Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional*, conocido como la *Convención Ramsar*, el cual promueve la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos, centrándose únicamente en este tipo de ecosistemas. La *Convención* se firmó en la ciudad de Iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975; actualmente cuenta con 172 Partes Contratantes (Estados adheridos al tratado). Mediante este acuerdo se han establecido compromisos de los países para cooperar en materia de conservación y aprovechamiento racional de los humedales; asimismo, se han designado sitios como "Humedales de Importancia Internacional" también denominados *Sitios Ramsar*, los cuales son incluidos en la Lista Ramsar por su gran valor para el país de dichos ecosistemas y para el mundo por los beneficios y servicios que brindan.

De acuerdo con el sitio oficial de la *Convención Ramsar* (ramsar.org/es), en la actualidad están designados 2,493 Humedales de Importancia Internacional a nivel mundial, lo que representa una superficie total de 256,779,670 ha de sitios protegidos. En México el tratado entró en vigor el 4 de noviembre de 1986, desde entonces se han designado sitios Ramsar en el país resultando en 144 Humedales de Importancia Internacional hasta la fecha, lo que representa una superficie total de 8,721,911 ha; en Quintana Roo actualmente existen 12 sitios Ramsar. La inclusión de humedales en la Lista Ramsar representa el compromiso de los Estados en adoptar las medidas necesarias para garantizar que se mantengan sus características ecológicas, respondiendo así a las amenazas de dichos sistemas.

Si bien, los humedales de la Lista Ramsar son sitios de atención prioritaria internacional para su protección, esto no significa que los humedales no listados como Sitios Ramsar no sean atendidos, protegidos y conservados. En virtud de los beneficios ecológicos, económicos y sociales que brindan estos ecosistemas, el sector público y el privado de las naciones, como México, deben cooperar para implementar medidas de manejo que permitan reducir las amenazas sobre los humedales de todo el país aún estos no estén en la Lista Ramsar, con el objeto de mantener la integridad de dichos sistemas naturales. En consecuencia, la protección de los humedales contribuye con la protección de otros ecosistemas naturales, a mantener los recursos y

servicios ambientales que directa e indirectamente propician el desarrollo de la vida silvestre y los seres humanos, además de mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático.

Dentro de este contexto, es de suma relevancia que, previo al diseño y desarrollo de un proyecto en un sistema natural, se identifique la presencia de humedales dentro del predio seleccionado o colindantes a este, con la finalidad de detectar los posibles impactos ambientales que se producirían sobre ellos y, así, proponer las medidas de manejo ambiental más adecuada para prevenir, reducir, mitigar y/o compensar dichos efectos sobre los humedales existentes. Asimismo, el conocer oportunamente la existencia de humedales en un predio permite diseñar proyectos más amigables con el ambiente, dentro de los cuales se contempla la distribución de los mismos y se integran como elementos naturales que aportarán beneficios ecológicos, estéticos, culturales, sociales e, inclusive, económicos con la protección de los recursos naturales del predio.

Considerando lo previamente señalado, con la finalidad de detectar los posibles impactos ambientales sobre los sistemas vulnerables del predio en el que se establecerá el proyecto, se realizó la caracterización de los humedales que se distribuyen en el sitio seleccionado (presentado en el capítulo IV). La descripción de las condiciones de dichos sistemas naturales permitirá identificar los posibles efectos derivados del desarrollo del proyecto y, con ello, se podrá realizar la propuesta de las medidas de manejo ambiental más adecuadas para prevenir, reducir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales sobre estos.

Cabe mencionar que, desde el diseño del proyecto los humedales fueron considerados para integrarlos al mismo, basándose en su ubicación, dimensiones y características, para distribuir y orientar las obras que integrarán a "*Proyecto Venado*". De este modo, el promovente del proyecto reitera su compromiso con la protección de sistemas vulnerables como los humedales, los cuales aportarán beneficios ecológicos al ecosistema de la zona, así como servicios ambientales que de forma directa e indirecta beneficiará al proyecto, tanto a usuarios como a sus estructuras, por lo siguiente: regulación de la temperatura atmosférica; barrera contra vientos; amortiguamiento de inundaciones; purificación del aire; belleza escénica; espacios que mantendrán vida silvestre la cual es apreciada por los visitantes; y espacios para senderismo y fotografía.

Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre tiene como objeto establecer la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos de los estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias; relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat (DOF, 2021).

Tomando en cuenta las disposiciones que contempla esta Ley, particularmente el Artículo 60 TER; a continuación, se presenta la vinculación del proyecto con el artículo ya referido.

Tabla III.19. Vinculación del proyecto con la 60 TER.

Instrumento normativo	Vinculación
Articulo 60 TER.- Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos. Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.	Se cumplirán las obligaciones establecidas en este artículo, considerando que las obras del proyecto están fuera de la vegetación de manglar, de tal forma no se tiene contemplado podar, reubicar o remover ningún individuo de manglar. Con las obras propuestas no se realizará el relleno de ninguna comunidad de manglar y tampoco de estructuras naturales con agua que contribuyen al flujo hidrológico en el predio, lo cual alimenta al manglar, como aquellos cenotes con presencia de *R. mangle*. Asimismo, no se pondrá en riesgo 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. Para determinar esto, tendrá que implementarse un programa de monitoreo de las comunidades de manglar presente para recabar datos a través del tiempo y determinar el deterioro o conservación de las mismas, y si las obras establecidas no afectan de ninguna forma a la comunidad, que, se prevé no tengan ningún efecto sobre ella, pero deberá evidenciarse con fotografías, monitoreos de la comunidad y análisis de calidad del agua para verificar que no existe contaminación. Tomando en cuenta que se mantendrá la superficie de captación de agua, toda vez que la captación se desarrolla en la zona de inundación próxima a la costa y el grueso de las obras se colocarán por detrás del manglar. Las obras que se desarrollarán más cercanas a la costa, se encuentran en una zona más elevada, además, estas obras serán construidas sobre pilotes, por lo que no habrá alteración al flujo superficial. Cabe mencionar que el escurrimiento natural se da de los puntos más altos a los más bajos, con orientación hacia el mar. Por lo tanto, mantener superficies permeables y con suelo original y cobertura vegetal del predio, garantiza el escurrimiento natural de agua pluvial y, con ello, contribuye con la recarga de la depresión del terreno donde se ubica el manglar y, este a su vez, contribuye con la recarga del acuífero; asimismo, se podrá recargar el acuífero a través de los cenotes que se mantendrán sin modificar su estructura original actual. Es importante señalar que, se mantendrán 12.94 ha de *área de conservación*, la cual se limita a las comunidades de manglar. Con ello, se garantiza la conservación de las especies de manglar que se distribuyen en esta comunidad y la protección de los servicios ambientales como: recarga del acuífero, regulación de la temperatura (generación de sombra y mantenimiento de sitios húmedos), barrera contra vientos, almacén de carbono, hábitat de vida silvestre, espacios de contemplación de paisajes naturales, amortiguamiento de inundaciones y mantenimiento de la calidad del aire en la zona. Por otra parte, si bien se llevarán a cabo obras en el área de amortiguamiento de 100 m establecido para la vegetación de manglar, como parte de las medidas de compensación, se propone realizar la restauración y rehabilitación de 7.96 ha de vegetación de Manglar fuera del predio; esto en cumplimiento del Artículo 60 TER de esta Ley y del numeral 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003, en

Instrumento normativo	Vinculación
	convenio con organismos de la administración pública, ya sea la CONANP, el gobierno estatal o gobierno municipal, para lo cual se generará un programa de restauración en compensación por el desarrollo del proyecto, a través del cual se presentará el sitio a reforestar, los métodos de reforestación, los costos, los materiales, el personal y la forma de obtención de las plantas para la reforestación. Asimismo, se dará seguimiento posterior a la reforestación para determinar la sobrevivencia de los individuos trasplantados.

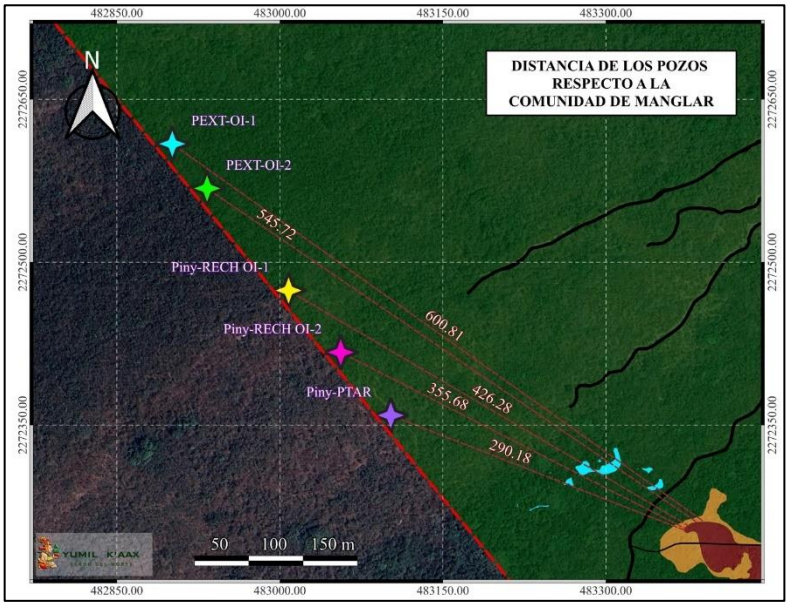
NOM-022-SEMARNAT-2003

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, fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 10 de abril de 2003. Posteriormente, mediante acuerdo de fecha 07 de mayo de 2004 publicado en el Diario Oficial de la Federación, se adicionó la especificación 4.43 a esta norma, la cual contiene la prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y dispone que los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que el informe preventivo o manifestación de impacto ambiental, según sea el caso, establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.

Se reitera que el desarrollo del proyecto no contempla el desmonte ni cualquier tipo de afectación del ecosistema de manglar y humedal existente en el predio, por lo que no se considera la reducción de población de las especies descritas en esta NOM, y, por lo tanto, no representa la modificación de un ecosistema de manglar presente en el predio.

Tabla III.20. Vinculación del proyecto con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Numeral	Vinculación
4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. Debe garantizarse en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos: • La integridad del flujo hidrológico del humedal costero; • La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; • Su productividad natural;	El proyecto fue diseñado para establecer las obras en sitios en los que no exista presencia de manglar, con la finalidad de no afectar la existencia de las cuatro especies de mangle registradas en el predio. La comunidad general de manglar identificada en el predio se integra de comunidades de manglar de cuenca de fisonomía baja, manglar de borde y manglar de cuenca, entre estas las comunidades dentro de cenotes. Ante ello, se determinó que estas comunidades serán designadas como *área de conservación* del proyecto, en las cuales no se va a remover, extraer, podar, cortar, rellenar o dañar las especies de mangle presentes. Así, se determinó que 12.94 ha corresponden al área de conservación. El conservar esta superficie garantiza el mantener superficies permeables y zonas de recarga del acuífero; cobertura vegetal que contribuye a amortiguar la temperatura; sitios de amortiguamiento de inundaciones; almacén de carbono; hábitat de distintas especies de vida silvestre; conservación de especies nativas de la región asociadas a esta comunidad;

Numeral	Vinculación
• 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 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).	regulación de la calidad del agua y la calidad del aire; barrera contra vientos para proteger las obras civiles; mantener un paisaje natural armónico con el entorno general; mantener corredores biológicos de la región y espacios de contemplación. Todo esto integran los servicios ambientales que beneficiarán tanto al ecosistema costero como al proyecto en general, ya que de forma simultánea también el proteger el manglar funge como medida de mitigación de emisiones a la atmósfera y de adaptación a los efectos del Cambio Climático. Actualmente la comunidad de manglar del predio se considera en buen estado de conservación, por lo que la distribución de obras fuera de esta evita su fragmentación. Asimismo, el manejo integral de los residuos evitará la contaminación del suelo y cuerpos de agua, por ende, se evitará la contaminación del flujo hidrológico que contribuye a mantener las especies de manglar registradas. Asimismo, con las obras no se obstruirá el escurrimiento del terreno natural, permitiendo la recarga del acuífero y la alimentación de los cuerpos de agua a través de agua pluvial. Aunado a las medidas adoptadas, también se contempla la capacitación del personal para recibir información de concientización ambiental, lo cual ayude en la protección del manglar durante la operación del proyecto. Es importante señalar que, la extracción de gua salobre para la planta desalinizadora no afectará el agua disponible que utiliza como recurso el manglar de cuenca de fisionomía baja, de borde y de cuenca en general; la extracción de agua se realizará a los 15 metros por debajo del tirante que conecta con estas comunidades, mediante el estudio geohidrológico del proyecto se comprueba que el manglar de cuenca de fisonomía baja tiene interacción limitada con el agua subterránea, y que el aporte principal es la fuente de agua pluvial. En este sentido, no se afectará el flujo hidrológico de la comunidad de manglar.  Los pozos a establecer con el proyecto no colindan con el manglar, por lo tanto, no se pone en riesgo el flujo hidrológico de este, recordando que el humedal no tiene contacto frecuente con el acuífero.

Numeral	Vinculación
	Por último, es importante mencionar que en la etapa de preparación del sitio y construcción se llevará a cabo la supervisión ambiental para garantizar el cumplimiento de las medidas propuestas, con el fin de proteger y conservar el manglar presente en el predio.
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 descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El Proyecto no contempla obras de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros. El diseño del proyecto se realizará de forma piloteada en las áreas que topográficamente se reconocen como zona vulnerable, de esta manera, las edificaciones no obstaculizarán el flujo del agua superficial, para ello, se apoyó con los resultados que se presentaron en el estudio hidrogeológico que determinó la dirección preferencial del flujo de agua. De esta forma, se asegurará que el desarrollo de este no interrumpa el escurrimiento, ni se produzca el desvío de agua en forma alguna, por lo que no se pone en riesgo la dinámica e integridad ecológica del humedal adyacente al proyecto. Los pozos de extracción e inyección propuestos para el proyecto no se ubican cerca de la comunidad de manglar, ya que se localizarán aproximadamente a 290 m, y sus profundidades se sustentaron con estudios técnicos especializados llevados a cabo en el *Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto.*
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.	El Proyecto no contempla la construcción de canales en el área de manglar.
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.	El Proyecto no contempla la construcción de canales en el área de manglar.
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	Para el cumplimiento del presente criterio la promovente del proyecto manifiesta que no considera establecer algún tipo de infraestructura que se describe en el criterio señalado. De igual forma, es importante mencionar que la planeación de las obras del Proyecto -tomando como base los estudios realizados- están diseñadas de forma tal que la dinámica hidrológica se mantenga sin interrupción.
4.5. Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	El presente criterio se cumple en su totalidad, pues el Proyecto no pretende la construcción o colocación de bordos colindantes con el manglar.
4.6. Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	Se prevé la implementación de medidas de prevención que se aplicarán durante las diferentes etapas de desarrollo según lo comprometido por el proyecto: se realizará el manejo integral de residuos para evitar su dispersión en ambientes naturales; se realizará el tratamiento de aguas negras en la PTAR del proyecto y el agua tratada se reutilizará para riego

Numeral	Vinculación
	de áreas verdes y el excedente se inyectará en un pozo de 80 a 120 metros de profundidad. Por medio de estas medidas, se pretende evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento, dando cumplimiento a lo establecido en este criterio.
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 cumplimiento del criterio la promovente hace del conocimiento de la autoridad revisora que el Proyecto no tiene previsto obtener agua del cuerpo de agua ubicado en el humedal adyacente. Además, se contempla un Programa de Monitoreo de Calidad de Agua, a fin de asegurar que no existen cambios en el volumen, ph, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y otros parámetros físico-químicos, garantizando la funcionalidad del flujo hidrológico y la calidad ambiental del ecosistema. Los pozos de extracción se establecieron con base en la información obtenida a través del *Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto,* en el cual se señala que el agua salobre en la zona tiene buena disponibilidad y, que su aprovechamiento no compromete el flujo hidrológico del predio. El vertimiento de aguas de rechazo y aguas tratadas en la PTAR se realizará en los pozos de inyección propuestos, a profundidades de 45 m y 120 m respectivamente, con lo cual no se afectará el tirante de agua dulce o salobre superficial con el que puede llegar a interactuar de forma limitada la comunidad de manglar del predio.
4.8. Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o 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 actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	Como la promovente ha manifestado en el criterio inmediato anterior, el Proyecto contempla un Programa de Monitoreo de Calidad de Agua que contempla los parámetros físico-químicos, que vigilarán la evolución del mejoramiento de la calidad del humedal y el cuerpo de agua. Además, el proyecto no prevé el vertimiento de contaminantes al sistema del humedal.
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.	La utilización de agua tratada proveniente de la planta de tratamiento de aguas residuales del Proyecto será utilizada para riego de áreas verdes, por lo que no existirán descargas de aguas residuales a ningún cuerpo de agua colindante o dentro del predio. Sin embargo, del excedente de agua tratada, se verterá en un pozo de inyección a 120 m de profundidad, previo tratamiento de aguas residuales. Se solicitará la concesión de aprovechamiento de los pozos propuestos ante la Comisión del Agua, y se atenderán todos los lineamientos y condicionantes que establezca la misma.
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,	De acuerdo con el *Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto,* de la interacción del agua subterránea y superficial, los potenciales hidráulicos muestran que el nivel piezométrico proyectado de los barrenos exploratorios se encuentra muy próximos al nivel piezométrico de los

Numeral	Vinculación
evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	cenotes y puntos de manglar. Por lo que se infiere que el agua en los cenotes corresponde a agua subterránea. Esta idea se apoya en los resultados hidro geoquímicos que muestran que el agua de los cenotes es coincidente con las muestras superficiales de agua subterránea en los barrenos exploratorios B3 y B6 cercanos a la costa. Sin embargo, en la zona de manglar, el nivel piezométrico del agua subterránea está muy próximo al nivel del terreno natural, aproximadamente a unos 20-50 cm por debajo del terreno según el Lidar. Específicamente en los puntos de mangle 1 y mangle 2 (de monitoreo), el nivel piezométrico está a 13 y 3 cm, respectivamente, por encima del nivel piezométrico proyectado de los barrenos exploratorios. Esto sugiere que los lodos calcáreos del manglar aunado al confinamiento natural propician que la interacción del agua del manglar con el agua subterránea sea limitada. Se infiere que la cuenca del manglar podría aportar agua al acuífero funcionando como una zona de recarga, en las temporadas en las que el nivel piezométrico del agua subterránea está por debajo del nivel del terreno natural. Los escenarios de inundación parecen apoyar esta idea al mostrar microcuencas en el área de manglar que almacenan agua de lluvia mezclada con agua marina del acuífero generando inundaciones, que durante las temporadas en las que el nivel piezométrico del acuífero es del nivel de terreno del manglar, quedan colgados y expuestos a la evaporación que ha sido evidenciada en las muestras de agua recolectadas en el manglar que presentan altas concentraciones de cloruros y sodios. Cabe señalar que, con base en los resultados obtenidos en el estudio geohidrológico, se tiene una buena capacidad de aporte de agua subterránea para el proyecto de los pozos de abastecimiento de agua salobre para la planta desalinizadora del desarrollo, el cual se estima del balance de pérdidas y ganancias, se tiene que fluye bajo el predio un gasto o caudal de aproximadamente 184 m^3/día; lo que equivale a un volumen por metro de 335 litros en un espesor de 10 metros, equivalente a 2.1 lps en tránsito hacia el mar por metro. El criterio principal para la definición del diseño de los pozos de extracción es la concentración de sólidos totales disueltos en el agua subterránea la cual debe de estar en un rango entre 2,500 mg/l y 15,000 mg/l clasificada como agua de tipo salobre quedando exenta de pago según se estipula en la Ley Federal de Derechos de Agua. Otro de los criterios consiste en la capacidad del acuífero de ser explotado según los volúmenes de agua requeridos por el proyecto. Según los resultados de los perfiles de Sólidos Totales Disueltos en el estudio, existen en el acuífero un espesor reducido de agua dulce-salobre de apenas 5 metros en las zonas más alejadas de la línea de costa con valores entre 2,500 y 10,000 ppm de sólidos totales disueltos. Por lo anterior se propone que los pozos de extracción de agua para la planta de osmosis inversa sean de 15 m de profundidad aislando los primeros 10 m con tubería de PVC de 12" de diámetro y sello de cemento en la base con un horizonte de extracción de los 5 m hasta los 15 m esperando extraer agua con concentraciones de sólidos totales disueltos entre 10,000 y 15,000ppm de sólidos disueltos totales (SDT). La ubicación de los pozos se situará aproximadamente a 290 metros de la comunidad de manglar de cuenca de fisonomía baja. Asimismo, como se comprobó, existe disponibilidad de agua para cubrir la demanda del proyecto sin que esto represente un desabasto del recurso, tampoco

Numeral	Vinculación
	afectará la disponibilidad de agua dulce y agua superficial del predio; la extracción del agua no contribuirá a la intrusión salina, ya que esta agua se obtendrá a una profundidad de 15 metros donde el agua es salobre, es decir, ya existe combinación de agua de mar con agua dulce, cabe recordar que la intrusión se da a partir de que al agua de mar abarca (se introduce) mayor superficie del sistema subterráneo ante el desabasto de agua dulce (que deja cavidades en el acuífero) o la modificación de los sistemas naturales subterráneos, lo cual no sucederá con el establecimiento de los dos pozos de extracción del proyecto.
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	El Proyecto no contempla la introducción de especies o poblaciones de flora o fauna que puedan afectar el humedal por lo que se da cumplimiento a este criterio.
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.	Mediante el *Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto*, se presentó la caracterización de la cuenca y el sistema de agua subterránea de la zona del proyecto, abarcando la descripción de las condiciones del sistema de agua del humedal presente en el terreno seleccionado para el proyecto. Este documento se puso a disposición de la autoridad ambiental correspondiente, durante la evaluación del proyecto en materia de impacto ambiental.
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 es 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.	El Proyecto no contempla la construcción de vialidades o vías de comunicación en tramos cortos sobre el humedal. Las nuevas vialidades a establecer quedan fuera de las comunidades de manglar presentes en el predio, por lo tanto, se garantiza que no se crearán vías de comunicación nuevas que fragmenten el manglar existente, asimismo no habrá depósito de materiales de construcción ni de residuos sólidos en las zonas de manglar, para ello, se implementará un manejo integral de residuos para garantizar que ningún residuo se deposite en la comunidad de manglar del predio.
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)	Este criterio no le es directamente aplicable al Proyecto, ya que éste no contempla la construcción de vías de comunicación sobre humedal costero. Sin perjuicio de lo anterior, se manifiesta que la promovente implementará drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo de agua en las vialidades internas del Proyecto. Asimismo, dentro de la presente evaluación se integran las obras sancionadas a través del oficio resolutivo 0188/2022 derivado del

Numeral	Vinculación
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.	expediente número PFPA/29.3/2C.27.5/0044-2022, el cual establece que, el caso de tener interés en la continuidad y permanencia de las obras y actividades realizadas dentro del predio, se deberá sujetar al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, a fin de obtener la debida autorización en materia de impacto ambiental. Parte de los caminos existentes serán aprovechados para reducir el impacto por fragmentación de las comunidades vegetales del predio. Con ello, se reduce el impacto ambiental, además se ha observado que estas vías existentes no afectan el flujo hidrológico del manglar y tampoco el escurrimiento natural del terreno, por ello, su aprovechamiento es oportuno y se garantiza que no se afectará el flujo hidrológico de la comunidad de mangle existente en el sitio. Si bien, existirán vías a menos de 100 m de la comunidad vegetal del manglar, se presenta la medida correspondiente para compensar este hecho (numeral 4.43). Además de que se prevé que estas no fragmentarán ni afectarán la comunidad de manglar existente.
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 obras e introducción de servicios se realizarán fuera del humedal, dando cumplimiento a este numeral. Existirán obras de servicios generales que bordearán la comunidad de manglar con el fin de no fragmentar el sistema natural; asimismo, al no establecer infraestructura dentro de la comunidad se evitará la posible contaminación por fugas.
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, 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.	Si bien el Proyecto contempla la construcción de obras dentro del buffer de 100 metros del manglar, siendo las más cercanas a 10 metros de distancia, no se realizará remoción o poda de manglar considerando que la infraestructura del proyecto se realizará en áreas carentes de individuos de manglar. En virtud de los hechos mencionados, se aplicará la excepción establecida en 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*, por lo que se tomarán las medidas de compensación y mitigación necesarias. Estas medidas se describirán en la vinculación con dicho numeral. Como resultado de lo anterior, se considera que no se afectará ningún componente de vegetación de manglar ni de su flujo hidrológico, dando cumplimiento a este numeral. De las obras a establecer, se ubicarán a 10 metros de distancia (como mínimo) 30 unidades: 16 cuartos de hotel, 12 residencias y 2 jungle suits. Como se aprecia en la lámina anterior, ninguna de las obras propuestas o edificios cerrados se establecerán dentro de la comunidad de manglar presente en el predio. De forma estratégica, se distribuyeron alrededor, impactando en su mayoría vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. Asimismo, se aprovecharán vías y brechas existentes para reducir el impacto ambiental; también se reforestarán brechas que no sean aprovechadas para el nuevo proyecto, recuperando cobertura vegetal en el predio. Se establecerá un camino de acceso desde la zona anterior al manglar, hacia la zona frontal del mismo, colindante a la costa. Esta distribución de obras permite mantener mayor superficie vegetal y se armoniza con el paisaje al evitar grandes superficies de desmonte, aunado a ello, las obras se distribuyeron por bloques conjuntos, ya que se ha

Numeral	Vinculación
	demostrado que con este hecho es menor el impacto por fragmentación, al mantener espacio continuo de cubierta vegetal. En este sentido, aun teniendo menos obras, si éstas se distribuyeran de forma dispersa implicaría mayor fragmentación debido a la generación de vialidades y accesos, por lo tanto, el conjunto de obras propuestas con el proyecto benefició a la reducción de creación de accesos y vialidades, de este modo se mantiene un paisaje más homogéneo.
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 el cumplimiento de este numeral, se manifestó que el material necesario para la construcción y el desarrollo de las obras que integran al proyecto, se obtendrá de bancos de préstamos autorizados por la autoridad competente. En este sentido, ningún material se obtendrá de la comunidad de manglar del predio o el SAR.
4.18. Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, 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.	El proyecto cumple con lo indicado en este criterio, toda vez que no contemplan realizar rellenos, desmontes, quema ni desecación de vegetación de humedal costero.
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 cumple con lo indicado en este criterio, toda vez que no contemplan dragado alguno dentro del manglar. La construcción de cuerpos de agua artificial se realizará mediante excavaciones que no llegarán a afloramientos de agua subterránea; estas excavaciones se llevarán a cabo fuera de las comunidades de manglar y se impermeabilizarán para que el agua de estos cuerpos esté aislada del agua subterránea de la zona, con ello se evitará la contaminación del manto acuífero.
4.20. Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	El Proyecto cumple con lo establecido en este criterio ya que no contemplan la disposición de residuos sólidos dentro del humedal costero adyacente a las áreas de trabajo.
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 receptora 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	El Proyecto no contempla la instalación de granjas camaronícolas de ningún tipo por lo que este criterio no le es aplicable.

Numeral	Vinculación
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.	Se cumple, pues el Proyecto no contempla la construcción de infraestructura acuícola de ningún tipo.
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.	El Proyecto no contempla obras de canalización.
2.24. Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	El Proyecto no contempla el desarrollo de unidades de producción acuícola de ningún tipo por lo que este criterio se cumple.
4.25. La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	El proyecto no contempla el desarrollo de unidades de producción acuícola de ningún tipo por lo que este criterio se cumple.
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.	El Proyecto no contempla el desarrollo de unidades de producción acuícola ni granjas camaronícolas de ningún tipo por lo que este criterio no es relacionable y se cumple.
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.	Este Proyecto no contempla obras ni actividades extractivas relacionadas con la producción de sal por lo que este criterio no es relacionable y se cumple.
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	El Proyecto no contempla el establecimiento de infraestructura turística dentro del humedal presente en el predio. El manglar se mantendrá en su sitio de desplante original y no se establecerán obras civiles dentro de este. La infraestructura turística del proyecto estará situada al rededor del humedal, a 10 metros de distancia como mínimo.

Numeral	Vinculación
percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	
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.	El Proyecto no contempla el desarrollo de actividades de turismo náutico en humedales costeros en zonas de manglar, por lo que este criterio no le es aplicable.
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.	El Proyecto no contempla actividades realizadas con ningún tipo de embarcación, por lo que este criterio no le es aplicable.
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.	El presente Proyecto incluye dentro de sus medidas la colocación de señalamientos de tipo informativo y restrictivo en los límites de los humedales, que abordarán los temas sobre la importancia y servicios que presta el manglar y otros humedales presentes en el predio.
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 con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	El Proyecto no modifica el número de accesos a la playa, los cuales cumplen con lo establecido en este criterio. Actualmente existe una franja que divide dos comunidades de manglar del predio, sin embargo, éste se encuentra cubierto de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, por lo tanto, no se fragmentará ninguna comunidad de manglar existentes en el terreno seleccionado.
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.	El Proyecto no contempla la construcción de canales en las zonas de manglar, por lo que este numeral no es vinculante.
4.34. Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado	El proyecto no contempla el paso de ganado, personas, vehículos ni otros factores antropogénicos por el ecosistema de manglar, por lo que cumplen

Numeral	Vinculación
del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	lo establecido en este criterio. De este modo, no se compactará sedimentos del humedal presente en el terreno.
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.	El Proyecto contempla dentro de su Sistema de Manejo y Gestión Ambiental Adaptativo de Proyecto Venado medidas para el mejoramiento de la calidad ambiental del manglar, tales como limpieza, la rehabilitación de flujos hídricos superficiales y la reforestación, entre otras actividades. Asimismo, el presente Proyecto no incluye la realización de actividades relacionadas con el relleno de la zona de manglar por los motivos recién expuestos, además de que no se trasplantará ningún individuo de manglar, ya que estos se encuentran en la zona de conservación. Por otra parte, se propone la restauración ecológica del manglar que se ubica dentro del predio, incluyendo medidas para el mejoramiento de la calidad ambiental de los cuerpos de agua interiores asociados con cenotes, por lo que, se espera que con la implementación de las medidas relacionadas con el manejo de residuos y el tratamiento de aguas residuales, se mantengan buenos valores de parámetros en el mediano y largo plazo y repercutan positivamente en la calidad del agua que inunda las áreas con manglar y los cenotes asociados el restablecimiento de flujos hídricos superficiales y la reforestación de manglar. Cabe mencionar que, los caminos que se encuentran en la franja de amortiguamiento estarán construidos con materiales permeables que permitan el flujo de agua superficial, así como, algunas obras permanentes se edificarán considerando pilotes que permitan el flujo superficial del agua, asimismo, se permitirá que el agua pluvial que cae en los techos de las áreas más próximas al manglar, carentes de cualquier residuo, serán canalizadas a las áreas de manglar para permitir su filtración como sucedía antes de la presencia de obras.
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 como se determinen en el Informe Preventivo.	El Proyecto contempla dentro de su Sistema de Manejo y Gestión Ambiental Adaptativo de Proyecto Venado medidas para el mejoramiento de la calidad ambiental del manglar, tales como limpieza, la rehabilitación de flujos hídricos superficiales y la reforestación, entre otras actividades. Asimismo, el presente Proyecto no incluye la realización de actividades relacionadas con el relleno de la zona de manglar por los motivos recién expuestos, además de que no se trasplantará ningún individuo de manglar, ya que estos se encuentran en la zona de conservación. Por otro lado, los caminos que se encuentran en la franja de amortiguamiento estarán construidos con materiales permeables que permitan el flujo de agua subsuperficial, así como, obras permanentes que se edificarán considerando pilotes que permitan el flujo superficial del agua, así mismo, se permitirá que el agua pluvial que cae en los techos de las áreas más próximas al manglar, carentes de cualquier residuo, serán canalizadas a las áreas de manglar para permitir su filtración como sucedía antes de la presencia de obras. Caber mencionar que, la comunidad de manglar del predio abarca una superficie de 12.94 ha las cuales serán designadas como área de conservación, en donde no se establecerán obras civiles propuestas para el presente proyecto; en dicha área se mantendrán las condiciones naturales del humedal, por lo que no se removerá cobertura de manglar.
4.37. Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento	El Proyecto contempla dentro de su Sistema de Manejo y Gestión Ambiental Adaptativo de Proyecto Venado medidas para el mejoramiento de la calidad ambiental del manglar, tales como medidas para el mejoramiento de la calidad ambiental de los cuerpos de agua interiores

Numeral	Vinculación
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.	asociados con cenotes que de acuerdo con el estudio de caracterización hidrogeológica se identificaron con altas concentraciones de coliformes, por lo que, se espera que con la implementación de las medidas relacionadas con el manejo de residuos y el tratamiento de aguas residuales, se obtenga una mejora en los valores de estos parámetros en el mediano y largo plazo y repercutan positivamente en la calidad del agua que inunda las áreas con manglar y los cenotes asociados el restablecimiento de flujos hídricos superficiales y la reforestación de manglar.
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.	Si bien el Proyecto no es un proyecto de restauración de manglares; éste contempla dentro de su Sistema de Manejo y Gestión Ambiental Adaptativo de Proyecto Venado medidas para el mejoramiento de la calidad ambiental del manglar, tales como limpieza, la rehabilitación de flujos hídricos superficiales y la reforestación, entre otras actividades.
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 vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	Si bien el Proyecto no es un proyecto de restauración de manglares; éste contempla dentro de su Sistema de Manejo y Gestión Ambiental Adaptativo de Proyecto Venado medidas para el mejoramiento de la calidad ambiental del manglar, tales como limpieza, la rehabilitación de flujos hídricos superficiales y la reforestación, entre otras actividades. Para el caso de la reforestación se usarán particularmente especies de mangle observando la especies presentes en las colindancias, para garantizar la continuidad del sistema natural.
4.40. Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	El Proyecto no contempla la introducción de especies exóticas.
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.	Se realizará el monitoreo correspondiente conforme a lo establecido en este numeral. Asimismo, se propone implementar un programa de conservación de manglar, para identificar la productividad y la evolución del sistema ante la presencia de las obras del proyecto.
4.42. Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	El promovente del Proyecto realizó un estudio hidrogeológico que incluye la unidad hidrológica: *Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto.* La información generada fue utilizada en la caracterización de los humedales del predio, presentada en la caracterización del predio.
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	Como se indicó en el numeral 4.16, la infraestructura del Proyecto se encuentra a una distancia menor a 100 m de vegetación de manglar sin que de ningún modo se pretenda el desplante sobre dicho ecosistema. En este tenor, la promovente exceptuará lo establecido en el numeral 4.16 y por consiguiente implementará las medidas de prevención, mitigación y compensación en beneficio de los humedales: • La implementación del programa de Conservación de manglar.

Numeral	Vinculación
beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.	• Considerando que, los resultados del estudio de caracterización de la vegetación indican que el manglar se encuentra en condiciones óptimas, se propone la implementación de medidas de compensación en beneficio de los manglares fuera del predio, esto es, la restauración de una superficie de 7.96 ha debido a que se aprovechará 3.72 ha de superficie de la zona de buffer del manglar para el desplante de obras. Se reitera que NO se va a construir sobre comunidades de manglar y NO se removerán especies de mangle con el desarrollo de la obra. La medida de compensación se propone por la construcción de obras a menos de 100 m de la comunidad de manglar, en la zona de buffer. • Con la medida de compensación se propone reforestar más del doble de la zona de buffer aprovechada. Esta medida, por su naturaleza, se debe efectuar fuera del predio, por ello, se propone celebrar un convenio con alguna institución u organismo público como la CONANP, gobierno estatal o gobierno municipal, para reforestar áreas que lo ameriten, con la finalidad de establecer y proteger comunidades de manglar. Para lo anterior, se presentará el programa y convenio a establecer, en el que se incluirá el área a reforestar, su descripción ambiental, el método de obtención de las especies plantar, los métodos de reforestación y las acciones de monitoreo. • La prohibición de todo tipo de obras y/o actividades que pudieran dañar la zona del humedal costero y/o manglar adyacente a la zona de las construcciones del proyecto. • Implementar y difundir la realización de campañas enfocadas al beneficio del manglar antes y durante la ejecución del proyecto. • Retiro de Residuos Sólidos. • Instrumentación de acciones de educación ambiental, como colocación de letreros ilustrativos que contengan la biología de las especies de manglar predominante. • Campañas de concientización y divulgación de acciones para el cuidado y manejo del manglar.

No afectación a la integridad funcional del ecosistema de manglar

Los manglares son una formación vegetal leñosa, densa, arbórea o arbustiva de 1 a 30 metros de altura, compuesta de una o varias especies de mangle y con poca presencia de especies herbáceas y enredaderas.

Los manglares de México representan el 6% del total mundial y colocan a nuestro país en el cuarto lugar de los países que poseen este ecosistema, tan solo por debajo de Indonesia, Australia y Brasil.

En México predominan cuatro especies de mangle *(Rhizophora mangle, Laguncularia racemosa, Avicennia germinans y Conocarpus erectus)*. Aunque existen dos especies más *(Avicennia bicolor* y *Rhizophora harrisonii)* con una distribución restringida en el estado de Chiapas y una variedad de *C. erectus (C. erectus*

var. sericeus). Estas especies se pueden encontrar formando asociaciones vegetales o en bosques monoespecíficos.

La importancia de los humedales costeros, en particular los manglares, radica en los servicios que brindan, como: sistemas naturales de control de inundaciones y como barreras contra huracanes e intrusión salina, controlan la erosión y protegen las costas, mejoran la calidad del agua al funcionar como filtro biológico, contribuyen en el mantenimiento de procesos naturales tales como respuestas a cambios en el nivel del mar, mantienen procesos de sedimentación y sirven de refugio de flora y fauna silvestre, entre otros.

Sin embargo, de acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés), el ritmo de destrucción de manglares es más elevado que en cualquier otro tipo de bosques. Al respecto, un artículo de investigación señala que en México la superficie de manglar se reduce a una tasa anual de dos por ciento para la vertiente del Pacífico y 2.8% para el golfo de México.

Considerando la importancia de estos ecosistemas, en México se han generado legislaciones ambientales que establecen las especificaciones para la preservación de zonas de manglar, particularmente la Ley General de Vida Silvestre, Artículo 60 TER.- que a la letra dice:

Articulo 60 TER.- *Toda actividad tendiente a la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte de manera considerable 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, quedará prohibida cuando no se acredite ante la Secretaría, la viabilidad de recuperación y conservación del equilibrio del ecosistema, pudiéndose causar impactos irreversibles al mismo.*

Una vez determinada por la Secretaría la viabilidad de las actividades señaladas en el párrafo anterior, el responsable deberá llevar a cabo medidas de compensación dentro del mismo ecosistema, que minimicen los impactos negativos causados por éstas, procurando en todo momento la reintroducción de las especies afectadas, así como la implementación de medidas especiales de manejo para la conservación del ecosistema.

En este sentido y bajo lo presentado en párrafos anteriores, se debe mencionar que el proyecto tiene pretendida ubicación en un predio de 111.559 hectáreas en donde se distribuyen 10 distintos usos de suelo y vegetación, entre los que se encuentran la vegetación de Manglar.

Ahora bien, se debe hacer énfasis que área el aprovechamiento del proyecto corresponde a únicamente 16.86 ha (15.12% de la superficie total del predio), dentro de la cual no será afectada vegetación de manglar, toda vez que las obras a construir se instalarán fuera de este ecosistema. La comunidad de manglar que abarca 12.94 ha, es decir el 11.60% del predio, se designó como área de conservación, en la cual se mantendrá el desplante original de las especies de manglar que la integran.

Por ello, a fin de evitar la afectación de este ecosistema, durante el trabajo de campo se llevó a cabo la ubicación de los límites de la vegetación de manglar a través de equipos de precisión tomando como referencia el último individuo de manglar presente en los límites al noroeste: con la Selva de transición; al noroeste, norte y noreste: con Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia y, al sur y sureste con Matorral costero y Palmar.

III.4.2. 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 NOM-059-SEMARNAT-2010 tiene por objeto el 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. En el SAR, así como el Área del Proyecto, se ubican diversas especies de flora y fauna. Para dar cumplimiento a esta Norma Oficial Mexicana, la promovente realizó un estudio detallado de caracterización de la zona, en la que encontraron las especies listadas en este ordenamiento que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla III.21. Especies en categoría de riesgo.

NOM-059-SEMARNAT-2010			
FLORA			
Nombre Científico	**Categoría**		
	Amenazada (A)	**Sujeta a Protección Especial (Pr)**	**En Peligro (P)**
Astronium graveolens	X		
Avicennia germinans	X		
Coccothrinax readii	X		
Conocarpus erectus	X		
Rhizophora mangle	X		
Thrinax radiata	X		
FAUNA			
Nombre Científico	**Categoría**		
	Amenazada (A)	**Sujeta a Protección Especial (Pr)**	**En Peligro (P)**
Amazona xantholora	X		
Buteo albonotatus		X	

Campephilus guatemalensis		X	
Eupsittula nana		X	
Eira barbara			X
Tigrisoma mexicanum		X	
Caretta caretta			X
Chelonia mydas			X
Crocodylus moreletii		X	
Ctenosaura similis	X		
Lithobates brownorum		X	
Sceloporus cozumelae		X	
Ateles geoffroyi			X
Herpailurus yagouaroundi	X		

Con base en la tabla anterior, se presenta una diagnosis de las especies que se encuentran en peligro de extinción ya que se trata de especies sombrilla que contribuyen a la conservación y regulación de las poblaciones de otras especies.

- Tortuga caguama (*Caretta caretta*).

Siete de las ocho especies de tortugas marinas reconocidas en el mundo utilizan las playas y mares de jurisdicción mexicana con fines de crianza, tránsito o alimentación: la tortuga caguama (*Caretta caretta*), carey del pacífico (*Eretmochelys imbricata*), verde (*Chelonia mydas*), golfina (*Lepidochelys olivacea*), lora (*Lepidochelys kempii*), prieta (*Chelonia agassizii*) y laúd (*Dermochelys coriacea*). Todas las especies de tortugas marinas de México se encuentran clasificadas como "en peligro de extinción" de acuerdo con la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (PROFEPA, 2019).

Las tortugas marinas son muy importantes para el ecosistema marino, sirven como vectores de múltiples especies (epibiontes) y se mueven a través de todo el planeta transportándolos en su cuerpo, favoreciendo así a la biodiversidad.

Caretta caretta es de la familia Cheloniidae (tortugas de caparazón duro). Su tamaño y peso pueden variar según la zona donde se desarrollan (Marco et al., 2009). La tortuga caguama se distingue de las otras especies principalmente por el gran tamaño de su cabeza (25 cm o superior), presenta dos pares de escamas prefrontales entre los ojos y tres posts orbitales. La caguama es omnívora pero principalmente consume moluscos, crustáceos y otros invertebrados, así como peces y plantas en el fondo (Hopkins-Murphy *et al*., 2003). Poseen una mandíbula muy fuerte con un pico córneo muy grueso, adaptado para poder triturar conchas y caparazones de invertebrados, con forma de gancho (CONABIO, 2012; Márquez, 1996).

El hábitat de las tortugas marinas varía en cada etapa de su ciclo de vida, el cual depende en gran medida de la preservación de estos ambientes. Las hembras utilizan mayormente playas arenosas de zonas tropicales

y subtropicales para anidar (Márquez, 1996; Pritchard y Mortimer, 2000). El éxito de anidación de las tortugas está definido por las características morfológicas y oceanográficas de las playas; por lo que, si una playa de anidación es destruida o queda obstaculizada por infraestructura en el frente de playa, las hembras buscaran sitios alternos en las cercanías, los cuales podrían ser de menor calidad lo que podría alterar las condiciones para la incubación de los huevos, disminuyendo el número de eclosiones, y a su vez interrumpir el ciclo reproductivo.

De igual forma, si existen construcciones permanentes, las playas quedarán inhabilitadas para la anidación. Por esta razón, para garantizar la permanencia de playas de anidación, la infraestructura de asentamientos en la franja costera debe respetar un espacio suficiente (varias decenas de metros) desde la línea de marea alta para que la playa se desplace de manera natural en un contexto de cambio global (Abreu, 2016).

La Tortuga caguama se distribuye en todos los océanos, habitualmente en aguas costeras templadas y en aguas costeras tropicales y subtropicales de todo el mundo (Wilson et al., 2010), a menudo entran a las bahías y se han observado algunos ejemplares siguiendo corrientes marinas alejadas de la costa.

De acuerdo con Spotila (2004) los límites de *C. caretta* abarcan hasta los 60° de latitud norte; encontrándose en América desde Alaska y Canadá hasta las costas de Chile y Argentina (CONABIO, 2012). Tanto machos como hembras son altamente migratorios y por ello ocupan una amplia distribución de localidades y hábitats. Así mismo, suelen frecuentar las desembocaduras de ríos y los arrecifes de coral. Los océanos Atlántico, Índico, Pacífico, así como el golfo Pérsico, el mar Mediterráneo y el Caribe son los principales lugares que habitan. Así mismo, se han reportado en Australia y Japón, al sur de África en el océano Índico (Marco et al., 2009).

La tortuga caguama es una de las especies de mayor importancia en el Atlántico Occidental (Koch *et al.*, 2016), y la mayor abundancia se encuentra en el Estado de Quintana Roo. De los 900 kilómetros de costa que tiene este estado, aproximadamente 200 km son playas de anidación en donde se registran en promedio 1,300 nidos por temporada, con una media de 41.18 nidos por playa y densidad de 20 nidos por kilómetro. Las playas de mayor actividad de anidación para esta especie en el estado son: Xcacel, Aventuras DIF, Chemuyil, Xel-Há, Kanzul e Isla Cozumel (Zurita, 2009).

- Tortuga verde (*Chelonia mydas*).

La Tortuga Verde se denomina así por la grasa corporal de su cuerpo que es verdosa, sin embargo, el color de su cuerpo es variable. Las crías son oscuras con el borde de las aletas y ventralmente de color blanco. Cuando son juveniles la concha es café rojizo a verde oliva; cuando son adultas se vuelven café oscuro con patrones de manchas y rayos de varios tonos, ventralmente se vuelven amarillentas. Las tortugas marinas

poseen glándulas de la sal, que se encuentran en las órbitas oculares y que secretan continuamente un líquido espeso salino, cuya principal función es eliminar el exceso de sal en el cuerpo y de proteger los ojos de la arena cuando salen a desovar.

De acuerdo con la CONABIO la Tortuga Verde es la única especie de tortuga marina que se le ha visto asolearse fuera del agua. Es de tamaño grande, su caparazón es de forma ovalada y presenta una quilla en los juveniles que desaparece con la edad volviéndose más aplanado. Su carapacho se distingue por tener cuatro escudos costales de cada lado. Su cabeza es relativamente pequeña y chata, con dos escamas pre-frontales y cuatro escamas detrás de los ojos. El pico es romo y sin gancho, con el borde de las mandíbulas aserrado, principalmente la inferior. Sus aletas como en las otras tortugas marinas, las delanteras son más largas que las traseras, tienen forma de remo que termina más o menos en punta. En los bordes anteriores de sus aletas presentan una uña curveada. La cola es cónica y más larga en el macho sobresaliendo notoriamente del carapacho.

Su longitud y peso varía según su distribución, para México se han registrado de entre 71 y 139 cm de largo, con un promedio de 94 cm. Su peso se ha registrado entre 68 y 235 kg. Hay un reporte para esta especie en el Mar Caribe de un individuo que pesó 395 kg como el máximo conocido.

La Tortuga Verde vive en los Océanos Pacífico, Atlántico e Índico, donde la temperatura no descienda por debajo de los 20°C, como en la franja tropical y subtropical y parte de la templada. Los machos nunca dejan el mar y las hembras salen a desovar en diferentes playas del mundo. Algunos consideran que una subespecie se distribuye en el Mar Mediterráneo.

En el Océano Pacífico mexicano anidan en costas de Baja California, y desde Sinaloa a Chiapas, con mayor abundancia en Michoacán en playas de Colola y Maruata; en las Islas Clarion y Socorro del Archipiélago Revillagigedo. En el Golfo de México y Mar Caribe anidan en Tamaulipas, Veracruz, Campeche, Yucatán, y Quintana Roo.

Las principales amenazas para todas las poblaciones de tortugas marinas son las causadas por el hombre, ya sea de forma directa o indirecta:

Tabla III.22. Amenazas de las poblaciones de tortugas marinas.

Causas directas		**Causas indirectas**	
Captura de tortugas y el saqueo de sus huevos con fines comerciales y	A nivel local se sigue reportando la venta ilegal y el saqueo de los nidos, debido a que se fabrican artículos de sus caparazones incluyendo	Alteración y pérdida del hábitat interrumpiendo el ciclo de vida de las	Construcciones y estructuras en las playas o en las cercanías, como rompeolas, relleno o extracción de arena y la eliminación de la vegetación natural de las dunas, promueve significativamente la erosión y afecta directamente las condiciones del hábitat

Causas directas		Causas indirectas	
de subsistencia en algunas zonas costeras.	anteojos, peines, y artículos de bisutería, entre otros. Muchos de estos individuos cazados son juveniles sin haber llegado a la etapa reproductiva aún (Secretaría CIT, 2006).	tortugas (principalmente el desove)	necesario para las tortugas marinas (CIT Secretaría, 2006; Taylor, 2010). Las construcciones altas o la destrucción de la vegetación litoral producen una variación en la temperatura de la arena, causando un sesgo en el sexo de las crías o una disminución en la eclosión de huevos (Milton, *et al*., 1994; Miller, 1997).
		La iluminación artificial	Alteran el comportamiento de las tortugas y se vuelven evitativas de la contaminación lumínica, presentando así dificultades para desovar (CIT Secretaría, 2006), así mismo pueden causar desorientación en las crías las cuales terminan agotadas convirtiéndose en presas fáciles de depredadores silvestres y animales domésticos (Salmon, 2003).
Turismo			
La presencia de los humanos en las playas de anidación puede ser un factor de estrés para las tortugas impidiéndoles anidar y obligándolas a regresar al mar (Landry *et al*., 2010). En cuanto a contaminación y desechos se trata, el manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas ocasiona escorrentía de productos químicos y fertilizantes, vertidos domésticos e industriales que impactan negativamente a las poblaciones de tortugas marinas.			

- *Mono Araña (Ateles geoffroyi)*

Pertenece al grupo de primates con mayor tamaño corporal, miden entre 35 y 45 cm de estatura y su cola puede alcanzar los 85 cm (Ramos, 2006); su peso oscila entre los 7.5 y 8.2 kg. cuando son adultos (Ford y Davis, 1992). De constitución delgada con extremidades largas en comparación al tamaño de su cuerpo, su cabeza es relativamente pequeña, los machos carecen de barba, poseen una cola cuya parte interior esta desnuda que utilizan como quinto miembro para desplazarse ágilmente entre los árboles. En la espalda presenta una coloración oscura, en la región abdominal posee un color más claro por lo que es llamado mono panza blanca, además de presentar una especie de mechón en la parte superior de la cabeza y una coloración clara en la zona que rodea los ojos (Serio-Silva et al., 2006). En México se encuentran dos de las subespecies de *Ateles: Ateles geoffroyi vellerosus y Ateles geoffroyi yucatanensis*, ambas especies se les da el nombre común de monos araña o changos (Rylands et al., 2006, Serio-Silva et al., 2006).

Debido a las características de su alimentación son importantes dispersores de semillas, siendo especies clave para la regeneración de ecosistemas (Rodríguez-Luna et al., 2009), así como, también desarrollan un papel importante como organismos indicadores del estado de los ecosistemas (Pérez-Gil et al., 1996).

Se reconoce que la dieta de los monos araña puede variar entre diferentes años, por ejemplo, la variación en el consumo de frutos en un año puede fluctuar entre un 68% y 97% (Ramos-Fernández et al., 2009). Así mismo de manera anual, la diversidad de la dieta del mono araña incluye 57 especies pertenecientes a 45 géneros y 30 familias, mejor representadas por las familias Moraceae, Anacardiaceae y Sapotaceae. A pesar de esta alta diversidad de especies, entre 66 % y 82 % de la dieta anual está compuesta únicamente por 6: *Brosimum alicastrum, Ficus ovalis, F. cotinifolia, Manilkara zapota, Metopium brownei y Guzauma ulmifolia*. Si bien estas especies no necesariamente son las más abundantes en el hábitat, algunos autores las han definido como "especies clave" para el consumo y permanencia de los monos araña (Wallace 2005). Si se analiza la dieta de los monos a escala mensual, por ejemplo, algunas de estas especies no son consumidas en absoluto, lo cual implica que los monos cubren sus necesidades nutricionales con las frutas que estén disponibles en un momento dado (Ramos-Fernández y Pinacho-Guendulain et al. 2009), mostrando de esta forma la flexibilidad en los patrones de uso de hábitat de estos primates y la importancia de enfocar los estudios en la escala temporal adecuada.

Esta especie se caracteriza por utilizar ámbitos hogareños grandes (150-350 ha) y relativamente estables en el tiempo (Wallace 2008). Así mismo, se ha identificado que los monos tienen un patrón de movimiento conocido como caminatas de Levy (Viswanathan et al. 2011). Estas consisten en una combinación particular de segmentos cortos y largos, de manera que el animal usa los segmentos cortos para explotar un entorno conocido y los largos para explorar en otra zona de su entorno.

Una de las características sobresalientes del comportamiento y ecología del mono araña es su alto nivel de dinámica de fisión y fusión (Symington 1990; Chapman et al. 1995; Aureli y Schaffner 2008). Dinámica que puede observarse en grupos grandes de monos los cuales se dividen en subgrupos los cuales cambian su composición frecuentemente (Kummer 1971; Aureli et al. 2008), derivando en una variación considerable en la cohesión del grupo, así como en el tamaño. Una de las ventajas de un alto nivel de dinámica de fisión y fusión es que el tamaño de los subgrupos puede ajustarse según la disponibilidad local de alimento, reduciendo la competencia entre miembros del mismo grupo (Kummer 1971; Chapman et al. 1995; Sterck et al. 1997; Asensio et al. 2009).

El tamaño de los grupos y su cohesión parecen responder a la variabilidad en la disponibilidad de alimento (Chapman et al. 1995). Los subgrupos son más grandes y más dispersos cuando hay más alimento en el hábitat que cuando hay escasez (Pinacho-Guendulain y Ramos-Fernández, 2017). Por otra parte, la flexibilidad en los patrones de agrupación les permite a los monos araña mitigar los efectos de perturbaciones en su entorno de forrajeo (Schaffner et al. 2012).

Tener en consideración los requerimientos de hábitat de esta especie, resulta fundamental para poder establecer las mejores estrategias de conservación y zonificación en el área del proyecto, otorgándole alta prioridad a las áreas en las que se tiene el registro de la presencia de le especie y de los recursos usados por la misma, ya que el mantenimiento de la especie en el área garantizará, la calidad y permanente regeneración del ecosistema.

- *Viejo de monte (Eira barbara)*

El viejo de monte es un mamífero mustélido grande de complexión fuerte y ágil con cuerpo alargado y musculoso. Patas y cola largas. Cabeza aplanada con orejas pequeñas y redondeadas. Vibrisas faciales largas. Ojos negros con un brillo nocturno azul-verdoso. La cola es peluda y de 2/3 del largo del cuerpo. Tienen garras fuertes las cuales están adaptadas para correr y trepar; tiene membranas interdigitales en la parte proximal de los dedos. Las glándulas anales no están muy desarrolladas y su secreción no es particularmente ofensiva para los humanos.

El pelo es corto de color café obscuro a negro en las partes dorsales, las ventrales posteriores, las extremidades y la cola que contrasta con la cabeza y el cuello que son de color blanco-grisáceo que varía a amarillento en los hombros; presenta un parche que varía de amarillo pálida a naranja en forma de diamante en el pecho y la garganta. Las crías son completamente negras, algunas veces con el parche o la cabeza blancos o una línea media-dorsal que se extiende hasta la cola. El albinismo es más común que en otros mustélidos. Existe dimorfismo sexual, los machos son 30% más grandes que las hembras. Las medidas externas (mm) son: LT 924-1172; LC 365-460; LP 90-123; LO 30-42. La fórmula dentaria es: i 3/3, c 1/1, p 3/3-4, m 1/1-2 = 34 y el peso va de 2700-7000 g (Presley, 2000).

Habita en todo tipo de bosque tropicales (selva alta perennifolia, subperennifolia, selva baja caducifolia), bosque mesófilos de montaña, bosque de pino-encino (partes menos frías), e incluso acahuales y zonas agrícolas (cañaverales y milpas) (CONABIO). Habita principalmente en climas cálidos (A) y subcálidos (AC), aunque también se le encuentra en climas templados (C) desde el nivel del mar hasta los 2400 msnm, aunque la mayoría se encuentra por debajo de los 1000 msnm. Tienen una marcada preferencia por los lugares arbolados (principalmente selvas altas) debido a sus hábitos escansoriales.

Es omnívoro y oportunista, consume gran variedad de frutos, vertebrados (desde roedores, reptiles y aves pequeñas hasta tepezcuintles y venado temazate) (Leopold, 1965), carroña, artrópodos y miel. En un estudio hecho en Belice se encontró que consume roedores, tlacuaches, pequeñas aves, artrópodos y frutas como mameyes (*Calocarpum mammosum),* cecropias (*Cecropia mexicana*), y otras (*Astrocaryum standleyanum y Spondias mombin*).

Medidas para el control de impactos durante la preparación del sitio y construcción de las obras sobre el factor fauna silvestre

El grado de conservación que presenta el área del proyecto, permite aún la presencia de diferentes especies de fauna silvestre entre las cuales destacan aquellas que se encuentran en alguna categoría de protección, por tal motivo se considera necesario, realizar las siguientes acciones:

- Proteger y conservar a los ejemplares de fauna silvestre de baja movilidad.
- Garantizar que no se efectúen acciones en contra de la fauna silvestre.
- Rescatar a las formas de vida animal (en alguna de sus fases, huevecillos, nidos, juveniles o adultos), que correspondan a especies en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT.

Tabla III.23. Acciones para reducir afectaciones a la fauna silvestre en la etapa de preparación del sitio y construcción.

Medida	Objetivo
Sensibilizar y concientizar al personal que participará en la preparación y construcción del proyecto, sobre la importancia que tienen las especies de fauna silvestre que pueden encontrarse en el sistema ambiental regional y área del proyecto, en especial de las especies endémicas o que se encuentren en alguna categoría de protección o conservación en la NOM-059, de modo particular aquellas que habitan en las zonas de dunas y en el litoral.	Evitar afectaciones a los ejemplares de vida silvestre en particular en las especies de fauna endémicas y las que se encuentran en la NOM-059, durante las acciones de preparación y construcción del proyecto.
Previo a los trabajos de preparación y construcción, deben realizarse tareas de rescate de especies de fauna silvestre (en cualquiera de sus fases de vida), con énfasis en las especies en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como es el caso de las especies 12 especies registradas en el SAR y las 8 especies en el AP; así como en las de lento desplazamiento.	Concientizar al personal y tener recordatorios permanentes que faciliten la identificación de las especies que pueden estar en la NOM-059- SEMARNAT-2010 para lograr su conservación y viabilidad.
Previo al inicio de los trabajos de desmonte, se deberá capacitar y formar una cuadrilla de trabajadores que ejecute las acciones de ahuyentamiento de fauna mediante la generación de ruido y vibraciones en el suelo, con el objeto de ahuyentar a la fauna que pudiese quedar en el predio, fuera de las áreas de trabajo.	Prevenir daños, muerte o perdida de ejemplares de fauna silvestre
Prohibir la utilización de cualquier químico, cebos, venenos o trampa mecánica para poder eliminar a la fauna silvestre, así como prohibir el uso de armas de fuego, para eliminar o ahuyentar a la fauna silvestre.	Evitar que la fauna muera por la acción de sustancias químicas o que sea cazada por el personal. Impedir el aprovechamiento de cualquier ejemplar de especie de fauna silvestre.
Los trabajos de desmonte y despalme serán graduales, con el fin de dar tiempo a que la fauna presente, abandone el lugar y se establezca en lugares menos perturbados.	Evitar que la fauna sea dañada
En caso de que se localice alguna especie de fauna que se encuentre en la NOM-059- SEMARNAT-2010, se avisará a la autoridad conforme lo disponga la Ley de Vida Silvestre y su Reglamento, sobre las acciones de rescate de especies y cumplir con lo establecido en la ley.	Evitar que las especies de la NOM-059- SEMARNAT-2010 se vean afectadas y acatar lo que disponga la autoridad ambiental federal
Impedir el paso de los trabajadores a la zona de duna costera, únicamente podrán establecerse sobre la duna costera, estructuras	Garantizar la sobrevivencia de las especies de tortuga caguama y verde,

Medida	Objetivo
temporales para el paso de los usuarios, sin que las mismas ocasionen cimentaciones.	que puedan arribar a la playa frente al predio.
Se deberá establecer un programa de protección para la tortuga caguama y verde durante el tiempo de ejecución del proyecto en el que se deberán extremar precauciones especialmente durante la temporada de anidación (abril a agosto), temporada que será monitoreada por especialistas. Esta vigilancia podrá aplicarse a otras especies que residen en las zonas inundables como es el caso del cocodrilo de pantano	Garantizar la protección de las especies y la conservación de la duna como hábitat crítico para las especies de tortuga y otras especies sensibles

Asimismo, para proteger a las especies en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010, del predio se propone lo siguiente:

Taba III.24. Medidas de manejo ambiental para proteger a las especies en categoría de riesgo.

Componente ambiental	Grupo de vida silvestre	Medida
Alimentación	Fauna	Se mantendrán especies de plantas que son aprovechadas por la fauna silvestre para su alimentación, por el consumo de semillas, frutos u hojas. En el predio, se destaca la presencia del chicozapote (*Manilkara zapota*) un árbol con fruto dulce que es aprovechado por especies como el mono araña. Estos árboles de gran porte se mantendrán en sus sitios de desplante, por lo que las construcciones no afectarán su distribución en el predio. Asimismo, debido a las condiciones del predio en el que se mantendrán todas las comunidades vegetales actualmente existentes (ya que el impacto a estas no significa una remoción total) permitirá mantener especies nativas de plantas, además de refugios para animales más pequeños como roedores, lagartijas, serpientes y aves, que fungen como presa de otros depredadores como el cabeza de viejo. A nivel SAR, no se afectará la alimentación de ninguna especie ya que el impacto se generará dentro del predio.
Comportamiento	Fauna	La presencia de humanos en el predio puede influir en el comportamiento de la fauna silvestre, la cual es ahuyentada por el ruido e imagen humana, sin embargo, en el predio se mantendrán espacios de vegetación original en el que podrán continuar sus hábitos biológicos, ya que serán parches continuos de vegetación. Con el tiempo, es posible que la fauna se acostumbre a la presencia humana, lo que derivará en el acercamiento de las especies a los espacios públicos y concurridos por las personas; por ello, será importante tomar medidas como: manejo integral de residuos; uso de luces exteriores de baja intensidad para no

Componente ambiental	Grupo de vida silvestre	Medida
		alterar ciclos nocturnos de las especies; luces orientadas al interior del predio y no a la playa; no alimentar directamente a las especies; no molestar a las especies y no extraerlas de su medio. Asimismo, se deberá informar a la gente de la presencia de fauna silvestre protegida para concientizar sobre su cuidado y protección.
Distribución	Fauna	Con las visitas a campo se detectó que los hábitats de mayor uso son el humedal y la zona de cenotes del predio, por la disponibilidad de agua. Por ello, con la protección de estos sistemas naturales se garantiza mantener espacios de distribución de las especies, evitando que estas se desplacen a predios colindantes. En este sentido, el proyecto podrá coexistir con la fauna silvestre al mantener parches de vegetación original del predio de todos los tipos de comunidades existentes en el mismo.
	Flora	Para el proyecto se presentó la superficie de remoción de vegetación que se llevará a cabo con la construcción de las obras. Sin embargo, esto no implicará la remoción total de especies o comunidades vegetales del predio. Por lo tanto, aun permanecerá la representación de la flora nativa de la región distribuida en el sitio del proyecto. Cabe mencionar que, se recuperará cobertura vegetal con acciones de reforestación, asimismo, se realizará rescate y reubicación de especies como la palma chiit, especie amenazada. También será importante mantener la fauna silvestre dentro del predio mediante acciones que eviten que estos abandonen en su totalidad el terreno, ya que ellos contribuyen con la dispersión de semillas de plantas, que deriva en la regeneración de vegetación y distribución de especies de flora nativa de la región. En el SAR no se prevé remover cobertura vegetal, así que no se afectará la distribución de las comunidades vegetales.
Ecosistema	Fauna y Flora	El ecosistema costero en el predio se verá modificado por la presencia de obras civiles, sin embargo, se mantendrá el 84.88% de la superficie total del terreno con las condiciones originales del mismo, ya que las disposiciones jurídicas solo permiten el aprovechamiento de hasta el 35% del predio. De este modo, las comunidades vegetales del predio se mantendrán representadas y, con ello, se conservará el ecosistema costero, además de que el humedal con manglar será *área de conservación* (12.94 ha)y el sistema kárstico no

Componente ambiental	Grupo de vida silvestre	Medida
		será modificado (cenotes, dolinas y fracturas), esto contribuye a mantener el ecosistema aprovechado por las especies de fauna en estatus de riesgo, al encontrar refugio, sitios de reproducción, de alimentación y de descanso. Aunado a ello, no se comprometerá la disponibilidad del agua salobre y dulce en el sistema subterráneo de la zona, lo que permite mantener un ecosistema equilibrado adecuado para el desarrollo de las especies de vida silvestre regional.
Hábitat	Fauna	Mantener cobertura vegetal en el predio y áreas de conservación, garantiza la conservación del hábitat de especies en algún estatus de riesgo. Se priorizará mantener árboles de gran talla para que estos continúen siendo aprovechados por especies de hábitos arborícolas como los monos y los cabeza de viejo. También, se respetarán las cavernas, cenotes, dolinas secas y fracturas, que son utilizadas por diversas especies de fauna en el predio. Cabe mencionar que, en dichas estructuras no se construirán obras civiles, por lo tanto, se mantendrá el sitio de refugio, alimentación y reproducción de las especies de vida silvestre.
Poblaciones	Fauna	Con el desarrollo del proyecto no se realizará la extracción de ninguna especie de fauna silvestre; se priorizará ahuyentar los animales hacia los sitios de vegetación que se mantendrán en el predio, como el manglar. En caso de ser necesario, el rescate y reubicación de especies se llevará a cabo con apego en un programa de rescate y reubicación previamente aprobado por la Secretaría. También se implementarán pláticas de concientización de protección de los animales; se realizará el manejo integral de residuos para evitar que especies queden atrapadas o consuman sólidos, que pudieran comprometer su vida. Con todo lo anterior, se mantendrán las poblaciones naturales de fauna silvestre. Se deberá llevar un monitoreo a largo plazo para determinar el estado de las poblaciones de fauna silvestre en el predio.
	Flora	Con el desarrollo del proyecto se llevará a cabo la remoción de vegetación, sin embargo, esto no compromete la existencia y distribución de las especies de ejemplares removidos, ya que se mantendrán más individuos dispersos en las distintas comunidades vegetales del predio. En este sentido, se realizará remoción parcial pero no total de la cobertura de las comunidades vegetales registradas en el sitio del proyecto.

Componente ambiental	Grupo de vida silvestre	Medida
		Es importante destacar que, las especies de manglar del predio NO serán removidas, podadas o dañadas; estas especies se mantendrán en el *área de conservación* del proyecto, garantizando el mantenimiento de sus poblaciones. En cuanto a la especies de *Thrinax radiata* (palma chiit), esta será rescatada y reubicada en sitios de reforestación del proyecto, cabe mencionar que, no todos los individuos de palma chiit se reubicarán, es decir, se mantendrán en su sitio de desplante original varios ejemplares detectados. Para conocer el desarrollo de las poblaciones, deberá efectuarse un monitoreo de las plantas en algún estatus de riesgo, implementando un programa de monitoreo previa autorización de la Secretaría.
Reproducción	Fauna	Con el desarrollo del proyecto no se intervendrá en los procesos naturales de reproducción de la fauna. No se extraerán individuos de fauna silvestre, lo que permitirá mantener tanto machos como hembras de animales presentes en el predio; las crías serán respetadas y no podrán ser capturadas; de establecer barreras en los límites del predio, se debe permitir el paso de fauna silvestre desde el predio hacia predios colindantes, para mantener el flujo genético de la vida silvestre.
	Flora	No se afectará la reproducción de especies de plantas, las cuales tendrán condiciones adecuadas para la germinación de semillas; además, la presencia de fauna silvestre como colibríes, insectos, lagartijas, entre otros, contribuye con la dispersión de semillas y la polinización de las especies, lo cual beneficia la reproducción de las plantas. Se reitera que el manglar no será afectado, manteniendo sus comunidades libres de impacto humano.

Con lo anterior, se evidencia que el desarrollo del proyecto no comprometerá la existencia, salud y permanencia de la vida silvestre en estatus de riesgo conforme a lo dispuesto en al NOM-059-SEMARNAT-2010. Debido a que el diseño de las obras integró desde su planeación los componentes ambientales existentes en el predio, se realizó la distribución de los inmuebles y espacios públicos de forma que se reduzca la fragmentación del hábitat, además de mantener la representación de las comunidades vegetales actualmente existentes en el predio, importantes para el desarrollo de la vida silvestre.

Un factor importante es que se mantendrán corredores biológicos en la unidad de paisaje del corredor Punta Venado-Paamul, en el cual podrá desplazarse la fauna temporalmente durante la construcción de las obras en el predio. Posteriormente, podrá retornar al terreno y habitar en las áreas de vegetación libre de construcciones. Asimismo, entre los remanentes de cobertura vegetal y la presencia de pasos de fauna, los animales tendrán alternativas de desplazamiento en el predio y hacia sitios colindantes en el SAR.



Imagen III.3. Rutas de desplazamientos posibles de la fauna durante la construcción de obras.

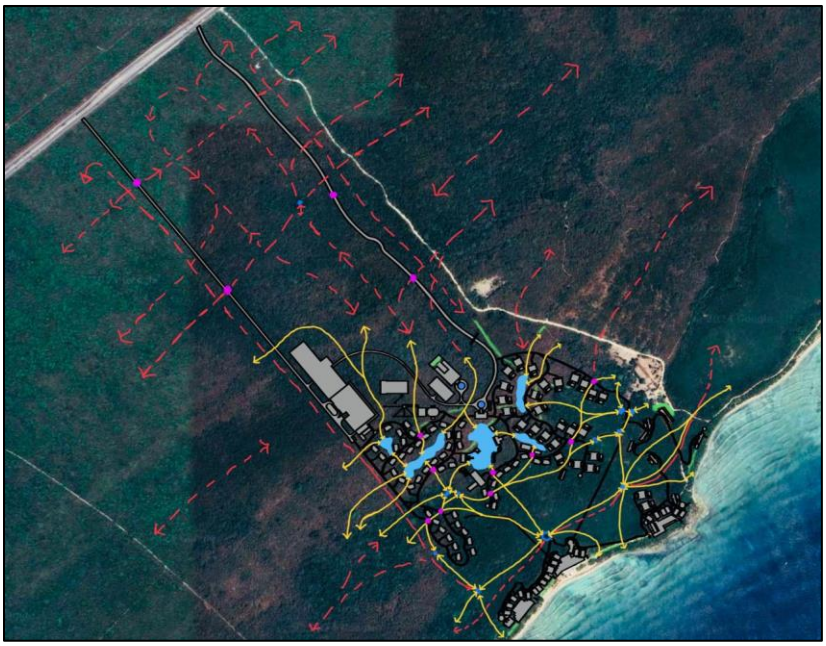


Imagen III.4. Rutas de desplazamientos posibles de la fauna durante la operación de las obras**.**

III.4.3. Norma Oficial Mexicana 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

La NOM-162-SEMARNAT-2012 establece que las especies de tortuga marina existentes en aguas de jurisdicción federal constituyen un recurso natural que forma parte de la riqueza biológica y el patrimonio de la Nación, por lo que el Estado mexicano tiene el deber de conservar y normar su manejo. Asimismo, todas las especies de tortuga marina al ser migratorias, son un recurso compartido por diferentes países, por lo tanto, México ha adoptado acuerdos y convenios internacionales para conservarlas.

Dentro de las acciones para la conservación de las tortugas marinas se deben incluir aquellas orientadas al mantenimiento de la integridad del hábitat de anidación, ya que esto es una condición para la sobrevivencia de las especies de estos reptiles marinos. Por lo anterior, es indispensable llevar a cabo acciones para evitar la destrucción, fragmentación o degradación de las condiciones biológicas, químicas y físicas del hábitat de anidación, tales como la dinámica natural de acumulación de arena y de los flujos hídricos que aseguran la humedad, salinidad y temperatura adecuadas para la incubación de estos organismos.

En cuanto al manejo, se han detectado prácticas inadecuadas durante las actividades de aprovechamiento no extractivo, desde el manejo de hembras grávidas y nidadas hasta la liberación de las crías, incluyendo la observación de tortugas, así como otras actividades que afectan la sobrevivencia de las crías durante los primeros días de su vida y, por lo tanto, el éxito de las actividades de conservación de las tortugas marinas en el hábitat de anidación. Por ello, se requieren acciones que mejoren las prácticas de manejo.

Tanto las adecuadas prácticas de manejo como las acciones de conservación, deben implementarse en las actividades que incluyen el manejo directo por reubicación de huevos y nidos, así como en las actividades de observación y monitoreo. Aunado a ello, todas las actividades a llevar a cabo en playas de anidación de tortugas, deben regularse para garantizar la protección del hábitat y espacio que las tortugas marinas aprovechan para desovar. Por ello, la NOM-162-SEMARNAT-2012 señala que la realización de obras o actividades en el hábitat de anidación están sujetas a la autorización en materia de evaluación del impacto ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Dentro de este contexto, quienes tengan interés en desarrollar obras y/o actividades en playas de anidación de tortugas, deberán solicitar autorización en materia de impacto ambiental ante la Secretaría. En México, las playas son visitadas por 7 especies de tortuga marina para anidar: "tortuga golfina o tortuga marina escamosa del Pacífico" (*Lepidochelys olivacea*); "tortuga lora o tortuga marina escamosa del Atlántico" *(Lepidochelys kempii*); "tortuga blanca o tortuga marina verde del Atlántico" (*Chelonia*

mydas); "tortuga prieta o tortuga marina verde del Pacífico" (*Chelonia agassizi*); "tortuga marina caguama" (*Caretta caretta*); "tortuga marina de carey" (*Eretmochelys imbricata*); y "tortuga marina laúd" (*Dermochelys coriacea*); todas están especies están clasificadas bajo la categoría de riesgo "en peligro de extinción" por 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", e incluidas en el Apéndice I de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, por sus siglas en inglés) y que además la Lista Roja de la Unión Mundial de la Conservación (IUCN, por sus siglas en inglés), califica la condición de las tortugas lora, carey y laúd en "peligro crítico de extinción", de las tortugas caguama y la verde del Atlántico y la verde del Pacífico como "en peligro", y a la tortuga golfina como "vulnerable".

En Quintana Roo, cuatro de las siete especies reportadas para el país llegan a las costas del estado: la tortuga marina caguama (*Caretta caretta*), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*), tortuga verde del Atlántico (*Chelonia mydas*), y a tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*). En particular, en la zona de playa arenosa colindante al predio donde se establecerá el *Proyecto Venado*, se observaron rastros de huellas de la tortuga verde (*Chelonia mydas*), así como rastros de lo que fueran nidos y cáscaras de huevos eclosionados. Si bien, la mayor parte de la playa colindante al predio de interés es de tipo rocoso y las tortugas no cuentan con condiciones idóneas para anidar, existe una franja de aproximadamente 288 metros de longitud colindantes al predio, que está conformada por arena, sitio donde se encontraron los rastros. Asimismo, en otras playas del Sistema Ambiental Regional, como algunas zonas de playa colindantes al frente del predio (hacia el norte), también se observaron rastros de anidación de tortuga marina.

Ante este hecho, la promovente de *Proyecto Venado* debe garantizar la protección del hábitat de las tortugas marinas frente a su predio, para no interferir en los procesos de anidación de dichos reptiles en peligro de extinción. A pesar de que las obras permanentes propuestas para el proyecto no se distribuirán en zona de playa, el proyecto pudiera generar un efecto negativo significativo sobre la población de tortugas marinas que arribe al sitio por la presencia de visitantes que ocuparán las instalaciones del mismo. Lo anterior se debe a que los huéspedes realizarán actividades de sol y playa en la zona, en especial en la superficie con arena; es por ello que deberán regularse las actividades en el sitio para evitar el deterioro del sistema natural, además de vigilar la zona en temporada de anidación de tortugas marinas para evitar saqueos de nidos y, de este modo, contribuir con la conservación de estos reptiles.

Considerando lo previamente expuesto, se presenta la vinculación del proyecto con las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012, la cual tiene por objeto *establecer las especificaciones para la*

protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. A través de esto, se evidenciará la forma en que la promovente contribuirá con la protección y conservación de las tortugas marinas y su hábitat, mediante acciones de prevención y mitigación de impactos ambientales, así como la implementación de buenas prácticas ambientales para no realizar un manejo no autorizado o que comprometa la integridad de los ejemplares. Es importante señalar que, la promovente no realizará aprovechamiento extractivo de ningún ejemplar de fauna silvestre.

Tabla 25. Vinculación de *Proyecto Venado* con las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012.

Especificación	Vinculación con el proyecto
5. Especificaciones generales	
5.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de aprovechamiento no extractivo en el hábitat de anidación de tortugas marinas, deben cumplir con lo establecido en las siguientes especificaciones.	Se ha registrado que, para las costas de Quintana Roo, cuatro especies de tortugas marinas arriban durante la temporada de anidación desde finales de abril hasta noviembre: • *Dermochelys coriacea* (Tortuga laúd). • *Eretmochelys imbricata* (Tortuga carey). • *Caretta caretta* (Tortuga caguama). • *Chelonia mydas* (Tortuga verde). Específicamente, en la zona de playa colindante al este del predio para el proyecto, se registró el arribo para anidar de la tortuga verde (*Chelonia mydas*), esto derivado de los rastros de huellas, zonas de anidación y cáscaras de huevos encontrados. De los aproximadamente 940 metros lineales de frente del predio, aproximadamente 288 metros colindan con una franja de arena, zona donde se encontraron los rastros de la tortuga verde. El resto de la zona frente al predio es una playa rocosa, la cual no cuenta con las condiciones favorables para la anidación de tortugas marinas. Cabe mencionar que, en zonas de arena colindantes a la playa rocosa, y que forman parte del SAR, también se registró la presencia de rastros de tortuga verde. Si bien, con el desarrollo del proyecto no se establecerán obras civiles permanentes en la zona de playa, los huéspedes y usuarios de las obras que integrarán a *Proyecto Venado* podrán llevar a cabo actividades de sol y playa; se aclara que no se establecerá mobiliario turístico en la playa arenosa, ya que todas las obras e instalaciones estarán dentro del predio. Por ello, la promovente y todo aquel visitante de la zona de playa, deberá dar cumplimiento a las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012, para garantizar la protección y conservación del hábitat de anidación de las tortugas marinas, tanto de la tortuga verde como de toda aquella especie que llegará a arribar al sitio. A través de esta vinculación se señalará la forma en que se dará cumplimiento a las especificaciones establecidas.

Especificación	Vinculación con el proyecto
	Es importante mencionar que, actualmente, la zona de playa frente al predio es una playa denominada Punta Venado, la cual es monitoreada para protección de nidos y tortugas marinas, a cargo de Flora, Fauna y Cultura de México A.C., quienes también operan campamentos tortugueros en 14 playas de los municipios de Solidaridad y Tulum (bajo permiso de operación de la Dirección General de Vida Silvestre). A través de ellos, se han realizado la protección de nidos y su reubicación, protegiendo a las tortugas marinas que arriban a Punta Venado, siguiendo las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012 y tomando en cuenta las recomendaciones del Grupo Especialista en Técnicas de Investigación y Manejo para la Conservación de las Tortugas Marinas. Por lo anterior, para la protección de las tortugas marinas que arriben a la playa colindante con el predio de interés para el proyecto, la promovente se acercará y establecerá acuerdos con la Asociación Flora, Fauna y Cultura de México, para contribuir con las actividades de manejo y protección de tortugas marinas y sus nidos. Además, solicitará el permiso de operación de un campamento tortuguero. Sin embargo, se priorizará el respeto y el mantener acuerdos con la asociación civil señalada, la cual lleva 40 años de continuidad con el programa de conservación de tortugas marinas, siendo el más antiguo, extenso y estable de todo el Caribe Mexicano. Es relevante señalar que, NO se realizará aprovechamiento extractivo de las especies que arriben en las playas colindantes al predio. En este sentido, queda prohibida la extracción de ejemplares, huevos, partes o restos de dichos reptiles marinos. El manejo de estos organismos, sus huevos y sus nidos, se llevará a cabo con base en un Plan de Manejo previamente aprobado por la Secretaría, o únicamente por especialistas de la asociación Flora, Fauna y Cultura de México A.C., previo acuerdo y bajo permisos de operación vigente otorgados por las autoridades competentes. Por último, se destaca que la promovente implementará diversas medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales, como el manejo integral de los residuos a generar y no instalar luces que alumbren de forma directa hacia la playa, lo cual contribuirá con la protección del hábitat de anidación de las tortugas marinas que arriben frente al predio. El proyecto contará personal de vigilancia de Playa, a través del cual se podrá reportar los avistamientos de tortugas marinas en la zona por lo que deberán contar con los números de atención correspondientes.
5.2 El cumplimiento de las especificaciones de la presente Norma Oficial Mexicana, no exime el	Para la obtención de autorización en materia de impacto ambiental, la promovente ingresa la correspondiente MIA-R del proyecto *Construcción y operación de*

Especificación	Vinculación con el proyecto
procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental, en los casos en que resulte aplicable.	*Proyecto Venado, en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, a través de la cual evalúa los impactos por el desarrollo del mismo y realiza las propuestas de prevención y mitigación de impactos ambientales que potencialmente se producirán por la ejecución del proyecto. Cabe destacar que, con el proyecto no se construirán obras civiles en la playa, tampoco infraestructura marina. No obstante, debido al arribo de turistas, y con mayor frecuencia, se deberán implementar medidas que eviten la degradación de la playa y/o la modificación de la línea de costa.
5.3 Los accesos al hábitat de anidación, tratándose de Áreas Naturales Protegidas, quedan sujetos a lo dispuesto en los Programas de Manejo correspondientes o, en su caso, a los accesos que establezca la Dirección del Área Natural Protegida.	El proyecto se construirá y operará en un predio particular que no se ubica dentro de un Área Natural Protegida (ANP). La playa colindante al predio, en la cual arriban las tortugas marinas para anidar, tampoco se encuentran dentro de un ANP. Sin embargo, aproximadamente a 130 metros al este se encuentra el límite del ANP Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, área protegida que no será afectada por el desarrollo del proyecto. Sin embargo, las tortugas marinas al ser animales de fácil desplazamiento, van a transitar entre esta ANP durante su migración y la zona de playa colindante al predio, siendo una zona de influencia. Por lo anterior, es importante proteger el hábitat de estos animales en peligro de extinción y de implementar medidas que prevengan la afectación de estos individuos en superficie terrestre, para que retornen a los hábitats marinos entre los que se encuentra de paso el ANP, donde continuarán su ciclo de vida y contribuirán a mantener el ecosistema marino de dicha área protegida. El área de influencia de un ANP es aquella zona colindante a la poligonal del área protegida 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 esta 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 esta abarca la totalidad del estado de Quintana Roo, por lo tanto, deben regularse las actividades en toda la costa de la entidad. Si bien, en el plan de manejo de la reserva no señala acciones específicas para la zona de influencia, se toman las reglas 24 y 26 de dicho documento como referencia de acciones de protección; estas reglas señalan: ***Regla 24.*** *Con la finalidad de que, durante los recorridos para la observación de tortugas marinas en los sitios de anidación, no se generen impactos antropogénicos que provoquen o puedan provocar alteraciones en el ciclo de desove y sobrevivencia de las crías de tortugas, estos solo se podrán llevar a cabo de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-162-SEMARNAT-2012, Que establece*

Especificación	Vinculación con el proyecto
	las especificaciones para la protección, recuperación y manejo de las poblaciones de las tortugas marinas en su hábitat de anidación. El objetivo principal del proyecto no es la de brindar servicios recreativos/deportivos turísticos (ya que no son una empresa catalogada como prestador de servicios recreativos), sin embargo, debido a la naturaleza turística de la obra, los huéspedes que visiten el *Proyecto Venado* realizarán actividades de sol y playa en la costa colindante al predio, por lo tanto, deberán ser observadas y reguladas para no interferir con procesos biológicos de la fauna silvestre, entre ella las tortugas marinas. Ante la posibilidad de realizar actividades de observación de tortugas en sitios de anidación y de liberación de crías de tortugas, la promovente deberá solicitar el permiso de operación correspondiente ante la Dirección General de Vida Silvestre o, en su caso, realizar convenios con las asociaciones civiles o campamentos tortugueros autorizados para llevar a cabo dichas actividades, en cumplimiento de la NOM-162-SEMARNAT-2012 y demás disposiciones jurídicas aplicables. ***Regla 26.*** *Durante las actividades de observación y nado con tortugas marinas no se permite alimentar, perseguir, tocar, molestar, acosar, retener, dañar o sujetar a las tortugas ni a otras especies de fauna, ni obstaculizar su ruta de nado o vías de escape.* Durante el desarrollo del proyecto no se promoverán actividades de nado con tortugas marinas, sin embargo, ante la presencia de algún ejemplar de estos reptiles en la zona marina frente al predio, la cual aprovecharán los huéspedes, se dará cumplimiento a la regla 26 del Plan de manejo de la ANP Caribe Mexicano, para ello, existirán letreros alusivos al tema en el límite de predio colindante a la playa; asimismo, existirá vigilancia en la zona de playa por personal capacitado, quién orientará a los visitantes sobre las buenas prácticas ambientales para proteger a las tortugas marinas y su hábitat. Aunado a lo previamente expuesto, con el fin de contribuir con la protección de los hábitats de anidación de las tortugas marinas y de los mismos ejemplares adultos, así como de las futuras crías, las cuales transitarán en la ANP en mención, la promovente implementará las siguientes medidas de prevención de impactos ambientales y medidas de protección del sistema natural y de los ejemplares: ▪ Manejo integral de los residuos para mantener limpia la playa. De este modo se evita la contaminación del sistema natural, lo cual pudiera extenderse a zona marina colindante; también se evitará que ejemplares adultos consuman residuos sólidos que pudieran

Especificación	Vinculación con el proyecto
	afectar su salud, e incluso, se evitará que las crías queden atrapadas en algún residuo que pudiera interferir con su desarrollo. ▪ Se prohibirá la extracción de ejemplares adultos, huevos o crías de tortugas marinas. ▪ Se realizará el acuerdo con la Asociación civil encargada de monitorear, proteger y reubicar los huevos de tortugas marinas de la playa denominada Punta Venado, colindante al predio de interés. En caso de ser necesario, la promovente solicitará la autorización ante la Dirección correspondiente para la operación de un campamento Tortuguero del proyecto, en cumplimiento de la NOM-162-SEMARNAT-2012 y de las demás disposiciones jurídicas en materia de protección de tortugas marinas. ▪ Se realizará la vigilancia de la zona de playa colindante al predio para reportar el avistamiento de tortugas marinas anidando o de los nidos. Se comunicará a la asociación civil encargada de su protección o, en caso de tener permiso de la autoridad, la misma promovente será responsable de llevar a cabo las actividades de cuidado y/o reubicación de nidos, a través de personal capacitado en la materia. ▪ Se restringirán las actividades en la playa en la noche durante la temporada de anidación de tortugas marinas. ▪ Durante las noches se retirará de la playa todo el mobiliario turístico que pudiera representar un obstáculo para las tortugas marinas y su anidación. ▪ Ante la presencia de nidos se restringirán las actividades recreativas en la playa que pudieran dañarlos; estas se retomarán cuando los nidos sean reubicados o cuando los nidos hayan sido abandonados por las crías. Se promoverá entre los turistas actividades que eviten poner en riesgo a los ejemplares adultos y/o las crías; se prohibirá que las toquen, acosen, retengan, dañen, tomen fotos con flash, que las alimenten o que las molesten. ▪ En caso de detectar algún individuo lastimado, dañado o atrapado entre algún obstáculo, se reportará de inmediato a los patrulleros de la playa para que la rescaten. En caso de que sea responsabilidad de la promovente, previa autorización correspondiente, deberá proceder al rescate de los individuos mediante personal capacitado; ante la necesidad de asistencia veterinaria, deberá notificarse a la PROFEPA o asociaciones competentes para su traslado a los sitios de cuidados y rehabilitación autorizados.

Especificación	Vinculación con el proyecto
	▪ En el límite del predio colindante a la playa se colocarán letreros alusivos (mínimo dos) al arribo y protección de tortugas marinas, así como de sus huevos, nidos y crías. A través de todas estas acciones, se contribuirá con la protección de las tortugas marinas y, por ende, de la conservación de elementos bióticos que interactúan con la ANP Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.
5.4 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben realizar las siguientes medidas precautorias:	Se registró que la zona de playa con arena colindante al predio para el proyecto, es un área de anidación de tortugas marinas que, de acuerdo con la evidencia recabada, de forma reciente arribaron tortugas de la especie *Chelonia mydas* e, incluso, hubo eclosión de huevos *in situ*. Por lo tanto, la promovente y el desarrollo del proyecto se apegará a lo establecido en las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012. A continuación, se describe por cada especificación la forma en que se dará cumplimiento a lo dispuesto.
5.4.1 Evitar la remoción de la vegetación nativa y la introducción de especies exóticas en el hábitat de anidación.	La zona de anidación corresponde al área de BERMA de la playa con suelo arenoso desprovisto de vegetación; la comunidad de vegetación colindante a esta zona de arena corresponde a matorral costero en zona federal marítimo terrestre. Por lo tanto, en el área de anidación de las tortugas marinas no se removerá vegetación nativa, con excepción de las brechas rústicas, las cuales no modifican significativamente la franja de vegetación de la playa. Asimismo, la comunidad vegetal colindante no será removida para obras civiles, y que estas últimas se ubicarán dentro del predio, aprovechando superficie previamente impactada por obras existentes (caminos y construcciones civiles ajenas al proyecto propuesto); de este modo se reduce la afectación de comunidad de matorral costero del predio, reiterando que la comunidad de vegetación de la zona federal marítimo terrestre no será removida ni afectada. Con el proyecto no se realizará la introducción de especies exóticas de flora o fauna en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.
5.4.2 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.	El proyecto, se establecerá en un predio particular en zona terrestre, por lo tanto, no contempla la construcción de obras civiles en zona marina, la playa o la zona federal marítimo terrestre. Por lo tanto, el proyecto no interferirá o modificará la dinámica de transporte de sedimentos de la costa, en este sentido, el proyecto no afectará los procesos naturales de acumulación de arena en la playa colindante al predio seleccionado. De este modo, se mantendrá la dinámica natural que permite la existencia del hábitat de anidación de las tortugas marinas en la zona. En cuanto a la vegetación natural de matorral costero colindante a la playa arenosa, siempre en zona federal marítimo terrestre, no será removida garantizando su mantenimiento en el sitio de desplante actual, lo que

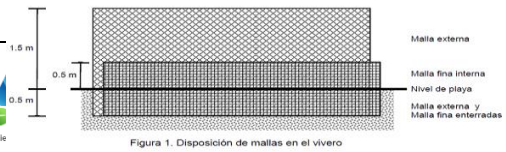
Especificación	Vinculación con el proyecto
	contribuye con la fijación del suelo y, por ende, retener la arena en la playa que funge como hábitat de anidación de las tortugas marinas. Esta comunidad existente no será intervenida por la promovente, ya que se prioriza conservar la dinámica natural e interacciones ecológicas del ecosistema que permiten el mantenimiento de la vegetación existente en un estado natural, la cual se ha adaptado a las condiciones ambientales del área. No obstante, en caso de algún evento o fenómeno natural que resulte en la afectación de dicha comunidad de matorral costero en la zona federal marítimo terrestre frente al predio de interés, la promovente lo comunicará a la Secretaría y realizará las propuestas más adecuadas de recuperación y rehabilitación de la comunidad vegetal afectada, para su validación y ejecución. El hecho de no remover vegetación colindante a la playa arenosa, no establecer obras civiles y no intervenir en procesos naturales de dispersión, se favorece y propicia la regeneración natural de la comunidad vegetal nativa. Respecto al predio, es importante señalar que dentro de este se llevará a cabo la reforestación en zonas previamente impactadas (caminos y áreas sin vegetación existentes y ajenos al actual proyecto propuesto); para ello, se llevará conforme a un subprograma de reforestación (previa validación por la Secretaría) y las especies a plantar serán acordes al tipo de comunidad en el que se encuentre inmersa el área a reforestar. Así se propiciará la regeneración de la vegetación en sitios impactados dentro del predio.
5.4.3 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.	Para las costas de Quintana Roo se reporta que la temporada de anidación inicia a finales de abril y concluye en noviembre. Considerando esto, durante esos meses se prestará especial atención en verificar que en la playa no exista mobiliario turístico u objetos que pudieran atrapar, enredar o impedir el paso de las tortugas anidadoras y sus crías. Asimismo, existirá vigilancia en la zona de playa, por lo que, al avistar un ejemplar de tortuga marina desovando, nido o crías, se dará aviso al personal capacitado y autorizado para atender los hechos. Posterior al aviso, se delimitará la zona del nido, o se prohibirá el acercamiento, acoso o molestia de los ejemplares adultos o las crías, e incluso, se prohibirá la toma de fotos con flash. Con estas acciones, se garantiza proteger la integridad de los ejemplares de tortugas marinas. Es importante añadir que, no existirán luces orientadas directamente a la playa, para no afectar los procesos naturales de anidación de las tortugas marinas.
5.4.4 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	Para dar cumplimiento a este punto, no se colocarán luces u objetos con reflexión que se orienten hacia la playa arenosa o vegetación costera de la zona federal marítimo terrestre. Las luces se orientarán hacia el

Especificación	Vinculación con el proyecto
la época de anidación y emergencia de crías de tortuga marina.	interior del predio; las luces de los caminos y senderos serán de baja intensidad en aquellas vías cercanas a la playa arenosa y vegetación costera.
5.4.5 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.	Las luces y objetos de reflexión serán orientados hacia el interior del predio, para no dirigir luces a la playa arenosa o la vegetación costera de la zona federal marítimo terrestre. Dentro del predio, en el extremo colindante a la playa arenosa, las luces provendrán del interior de las obras civiles por establecer, sin que se ilumine directamente hacia la playa. En cuanto a los caminos, para alumbrar las vías se optará por instalar luminarias direccionales y algunas provistas de capuchas para dirigir la luz hacia abajo; en exteriores la luz de coloración amarilla es más armónica con las condiciones nocturnas del área, para no afectar el ciclo de diversas especies de fauna silvestre, por ello, considerará esta opción.
5.4.6 Tomar medidas para mantener fuera de la playa de anidación, durante la temporada de anidación, el tránsito vehicular y el de cualquier animal 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	En la zona de playa arenosa frente al predio No habrá tránsito vehicular que pueda poner en peligro los nidos o ejemplares de tortugas marinas que arriben a la zona señalada. De igual manera no se permitirá la introducción de animales domésticos que puedan representar una amenaza para los reptiles marinos. En la playa existirá vigilancia para detectar algún disturbio provocado por algún trabajador, huésped o vehículo motor, lo cual se reportará inmediatamente a las autoridades competentes para eliminar la fuente de daño a los nidos, huevos y/o ejemplares, y proceder a actuar para la recuperación, reubicación o atención de los mismos. Únicamente se permitirá el tránsito de un vehículo motorizado que estará a cargo del patrullero de la asociación civil que vigila la playa de Punta Venado para reubicación de nidos a corrales tortugueros autorizados. En caso de que la promovente obtenga el permiso de cuidado de huevos (mediante la operación de un corral) priorizará el tránsito a través de caminatas, para reducir el impacto ambiental del área.
6. Especificaciones de manejo	
6.1 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas y sus derivados en el hábitat de anidación, deben tramitar previamente la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente ante la Secretaría de acuerdo a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y su Reglamento, sin perjuicio de las demás disposiciones jurídicas aplicables.	Para atender los casos de anidación en la zona, la promovente se acercará para establecer un acuerdo o convenio con la asociación civil Flora, Fauna y Cultura de México A.C., quién cuenta con permiso de operación de campamentos tortugueros y realiza el manejo de las tortugas marinas en cumplimiento de las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012 y la Ley general de Vida Silvestre. En este sentido, la promovente y el proyecto podrá incorporarse a las actividades de la asociación civil. Además, la promovente solicitará la autorización correspondiente para el manejo de tortugas marinas, reubicación de nidos o cuidado de nidos *in situ*, así como liberación de las crías y su observación. Bajo este

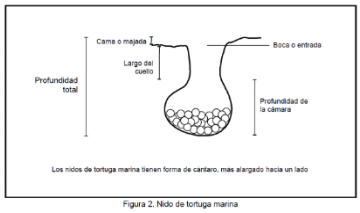
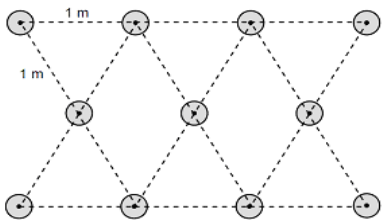
Especificación	Vinculación con el proyecto
	supuesto, la promovente presentará el debido programa de manejo integral de tortugas marinas para el proyecto, en el cual se incluirán las técnicas de manejo, cuidado, monitoreo y protección; este deberá ser validado por la Secretaría previamente a su ejecución.
6.2 Las actividades de manejo de tortugas marinas en playas de anidación dentro de Áreas Naturales Protegidas, deben apegarse al Decreto y al Programa de Manejo correspondientes.	La zona de playa colindante al predio, donde se registró el arribo de tortugas marinas, no se encuentra dentro de un ANP. No obstante, como se comentó en la especificación 5.3, se dará cumplimiento a reglas puntuales del Plan de Manejo del ANP Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, porque la playa señalada está en la zona de influencia del área protegida en mención.
6.3 Las personas físicas o morales que realicen actividades de manejo con tortugas marinas, deben tomar las medidas necesarias para evitar o disminuir el estrés, sufrimiento, traumatismo y dolor que pudiera ocasionarse a los ejemplares.	En caso de que el persona del proyecto sea encargado de manejo de tortugas marinas, cuidado de nidos, reubicación de nidos y/o liberación de crías, deberá estar capacitado para llevar a cabo las técnicas de manejo de forma adecuada, con el fin de no estresar, causar sufrimiento, traumatismo o dolor en los ejemplares; asimismo, para no afectar los huevos durante la reubicación. Todo se apegará al plan de manejo integral de tortugas marinas que llegara a presentarse a la autoridad ambiental para su validación. En caso de que se realice el convenio con la asociación civil que actualmente cuenta con el permiso de monitoreo de la playa Punta Venado y establecimiento de corrales tortugueros, la promovente se adherirá al plan de manejo existente y delegará personal que se capacitado por dicha asociación, además de implementar las prácticas adecuadas que garanticen la protección de los ejemplares.
6.4 La incubación en las playas de anidación sólo puede realizarse de dos formas: a) Natural o in situ b) Vivero o Corral (por excepción)	Cuando en la playa se detecte un nido o una tortuga anidando, se delimitará el espacio o se marcará el sitio para ubicar el nido y los huevos depositados. Posteriormente se dará aviso al personal capacitado y delegado para atención de los anidamientos de tortugas marinas. La incubación se llevará de acuerdo con lo establecido en el plan de manejo a implementar, ya sea de la asociación civil Flora, Fauna y cultura de México A.C. o en el que valide la autoridad ambiental correspondiente para un manejo específico por parte de la promovente.
6.5 En las playas de anidación la incubación debe darse de manera natural (in situ), y sólo por excepción (depredación, saqueo, inundación fuera de control) se realizará la reubicación de nidadas en vivero o corral. En caso de riesgo inminente (eventos meteorológicos extraordinarios y contaminación), se aplicará lo previsto en las medidas de contingencia del Plan de Manejo, en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría.	La incubación se llevará de acuerdo con lo establecido en el plan de manejo a implementar, ya sea de la asociación civil Flora, Fauna y Cultura de México A.C. o en el que valide la autoridad ambiental correspondiente para un manejo específico por parte de la promovente. En caso del impacto de fenómenos meteorológicos, el personal capacitado deberá asegurar los corrales y atender los nidos para reubicarlos en sitios seguros con la finalidad de proteger los huevos y futuras crías de tortugas marinas; las acciones y medidas a implementar serán acorde al plan de manejo de tortugas marinas autorizado.

Especificación	Vinculación con el proyecto
6.6 En las playas de anidación de tortugas marinas se deben establecer las siguientes medidas:	Debido a que la playa arenosa colindante al predio del proyecto es una zona de arribo y anidación de tortugas marinas, se dará cumplimiento a las siguientes medidas establecidas en la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.6.1 Realizar recorridos de monitoreo a lo largo de la playa de anidación con el fin de disminuir la probabilidad de perder nidadas, de acuerdo a lo señalado en el Plan de Manejo correspondiente. Los recorridos deben llevarse a cabo por los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre o a quienes designen para tal fin.	Actualmente, la playa denominada Punta Venado, colindante al predio para el proyecto propuesto, es monitoreada por Flora, Fauna y Cultura de México A.C., quién tiene permiso de operación de campamentos tortugueros en playas de los municipios de Solidaridad y de Tulum. A través de ello, implementando su plan de manejo autorizado, contribuyen a proteger las nidadas, reduciendo la pérdida de estas. Mediante un acercamiento y convenio con dicha asociación civil, la promovente se adherirá al programa existente; en caso de que pase la responsabilidad totalmente a manos de la promovente, solicitará la autorización de operación de corral Tortuguero y la validación del plan de manejo ante la Dirección correspondiente.
6.6.2 En caso de utilizar vehículos para hacer recorridos de monitoreo, éstos deben tener un peso bruto vehicular máximo de 300 kg, la velocidad máxima de circulación debe ser de 20 km/h y utilizar llantas de baja presión (menor a 5 libras por pulgada cuadrada o 35 kPa). La circulación del vehículo debe ser por fuera de la zona de anidación o, en su caso, en una zona donde no se perturbe la integridad de los nidos.	Se priorizará no emplear vehículos motorizados para el recorrido de la playa arenosa colindante al predio para el proyecto. Esto, principalmente porque la franja de arena colinda al norte y sur con playa rocosa, limitando el paso de vehículos, por lo tanto, los monitoreos pueden realizarse a través de caminatas. Durante la temporada de anidación de tortugas marinas existirá vigilancia por parte del personal del proyecto, para detectar oportunamente los nidos y realizar las acciones correspondientes de protección. En caso de usar vehículos motorizados, se atenderá lo dispuesto en la especificación 6.6.2.
6.7 Incubación natural o *in situ*	La incubación *in situ* es aquella que se lleva a cabo cuando los huevos no son reubicados de su nido original. En este caso, los nidos son marcados y delimitados para evitar que los huéspedes los pisen o que animales silvestres los saqueen. La incubación se llevará a cargo con base en lo dispuesto en el plan de manejo de tortugas marinas autorizado, ya sea directamente de la promovente o de la asociación civil autorizada para la operación de campamentos tortugueros en la zona.
6.7.1 Para la protección de nidos in situ debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para impedir la pérdida de nidadas.	Actualmente la asociación civil Flora, Fauna y cultura Mexicana A.C. cuenta con permiso de operación de campamentos tortugueros y su plan de manejo. Por ello, la promovente buscará adherirse a dicho programa, ya que la playa Punta Venado, es monitoreada por esta asociación. En caso de que la responsabilidad pase totalmente a cargo de la promovente del proyecto, deberá presentar un plan de manejo para su validación, proponiendo priorizar la incubación *in situ* y solo acudir a la incubación por corral cuando los nidos estén expuestos a peligros naturales o de carácter entrópico. Los nidos *in situ* serán delimitados con malla o cintas para evitar que las personas los pisen o sean saqueados por animales silvestres.

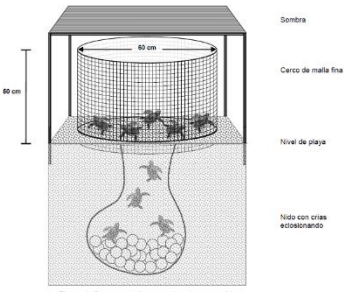
Especificación	Vinculación con el proyecto
6.7.2 En el caso de incubación in situ, se debe valorar la pertinencia de realizar el marcaje de los nidos con estacas o algún otro sistema, asegurando que no se dañarán los huevos y que permitirá el nacimiento de las crías. En el caso de utilizar estacas, éstas deben ubicarse cerca del borde del nido, una vez que la tortuga marina termine el desove y antes de que empiece a tapar el nido.	Al detectar tortugas marinas anidando en la zona de playa frente al predio, se dará aviso al personal capacitado para que instalen estacas para el marcaje del nido. En caso de que el nido se detecte en la mañana, se notificará al personal autorizado para colocar las estacas en el borde del mismo procurando que no se vaya a dañar a los huevos puestos. Las medidas y características de las estacas estarán señaladas en el Plan de Manejo validado a implementar.
6.7.3 En playas que presenten problemas por depredadores deben tomarse medidas dirigidas a evitar la pérdida de los huevos y las crías; de conformidad con el Plan de Manejo.	En caso de detectar que los nidos son saqueados por animales silvestres, se instalarán mallas que eviten este hecho. En el predio se registró la presencia de la especie zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*) y de mapache (*Procyon lotor*), quienes se ha observado que pueden saquear nidos de tortugas marinas; por lo tanto, se realizará la vigilancia de que esto no suceda y, en caso de que se detecte que estos animales saquean los nidos, se procederá a establecer mallas de medidas que impidan que estos organismos accedan a los huevos. Todo lo anterior se describirá en el Plan de Manejo validado.
6.7.4 Para disminuir la depredación de huevos y de crías durante la emergencia hasta la entrada al mar, se debe tener un monitoreo constante.	La playa arenosa colindante al predio del proyecto será monitoreada todos los días, tanto de días como de noche, para disminuir la depredación de huevos y crías. Las acciones y horarios se llevarán de acuerdo con el Plan de Manejo validad a implementar.
6.7.5 Debe permitirse que las crías sigan su proceso natural de emergencia y desplazamiento por la playa hasta llegar al mar. Podrá haber intervención humana para ahuyentar a los depredadores.	Se priorizará que la emergencia y desplazamiento de las crías de tortugas marinas sea de forma natural. La intervención humana será por personal capacitado en cumplimiento del Plan de Manejo autorizado. En caso del interés de que la liberación de crías sea una actividad que involucre a los huéspedes, se deberá dar cumplimiento a lo establecido en el Plan de Manejo validado y a lo dispuesto en todas las especificaciones respectivas de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.7.6 En la medida de lo posible, una vez transcurrido el tiempo estimado para que hayan emergido todas las crías, debe sacarse todo el contenido de los nidos y de darse el caso, rescatar las crías rezagadas.	Las acciones señaladas en la especificación 6.7.6. se llevarán a cabo conforme a lo dispuesto en el Plan de Manejo autorizado. Los nidos serán revisados y limpiados para el rescate de crías rezagadas. Para los nidos reubicados en corral (en caso de autorizar su operación), los nidos serán vaciados y limpiados, posteriormente se dejarán abiertos para que se desinfecten por acción del sol. Se atenderá lo dispuesto en la especificación 6.8.7.2.
6.8 Incubación en vivero o corral (por excepción).	Las especificaciones del apartado 6.8 de la presente norma corresponden a las características que deben cumplir los corrales de incubación, así como las acciones del manejo de los ejemplares de tortugas, huevos y crías. Estas acciones y especificaciones son atendidas por la asociación civil quién cuenta con la operación de diversos campamentos tortugueros en el municipio de Solidaridad y en el de Tulum. Debido a la vasta experiencia de la misma, se garantiza el cumplimiento

Especificación	Vinculación con el proyecto
	de las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012. En caso de que la promovente solicite la operación de un corral para reubicación e incubación de huevos de tortugas marinas, deberá apegarse a cada especificación de este apartado, lo cual deberá ratificarse en el Plan de Manejo a presentar y validar por la autoridad ambiental.
6.8.1 Para la protección de nidos en vivero o corral debe contarse con un Plan de Manejo en cumplimiento con la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre otorgada por la Secretaría, en el cual se prevean las medidas necesarias para disminuir la pérdida de nidadas.	Al solicitar la autorización de aprovechamiento no extractivo, la promovente presentará para su validación un Plan de Manejo Integral de Tortugas Marinas, en el cual establecerá todas las acciones para disminuir la pérdida de nidadas. Ente estas acciones se encuentran: Delimitar nidos; vigilar que no saqueen los nidos por humanos o fauna silvestre; no pisar los nidos; mantener limpio y sin obstáculos los espacios donde anidaron las tortugas; mantener vigilancia y monitoreo de los nidos en la playa.
6.8.2 Construcción del vivero o corral	De obtener la autorización para la instalación de un corral Tortuguero, la promovente deberá dar cumplimiento a las especificaciones del presente apartado de la NOM-162-SEMARNAT-2012. En caso de que se realice un convenio con la asociación civil Flora, Fauna y Cultura de México A.C., se solicitará apoyo y orientación para establecer el corral conforme a lo dispuesto en el Plan de Manejo autorizado, lo cual debe ser congruente y atender las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.8.2.1 En caso de ser necesario un vivero o corral como técnica de conservación, la selección del lugar para su construcción y su manejo deben contemplar lo siguiente: a) Ubicarse alejado de zonas inundables, barras, bocas de ríos y esteros, garantizando que no se modifiquen las propiedades físico-químicas del agua y suelo que puedan ocasionar la pérdida de nidadas. b) Estar libre de vegetación, troncos, rocas u otras barreras naturales así como de desechos sólidos y efluentes líquidos. c) Situarse por lo menos a la cota de 1 m sobre el nivel de la pleamar máxima registrada.	En la zona de playa arenosa colindante al predio, existen espacios a 1 metro sobre el nivel de pleamar máxima registrada en el área y que no cuentan con vegetación, troncos, rocas o barreras naturales. Este espacio podrá aprovecharse para la instalación de un corral. Asimismo, el lugar en mención no es zona inundable. Estos espacios se ubican de forma adyacente al límite del predio seleccionado y no cuenta con comunidad de matorral costero, siendo un lugar ideal para colocar el corral.
6.8.2.2 El tamaño del vivero debe estar en relación directa a la cantidad de nidadas que se estima serán depositadas en el vivero o corral durante la temporada de anidación, tomando en cuenta las anidaciones que se han presentado durante temporadas previas al establecimiento del vivero. Debe calcularse el área suficiente para respetar la densidad máxima de 1 nido/m2.	En la playa colindante al predio se identificó el rastro de actividades de tortugas marinas adultas, con seis posibles nidos, de los cuales, en uno se registró que tuvo emergencia de crías por el rastro de sus huellas. Por lo tanto, el corral a establecer deberá considerar espacio para mínimo 15 nidos. Asimismo, con el acercamiento a la asociación civil actualmente encargada del monitoreo de la playa Punta Venado, se podrá recibir datos y orientación para determinar el espacio del corral y el mínimo de nidos que podrán reubicarse ahí mismo.
6.8.2.3 El vivero o corral debe cercarse perimetralmente con malla de 2 m de altura, la cual debe ir enterrada 50 cm para evitar la depredación y el saqueo. Figura 1.  Figura 1. Disposición de mallas en el vivero	El corral que se instale en la playa colindante al predio, deberá poseer las características de la especificación 6.8.2.3. de la NOM-162-SEMARNAT-2012. Ya sea que esté a cargo la asociación civil Flora, Fauna y cultura Mexicana A.C. o que esté a cargo de la promovente. La

Especificación	Vinculación con el proyecto
	evidencia del corral se presentará en el Plan de Manejo autorizado y sus reportes.
6.8.2.4 Para evitar que las crías escapen del vivero y disminuir la entrada de depredadores, debe enterrarse una tira de 1 m de alto de malla o el equivalente, a una profundidad mínima de 50 cm a lo largo de la parte interna de la cerca perimetral. La luz de malla no debe ser mayor a 1 cm. Figura 1.	Para el establecimiento del corral, se dará atención a lo señalado en la especificación 6.8.2.4. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.8.2.5 El vivero o corral debe cambiarse de ubicación cada año.	La ubicación del corral será georreferenciada cada año. Este se moverá de espacio a través de la playa arenosa colindante al predio del proyecto. Sin embargo, la playa en mención cuenta con menos de 300 metros de longitud, por lo tanto, los espacios ideales para instalación de corrales son pocos. Por ello, se priorizará crear acuerdos o convenios con asociaciones civiles que actualmente operan en la zona para reubicación de nidos de tortugas marinas, con la finalidad de que existan otros espacios en los que se puedan instalar los corrales, de acuerdo con el Plan de Manejo autorizado y apegándose al permiso de operación otorgado a la asociación civil.
6.8.3 Colecta de Nidadas	Las nidadas de la playa arenosa colindante al predio, serán colectadas por el personal capacitado en cumplimiento del Plan de Manejo autorizado y las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.8.3.1 Durante el manejo de los huevos, la persona que realice la colecta de las nidadas debe tener las manos con uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o cualquier otra sustancia química.	El personal capacitado para el manejo de huevos tendrá las manos con uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o cualquier otra sustancia que represente un riesgo para las unidades a colectar.
6.8.3.2 La colecta de nidadas debe realizarse de alguna de las siguientes maneras: a) Esperar hasta que la hembra inicie el desove, recolectando los huevos ya sea con las manos o directamente de la cloaca a un recipiente por nidada. b) Cuando la hembra haya desovado, pero aún no haya regresado al mar, debe buscarse el sitio donde fueron depositados los huevos, siguiendo el rastro hasta encontrar el nido. Si se tiene la certeza de que la nidada tiene menos de 2 horas de haber sido puesta, proceder a destapar el nido y recolectar los huevos con la menor cantidad de arena posible, y sin eliminar el moco que los recubre, depositándolos en un recipiente por nidada. En caso de que no cumplirse lo anterior, debe mantenerse el nido in situ.	La playa colindante al predio estará bajo vigilancia constante para monitorear el arribo de tortugas marinas en la zona. Ante la detección de ejemplares anidando, se comunicará al personal autorizado para realizar la colecta de los nidos; en caso de que los nidos sean detectados varias horas después a su puesta, deberá atenderse lo señalado en la especificación 6.8.3.2. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.8.3.3 La colecta, el transporte y la siembra de las nidadas debe realizarse en un plazo no mayor a 4 horas a partir del momento en que los huevos fueron depositados por la hembra.	Se dará cumplimiento a la presente especificación 6.8.3.3.; en caso contrario, se dará cumplimiento a lo señalado en la especificación 6.8.3.2. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.8.3.4 La reubicación de nidos debe ser en la misma playa donde fue hecha la colecta, salvo que no existan	Se priorizará la instalación del corral en la playa arenosa colindante al predio para el proyecto. En caso de que no

Especificación	Vinculación con el proyecto
las condiciones para el establecimiento del vivero, hecho que debe preverse al solicitar la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre correspondiente a la Secretaría.	pueda reutilizarse el espacio en alguna temporada de anidación, se llegará a acuerdos o convenios con asociaciones civiles autorizadas para instalación de corrales para la reubicación de nidos, realizado por personal capacitado, todo con la finalidad de proteger los huevos de las tortugas marinas. Lo anterior será notificado y especificado a la Dirección correspondiente a través de la solicitud de la autorización de aprovechamiento no extractivo.
6.8.4 De la Siembra de Nidadas Para el sembrado de nidadas, debe seguirse el siguiente procedimiento: a) Retirar la arena seca del lugar donde se construirá el nido. b) Cavar un hoyo dándole con la mano forma de cántaro, tratando de reproducir la profundidad y el ancho tal como lo harían las tortugas marinas. El ancho de la boca y cuello, el largo del cuello, la profundidad de la cámara y la profundidad total se harán de acuerdo a la figura 2 y al cuadro 1.  Figura 2. Nido de tortuga marina Cuadro 1. Dimensiones del nido por especie c) Posteriormente los huevos se depositarán suavemente en el fondo, sin dejarlos caer desde la superficie. Una vez depositados todos los huevos, deben cubrirse con la misma arena húmeda que fue sacada durante la excavación, cubriendo hasta la superficie, presionando suavemente conforme se va echando la arena, y ya en la boca del nido, ejerciendo presión de manera que se genere un tapón para sellar la cámara de incubación. d) Los nidos deben distribuirse en el vivero de forma que la separación entre ellos sea de al menos 1 m, tomando como referencia el centro de la boca del nido; las filas deben estar alternadas de conformidad a la figura 3.  Figura 3. Distribución de nidadas	El personal delegado para el monitoreo, reubicación y siembra de nidadas, recibirá capacitación previa a la ejecución de las acciones señaladas. Para ello, se solicitará asesoría de las asociaciones civiles o empresas que cuenten con la facultad de capacitar personal en materia de reubicación y siembre de nidadas de tortugas marinas; asimismo, se priorizará contratar personal con experiencia en la materia. En caso de acuerdos o convenios con asociaciones civiles o empresas con autorización de operación de campamentos tortugueros, se dejará que estas acciones sean llevadas a cabo por el personal capacitado de los mismos.

	Laúd *Dermochelys coriacea*	Golfina *Lepidochelys Olivácea*	Prieta / Blanca-Verde *Chelonia agassizi Chelonia mydas*	Carey *Eretmochelys imbricata*	Caguama/ Amarilla *Caretta caretta*	Lora *Lepidochelys kempi*
Ancho de la boca y cuello (cm)	30 - 35	20 à 25	20 à 25	20 - 25	20 - 25	20 - 25
Largo del cuello (cm)	35 - 40	15 à 20	20 à 25	10 - 15	20 - 25	15 - 20
Profundidad de la cámara (cm)	40 - 45	25 à 30	25 à 30/35	25 - 30	30	25 - 30
Profundidad total incluyendo cama (cm)	75 - 85	40 à 50	45 à 50/60	35 - 45	50 - 55	40 - 50

Especificación	Vinculación con el proyecto
e) Marcar los nidos con una estaca larga y visible, que se colocará antes de que se empiece a tapar el nido. Cada nido debe ser identificado. f) Colocar la estaca cerca del borde del nido, asegurando no dañar los huevos.	
6.8.5 Del Conteo y Liberación de Crías en Vivero o Corral	Estas acciones estarán a cargo del personal capacitado y autorizado para dicho fin.
6.8.5.1 Para el conteo de las crías emergidas, 5 o 6 días antes de la emergencia, en cada uno de los nidos del vivero debe colocarse un cerco de tela de alambre de 60 cm de diámetro por 50 cm de altura y con una luz de malla no mayor a 1 cm, mismo que debe de ser enterrado hasta la arena húmeda. Sombrear el cerco y mantener vigilancia constante para que las crías sean liberadas oportunamente. Figura 4  Figura 4. Cerco para el conteo de crías emergidas.	Para el conteo de las crías, se instalará el cerco de alambre alrededor de los nidos marcados, de acuerdo con las características de la especificación 6.8.5.1. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.8.5.2 Las crías deben liberarse con un mínimo manejo, inmediatamente después de que han salido a la superficie y estén activas, lo que les lleva en promedio 1 hora, depositándolas en un recipiente seco y trasladándolas a la zona húmeda de la playa, es decir, la zona que cubre y descubre en ese momento el oleaje. Las manos de las personas que liberen las crías deben tener las uñas cortas, libres de protector solar, loción, repelente, cremas para la piel o alguna otra sustancia química.	La liberación de crías de tortugas marinas se llevará a cabo conforme con lo establecido en la especificación 6.8.5.2. de la NOM-162-SEMARNAT-2012. Esto se incluirá en el respectivo Plan de Manejo a implementar.

Especificación	Vinculación con el proyecto
6.8.5.3 No deben sacarse las crías del nido antes de que emerjan, acción que solamente puede hacerse para rescatar a las que no hayan salido del nido con el grupo principal de crías emergidas.	Para contribuir con el éxito de eclosión de huevos, no se intervendrá en el proceso de emergencia de crías, permitiendo que estas salgan del nido de forma natural. Únicamente se permitirá el rescate de crías que no hayan salido con el grupo principal de crías emergidas.
6.8.5.4 En la liberación, se debe permitir a las crías desplazarse por la arena húmeda y entrar al mar sin ayuda.	La liberación de tortugas se realizará cerca de la zona de pleamar donde la arena es húmeda, para que las crías puedan desplazarse hacia el mar. Se contribuirá a ahuyentar a los depredadores de las crías de tortugas marinas, como aves acuáticas o mamíferos de talla mediana.
6.8.5.5 Cada vez que se lleve a cabo una liberación, ésta debe realizarse en puntos diferentes de la playa y preferentemente separados por varios cientos de metros de los anteriores.	La liberación de crías de los nidos de la playa colindante al predio, se llevará a cabo en distintos puntos de la misma. No obstante, esta zona cuenta con menos de 300 metros de longitud, por lo que se propone la liberación a cada 50 metros, lo cual deberá especificarse en el Plan de Manejo Integral de Tortugas Marinas a validar; se realizará la toma de coordenadas de los sitios de liberación para generar una base de datos que servirá como referente de monitoreos futuros. En caso de que la liberación esté a cargo de una asociación civil autorizada, la actividad se llevará a cabo conforme con lo establecido en su Plan de Manejo, con las características y condiciones establecidas.
6.8.5.6 No se permite retener crías, excepto en los siguientes casos: a) Cuando no hayan completado su desarrollo embrionario, es decir, cuando todavía presenten apertura en el plastrón o que no hayan salido completamente del cascarón y aún no hayan absorbido el vitelo. b) A causa de eventos meteorológicos extraordinarios que las pongan en riesgo, como tormentas, huracanes, ciclones, entre otros. c) Por eventos de contaminación de carácter temporal. En los casos anteriores, las crías deben colocarse en una caja o recipiente con arena húmeda, nunca en recipientes con agua y mantenerse en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Una vez que se haya completado el desarrollo embrionario o hayan sido superados los eventos meteorológicos extraordinarios, las crías deben ser liberadas inmediatamente a su medio natural.	No se realizará la retención de crías, excepto cuando se cumpla algún supuesto de la especificación 6.8.5.6. de la NOM-162-SEMARNAT-2012. Para ello, se atenderá conforme lo señalado en la misma especificación, que es resguardar las crías en contenedores con arena húmeda que se mantendrán en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo dentro del proyecto (previa autorización del Plan de Manejo Integral de Tortugas Marinas); en caso de que la responsable de recolecta de nidadas esté a cargo de alguna asociación civil autorizada, ésta será notificada oportunamente para el resguardo de crías en un lugar seguro en uno de los campamentos tortugeros con permiso de operación, en cumplimiento de su Plan de Manejo autorizado.
6.8.6 De la Revisión de Nidos	La revisión de nidos será llevada a cabo con base en las especificaciones 6.8.6. de la NOM-162-SEMARNAT-2012. Esta actividad será ejecutada por personal capacitado.
6.8.6.1 Sólo debe iniciarse la revisión de los nidos para el rescate de crías rezagadas y evaluación de la incubación y eclosión, una vez que se cumplan con las siguientes condiciones: a) Cuando el número de crías emergidas sea igual o mayor al 50% de los huevos sembrados por nido.	La revisión de los nidos se llevará a cabo conforme a lo establecido en la especificación 6.8.6.1. de la NOM-162-SEMARNAT-2012. Esto vendrá señalado en el Plan de Manejo Integral de Tortugas Marinas a validar o, en su caso, conforme con el Plan de Manejo de la asociación civil o empresa responsable de la reubicación de nidos.

Especificación	Vinculación con el proyecto
b) Cuando no se hayan registrado emergencias de crías después de 3 días de haber finalizado el periodo promedio de incubación, según la especie. c) Cuando se hayan cumplido 3 días, a partir de que se encontró la primera cría emergida del nido.	En caso de convenio o acuerdo para que el proyecto se adhiera a una campaña o equipos de monitoreo de playas en las que anidan las tortugas marinas, la promovente lo notificará a la Secretaría para que valide las acciones a llevar a cabo.
6.8.6.2 Al momento de la revisión, si se encuentran vivos tanto crías como huevos no eclosionados, se deben sacar y colocarlos en recuperación de acuerdo al numeral 6.8.6.3.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.8.6.2. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.8.6.3 Si la cría no ha salido completamente del cascarón y aún tiene el vitelo (yema) por fuera o si se trata de huevos no eclosionados, se podrá elegir alguna de las siguientes alternativas: a) Enterrarlos en un contenedor con arena húmeda y limpia, manteniéndolos en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica. Las crías preferentemente no deben sacarse del cascarón. b) Enterrarlos en un nido nuevo del mismo corral, y esperar a que emerjan por sí mismos. El nido debe cumplir con las especificaciones del numeral 6.8.4.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.8.6.3. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.8.6.4 Si la cría sólo tiene la abertura en el plastrón o peto, sin la yema por fuera, debe colocarse en una caja con arena húmeda y limpia, manteniéndola en un lugar oscuro, tranquilo, fresco y libre de humo o cualquier otra sustancia tóxica, y liberarse hasta que el plastrón o peto cierre totalmente y la tortuga esté activa.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.8.6.4. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.8.7 De la limpieza de nidos.	Se dará atención a lo señalado en las especificaciones 6.8.7. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.8.7.1 Una vez revisado el nido deben sacarse los restos y enterrarlos fuera del vivero.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.8.7.1. de la NOM-162-SEMARNAT-2012. El sitio de entierro de restos se ubicará en la misma playa arenosa colindante al predio del proyecto; asimismo, se realizará la georreferencia de los sitios para llevar un control de donde se entierran los restos.
6.8.7.2 Después de la limpieza, los nidos deben quedar abiertos para que se desinfecten por acción del sol y no se utilizarán para la misma temporada. Asimismo no deben usarse sustancias químicas para desinfectar la arena.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.8.7.2. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9 Observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación.	Con el arribo de tortugas marinas a la playa colindante al predio, se podrá permitir la observación de las mismas en cumplimiento de las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012. Cabe mencionar que, el personal y los huéspedes se mantendrán lejos de los individuos que arriben a la playa y se prohibirá que tomen fotografías con flash. La observación de tortugas marinas deberá especificarse en el Plan de Manejo a implementar, para considerar las buenas prácticas que permitan proteger a los ejemplares.
6.9.1 Las actividades de observación de tortugas marinas en su hábitat de anidación, deben cumplir con lo establecido en las especificaciones de este apartado.	En caso de realizar actividades de observación de tortugas marinas, se atenderá lo dispuesto en las especificaciones del presente apartado.

Especificación	Vinculación con el proyecto
6.9.2 Los responsables de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre deben garantizar que:	La playa colindante al predio del proyecto es monitoreada por la asociación Flora, Fauna y Cultura de México A.C., quién cuenta con permiso de operación de campamentos tortugueros. Por lo tanto, se realizará acercamiento con esta para establecer acuerdos o convenios de cooperación para monitoreo de playa, reubicación de nidos o marcaje de nidadas. En caso de no ser posible o de que la responsabilidad pase totalmente a manos de la promovente, deberá solicitar la autorización de aprovechamiento no extractivo correspondiente.
6.9.2.1 Se tenga un manejo responsable de los residuos que se generen por la actividad.	Para el proyecto propuesto, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos, que abarcará todos los tipos de residuos generados y las actividades generadoras, para implementar medidas que eviten la dispersión de residuos en el ambiente y sus elementos que lo integran. De este modo, se evita la contaminación del ecosistema costero, en este sentido, se mantendrá limpia la playa colindante al predio. Durante la observación de tortugas marinas o liberación de crías, se vigilará que no queden residuos sólidos dispersos en la playa.
6.9.2.2 El personal encargado de conducir a los visitantes durante la observación de tortuga marina en playas de anidación, sean personas por cuya actuación responda el responsable técnico de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.	El personal que conducirá la observación de tortugas marinas en playas de anidación, se apegará a lo dispuesto en la NOM-162-SEMARNAT-2012 y el Plan de Manejo autorizado. Ante sus acciones responderá el responsable técnico de la autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre.
6.9.2.3 Previo al recorrido de observación de tortugas marinas en playas de anidación, el personal encargado de conducir a los visitantes difunda temas de educación ambiental para el cuidado de la especie y su hábitat, así como lineamientos de comportamiento durante la visita, mediante carteles informativos, pláticas y cualquier otro método de difusión.	Ante la actividad autorizada de observación de tortugas marinas en la playa de anidación, el personal encargado difundirá las instrucciones para llevar a cabo la actividad, las restricciones y recomendaciones. Asimismo, brindará una plática informativa de la especie a observar, previo al inicio de la actividad.

Especificación	Vinculación con el proyecto
6.9.3 Para evitar la perturbación de las hembras anidadoras, el personal encargado de conducir a los visitantes debe garantizar lo siguiente:	El personal que dirija las actividades de observación de tortugas marinas estará capacitado y vigilará el cumplimiento de las especificaciones establecidas en el presente apartado. En caso de observar tortugas se les pedirá a los participantes no acercarse a los ejemplares para evitar la manipulación, acoso o generación de daños a estas especies. Se realizarán los recorridos a pie prohibiendo el uso de vehículos en la playa. No se permitirá tomar fotos con flash, ni el uso de lámparas (las lámparas podrán ser empleadas por el personal que dirija los grupos de visitantes solamente en caso de ser necesario), dicha lámpara deberá contar con filtro rojo o una fuente de coloración roja. Se vigilará todo el tiempo que duren los recorridos que los participantes permanezcan en silencio, asimismo se cuidará que durante el desplazamiento los visitantes permanezcan fuera del área donde se concentran los nidos para evitar que sean pisados.
6.9.3.1 No manipular, tocar, acosar, molestar o dañar a las tortugas marinas.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.3.1. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9.3.2 Hacer los recorridos a pie, en grupos no mayores a 10 visitantes, formando una fila compacta y a intervalos de 30 minutos entre un grupo y otro.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.3.2. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9.3.3 No tomar fotografías con flash en ningún momento durante el recorrido.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.3.3. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9.3.4 No podrán hacer uso de fuentes de iluminación durante el recorrido, a excepción del personal encargado de conducir a los visitantes, quien podrá emplear una lámpara, la cual debe estar equipada con un filtro rojo o una fuente de luz de coloración roja.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.3.4. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9.3.5 Que los visitantes permanezcan a un mínimo de 10 m de distancia de la tortuga, hasta que ésta inicie el desove. Sólo el personal encargado de conducirlos puede localizar a las hembras anidadoras, verificando cuidadosamente la orientación de la tortuga y la fase del proceso de desove en la que se encuentra.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.3.5. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9.3.6 Que los visitantes permanezcan todo el tiempo en grupo y en silencio.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.3.6. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9.3.7 Indicarle a los visitantes cuando podrán acercarse a observar el desove, y que se haga por la parte posterior de la tortuga.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.3.7. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.

Especificación	Vinculación con el proyecto
6.9.3.8 Cuando la tortuga termine de tapar el nido, conducir a los visitantes indicándoles mantenerse a un mínimo de 10 m de distancia, desde donde podrá observar el resto de la actividad.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.3.8. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9.3.9 Durante la emergencia y salida al mar de las crías in situ, debe asegurarse que los visitantes se mantengan a una distancia mínima de 2 m por detrás del grupo de crías. Tratándose de emergencia de crías en vivero o corral, la observación se realizará desde afuera del mismo; su liberación se realizará asegurándose que los visitantes se coloquen a una distancia de 2 m por detrás del grupo de crías. En ambos casos, se debe garantizar que los visitantes no pisen a las crías ni obstruyan su camino al mar.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.3.9. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9.3.10 Las crías nacidas tanto in situ como en vivero o corral, no podrán ser manipuladas por los visitantes para su liberación.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.3.10. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9.3.11 Que durante su desplazamiento por el hábitat de anidación, los visitantes sean guiados por fuera del área donde se concentran los nidos, de manera que éstos no sean pisados ni tampoco las crías que están emergiendo.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.3.11. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9.4 Los visitantes deberán seguir en todo momento las indicaciones del personal encargado de conducirlos durante las actividades de observación en el hábitat de anidación de las tortugas marinas.	Se dará atención a lo señalado en la especificación 6.9.4. de la NOM-162-SEMARNAT-2012.
6.9.5 Se recomienda al responsable de la Autorización de aprovechamiento no extractivo de vida silvestre, proporcionar las facilidades necesarias a las personas con capacidades diferentes y a los adultos mayores.	En caso de obtener los permisos correspondientes para llevar a cabo actividades de aprovechamiento no extractivo el personal encargado de dirigir las actividades proporcionará todas las facilidades necesarias a aquellas personas con capacidades diferentes con el objetivo de que logren desarrollar las actividades de manera exitosa. Para ello, el personal contará con capacitación previa para dar una atención responsable, amable y educada de las personas con capacidades diferentes o adultos mayores.

Posterior a realizar la vinculación del proyecto con las especificaciones de la NOM-162-SEMARNAT-2012, se concluye que durante el desarrollo de las distintas etapas del mismo no se impactará de forma negativa y significativa el hábitat de anidación de tortugas marinas, la cual consiste en una playa arenosa colindante al predio seleccionado. En este se detectaron rastros de tortuga verde (*Chelonia mydas*), sus nidos, cáscaras de huevos y huellas de crías dirigiéndose hacia el mar, por ello, será de suma relevancia delegar al personal encargado de monitorear la zona para comunicar sobre el arribo y depósito de huevos de las hembras.

III.4. OTROS INSTRUMENTOS A CONSIDERAR

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.26. Vinculación del proyecto con la Constitución.

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 derecho a un medio ambiente sano se puede definir como el derecho de las personas para desarrollarse en un medio adecuado, considerado saludable y propicio para la vida humana. En este sentido, se debe garantizar la existencia de un medio que cubra las necesidades básicas de los seres humanos, que permita su desarrollo y respeten la vida; entre esas necesidades se encuentra la salud, la alimentación, el acceso al agua, las condiciones de trabajo saludable, vivienda, prosperidad, así como acceso a un medio con buena calidad del aire y del suelo. El derecho a un medio ambiente sano comenzó a ser reconocido por el Derecho Internacional a partir del año 1972, cuando la Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano expresó que "el hombre tiene el derecho fundamental a la libertad, la igualdad y el disfrute de condiciones de vida adecuadas en un medio de calidad tal que le permita llevar una vida digna y gozar de bienestar, y tiene la solemne obligación de proteger y mejorar el medio para las generaciones presentes y futuras". Es por ello que se ha dado gran importancia en proteger los componentes ambientales del sistema natural para propiciar las condiciones adecuadas que permitan cubrir las necesidades básicas de los seres humanos; lo anterior logra consolidarse a través de los servicios ecosistémicos o ambientales que brinda un ecosistema determinado. Con los servicios ambientales se proporciona alimento y materia prima (provisión); purificación del agua y mejora de calidad del aire (regulación); espacios con paisajes bellos que producen bienestar ante su contemplación, así como sitios para desarrollo de actividades recreativas de bajo impacto (cultural); y para sí mismo, el sistema produce servicios como formación del suelo, hábitat de fauna silvestre, ciclo de nutrientes, entre otros (soporte). Dentro de este contexto, para asegurar un medio ambiente sano, se debe proteger los servicios ambientales y la diversidad biológica de los ecosistemas para sostener el medio y mantenerlo en buen estado para el desarrollo del ser humano. Por ello, los proyectos deben considerar desde su planificación y diseño los componentes ambientales de un espacio determinado que vayan a provechar, para encontrar la manera

Artículo	Vinculación
	de reducir el impacto sobre el ecosistema con el fin de proteger la mayor cantidad de componentes ambientales y vida silvestre que lo mantendrán en equilibrio ecológico. De este modo, el proyecto podrá coexistir con componentes ambientales que no representen una presión significativa sobre el sistema ambiental. La protección del ambiente además de brindar las condiciones adecuadas de desarrollo de los seres humanos, permite mantener componentes que fungen como el atractivo de las personas, como los turistas, que visitan lugares por su belleza paisajística y provisión de recursos naturales, generando un beneficio socioeconómico en una región. Para *Proyecto Venado* se consideran distintos elementos que permitirán proteger componentes ambientales y servicios ambientales del predio donde se establecerá, como: -Respetar el porcentaje de aprovechamiento máximo permitido en la unidad de paisaje. -Conservar el manglar, el cual no será removido de su sitio de distribución actual. -Respetar la densidad permitida por hectárea en la zona. -Concentrar las obras para evitar la expansión y fragmentación de la "mancha" urbanizada. -Distribuir las obras de forma que se reduzca la cantidad de caminos a establecer, para minimizar la fragmentación del predio. -No modificar estructuras naturales kársticas. -Realizar la remoción parcial de las asociaciones vegetales por impactar, para mantener la representación de las mismas en el SAR y el predio. -Implementar medidas de manejo ambiental para mitigar impactos, como el manejo integral de residuos y el rescate y reubicación de flora y fauna previo a construir las obras. -Reforestar sitios previamente impactados que actualmente existen en el predio, para recuperar cobertura forestal y superficies permeables. Para el proyecto se realizará el cambio de uso de suelo de forma permanente para desarrollar el proyecto en una superficie de 16.86 ha, en las cuales se desplantarán las obras propuestas; para ello, se realizará la remoción de 14.46 ha de vegetación forestal de forma permanente y 0.032 ha de forma temporal, superficie que al finalizar la construcción de las obras serán reforestadas. La remoción permanente representa el 13.24% de la cobertura vegetal total existente actualmente en el predio y el 0.63% de la cobertura vegetal del SAR. Los servicios ambientales disminuirán de forma puntual en los sitios de remoción de vegetación, pero, por la superficie y el hecho de que se afectará parcialmente las asociaciones vegetales, se mantendrán los servicios ambientales de cada tipo de vegetación. Con la reforestación se recuperarán servicios ambientales, contrarrestando la disminución de los mismos provocada por el desmonte. Con lo anterior, se mantendrá un ambiente sano, el cual es importante para el desarrollo de los seres humanos, en especial, deberá protegerse los componentes ambientales ya que fungen como el principal atractivo de la región para que los turistas acudan a la zona y hagan empleo de diversos servicios (sector terciario).

Artículo	Vinculación
	Considerando lo anterior, no afectará significativamente el sistema ambiental regional, ni comprometerá la existencia o permanencia de elementos naturales en la región. El predio no se encuentra en ninguna Área Natural Protegida, sitio Ramsar o sitios vulnerable; la vegetación existente en el sitio (la cual será afectada) se encontrará bien representada en la región aún con el aprovechamiento de la misma; además, la remoción de especies de plantas registradas en el predio de interés, no pone en riesgo a las poblaciones de dichas especies del SAR, ya que poseen una distribución frecuente en el sistema y, en general, en la zona norte del Estado de Quintana Roo. Aunado a ello se aplicarán medidas de compensación por la remoción de vegetación forestal cuando se solicite la autorización por excepción del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, como: -Pago al Fondo Forestal Mexicano por el equivalente de la materia forestal removida; recurso con el que las autoridades podrán llevar a cabo acciones de restauración de los ecosistemas afectados, preferentemente en la cuenca hidrológico-forestal donde se encuentra el predio. Asimismo, se aplicarán medidas de mitigación de impactos al recurso forestal, como: -Rescate de especies de flora en alguna categoría de riesgo listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus anexos, las cuales serán reubicadas en las áreas veres del proyecto. -La reforestación de áreas verdes se realizará con especies nativas de la región. -Se mantendrán parches de vegetación original del predio y relictos de árboles de gran tamaño en su sitio de desplante original.

III.4.2. Leyes y Reglamentos Federales

III.4.2.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la 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.27. Vinculación del proyecto con el instrumento jurídico.

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 se implementarán medidas de prevención y mitigación de impactos ambientales. Para ello durante el desarrollo del proyecto, se instalarán sanitarios portátiles, en estos últimos se acopiarán las aguas residuales debido a su uso, sin embargo, dichas aguas sanitarias serán destinadas a sitios autorizados para su tratamiento, esto a su vez previene y controla la contaminación evitando el contacto con el suelo y aguas de la región. En la etapa de operación, las aguas residuales se enviarán a la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), donde el agua será tratada y posteriormente se reutilizará para el riego de áreas verdes; el excedente será inyectado en un pozo de hasta 120 m de profundidad. Durante la etapa de construcción se verificará que toda la maquinaria a utilizar, se encuentre en buenas condiciones y hayan pasado por mantenimiento previo a comenzar a operar en la obra, en este sentido se evita el vertimiento de residuos en el suelo, contaminación de agua y de aire. Se monitoreará que las emisiones a la atmósfera se encuentren dentro de los máximos permisibles establecidos en las normas aplicables. Con lo anterior, se podrá prevenir la contaminación de componentes ambientales en el sistema ambiental.
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: VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; IX.- Desarrollos inmobiliarios que afecten los ecosistemas costeros; X.- Obras y actividades en humedales, ecosistemas costeros, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales. En el caso de actividades pesqueras, acuícolas o agropecuarias se estará a lo dispuesto por la fracción XII de este artículo;	"*Proyecto Venado*" es una obra de naturaleza turística de tipo hotelero-residencial, con amenidades y áreas de servicios, por lo que se considera un desarrollo inmobiliario; que por los componentes ambientales del predio seleccionado para su desarrollo y de la zona en la que está inmerso, entre los que se encuentran humedales costeros (manglares y cenotes), selvas inundables y playa, y colindante a la zona marina, se determina que el sistema natural corresponde a un ecosistema costero, lo cual coincide con la definición de ecosistema costero establecida en la fracción XIII Bis del artículo 3° de la LGEEPA. Que para desarrollar el proyecto de interés se llevarán a cabo diversas actividades entre las que se encuentra el desmonte de cobertura vegetal forestal y el despalme del predio seleccionado, el cual se cataloga como un terreno forestal; por lo que se requiere realizar el cambio de uso de suelo en área forestal para destinarlo a un uso Turístico, de tipo hotelero-residencial. Por lo expuesto previamente, se motiva la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) del proyecto *Construcción y operación de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo,* para obtener la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría para su desarrollo.

Artículo	Vinculación
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, la promovente ingresa a evaluación del impacto ambiental la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional del proyecto, para solicitar la autorización en materia de impacto ambiental para su ejecución. El documento se elaboró dando cumplimiento a la Ley y la guía de elaboración de la MIA-R 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 responsabilidad de sus usuarios, así como de quienes realicen obras o actividades que afecten dichos recursos.	Durante el desarrollo del proyecto mediante la instalación de sanitarios portátiles, se realizará el acopio de aguas residuales debido a su uso, sin embargo, dichas aguas sanitarias serán destinadas a sitios autorizados para su tratamiento, esto a su vez previene y controla la contaminación evitando el contacto con el suelo y aguas de la región. La limpieza de las unidades estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades, quién se encargará del tratamiento y disposición final de los residuos líquidos. A partir del comienzo de operación del proyecto, el destino y disposición de las aguas residuales serán redireccionadas a la planta de tratamiento de aguas residuales. Con lo anterior, no se afectará el estado de equilibrio de los elementos naturales que intervienen en el ciclo hidrológico.
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.	Las aguas residuales generadas durante operación del proyecto, serán destinadas a la planta de tratamiento de aguas residuales del mismo, esto previene y controla la contaminación evitando el contacto con el suelo y aguas de la región.
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,	Durante la construcción del proyecto se usarán sanitarios portátiles para acopio de aguas residuales (aguas negras). Su tratamiento y disposición final estará a cargo de la empresa arrendadora de las unidades. En etapa de operación, se redireccionarán hacia una planta de tratamiento de aguas residuales del proyecto; posterior a su tratamiento, serán reutilizadas para el riego de áreas verdes.

Artículo	Vinculación
aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y	
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 negras serán enviadas a la planta de tratamiento de aguas residuales para su posterior reúso en el riego de áreas verdes. 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 integral dentro del municipio o el estado.
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 en los baños del proyecto serán enviadas a la planta de tratamiento de aguas residuales. 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, 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.	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.

III.4.2.2. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la 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.28. Vinculación del proyecto con el instrumento jurídico.

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: O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas: I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables; 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. R) Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales: I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas,…	El proyecto consiste en la construcción y operación de un Desarrollo turístico, que estará integrado por cuartos de hotel, suites, residencias, amenidades y área de servicios. El predio por aprovechar se encuentra en un ecosistema costero; posee cobertura forestal, por lo que se requiere el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. Por lo anterior, el proyecto se apega a lo dispuesto en los incisos I, Q y R, siendo de competencia federal, motivo por el cual se ingresa la MIA-R 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 regional para solicitar la autorización del proyecto.
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 regional, para su evaluación en materia de impacto ambiental.
Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada	La MIA se presenta en modalidad Regional debido a que el predio por aprovechar se encuentra en una región ecológica que comparte características ecológicas comunes como clima, tipo de suelo, relieve, tipos de vegetación, especies de fauna silvestre compartidas, presencia de humedales, sistema de aguas subterráneas,

Artículo	Vinculación
	paisaje, procesos ecológicos, interacciones ecológicas y tipo de ecosistema (costero); además de que se ubica dentro de una Unidad de Gestión Ambiental denominada Corredor Turístico Punta Venado-Paamul, una unidad de ordenamiento territorial del POEL de Solidaridad considerada una unidad ecológica homogénea con Política Ambiental de Conservación, Vocación del uso de suelo Turística y Uso condicionado Turístico; por lo que se debe evaluar la interacción del proyecto con los componenetas ambientales regionales e identificar los impactos acumulativos, sinérgicos o residuales.

III.4.2.3. 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.29. Vinculación del proyecto con el instrumento jurídico.

Artículo	Vinculación
Artículo 6°. - No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, 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.	Para no generar daño al ambiente, se presenta la MIA-R con la evaluación de impactos ambientales y la propuesta de medidas de mitigación por la ejecución del proyecto en mención, en cumplimiento de la fracción I del artículo 6º de la Ley. El proyecto cuenta con un diseño compatible con el medio, es por ello que durante su desarrollo se aplicará una serie de medidas de prevención y mitigación de impactos con el objetivo de evitar la generación de daños irreversibles sobre los elementos naturales que conforman el sistema en cuestión. Entre estas medidas a implementar se encuentran 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. ▪ Garantizar el tratamiento de las aguas residuales respetando los límites máximos permisibles de las

Artículo	Vinculación
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.	normas oficiales mexicanas, para prevenir contaminación del ambiente. Cabe mencionar que, con las autorizaciones del proyecto la autoridad se da por enterada de las características del proyecto, resolviendo su viabilidad. De este modo, se cumple la fracción I del artículo 6°. Asimismo, el proyecto aplicará medidas para en rebasar los límites máximos permisibles de Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

III.4.2.4. 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.30. Vinculación del proyecto con el instrumento jurídico.

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.	Para reducir el impacto sobre la fauna silvestre del predio, durante el desarrollo del proyecto, se ahuyentará o se realizará el rescate y reubicación de los ejemplares de animales que pudieran ser susceptibles de afectación por la remoción de vegetación. La fauna podrá desplazarse dentro del mismo predio debido a que se mantendrá una cubierta vegetal de hasta el 84.88% de la superficie total del predio; durante la construcción de las obras la fauna encontrará hábitats para el refugio, alimentación y reproducción. Cabe mencionar que se realizará la reforestación de superficies previamente impactadas, por lo que se recuperará cobertura vegetal en el predio; en las áreas verdes a reforestar se plantarán especies nativas de la región. Asimismo, se prohibirá la extracción de flora y fauna silvestre del predio.

La vinculación con el artículo 60 TER se presentó en conjunto con la vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

III.4.2.5. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Esta Ley es Reglamentaria del artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas

forestales del país y sus recursos; así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, las Entidades Federativas, Municipios y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad o legítima posesión corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2o. de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Tabla III.31. Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

Artículo	Vinculación
Artículo 93. La Secretaría solo podrá autorizar 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, la capacidad de almacenamiento de carbono, 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. La Secretaría podrá emitir criterios y lineamientos en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, en el ámbito de sus atribuciones y de conformidad con lo establecido en esta Ley y su Reglamento. 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. Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.	Atendiendo este artículo, y por el tipo de proyecto a desarrollar en un predio con comunidad forestal, la promovente solicitará el Cambio de Uso de Suelo previo al desarrollo de las obras y actividades previstas, por medio de la presentación del Estudio Técnico Justificativo, el cual se presentará bajo los criterios y lineamiento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y de su Reglamento. La finalidad será obtener la autorización del cambio de uso de suelo por excepción. Dentro de este contexto, mediante el ETJ se solicitará el CUSTF de 16.86 ha de superficie para brindarle un uso turístico; de ésta superficie, 0.032 ha estarán a cambio de uso de suelo temporal y 16.86 ha estarán sujetas a cambio de uso de suelo permanente. El uso turístico se le brindará de forma permanente a las 16.86 ha. Se realizará la remoción permanente de 14.46 ha, lo que representa el 13.24% de la cobertura vegetal existente en el predio, y el 12.96% de la superficie total del predio. En este sentido, 14.46 ha serán destinadas para el nuevo uso de suelo turístico, dentro de las 16.86 ha por aprovechar (cabe recordar que existen superficies previamente impactadas sin vegetación; asimismo, se mantendrá en pie vegetación forestal en camellones y jardinera). Las comunidades a impactar son vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia; matorral costero y chital. La remoción será parcial, por lo que las comunidades de vegetación a impactar se mantendrán representadas en el predio y el SAR.

III.4.2.6. Ley General de Cambio Climático

La Ley General de Cambio Climático es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Esta Ley tiene como principal objetivo regular las emisiones para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera (DOF, 2022). La vinculación del proyecto con esta Ley se presenta en la siguiente tabla:

Tabla III.32. Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático.

Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático	
Instrumento Normativo	**Vinculación con el proyecto**
Artículo 2. Esta Ley tiene por objeto: (…) 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;	Si bien el proyecto propuesto es de carácter turístico, "*Proyecto Venado*" también incluye mecanismos de conservación del patrimonio biocultural de la región, estableciendo zonas de conservación. En este sentido, el desarrollo del proyecto tiene como uno de sus principales ejes rectores la implementación de medidas de adaptación y mitigación al cambio climático en la región. En este sentido, el proyecto busca contribuir a reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas de la zona frente a los efectos adversos del cambio climático. Para lograr este objetivo, el proyecto contempló la implementación de medidas de prevención, adaptación y mitigación, tales como la promoción de prácticas sostenibles, la restauración de ecosistemas degradados, la construcción de infraestructuras resistentes al clima, la promoción de la eficiencia energética y el fomento de energías renovables, entre otras. En resumen, el proyecto propuesto contribuirá a reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, a través de la implementación de medidas de adaptación y mitigación, y la creación y fortalecimiento de las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno. Las acciones que se han contemplado para el Proyecto son la construcción de los inmuebles con materiales resistentes contribuye a la reducción de vulnerabilidad física de las obras propuestas.
Artículo 3. Para efectos de esta Ley se entenderá por: (…) XLII. Vulnerabilidad: Nivel a que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del Cambio Climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática a la que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad, y su capacidad de adaptación.	Se tomó en cuenta esta definición para el diseño e implementación de las medidas correspondientes. Un buen diseño y construcción contribuye a reducir la vulnerabilidad física de las obras y la vulnerabilidad social de los usuarios, con ello, el riesgo por fenómenos naturales es menor, ya que se existen formas de afrontar los efectos de dichos fenómenos, previniendo desastres. Además, la reducción de riesgo también se relaciona con la mejora en la capacidad de atención ante los eventos

Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático	
Instrumento Normativo	**Vinculación con el proyecto**
	naturales, mediante medidas de prevención o de control como sistemas de evacuación oportuna y protección de obras y personal para evitar desastres naturales. Asimismo, la planeación y reducción de vulnerabilidad incrementan la capacidad de recuperación de un proyecto posterior al impacto de un fenómeno natural, lo que se traduce en menores pérdidas económicas y en menor generación de emergencias ecológicas.
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran; 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 preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático; V. Adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones en carbono; (…) 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;	Si bien, la política nacional es establecida por el Estado, la promovente puede contribuir a lograr los objetivos de la misma mediante la implementación de medidas de prevención y mitigación, así como de adaptación, establecidas bajo los principios señalados en el artículo 26. Esto se refleja con lo siguiente: -Protección de ecosistemas vulnerables y claves para hacer frente a los efectos del cambio climático, como la conservación del humedal en el que se distribuye una comunidad de manglar de cuenca de fisonomía baja. -Mantenimiento de áreas verdes. -Aprovechamiento de superficies previamente impactadas para reducir el impacto en zonas mejor conservadas. -Reforestación de sitios impactados para recuperar cobertura vegetal y especies nativas. -Evaluación del impacto ambiental del proyecto para identificar las modificaciones en las características de los componentes ambientales que potencialmente se generarán con el desarrollo de la obra; así se podrá proponer medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, coadyuvando con la protección del ecosistema y mantener un ambiente sano para el desarrollo de la vida silvestre y de los humanos, tanto de usuarios como de trabajadores. -Mediante la evaluación y manifestación de los impactos ambientales y las medidas de manejo ambiental propuestas, se evita generar un daño ambiental, al dar cumplimiento a las disposiciones jurídicas en materia ambiental y garantizar la protección de los elementos del ecosistema regional, todo ello observando lo dispuesto en la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. -Prevenir desastres naturales por efectos de fenómenos naturales, mediante la atención de las alertas estatales tempranas o las instrucciones de Protección Civil. -Manejo eficiente de energía y agua para reducir la generación de GEI's. A través de la implementación de las acciones previamente señaladas, se contribuye a mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático.
Artículo 27. La política nacional de adaptación frente al cambio climático se sustentará en instrumentos de diagnóstico, planificación, medición, monitoreo,	El proyecto se alinea con los objetivos establecidos en el Artículo 27 de la Ley General de Cambio Climático, ya que busca reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los

Vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático	
Instrumento Normativo	**Vinculación con el proyecto**
reporte, verificación y evaluación, tendrá como objetivos: I. Reducir la vulnerabilidad de la sociedad y los ecosistemas frente a los efectos del cambio climático; II. Fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos; III. Minimizar riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático (…)	ecosistemas frente a los efectos del cambio climático a través de la implementación de prácticas turísticas sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. El proyecto también busca fortalecer la resiliencia y resistencia de los sistemas naturales y humanos a través de la promoción de prácticas turísticas responsables y la concientización sobre la importancia de la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. Además, el proyecto contempla medidas de minimización de riesgos y daños, considerando los escenarios actuales y futuros del cambio climático, como la implementación de tecnologías sostenibles, la promoción del turismo de bajo impacto y la educación ambiental a los visitantes.
Artículo 29.- Se considerarán acciones de adaptación: **[…]** 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.	El Proyecto tendrá zonas específicas de conservación, donde el ecosistema se dejará intacto, lo cual corresponde a la comunidad de manglar, entre ellos la comunidad de cuenca de fisonomía baja que integra e manglar del predio. Se mantendrá una superficie de conservación de 12.94 ha equivalente al 11.60% de la superficie total del predio.
Artículo 87. La Secretaría, deberá integrar y hacer público de forma agregada el Registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte. 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: **[…]** II. Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas;	En caso de cumplir con los umbrales correspondientes, el Proyecto presentará los reportes de emisiones directas e indirectas generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones identificadas como sujetas a reporte en el Registro de emisiones integrado y hecho público por la Secretaría de acuerdo a las disposiciones reglamentarias establecidas en la Ley. Los reportes serán presentados de manera oportuna y en cumplimiento con los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias correspondientes.
Artículo 88. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.	En caso de que el proyecto esté clasificado como fuente fija o móvil sujeta a reporte, se aplicará la presente disposición legal.

III.4.2.7. Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del Registro Nacional de Emisiones

A continuación, se presenta la vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional De Emisiones:

Tabla III.32. Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGCC en Materia del Registro Nacional De Emisiones.

Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGCC en Materia del Registro Nacional De Emisiones	
Instrumento Normativo	**Vinculación con el proyecto**
Artículo 2. Para los efectos del presente Reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley, así como las siguientes: … VI. Establecimiento Sujeto a Reporte: El conjunto de Fuentes Fijas y Móviles con las cuales se desarrolla una actividad productiva, comercial o de servicios, cuya operación genere Emisiones Directas o Indirectas de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero. Las expresiones "fuentes que deberán reportar" y "fuentes sujetas a reporte" a que se refieren los artículos 87 y 88 de la Ley, se entenderán como Establecimientos Sujetos a Reporte;	Según lo indicado en el artículo citado, se considerará si el Proyecto es un establecimiento sujeto a informe que producirá emisiones tanto directas como indirectas de gases y compuestos de efecto invernadero.
Artículo 3. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifican como sectores y subsectores en los que se agrupan los Establecimientos Sujetos a Reporte, los siguientes: […] V. Sector Residuos: a. Subsector aguas residuales, y b. Subsector residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, incluyendo disposición final, y VI. Sector Comercio y Servicios: e. Subsector turismo;	De acuerdo con este artículo, el proyecto será un establecimiento sujeto a reporte, ya que pertenece al subsector turismo. Sin embargo, se observará la generación anual de emisiones, para determinar si el proyecto deberá o no presentar las emisiones directas o indirectas a través de la cédula de operación anual.
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: V. Sector Residuos: a. Subsector aguas residuales: a.1. Tratamiento de aguas residuales; (…) VI. Sector Comercio y Servicios: (…) e. Subsector turismo: e.1. Hoteles, moteles y similares;	Una vez que el proyecto comience a operar, se deberá cumplir con la disposición legal aplicable y en caso necesario, presentar el reporte correspondiente. Cabe destacar que el Proyecto deberá atender lo mencionado en este artículo, considerando que es de naturaleza turística y que propone un Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. Con lo anterior en consideración, el Promovente reportará por medio de la Cédula de Operación Anual las emisiones directas o indirectas generadas por efecto de la operación del Proyecto.
Artículo 6. 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	De acuerdo con los cálculos de emisiones presentados, el proyecto no rebasa el umbral de 25,000 toneladas de bióxido de carbono equivalente; el GEI de mayor generación será el CO2, en total por las etapas de preparación del sitio y construcción se generarán 5,917.28 tCO2eq de GEI´s (CO2, CH4 y N2O) por uso de combustibles y 5.68 tCO2eq por uso de energía. En cuanto a la operación y mantenimiento, de forma conjunto, combustible y energía, se estima que al año se estén generando 906.9 tCO2eq, siendo la mayor generación por el consumo de Gas L.P.

Vinculación del proyecto con el Reglamento de la LGCC en Materia del Registro Nacional De Emisiones	
Instrumento Normativo	**Vinculación con el proyecto**
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.	Sin embargo, se realizará el registro del primer año y las emisiones generadas para tener certeza de que el umbral no se esté rebasando. Caso contrario, se reportarán las emisiones conforme lo dispuesto en el presente artículo, aunado de que se deberán implementar medidas para reducir las emisiones generadas. Para lo anterior, se llevará un registro de los equipos, materiales e insumos, para determinar en cual de dichos rubros tendrán que realizarse cambio y actualizaciones de equipos más eficientes en consumo de energía y agua, o el empleo de combustible que sea menor.
Artículo 9. Los Establecimientos Sujetos a Reporte, tendrán las siguientes obligaciones: I. Identificar las Emisiones Directas de Fuentes Fijas y Móviles, conforme a la clasificación de sectores, subsectores y actividades contenidas en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento; II. Identificar las Emisiones Indirectas asociadas al consumo de energía eléctrica y térmica; III. Medir, calcular o estimar la Emisión de Gases o Compuestos de Efecto Invernadero de todas las Fuentes Emisoras identificadas en el Establecimiento aplicando las metodologías que se determinen conforme al artículo 7 del presente Reglamento; IV. Recopilar y utilizar los datos que se especifican en la metodología de medición, cálculo o estimación que resulte aplicable, determinada conforme al artículo 7 del presente Reglamento; V. Reportar anualmente sus Emisiones Directas e Indirectas, a 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; VI. Verificar obligatoriamente la información reportada, en los términos del presente Reglamento, a través de los Organismos previstos en el presente Reglamento, y VII. Conservar, por un período de 5 años, contados a partir de la fecha en que la Secretaría haya recibido la Cédula de Operación Anual correspondiente, la información, datos y documentos sobre sus Emisiones Directas e Indirectas así como la utilizada para su medición, cálculo o estimación.	El Proyecto, al ser considerado como establecimiento sujeto a reporte, cumplirá con las obligaciones establecidas en el artículo mencionado. Para ello, se llevará a cabo la identificación y el cálculo de las emisiones de gases o compuestos de efecto invernadero asociadas a la generación de energía eléctrica durante la operación del proyecto. Además, se reportarán anualmente estas emisiones a través de la Cédula de Operación Anual, indicando las toneladas anuales de los compuestos emitidos y su equivalente en toneladas de dióxido de carbono equivalentes anuales. De esta manera, se garantizará el cumplimiento de las regulaciones establecidas en el artículo en cuestión.

A través de la vinculación del proyecto con la Ley General de Cambio Climático y su Reglamento, se evidencia que el proyecto incluyó elementos de diseño que contribuirán con la mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático.

III.4.2.8. 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.33. Vinculación del proyecto con el instrumento jurídico.

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; 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	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 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. Asimismo, se instalará la infraestructura necesaria para el acopio de los residuos. Durante la etapa de construcción se instalarán sanitarios portátiles en los que posteriormente las aguas residuales se dispondrán para su tratamiento en sitios autorizados, a cargo de la empresa arrendadora de las unidades. Los residuos peligrosos como podrían ser aceite, 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.

Artículo	Vinculación
integral de los residuos ambientalmente adecuada, así como tecnológica, económica y socialmente viable, de conformidad con las disposiciones de esta Ley;	
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 una clasificación para residuos orgánicos e inorgánicos. Esta clasificación facilita el manejo al fungir como una separación primaria y secundaria. Cabe recalcar, que el proyecto contará con un Programa Integral de Manejo 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 a lo estipulado en normas, reglamentos y leyes aplicables.
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 específicamente en la etapa de construcción se contará con la infraestructura necesaria para asegurar un correcto manejo de los residuos. Para ello se establecerá un área en la cual se instalarán contenedores para la correcta clasificación en conformidad con los instrumentos jurídicos aplicables en materia de manejo de residuos.
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.	Al contar con un Programa de Manejo Integral de Residuos para el desarrollo del proyecto, se podrá controlar, reducir y prevenir la contaminación de los elementos naturales que conforman al ambiente. En este sentido, las medidas que se establezcan en el programa de manejo deberán ser cumplidas por la promovente con el fin de garantizar la conservación de los elementos. En caso de generar contaminación al ambiente, la promovente deberá elaborar y ejecutar un programa de remediación de suelo y demás medidas que estén establecidas en la normatividad.
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.4.2.9. 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.34. Vinculación del proyecto con el instrumento jurídico.

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 normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.	El proyecto contará con un Programa de Manejo Integral de los Residuos, el cual será presentado previo al desarrollo del proyecto. El programa se elaborará y ejecutará en cumplimiento de las disposiciones jurídicas aplicables.

III.4.3. Leyes y Reglamentos Estatales

III.4.3.1. Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo

Esta Ley es de orden público e interés social y 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 del Estado de Quintana Roo.

Tabla III.35. Vinculación del proyecto con la Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo.

Artículo	Vinculación
Artículo 92.- Corresponde al Estado y a los Municipios en el ámbito de sus respectivas competencias, la regulación sobre el trato digno que debe darse a la flora y fauna silvestre, asimismo participarán con la Federación en las acciones derivadas de esta regulación, desarrollando programas en la materia.	Durante el desarrollo del proyecto se implementarán las siguientes medidas restrictivas: no extraer flora y fauna silvestre del predio; no molestar a la fauna silvestre; no realizar el desmonte o despalme de superficies no autorizadas en el predio; realizar el manejo integral de los residuos generados; no realizar la quema de residuos en el predio o áreas colindantes; no verter residuos en el suelo o áreas con vegetación.
Artículo 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.	Durante el desarrollo de las obras, se empleará maquinaria pesada, por ello, se verificará que las unidades se encuentren en condiciones óptimas de funcionamiento para que las emisiones no rebasen los límites máximos permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

III.4.3.2. Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo

Esta Ley es de orden público e interés general; sus disposiciones son de observancia obligatoria en todo el Estado de Quintana Roo, en concurrencia con los Municipios y la Sociedad Civil. Tiene por objeto mitigar las emisiones y lograr un territorio mejor adaptado a los potenciales impactos del cambio climático, estableciendo el marco para la planeación y la ejecución de las políticas de adaptación, de acuerdo con el conocimiento científico existente. En lo no previsto por esta Ley y los ordenamientos específicos que señale,

se aplicarán de manera supletoria y complementaria los ordenamientos federales y estatales en materia ambiental.

Tabla III.36. Vinculación del proyecto con la Ley de Acción de Cambio Climático en el Estado de Quintana Roo.

Artículo	Vinculación
Artículo 4. Las personas que habitan el Estado deberán participar, de manera ordenada y activa, en la mitigación, adaptación y en la prevención de la vulnerabilidad ante el cambio climático, a través del Consejo.	Las medidas de mitigación están orientadas a la reducción de las emisiones de los GEI a la atmósfera, para ello, se hará uso de focos ahorradores para la iluminación, se limitará el uso de electrodomésticos a los necesarios para la operación de las obras para vigilancia, como el refrigerador, y se optará por aprovechar las corrientes de aire natural antes del uso de aires acondicionados; con lo anterior, se reducirá el consumo de energía eléctrica a través del cual se genera de forma indirecta CO_2. Para reducir la vulnerabilidad física, se emplearán materiales que soporten vientos de más de 200 km/hr, además de que se van atender las medidas y recomendaciones de Protección Civil ante contingencias hidrometeorológicas.

III.4.3.3. Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo

Las disposiciones contenidas en la presente Ley son de orden público y observancia obligatoria en todo el territorio y zonas de exclusión del Estado de Quintana Roo, para definir la política pública, los instrumentos de gestión y control ambiental, las infracciones, señalando las competencias del Estado y los Municipios en el marco de los principios y derechos consagrados en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en los Tratados Internacionales de los que el Estado mexicano sea parte.

Tabla III.37. Vinculación del proyecto con la Ley para la Prevención, Gestión Integral y Economía Circular de los Residuos del Estado de Quintana Roo.

Artículo	Vinculación
Artículo 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:	De acuerdo con la clasificación presentada en este artículo, durante la construcción y operación del proyecto se generarán residuos de los siguientes tipos: ▪ Residuos Sólidos Urbanos. ▪ Biorresiduos. ▪ Residuos peligrosos. Durante el mantenimiento de las obras se generarán residuos de tipo: ▪ Residuos Sólidos Urbanos. ▪ Residuos de Manejo Especial. ▪ Residuos Peligrosos. Por lo anterior, se deberá realizar la separación de residuos por tipo, para

Artículo	Vinculación
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; 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.	transportarlos a los sitios de disposición final autorizados para tal fin en el municipio de Solidaridad. Los residuos sólidos urbanos se dispondrán en el relleno sanitario municipal. También se realizará la valorización de aquellos residuos susceptibles a reúso y reciclaje para determinar su disposición final.
Artículo 15. Los residuos se clasifican por separación en la fuente, en: I. Biorresiduos; II. Residuos recuperables; III. Residuos no recuperables.	Para el proyecto se generarán biorresiduos, residuos recuperables (para reúso y reciclaje) y residuos no recuperables (los que se llevarán a los sitios de disposición final para su acopio).
Artículo 21. En materia de residuos, está prohibido: I. La disposición final de residuos líquidos o semisólidos, sin que hayan sido sometidos a tratamientos para eliminar la humedad, neutralizarlos o estabilizarlos y lograr su solidificación, de	Durante el desarrollo del proyecto, se dará cumplimiento a cada una de las disposiciones contenidas en el presente artículo, con la finalidad de llevar a cabo un manejo integral

Artículo	Vinculación
conformidad con las disposiciones de esta Ley y demás ordenamientos legales aplicables; II. La mezcla y dispersión de residuos de manejo especial, sólidos urbanos y biorresiduos con aquellos que contengan compuestos orgánicos persistentes o bifenilos policlorados, listados en los tratados internacionales; III. La mezcla de residuos de competencia estatal; IV. La dilución de residuos de competencia estatal en cualquier medio, cuando no sea parte de un tratamiento autorizado; V. Los tiraderos y sitios de disposición a cielo abierto; VI. Abandonar y disponer residuos, cualquiera que sea su tipo o características, en la vía pública, predios 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; VIII. Depositar residuos en sitios de disposición final, sujetos a la responsabilidad extendida; IX. Abrir bancos de materiales explotados o sascaberas, tiraderos o sitios de disposición a cielo abierto en lugares no autorizados por la Secretaría; X. El almacenamiento de residuos sólidos urbanos, biorresiduos y de manejo especial, durante los servicios de recolección y transporte; XI. El almacenamiento por más de 6 meses de residuos sólidos urbanos, biorresiduos y de manejo especial en las fuentes generadoras o empresas de servicios; 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; XIV. La disposición o entrega de los residuos a empresas que no tengan registro y autorización vigente emitida por la autoridad competente, para prestar el servicio de recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final; XV. Acopiar, recolectar, transportar y/o realizar algún manejo integral de residuos de competencia estatal, sin previa autorización de la Secretaría;	de los residuos, para evitar contaminación de los componentes ambientales del predio.
Artículo 77. Los residuos que no pueden ser reaprovechados por la tecnología disponible u otras condiciones, deben ser dispuestos en un relleno sanitario y/o sitio de disposición final autorizado, los cuales pueden ser de operación manual, semi mecanizada y mecanizada y deben cumplir con los requerimientos que estipula la Norma Oficial Mexicana aplicable, respecto de la localización, construcción, diseño, operación, clausura y post clausura del sitio.	Los residuos que no puedan reaprovecharse durante el desarrollo del proyecto, se transportarán a los sitios de disposición final autorizados para tal fin en el municipio. Entre ellos, se encuentra el relleno sanitario municipal.

III.4.4. Convenios o tratados internacionales

III.4.5.1. Convenio sobre la Diversidad Biológica, adoptado en Río de Janeiro, Brasil, el 5 de junio de 1992

El Convenio fue aprobado por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión, el día 3 de diciembre del año 1992, según Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 13 de enero del año de 1993. El instrumento de ratificación, fue firmado por el entonces presidente del país, Carlos Salinas de Gortari, el día 24 de febrero del año 1993 y fue depositado ante el Secretario General de la Organización de las Naciones Unidas, el día 11 de marzo del mismo año.

De acuerdo con el artículo 1, *el objetivo del Convenio, que se han de perseguir de conformidad con sus disposiciones pertinentes, son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.*

El artículo 3 señala que d*e conformidad con la Carta de las Naciones Unidas y con los principios del derecho internacional, los Estados tienen el derecho soberano de explotar sus propios recursos en aplicación de su propia política ambiental y la obligación de asegurar que las actividades que se lleven a cabo dentro de su jurisdicción o bajo su control no perjudiquen al medio de otros Estados o de zonas situadas fuera de toda jurisdicción nacional.*

Por ello, el Estado Mexicano tiene la facultad de otorgar autorizaciones para el aprovechamiento de los recursos naturales y de su territorio, con el objeto de regular las obras y actividades que se desarrollen para garantizar la protección de los elementos naturales de los ecosistemas, los cuales brindan servicios ambientales que contribuyen a un medio ambiente sano para el desarrollo de los seres humanos y la vida silvestre. Si bien, no se puede detener la demanda de recursos naturales ante el crecimiento poblacional, sí se puede regular la ejecución de los proyectos y actividades humanas, supervisando que se lleven a cabo con apego en la política ambiental del Estado, las disposiciones de instrumentos jurídicos en materia ambiental y aplicando medidas que contribuyan a prevenir y mitigar el impacto sobre el ambiente.

De este modo, los seres humanos pueden continuar aprovechando el territorio nacional y sus recursos naturales, sin comprometer la existencia de los mismos, evitando así generar desequilibrio ecológico de los ecosistemas naturales de la nación, manteniendo el buen estado de elementos claves del sistema ambiental que beneficien a las poblaciones humanas, en su bienestar y calidad de vida. Aunado a lo anterior, y en complemento, las actividades estarán orientadas por los principios de la sustentabilidad, derivando en la

interacción del sector económico, ecológico y social, generando beneficios socioeconómicos sin poner en riesgo la permanencia de los recursos biológicos y naturales de los territorios.

Dentro de este contexto, para desarrollar el proyecto, la promovente solicita a la SEMARNAT la autorización en materia de impacto ambiental para la ejecución de las obras y actividades que lo integrarán, al ser aquella la Secretaría facultada de otorgar los permisos de desarrollo de proyectos de competencia federal. La solicitud se realiza mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, con la finalidad de identificar los impactos que potencialmente se generarán sobre el ambiente con la ejecución del proyecto y aprobar las propuestas de medidas de manejo ambiental que contribuyan a prevenir y mitigar los impactos ambientales. De esta forma, se regula el desarrollo del proyecto con la finalidad de no ocasionar desequilibrio ecológico en el ecosistema en el que se ubica el predio seleccionado. Con los elementos adecuados, la Secretaría resolverá la viabilidad ambiental de establecer.

Uno de los impactos ambientales más significativos de un sistema natural es la pérdida de biodiversidad y de servicios ambientales, derivado de la deforestación y el cambio de uso de suelo de terrenos forestales a otros usos como el turístico. Por lo tanto, es necesario regular la ejecución de las obras para garantizar que la modificación del sistema natural no generará afectaciones significativas sobre los ecosistemas naturales de una región. Es importante señalar que, el desarrollo de proyectos turístico es necesario en regiones donde la población y el sistema económico dependen de las actividades turísticas, es decir, del sector terciario (servicios), como es el caso de la franja costera del municipio de Solidaridad. Lo anterior resulta en la demanda de espacios para el establecimiento de obras turísticas, las cuales fomenten la inversión económica en la región y el empleo, pero que, a la vez, permitan la protección de los elementos naturales para garantizar un medio ambiente sano.

Por lo tanto, para desarrollar el "*Proyecto Venado*", también se solicitará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por la remoción de vegetación forestal, permanente y temporal, en el predio seleccionado para establecer las obras que integrarán el proyecto propuesto, con la finalidad de brindarle un uso de suelo turístico. La solicitud se realizará con la presentación del Estudio Técnico Justificativo ante la SEMARNAT, quien está facultada para resolver y otorgar la autorización por excepción del cambio de uso de suelo en terrenos forestales, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal. De este modo, se regulará el aprovechamiento del territorio para garantizar que no se ponga en riesgo la existencia y permanencia de los recursos forestales de la región.

Cabe mencionar que, el desarrollo "*Proyecto Venado*" se apega a los objetivos de la política ambiental nacional y las disposiciones jurídicas en materia ambiental de carácter federal, estatal y municipal. Además,

el desarrollo del proyecto brindará beneficios compatibles con los intereses de las autoridades municipales de Solidaridad, quienes buscan cumplir el papel protagonista que los nuevos tiempos le exigen para contemplar no solo el desarrollo económico, sino también la sostenibilidad ambiental, la planificación económica y urbanística.

El POEL del municipio de Solidaridad, así como el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Solidaridad 2010-1050, regulan el aprovechamiento del territorio y uso del suelo en el municipio. De acuerdo con estos, el predio donde se realizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, se ubica en una zona con vocación de uso de suelo turístico, con uso condicionado para establecer desarrollos turísticos; asimismo, se encuentra en un polígono que posee zonificación primaria de Zona Turística (ZT). Por lo tanto, el CUSTF para un uso turístico es factible. El aprovechamiento del territorio acorde con los usos de suelo permitido, evita la expansión desordenada de las zonas urbanas.

El artículo 14 del Convenio señala los supuestos que el Estado Mexicano implementará para la *Evaluación del impacto y reducción al mínimo del impacto adverso,* mismos con los que el proyecto y las acciones de gestión a cargo de la promovente son congruentes. A continuación, se señala la forma en la que el proyecto contribuye con el cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 14 del Convenio:

1. Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda:

a) Establecerá procedimientos apropiados por los que se exija la evaluación del impacto ambiental de sus proyectos propuestos que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica con miras a evitar o reducir al mínimo esos efectos y, cuando proceda, permitirá la participación del público en esos procedimientos.

El Estado Mexicano cuenta con legislación ambiental vigente que regula el desarrollo de proyectos en sistemas naturales, los cuales deben someterse al procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) de proyectos de competencia federal, con fundamento en el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y del artículo 5to de su Reglamento en materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Para dar cumplimiento a las disposiciones jurídicas en materia ambiental que rigen el territorio nacional, "*Proyecto Venado*" es sometido al procedimiento de EIA a través de la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) de la SEMARNAT, Secretaría facultada para la resolución de la viabilidad ambiental del proyecto y de otorgar las autorizaciones de ejecución correspondientes.

De este modo, se prevé el impacto potencial sobre el ambiente y se pone a revisión de la Secretaría la propuesta de medidas de manejo ambiental que contribuyan con la prevención y mitigación de dichos

impactos ambientales. Aunado a ello, se solicitará el Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, mediante el Estudio Técnico Justificativo, el cual contendrá la identificación de impactos derivados de la remoción de cobertura vegetal y la propuesta de las medidas de manejo ambientales que mitiguen o compensen dichos impactos a generar.

b) Establecerá arreglos apropiados para asegurarse de que se tengan debidamente en cuenta las consecuencias ambientales de sus programas y políticas que puedan tener efectos adversos importantes para la diversidad biológica;

La Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), es el organismo encargado de la vigilancia del cumplimiento de la legislación ambiental durante el desarrollo de los proyectos en territorio nacional, que puedan generar efectos adversos sobre los ecosistemas. En este sentido, el Estado Mexicano cuenta con el organismo con procedimientos adecuados para observar, evaluar y conocer las consecuencias ambientales de la aplicación de los programas y políticas ambientales establecidas para la protección de los ecosistemas naturales y sus elementos que lo integran en la nación. Esa Procuraduría también se encarga de vigilar el cumplimiento de las disposiciones jurídicas en materia ambiental por parte de los particulares con interés de desarrollar proyectos en sistemas naturales.

En este sentido, la promovente del proyecto, estará a disposición de presentar la información y lo que solicite la PROFEPA en caso de que visite el predio para dar seguimiento al cumplimiento de las condicionantes del oficio de autorización en materia de impacto ambiental.

c) Promoverá, con carácter recíproco, la notificación, el intercambio de información y las consultas acerca de las actividades bajo su jurisdicción o control que previsiblemente tendrían efectos adversos importantes para la diversidad biológica de otros Estados o de zonas no sujetas a jurisdicción nacional, alentando la concertación de acuerdos bilaterales, regionales o multilaterales, según proceda;

El Estado Mexicano ha realizado convenios con otros Estados para la protección de recursos biológicos específicos y su aprovechamiento, como es el caso de protección de especies de fauna marina y la regulación o cese de actividades de pesca de las mismas. Asimismo, México acude a las reuniones de distintas temáticas con relación a la protección de elementos ambientales, con el objeto de compartir los resultados obtenidos con la aplicación de los convenios y tratados internacionales.

El proyecto se desarrollará en territorio de jurisdicción nacional, por lo tanto, los efectos derivados de la aplicación de las disposiciones jurídicas en materia ambiental durante su desarrollo, formarán parte de los resultados obtenidos en conjunto con la implementación de las mismas disposiciones por parte de otros promoventes de proyectos. Estos resultados podrán ser evaluados por las autoridades ambientales

correspondientes y compartir los hallazgos durante las consultas y reuniones de Estados para conocer el avance de los compromisos efectuados mediante tratados y acuerdos.

Si bien, cada promovente de un proyecto es responsable de la aplicación de medidas de manejo ambiental para prevenir y mitigar impactos sobre los ecosistemas naturales, la conservación de los recursos biológicos y los servicios ambientales de un sistema natural se logra a través de la actuación en conjunto de diversos participantes, públicos y privados, para obtener efectos acumulados que a escala regional evidencien los beneficios de su aplicación y contribuyan a mantener un medio ambiente sano. Por ello, la promovente del "*Proyecto Venado*" también consideró medidas de manejo ambiental que sumen beneficios ambientales en la zona donde se desarrollará y se apegará a las condicionantes que las autoridades emitan.

d) Notificará inmediatamente, en caso de que se originen bajo su jurisdicción o control peligros inminentes o graves para la diversidad biológica o daños a esa diversidad en la zona bajo la jurisdicción de otros Estados o en zonas más allá de los límites de la jurisdicción nacional, a los Estados que puedan verse afectados por esos peligros o esos daños, además de iniciar medidas para prevenir o reducir al mínimo esos peligros o esos daños; y

El proyecto se desarrollará dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos; su ejecución no implicará impactos de gran significancia que propicien la pérdida de especies o el desequilibrio ecológico de los ecosistemas en la región donde se encuentra el predio seleccionado para el establecimiento de las obras propuestas. Por ello, no se espera que "*Proyecto Venado*" afecte ecosistemas más allá del territorio bajo jurisdicción del Estado Mexicano. No obstante, ante algún efecto adverso de gran magnitud derivado del desarrollo del proyecto, será evidenciado a través de los informes anuales y/o semestrales a los que estará condicionado presentar la promovente durante la preparación del sitio, construcción y operación del Desarrollo propuesto. Asimismo, la PROFEPA podrá efectuar visitas para garantizar el cumplimiento de las condicionantes de las autorizaciones otorgadas en materia de impacto ambiental y del cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

En el supuesto de generar daños al ambiente durante el desarrollo del proyecto, la promovente será responsable de compensar y/o reparar los efectos adversos ocasionados, con fundamento en las disposiciones de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental. De este modo, la promovente contribuirá a mantener y mitigar los impactos ambientales en territorio nacional, sin poner en riesgo los ecosistemas y los elementos naturales de otros Estados o zonas más allá de sus límites de jurisdicción.

e) Promoverá arreglos nacionales sobre medidas de emergencia relacionadas con actividades o acontecimientos naturales o de otra índole que entrañen graves e inminentes peligros para la diversidad

biológica, apoyará la cooperación internacional para complementar esas medidas nacionales y, cuando proceda y con el acuerdo de los Estados o las organizaciones regionales de integración económica interesados, establecerá planes conjuntos para situaciones imprevistas.

México se caracteriza por ser un país que participa continuamente en la atención de emergencias ambientales y desastres naturales generados por la incidencia de fenómenos de origen natural, en otros Estados tanto del continente Americano como fuera de este. A través del apoyo brindado a otros Estados ante situaciones de emergencia o desastre, se contribuye a la recuperación de las poblaciones de aquellos lugares y a revertir daños que afectan significativamente los recursos naturales y biológicos de esas regiones. Es por ello que, ante emergencia ambiental o desastres naturales, el Estado Mexicano contará con apoyo de otros Estados por las relaciones diplomáticas que sostiene.

La mejor forma en que el desarrollo del proyecto y su promovente pueden contribuir con el Estado Mexicano para atención de emergencias ambientales y desastres naturales, es su prevención. Lo anterior se logrará a través de la implementación de medidas de manejo ambiental y estrategias de construcción que minimicen la vulnerabilidad social, física y ambiental del proyecto, a través de lo cual se evitará la generación de emergencias y desastres naturales. Cabe mencionar que, el municipio de Solidaridad, al igual que la entidad federativa Quintana Roo, cuenta con planes de prevención y atención de fenómenos naturales, en especial de fenómenos hidrometeorológicos, por estar situados en una región de muy alto peligro por impacto de ciclones tropicales.

Sin embargo, la implementación de los planes y programas preventivos, la preparación de la población, las campañas preventivas y de comunicación, así como el reforzamiento de estructuras civiles, reducen la vulnerabilidad de la región, con lo cual, el riesgo de afectación por impacto de ciclones tropicales es baja. Es por ello que, durante el desarrollo del proyecto se atenderán las observaciones y comunicados de protección civil ante la incidencia de fenómenos naturales, para que se tomen las medidas pertinentes que eviten la generación de afectaciones significativas en el sitio, protegiendo así a huéspedes, trabajadores y componentes ambientales del predio.

2. La Conferencia de las Partes examinará, sobre la base de estudios que se llevarán a cabo, la cuestión de la responsabilidad y reparación, incluso el restablecimiento y la indemnización por daños causados a la diversidad biológica, salvo cuando esa responsabilidad sea una cuestión puramente interna.

La aplicación de este supuesto corresponde a la Conferencia de Partes del convenio. El Estado Mexicano dará cumplimiento a lo que dicha Conferencia establezca. Por lo tanto, la mejor forma de participación de

la promovente del proyecto será dar cumplimiento a los instrumentos jurídicos en materia ambiental para contribuir con la protección de los elementos de los sistemas ambientales del territorio nacional.

Con todo lo anterior, se observa que el proyecto fue planificado para ser desarrollado en congruencia con las disposiciones jurídicas en materia ambiental que regulan la ejecución de obras y actividades humanas en sistemas naturales, con el objeto de contribuir con la protección del ambiente y los elementos que lo

III.4.5.2. Acuerdo de París, 2015

El 22 de abril de 2016, el Plenipotenciario de los Estados Unidos Mexicanos, debidamente autorizado para tal efecto, firmó ad referéndum el Acuerdo de París, hecho en París el 12 de diciembre de 2015. El Acuerdo mencionado fue aprobado por la Cámara de Senadores del Honorable Congreso de la Unión, el 14 de septiembre de 2016, según decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación del 17 del propio mes y año, con la Declaración Interpretativa. El instrumento de ratificación fue firmado por el entonces presidente de la Nación, Enrique Peña Nieto, el 17 de septiembre de 2016, y fue depositado ante el Secretario General de la Organización de las Naciones Unidas, el 21 del propio mes y año, de conformidad con lo establecido en el artículo 20 del Acuerdo de París. Por lo tanto, para su debida observancia, en cumplimiento de lo dispuesto en la fracción I del artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, se promulgó el Decreto, en la residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, el 3 de noviembre de 2016.

De acuerdo con el artículo 2 del Acuerdo de París, el objeto del mismo es *reforzar la respuesta mundial a la amenaza del cambio climático, en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza, y para ello:*

a) Mantener el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 ºC con respecto a los niveles preindustriales, y proseguir los esfuerzos para limitar ese aumento de la temperatura a 1,5 ºC con respecto a los niveles preindustriales, reconociendo que ello reduciría considerablemente los riesgos y los efectos del cambio climático;

b) Aumentar la capacidad de adaptación a los efectos adversos del cambio climático y promover la resiliencia al clima y un desarrollo con bajas emisiones de gases de efecto invernadero, de un modo que no comprometa la producción de alimentos; y

c) Situar los flujos financieros en un nivel compatible con una trayectoria que conduzca a un desarrollo resiliente al clima y con bajas emisiones de gases de efecto invernadero.

En el artículo 4 del mismo, se señala que *1. Para cumplir el objetivo a largo plazo referente a la temperatura que se establece en el artículo 2, las Partes se proponen lograr que las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero alcancen su punto máximo lo antes posible, teniendo presente que las Partes que son países en desarrollo tardarán más en lograrlo, y a partir de ese momento reducir rápidamente las emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la mejor información científica disponible, para alcanzar un equilibrio entre las emisiones antropógenas por las fuentes y la absorción antropógena por los sumideros en la segunda mitad del siglo, sobre la base de la equidad y en el contexto del desarrollo sostenible y de los esfuerzos por erradicar la pobreza.*

Por lo tanto, para coadyuvar al Estado Mexicano en el cumplimiento de sus compromisos ante el Acuerdo de París, para el desarrollo de "*Proyecto Venado*" se deberán implementar medidas de mitigación y medidas de adaptación ante los efectos del cambio climático, siendo las primeras aquellas acciones orientadas a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI´s); y las segundas, aquellas acciones para adecuarse a las circunstancias generadas por los cambios en el clima y sus efectos en los sistemas ambientales. Estas medidas fueron consideradas desde el diseño del proyecto y previstas en la manifestación de impacto ambiental para evaluar la viabilidad de la obra en materia de impacto ambiental.

Adaptación al cambio climático

Para mejorar la capacidad de adaptación a los efectos del cambio climático, se debe mejorar la resiliencia de la población y reducir la vulnerabilidad social, física y ambiental. Para ello, durante el desarrollo del proyecto se contempla la aplicación de las siguientes medidas de adaptación:

-Establecer infraestructura y obras resistentes a vientos fuertes y a los efectos de fenómenos hidrometeorológicos.

-Informarse y dar seguimiento a los programas de prevención ante incidencia de peligros naturales en la región, emitidos por las autoridades estatales y federales, así como atender las campañas municipales.

-Atender y dar cumplimiento a lo señalado por Protección Civil ante el arribo de fenómenos naturales que pudieran poner en peligro a los residentes, huéspedes y trabajadores del proyecto.

-Establecer acciones de reducción de la emisión de GEI´s.

-Implementar medidas de compensación por la remoción de cobertura vegetal en el predio. Asimismo, establecer áreas verdes dentro del proyecto, con la finalidad de reducir la fragmentación del ecosistema y conservar una comunidad vegetal continua para contribuir con la regulación del microclima en el terreno.

Con la implementación de medidas de mitigación y adaptación ante los efectos del cambio climático, el desarrollo del proyecto se sumará a la participación para que el Estado Mexicano pueda cumplir los compromisos adoptados mediante el Acuerdo de París, para responder al cambio climático.







CAPÍTULO IV

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

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE "PROYECTO VENADO", EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO




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 Regional (SAR), en el cual se desarrollará y operará el proyecto denominado *"Proyecto Venado"* ubicado en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

La caracterización del SAR 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 dichas tendencias. Asimismo, se realizará la descripción puntual de los sitios para el desarrollo de las obras y de las zonas de influencia (directa e indirecta), 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 características abióticas y bióticas presentes en el SAR y el área de estudio. Para complementar los datos obtenidos en campo, se realizaron consultas y análisis de estudios científicos y técnicos realizados previamente en la región, así como en la literatura publicada por diversas fuentes oficiales. Asimismo, se utilizaron los datos obtenidos en las diversas cartas temáticas del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), para las delimitaciones de la cartografía realizada para el presente estudio.

IV.1. DELIMITACION DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El Sistema Ambiental Regional (SAR) 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 Regional (SAR) 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.

Es por lo anterior, que la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), que será de utilidad para la elaboración del presente documento, se realizó 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).

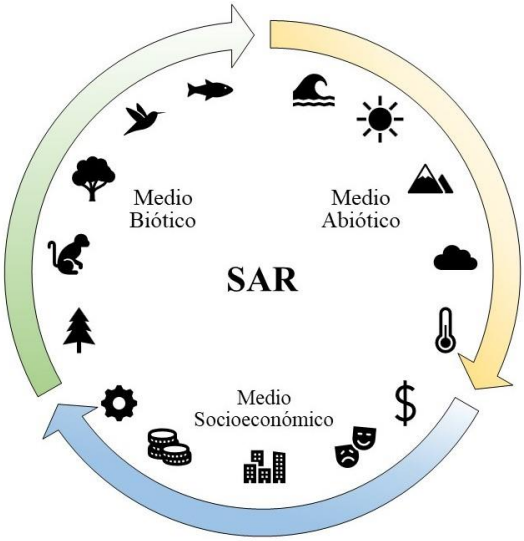


Figura IV.1.- Medios que interactúan en el SAR.

Los criterios que se consideraron para la delimitación del polígono del SAR 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 describieron los aspectos generales de cada nivel (Macroescala, Geosistemas y Microescala), respecto al área donde se sitúa el polígono del predio, con la finalidad de establecer los límites geográficos del SAR.

Tabla. 1.- 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 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 del predio, así como la totalidad del municipio de Solidaridad, se encuentra en la zona de influencia de la Reserva de la Biósfera del Caribe Mexicano, por lo que se regularan todas las actividades a realizar, siguiendo la normatividad vigente.
	Programas de Ordenamiento Ecológico.	El POEL del municipio de Solidaridad subdivide el territorio municipal en 19 unidades de gestión ambiental. En la conformación de tales unidades, se partió de la caracterización de los atributos ambientales definidos para las unidades de paisaje identificadas en el territorio municipal, teniendo en cuenta la congruencia jurídica con los instrumentos de planeación vigentes, que emanan decretos, programas, políticas, planes o autorizaciones jurídicamente válidas, así como la vocación y aptitud natural del territorio, los usos del suelo actuales y las tendencias de desarrollo indicadas por los distintos sectores participantes en la construcción del programas.
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.

Nivel	Aspecto	Descripción
	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.	Dentro del área de estudio, se identificó la topoforma denominada "Llanura Rocosa de Piso Rocoso o Cementado", cuya fisiografía destaca una penillanura de roca caliza con un suelo joven y poco desarrollado.
	Hidrografía.	No se presentan 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 rocas calizas, así como, a los suelos poco desarrollados con texturas gruesas.
Microescala.	Aspectos biológicos.	**Vegetación**: De acuerdo con, la información de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VII (INEGI, 2018), los tipos de comunidades vegetales que podemos encontrar en las áreas circundantes son: vegetaciones secundarias de selva mediana subperennifolia en sus diferentes estrados (arbóreo y arbustivo), así como, comunidades de manglar y humedales que caracterizan a la región. Dentro del predio se identificaron seis comunidades vegetales diferentes, las cuales van desde comunidades de manglar, vegetaciones de duna costera y vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, la cual abarca, la mayor superficie dentro del área total del predio.
	Poblados.	El predio, se ubica aproximadamente a 9 kilómetros de la Localidad de Playa del Carmen y a 8 kilómetros de Puerto Aventuras, dentro del corredor turístico Punta-Venado Paamul. En las zonas colindantes inmediatas, no se observa el aprovechamiento para desarrollos turísticos de gran magnitud. No obstante, Playa del Carmen es una ciudad con presencia de gran variedad de proyectos turísticos; Puerto Aventuras es un asentamiento humano turístico.
	Infraestructura.	Al ubicase en las proximidades de la Localidad "Playa del Carmen", se cuenta con los servicios básicos urbanos de alumbrado y redes eléctricas; en el predio no existe redes de agua potable y drenaje del sistema municipal. Actualmente, la vialidad que accede al sitio se trata de la Carretera Federal 307 "Cancún-Tulum".
	Aspectos sociales.	**Demografía:** De acuerdo con los datos del censo de población y vivienda (2020), la población del municipio de Solidaridad fue de 333,800 habitantes, siendo 48.9% mujeres y 51.1% hombres. El rango de edad que concentró mayor población fue de 25 a 29 años, con un total de 2,645 habitantes. **Actividades económicas:** La población económicamente activa, representa el 65.3% siendo el sector terciario el de mayor relevancia para el municipio, la principal actividad económica es el turismo. **Servicios de Salud:** El 16.6% de la población es atendida por el seguro popular, mientras que el 47.7% son atendidos por el seguro social. **Servicios educativos:** El municipio presenta una tasa de analfabetismo del 1.65% respecto a su población total. Los principales niveles de escolaridad en el municipio fueron Secundaria (31.1%), Preparatoria (32.4%), y Licenciatura (18.4%).

Con base en lo anterior, se ha determinado que la tendencia del corredor turístico Punta Venado-Paamul, al contar con sus recursos naturales intactos, permitirá el establecimiento de desarrollos de baja densidad en los que se integre el escenario natural y sus recursos en el diseño de los proyectos, conforme a lo señalado por el POEL de Solidaridad. Por ello, se debe dar cumplimiento a los criterios de regulación de la UGA 16, donde se sitúa el predio (la vinculación del proyecto con los criterios de regulación ecológica de la UGA en mención se incluyó en el capítulo III, evidenciando que el Desarrollo propuesto da cumplimiento a lo dispuesto en dicho ordenamiento territorial).

Por lo tanto, los componentes centrales del SAR se concentran en las UGAS establecidas por los POEL de los municipios de Solidaridad y Cozumel, siguiendo los criterios antes mencionados. El polígono resultante cuenta con una superficie total de 3,424.926 hectáreas distribuidas en los municipios antes mencionados (65.786% y 34.214% respectivamente).

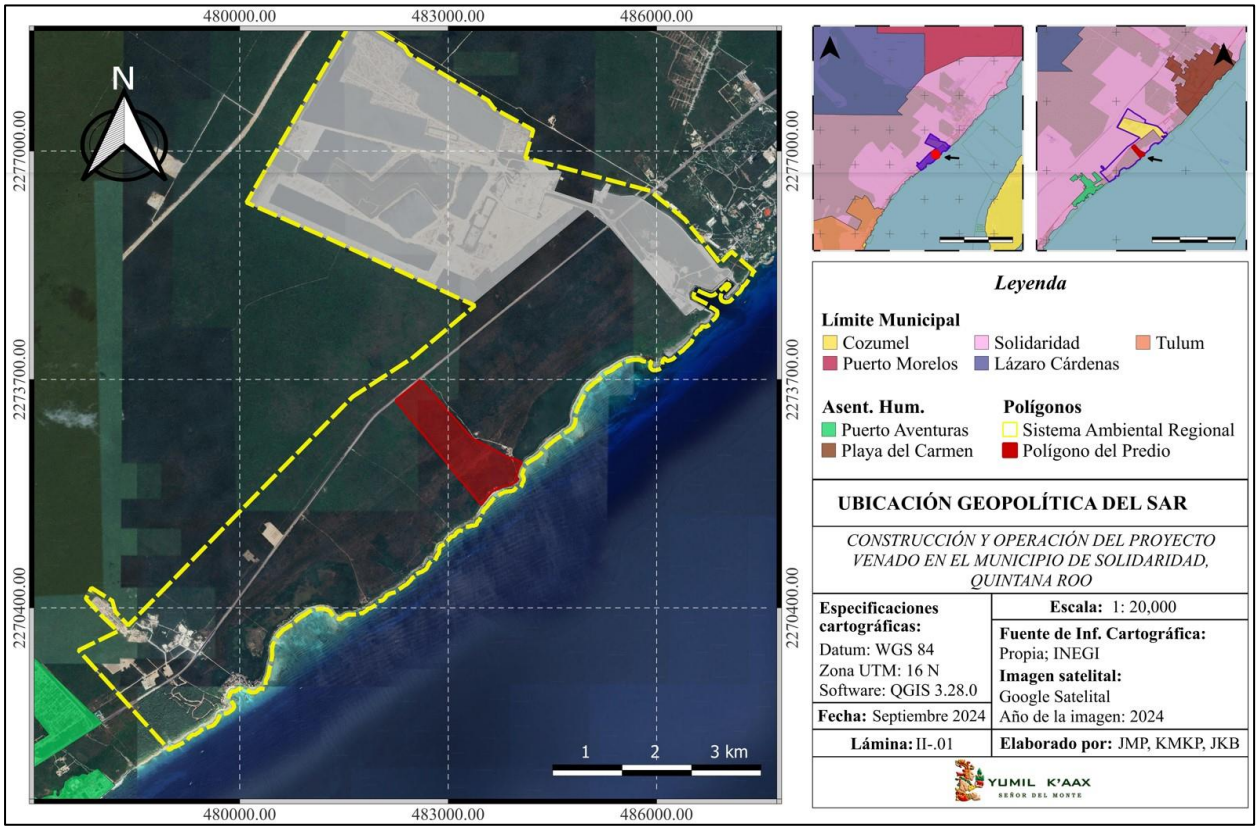


Lámina IV-.1.- Ubicación Geopolítica del SAR

Asimismo, para la delimitación del polígono, se consideró una franja de 50 metros desde la línea de costa hacia el mar, lo anterior, se debe a las actividades de playa que los visitantes podrán realizar en la fase de operación del proyecto, generando posibles impactos los cuales serán mitigados al seguir las medidas de

manejo ambiental propuestas en el documento. Cabe señalar, que ninguna obra civil o mobiliario quedará inmerso en el área de ZOFEMAT frente al predio. A continuación, se presenta el desglose de las superficies de las zonas que integran al SAR, así como, su distribución.

Tabla IV.2. Superficies de las secciones (marina y terrestre) que componen al SAR.

Zona	Área (m2)	Área (ha)	%
Sección Terrestre	33,532,502.07	3,353.250	97.907
Sección Marina	716,759.44	71.676	2.093
Total	**34,249,261.51**	**3,424.926**	**100.00**

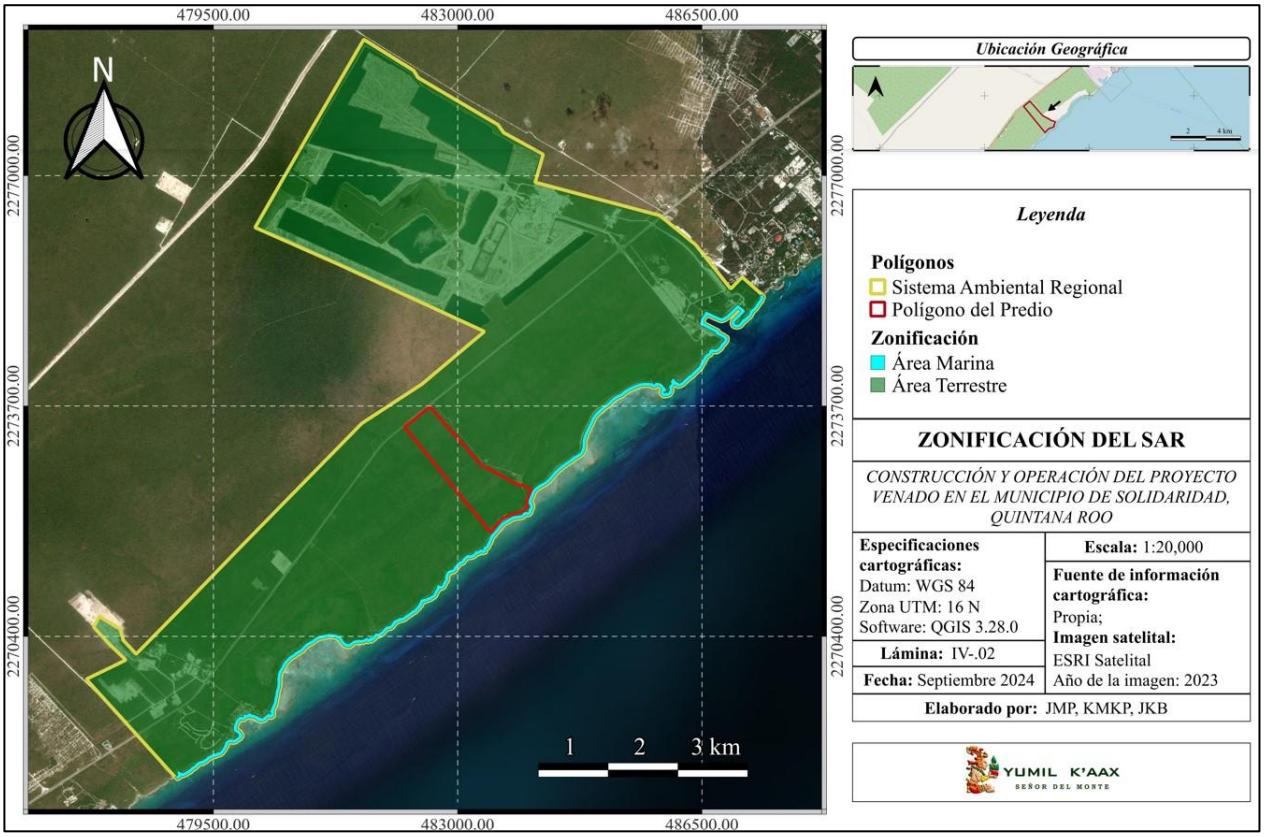


Lámina IV.2.- Zonificación marítimo - terrestre del SAR

Componentes Centrales del SAR

Como se mencionó anteriormente, la delimitación establecida para el SAR del proyecto, se realizó a partir de las UGA´s que conforman el POEL del municipio de Solidaridad, el cual regula y reglamenta el desarrollo de obras y actividades dentro de los límites del municipio de Solidaridad, Quintana Roo.

Asimismo, contiene la descripción de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA), tablas de usos, criterios y cartografía, siendo obligatorio su observancia por aquellos con el interés de establecer proyectos en el territorio municipal. El Programa tiene por objeto *alentar un desarrollo sustentable y congruente con políticas ambientales que permitan la permanencia de los recursos naturales en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo.*

El POEL establece como políticas de ordenamientos las siguientes:

- **Aprovechamiento Sustentable:** La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos por periodos indefinidos.
- **Aprovechamiento Urbano:** La ocupación del territorio al interior de los centros de población, de acuerdo con, los parámetros de ocupación y usos del suelo establecidos en los planes o programas de desarrollo urbano vigentes.
- **Preservación del Equilibrio Ecológico:** El conjunto de políticas y medidas para mantener las condiciones que propicien la evolución y continuidad de los ecosistemas y recursos naturales, así como conservar las poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y los componentes de la biodiversidad fuera de sus hábitats naturales,
- **Protección de los Recursos Naturales:** El conjunto de políticas y medidas para mejorar el ambiente y controlar su deterioro.
- **Conservación:** La permanencia de los elementos de la naturaleza, lograda mediante la planeación del desarrollo sustentable, a fin de asegurar, para la generaciones presentes y futuras, un ambiente propicio para su desarrollo y los recursos naturales que les permitan satisfacer sus necesidades.

De acuerdo con el POEL de Solidaridad, el corredor turístico Punta Venado-Paamul que integra la UGA 16, cuenta con gran potencial actual para el desarrollo turístico. Gran parte de la superficie se encuentra en estado natural sin desarrollos turísticos, siendo muy reducida la superficie afectada. En las zonas colindantes se observa el aprovechamiento para desarrollos turísticos y, de la UGA A 13 del POEL del municipio de Cozumel, corresponde a una superficie totalmente aprovechada por la empresa CALICA para la extracción de material pétreo, siendo esta empresa la responsable de cumplir con los criterios de regulación establecidos para la UGA A 13. A continuación, se presentan las superficies de los componentes centrales del SAR (UGA´s), destacando sus políticas ambientales y su vocación ante estas, así mismo, se ilustra su distribución mediante la lámina siguiente.

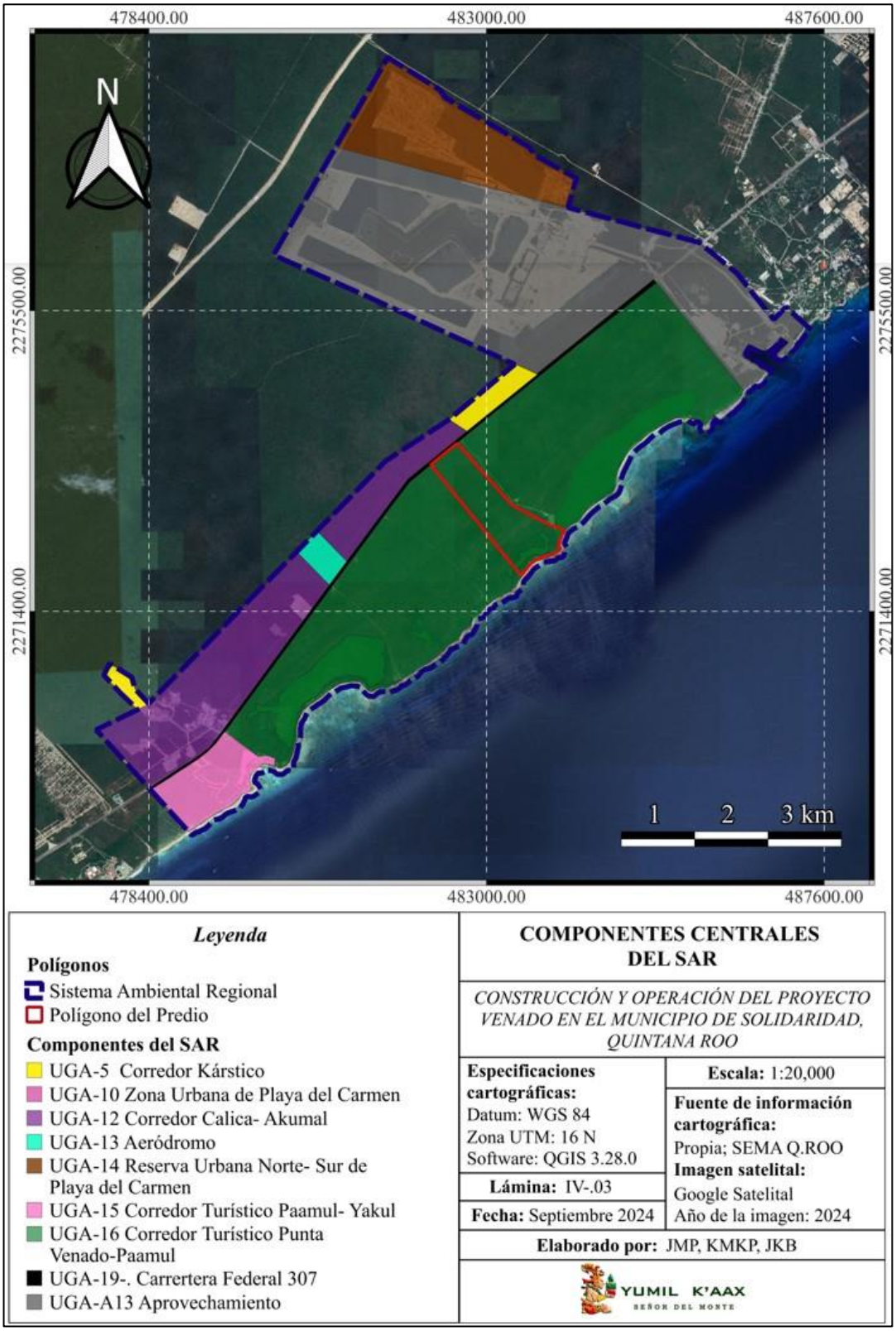


Lámina IV.3.- Componentes principales que integran el área del SAR.

Tabla IV.3.- Desglose de los componentes centrales del SAR para el proyecto.

UGA	Nombre	Política	Vocación	Superficie (ha)	%
05	Corredor Kárstico	Conservación	Área Natural	49.47	1.444
10	Zona Urbana de Playa del Carmen	Aprov. Sustentable	Urbana	0.121	0.004
12	Corredor Calica - Akumal	Aprov. Sustentable	Minera	419.102	12.237
13	Aeródromo	Aprov. Sustentable	Equipamiento	23.993	0.701
14	Reserva Urbana Norte- Sur de Playa del Carmen	Aprov. Sustentable	Urbana	281.136	8.209
15	Corredor Turístico Paamul-Yakul	Conservación	Turística	102.522	2.993
16	Corredor Turístico Punta Venado-Paamul	Conservación	Turística	1,336.14	39.012
19	Carretera Federal 307 Cancún-Tulum	Aprov. Sustentable	Equipamiento	40.621	1.186
A-13	Aprovechamiento (Perteneciente al municipio de Cozumel).	Aprovechamiento		1,171.821	34.214
			Superficie Total	**3424.926**	**100**

A continuación, se presentan la tabla de coordenadas (UTM) que conforman el polígono del SAR.

Tabla IV.4.- Coordenadas (UTM) del Sistema Ambiental Regional.

PV	*X*	*Y*
1	481655	2278951
2	480097	2276257
3	483383	2274767
4	482787	2274265
5	482364	2273933
6	481626	2273451
7	480935	2272746
8	480159	2271954
9	479225	2270996
10	478394	2270147
11	478209	2270346
12	478166	2270502
13	477862	2270681
14	477785	2270533
15	478246	2270062
16	477680	2269786
17	478421	2268969

PV	*X*	*Y*
18	478985	2268347
19	479105	2268406
20	479217	2268488
21	479398	2268593
22	479570	2268686
23	479685	2268788
24	479811	2268876
25	479878	2269048
26	479891	2269198
27	480112	2269212
28	480294	2269236
29	480408	2269408
30	480437	2269587
31	480473	2269855
32	480657	2270099
33	480970	2270327
34	481295	2270357

PV	*X*	*Y*
35	481648	2270305
36	482137	2270592
37	482497	2270851
38	482779	2271079
39	483057	2271432
40	483397	2271596
41	483850	2272080
42	484103	2272440
43	484501	2272798
44	484837	2273210
45	485048	2273604
46	485515	2273936
47	485888	2273979
48	486212	2273986
49	486559	2274357
50	486872	2274685
51	486544	2274884

PV	*X*	*Y*
52	486828	2274923
53	487034	2275074
54	487067	2274842
55	487316	2275129
56	487400	2275260
67	487077	2275548
58	486913	2275378
59	486410	2276010
60	485897	2276429
61	485283	2276592
62	484111	2276904
63	484224	2277304
64	483661	2277615
65	483577	2277730
66	482433	2278404
67	482363	2278510

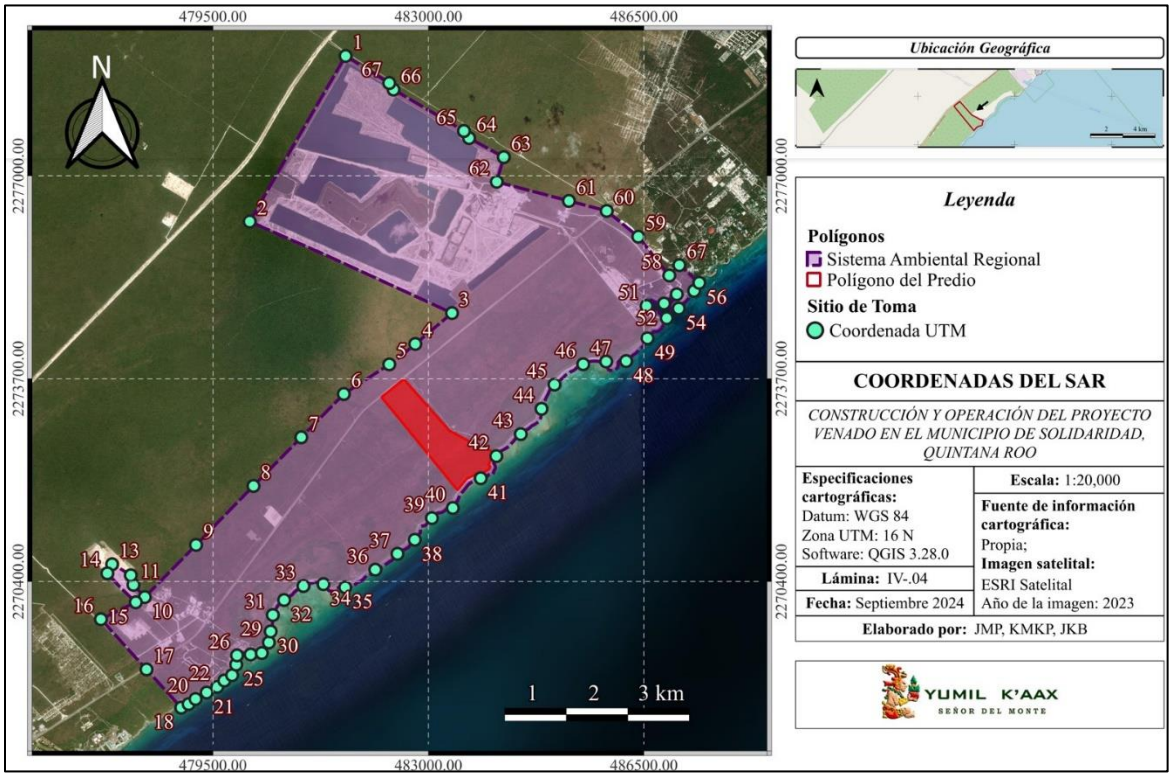
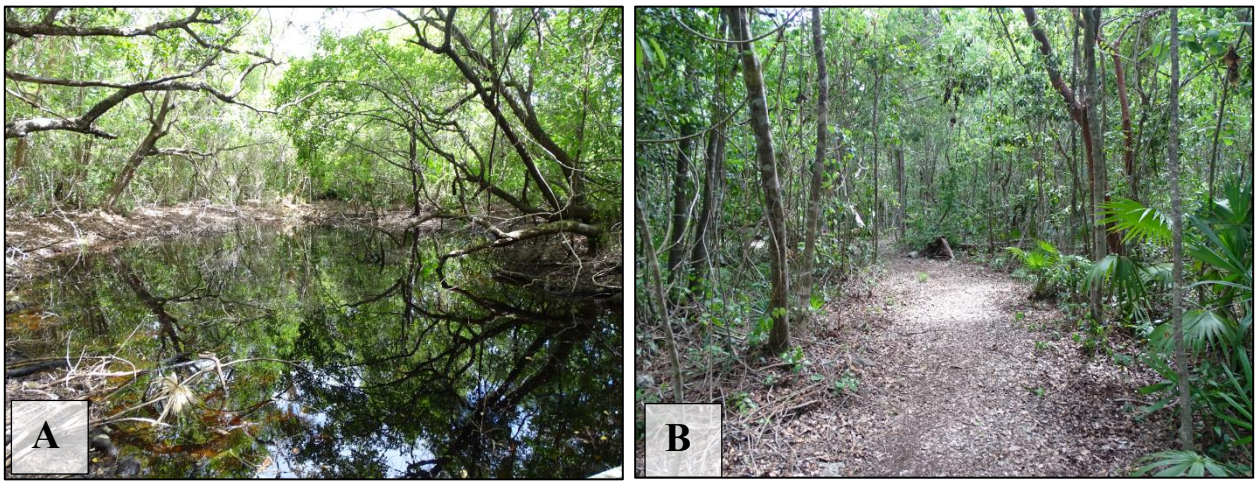


Lámina IV.4.- Puntos de referencia de las coordenadas que conforman el polígono del SAR.

Debido a que la superficie total del predio representa solo el 3.258 % de la superficie del SAR, los posibles impactos ambientales que se generarán por el desarrollo del proyecto, no representan una afectación significativa a los elementos naturales de la región. Asimismo, el proyecto contempla medidas de manejo ambiental, que reducirán los impactos directos o indirectos que se presenten durante las actividades.



Fotografías IV. 1 y 2.- Condiciones de los elementos propios del SAR. **A**) Zona inundable identificada en las proximidades del predio. **B**) Estructura de las brechas rústicas que se distribuyen en el SAR.

IV.1.1. Delimitación de las Zonas de Influencia Directa e Indirecta

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

Para el planteamiento de dichas medidas, y con base en el análisis de la información técnica del proyecto, la caracterización del sistema ambiental (elementos bióticos y abióticos) y del medio socioeconómico de la zona, es necesaria la identificación y delimitación de las zonas de influencia del proyecto. Debido a, que en esta superficie actuaran de forma significativa los impactos ambientales que se pudieran generar durante el desarrollo de las diversas etapas del proyecto.

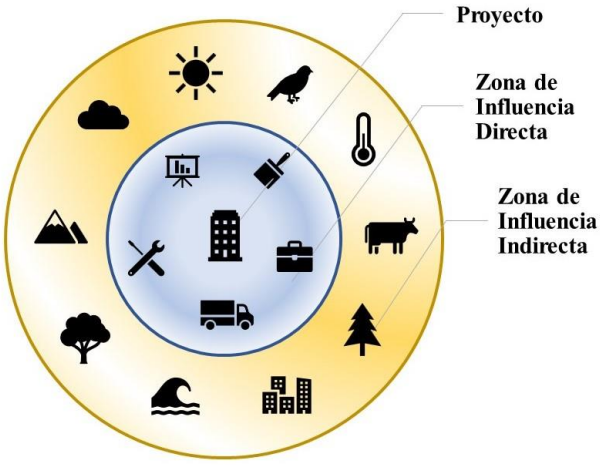


Figura IV.2.- Grado de alcance de las zonas de influencia.

De acuerdo a lo establecido por la secretaria en sus guías para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental el área o zona de influencia 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".* La zona de influencia es un área previamente delimitada, donde se generarán y ocurrirán los principales impactos (positivos y negativos), oportunidades y amenazas al ambiente, que se pudieran presentar con el desarrollo de un proyecto en sus diferentes etapas, esta se divide en Zona de Influencia Directa (**ZID)** y Zona de Influencia Indirecta (**ZII**).

- **Zona de Influencia Directa (ZID)**: Se considera como el punto focal o local del proyecto, es donde los impactos generados por el desarrollo del proyecto, serán de mayor magnitud y afectarán de manera directa a los elementos ambientales presenten. Esta zona se conforma por: las áreas de intervención

de las obras (desplante y construcción de los elementos a proyectar), el lugar de acopio de materiales e insumos, instalaciones temporales, áreas colindantes y asentamiento humanos cercanos.

- **Zona de Influencia Indirecta (ZII)**: Se considera como, el área donde llegará el alcance máximo de los efectos de los posibles impactos ambientales producidos por las obras, suele ser a un nivel regional. Dependiendo de la obra a realizar, estará conformada por: las vías para el transporte de material e insumos, como desvíos y accesos; los lugares donde pudiera tener afectaciones el desarrollo del proyecto; la región que se beneficiará con la obra o, la que influirá sobre el proyecto a construir.

Para delimitar las áreas de influencia (**ZID**, **ZII)** y determinar los efectos que el proyecto tendrá sobre las características ambientales, se realizaron visitas a campo, con la finalidad de conocer los elementos y organismos que conforman y están presenten en el sitio.

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 de la **ZID** 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.
- Para la caracterización de la **ZII** se realizarán recorridos, listados y se tomara evidencia fotográfica, con la finalidad de recabar información de las zonas en las que se podrían observar afectaciones mínimas por el paso del transporte de material hasta la ubicación del predio, o bien, afectaciones mínimas a los predios aledaños.

Tabla IV.5.- Superficies de las zonas de influencia para el proyecto.

Polígono	Superficie (ha)	Porcentaje %
Superficie del Predio	111.559	3.258
Influencia Directa	1.574	0.045
Influencia Indirecta	3311.753	96.697
Total	3424.926	100

La superficie de la zona de influencia directa no comprende la superficie del predio, siendo solo el área que comprenden 100 metros a la redonda de los límites establecidos en el polígono, así como, las vías de acceso inmediatas al proyecto. Cabe señalar que, los 100 metros fueron establecidos a partir de la relación de la magnitud del predio con el SAR previamente delimitado.

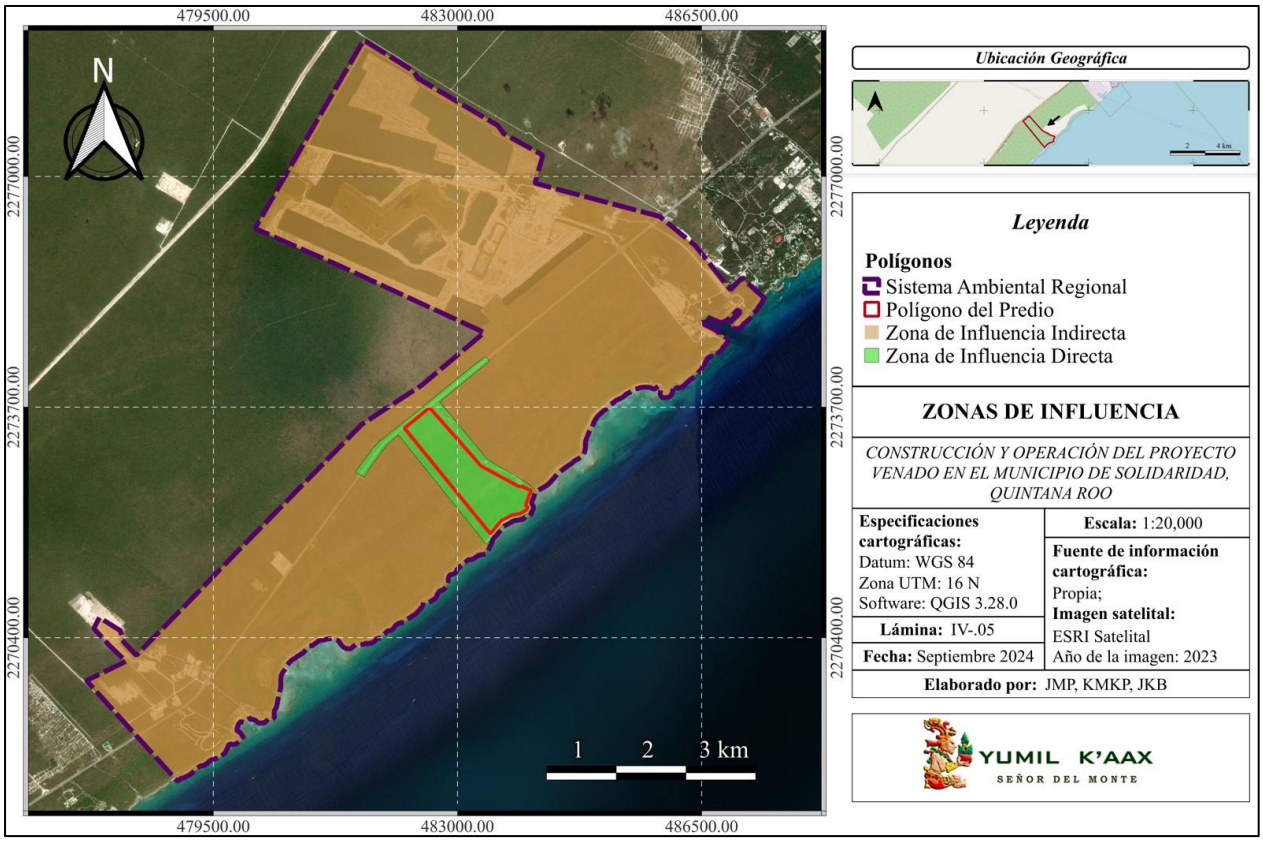


Lámina IV. 5.- Alcance y distribución de las zonas de influencia del proyecto.

IV.1.1.1. Zona de Influencia Directa (ZID)

Podemos definir la Zona de Influencia Directa, 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 la **ZID** del proyecto se consideraron factores tanto ambientales como sociales y económicos, los cuales pudieran afectar el área puntual o local del proyecto.

Tabla IV.6.- Factores para la delimitación de la zona de influencia directa (ZID).

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	Las colindancias directas del predio son: la carretera federal 307 Cancún-Tulum, con ZOFEMAT, vegetación sin uso aparente, zona marina; y con humedales, mismos que se extienden dentro de los límites del polígono

Factor	Análisis	Descripción
Delimitación de zonas inmediatas al área del proyecto.	Son las zonas de impacto directo o zonas de influencia directa.	Las zonas más cercanas a las inmediaciones del proyecto son: asentamientos humanos, zonas con algún grado de impacto previo, así como, infraestructura urbana (vialidades).
Asentamientos humanos cercanos al área del proyecto.	Impacto directo por emisiones de partículas finas, sonido y cambios en el paisaje.	El área de estudio se ubica aproximadamente a 8 kilómetros de la localidad de Playa del Carmen y a 9 kilómetros de Puerto Aventuras.
Áreas sin impacto previo.	Considerar las áreas colindantes con características originales de la región, las cuales pudieran verse afectadas con las obras.	Las zonas de los humedales adyacentes, así como, las playas rocosas, son las áreas con menor perturbación en la periferia del predio.
Infraestructura de servicios.	Considerar la infraestructura del área, si existe o no, ya que es un indicador de impacto de la zona.	Se cuenta con áreas previamente impactadas dentro del predio, además de infraestructura (vialidades).
Vialidades de acceso al área del proyecto.	Considerar si se realizarán nuevas vialidades de acceso.	No se realizarán nuevas vías de comunicación regional para el acceso al predio, debido a que ya se cuenta con las necesarias para el desplazamiento de la maquinaria. La entrada y salida de materiales se realizará por la carretera Federal 307.
Comunidades vegetales.	Considerar si existen comunidades de flora que se pudieran ver afectadas por la ejecución del proyecto.	La composición de la vegetación es similar a la encontrada en el predio, las cuales se encuentran en un buen estado de conservación. En la zona de manglar, este se presenta de manera continua junto con el manglar del predio, formando un corredor, siendo además la comunidad vegetal que presenta menos impactos.
Ecosistemas.	Evaluar si el desarrollo de las obras fragmentará o dañará el ecosistema que se encuentra en el área del proyecto.	El desarrollo e implementación del proyecto, no se prevén daños, afectaciones o modificaciones en los componentes ecosistémicos representativos de la región. Esto debido a las medidas de manejo ambiental que se implementarán a lo largo de las etapas de desarrollo.
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, debido a la implementación de las medidas de mitigación, durante las diferentes etapas del proyecto. La totalidad de la superficie de las comunidades de mangle será destinada al área de conservación, lo cual garantizará su protección.
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 de fauna silvestre. Asimismo, el área de desplante de las obras no modificará sus áreas de desplazamiento. Se menciona que las aves suelen aprovechar obras civiles de gran altura (más de dos niveles) para el descanso y la percha.

Factor	Análisis	Descripción
Especies en categoría de riesgo.	Considerar la distribución de especies en categoría de riesgo que pudieran verse afectadas directamente por el proyecto.	Dentro de los límites del predio se identificó una comunidad de manglar con una superficie aproximada de 12.949 hectáreas, la cual se establecerá como un área de conservación lo que garantizará su protección, asimismo, se llevarán a cabo medidas de manejo ambiental para evitar cualquier afectación a los individuos que la constituyen. Se registró presencia de flora y fauna en categoría de riesgo.
Cuerpos de agua.	Identificar si existen cuerpos de agua superficiales o entradas a corrientes subterráneas que pudieran verse afectados por el impacto a generarse.	Dentro del predio se identificaron cenotes, fracturas, cavernas y otros elementos kársticos, así como, zonas inundables. Sin embargo, se llevarán a cabo las medidas de manejo ambiental necesarias para asegurar que los residuos generados por el proyecto no contaminen fuentes de agua cercanas.
Características del suelo.	Analizar las zonas de suelo que se verán afectadas directamente por el desarrollo del proyecto, modificando su estructura, deteriorándolo o eliminándolo a través de actividades antropogénicas.	De acuerdo con la información del Conjunto de datos vectorial Edafológico Serie II de la carta Edafológica F16-11 "Cozumel", el grupo principal de suelo que se distribuye en la zona es el Leptosol. Estos suelos se caracterizan por su poco desarrollo y estar limitados por una roca dura. Cabe señalar que, debido a la urbanización del municipio y los impactos previos, la estructura del suelo se ha modificado de manera continua, sin embargo, el desarrollo de las obras no contribuirá significativamente al deterioro del recurso.
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 realizarán dentro del área del polígono del predio, derivado de las cuales se generarán partículas, emisiones de gases y residuos, durante la fase de construcción, por el uso de maquinaría y actividades humanas. Cabe señalar, que se implementarán las medidas de manejo ambiental necesarias para reducir al mínimo las posibles afectaciones a los recursos ambientales de la región.
Impactos negativos generados.	Además de los impactos negativos derivados de la ejecución del proyecto, se prevé una serie de impactos ocasionados por las obras y actividades a desarrollar por la operación del proyecto.	Se identificarán los impactos ambientales que pudieran afectar las zonas colindantes al predio, como la generación de residuos sólidos, compactación del suelo, reducción de las áreas permeables, emisión de gases y residuos, durante la fase de construcción, por el uso de maquinaria y actividades humanas.
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.	Dentro de los posibles impactos positivos que le proyecto pudiera generar, se encuentra la generación de empleos directos e indirectos durante las diferentes etapas del proyecto, los cuales contribuirán al sector socioeconómico.

Cabe mencionar, que la determinación exacta de la extensión de los impactos, se trata de 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 potenciales, se determinaron las áreas que compondrán la ZID del Proyecto.

- La superficie total del predio, en donde se desarrollarán las obras, así como, la periferia del mismo, en un rango de 100 m a la redonda, donde los posibles impactos al medio físico y biótico tendrán una mayor intensidad, debido a la ejecución de las actividades para el desarrollo del proyecto.
- Las vías de acceso destinadas al transporte de materiales y maquinaria necesarios para las distintas fases del proyecto. Por lo tanto, un tramo de la carretera federal 307 Cancún-Tulum, será parte de la superficie correspondiente a la zona de influencia directa.

Por lo tanto, la superficie de la **ZID** del proyecto cuenta con una superficie de 1.574 hectáreas, las cuales representan el 0.045% del área total del SAR.

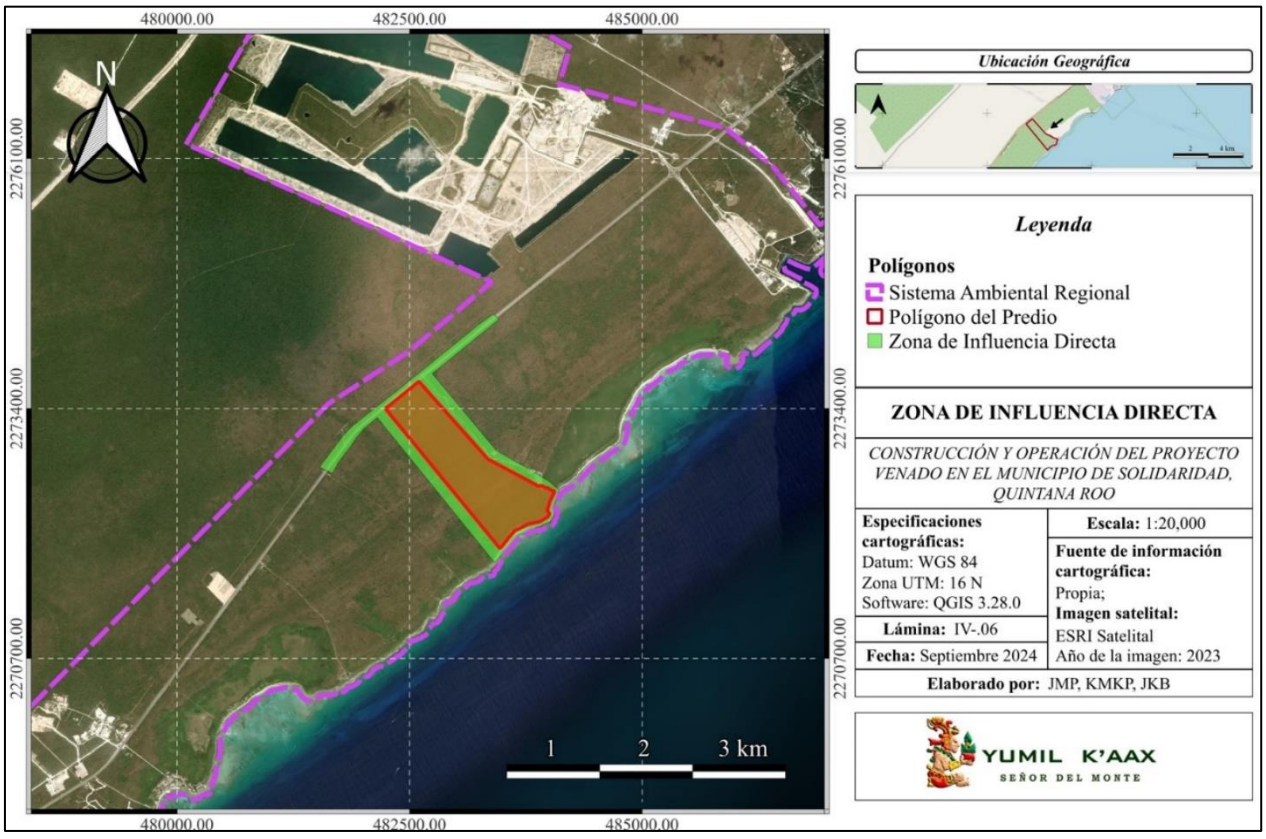


Lámina IV.6.- Zona de influencia directa del proyecto.

IV.1.1.2. Zona de Influencia Indirecta (ZII)

Para delimitar la zona de influencia indirecta del proyecto se consideraron diversos factores para identificar las zonas que también se verán afectadas por la construcción de la obra, sin embargo, la magnitud del impacto será poco significativo, debido a que el proyecto se encuentra inmerso en un área urbana que mantiene un constante desarrollo en cuanto a infraestructura y servicios para las actividades turísticas que se desarrollan en la región.

Se considerará a la zona de influencia indirecta (ZII) como la superficie restante del SAR, en donde no se desplantarán las obras y no se ocasionarán impactos directos con el desarrollo del proyecto.

Tabla IV.7.- Factores para la delimitación de la zona de influencia indirecta (ZII).

Factor	Análisis	Descripción
Delimitación de zonas inmediatas al área del proyecto.	Son las zonas de impacto indirecto.	Las zonas más cercanas a las inmediaciones del proyecto son: asentamientos humanos, zonas con algún grado de impacto previo, así como, infraestructura urbana (vialidades).
Asentamientos humanos cercanos al área del proyecto.	Impacto indirecto por emisiones de partículas finas, sonido, y cambio en el paisaje.	El área de estudio se encuentra aproximadamente a 8 kilómetros de la localidad de Playa del Carmen. No se prevé una modificación al paisaje urbano de la región, sin embargo, la emisión de partículas finas podría afectar zonas cercanas al predio, por lo que la implementación de las medidas de mitigación durante el desarrollo de las actividades es primordial.
Áreas sin impactos previos.	Considerar las áreas colindantes con características originales de la región, las cuales pudieran verse afectadas con el desarrollo del proyecto.	Las zonas de los humedales adyacentes, así como, las playas rocosas, son las áreas con menor perturbación en la periferia del predio. Todas las actividades y obras se ejecutarán dentro de los límites del predio, por lo que no se afectarán dichas áreas.
Infraestructura de servicios.	Considerar la urbanización del área, si existe o no, ya que es un indicador de impacto en la región.	En el predio se identificaron áreas con impactos previos al desarrollo del proyecto, así como, brechas rústicas que se distribuyen a lo largo del predio. Parte de dichas brechas será utilizado para el desplante de obras o actividades de reforestación.
Vialidades de acceso al área del proyecto.	Considerar si se realizarán nuevas vialidades de acceso.	Actualmente, existen las vialidades necesarias para la entrada y salida de materiales, así como de vehículos necesarios para las actividades del proyecto. Por lo tanto, no se construirán nuevas vías de acceso.
Comunidades vegetales.	Considerar si existen comunidades vegetales que se verán afectadas por el desarrollo del proyecto.	Las comunidades vegetales que se encuentran en las proximidades del predio, se componen de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, selva de transición, manglar, chital, matorral costero y vegetación de dunas costeras. Vegetaciones que de manera general se considera que se encuentran en un

Factor	Análisis	Descripción
		buen estado de conservación, aunque se presentan algunos impactos antropogénicos en algunas de ellas, en especial en las comunidades más cercanas a la costa.
Ecosistemas	Evaluar si con el desarrollo de las obras se fragmentará o dañará el ecosistema en el que se encuentra el área de interés.	El ecosistema corresponde a uno de tipo costero. Debido al bajo impacto de la región por presencia de obras turísticas, debe identificarse los sitios de impacto indirecto que fragmentarán el ecosistema. En cuanto al ecosistema marino, no se afectará significativamente y no se fragmentará o dañará ningún hábitat acuático.
Ecosistemas vulnerables dentro de los límites de la zona de influencia indirecta.	Identificar si existen ecosistemas vulnerables que pudieran verse afectados directamente por el desarrollo del proyecto.	En la región se distribuyen humedales, los cuales presentan comunidades de mangle en donde se identificaron las cuatro especies de mangle que se distribuyen en el país. Asimismo, se identificaron especies de flora y fauna sujetas a la NOM-059 SEMARNAT 2010.
Poblaciones estables de fauna silvestre.	Considerar la distribución de poblaciones de fauna silvestre que pudieran verse afectadas directa o indirectamente con el desarrollo de las obras.	Descripción: en el predio del proyecto se identificaron diversas especies de fauna silvestre, entre ellas especies en alguna categoría de riesgo, motivo por el que debe evaluarse el impacto sobre sus poblaciones por el desarrollo del proyecto. Sin embargo, no se prevé afectación en las poblaciones o su distribución.
Especies en categoría de riesgo.	Considerar la distribución de especies dentro de las categorías de riesgo que pudieran verse afectadas por el desarrollo del proyecto.	En el área donde se desarrollará el proyecto y áreas colindantes, se encontraron especies categorizadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en estatus de amenazadas, sujetas a Protección Ambiental y en Peligro de Extinción.
Cuerpos de agua.	Identificar si existen cuerpos de agua superficiales o entradas a corrientes subterráneas que pudieran ser afectadas por las actividades del proyecto.	En las proximidades del área de estudio se identificaron cenotes, dolinas y otras estructuras de origen kárstico, así como, zonas inundables. Sin embargo, no se prevén afectaciones a la conexión con el manto acuífero. De la misma manera, la implementación de las medidas de mitigación, asegurará que no se modifique la estructura general del acuífero, evitando su degradación por agentes contaminantes.
Características del suelo.	Analizar las zonas del suelo que se verán afectadas por el desarrollo del proyecto, modificando su estructura, deteriorándolo o eliminándolo a través de actividades antropogénicas.	Con base en la información de la carta Edafológica F16-11 "Cozumel", se identificó como grupo principal a los suelos Leptosoles. Estos suelos presentan estructuras poco desarrolladas, limitadas por material calcáreo de origen marino, son suelos pedregosos de roca dura, por lo cual su uso agrícola está muy limitado. La implementación del proyecto no afectará el suelo de la región, sin embargo, las modificaciones que se realizarán por el desplante de las obras, causarán impactos mínimos en la estructura y función del suelo, de manera puntual en el predio.

Factor	Análisis	Descripción
Área de almacenamiento o acopio de materiales e insumos.	Identificar los sitios donde serán vertidos o almacenados los materiales e insumos, para evaluar los posibles impactos a generarse.	Los residuos estarán en contenedores y serán puestos a disposición en los sitios autorizados por la normatividad vigente o por la empresa prestadora del servicio de recolección de residuos para el proyecto.
Dirección de los vientos.	Considerar la dirección de los vientos, los cuales pueden dispersar las emisiones y partículas derivabas de las actividades del proyecto.	Los vientos predominantes son los del sureste y este durante los meses cálidos, provenientes del Caribe y el Atlántico en general. Su velocidad varía dependiendo de la época del año con promedios de 8.2 k/h.
Dirección de las corrientes marinas.	Considerar la dirección de las corrientes, las cuales pueden dispersar partículas de arena que se generarán durante el desarrollo del proyecto.	La dirección de las corrientes marinas depende principalmente de los vientos dominantes del sureste. Mantienen una dirección general N-W con velocidad de 0.5 a un nudo.
Impactos negativos generados.	Actividades de transporte de insumos, materiales, equipos y residuos. Generación de ruido y emisiones a la atmósfera.	Los impactos negativos generados durante las etapas del proyecto generalmente son causados por la generación de ruido, gases, partículas, residuos sólidos, lo que podría ocasionar una posible modificación a la estructura del suelo, agua o atmósfera. Sin embargo, dichos impactos pueden ser minimizados mediante la aplicación de medidas de manejo ambiental.
Impactos positivos generados.	Generación de empleos directos e indirectos, demanda de servicios e insumos regionales ayudando al factor económico de la región.	Algunos de los impactos a mencionar son: la generación de empleos directos e indirectos, los cuales favorecerán al sector socioeconómico de la región.

Considerando lo anterior, la zona de influencia indirecta (ZII) consiste en la superficie restante del SAR sin incluir la ZID, ni el polígono del predio en donde se desarrollará el proyecto. De esta manera el SAR fungirá como el área en la que indirectamente podrán generarse impactos sobre el ambiente, derivado de las actividades planteadas para el desarrollo de las diferentes etapas del proyecto.

Cabe señalar que, las zonas de influencia directa e indirecta se establecieron con base a la información obtenida por muestreos y fuentes de información. De esta manera, la magnitud de los posibles impactos que se generarán por el desarrollo del proyecto será dentro de estas áreas, sin embargo, no se exenta que pudiera haber impactos fuera de los límites del SAR. Dentro de la ZII, los impactos potenciales más significativos serán la contaminación del aire por emisiones de gases de los vehículos de transporte, por lo que deberá verificarse que estos se encuentren en óptimas condiciones, manteniendo sus emisiones dentro de los límites máximos establecidos en las normas oficiales vigentes; y la contaminación del agua, por lo que deberá realizarse un manejo integral de residuos para no verter aguas negras o residuos sólidos en dicho recurso.

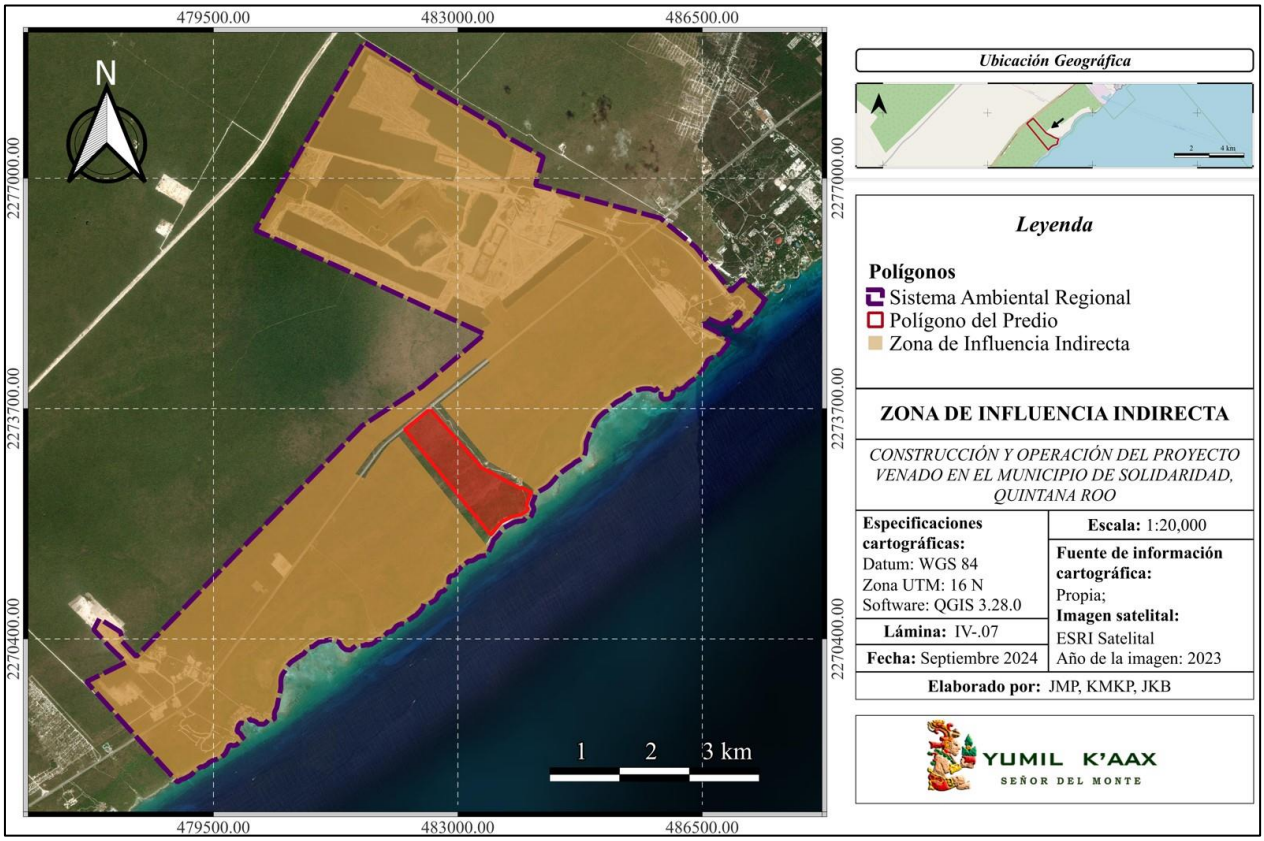
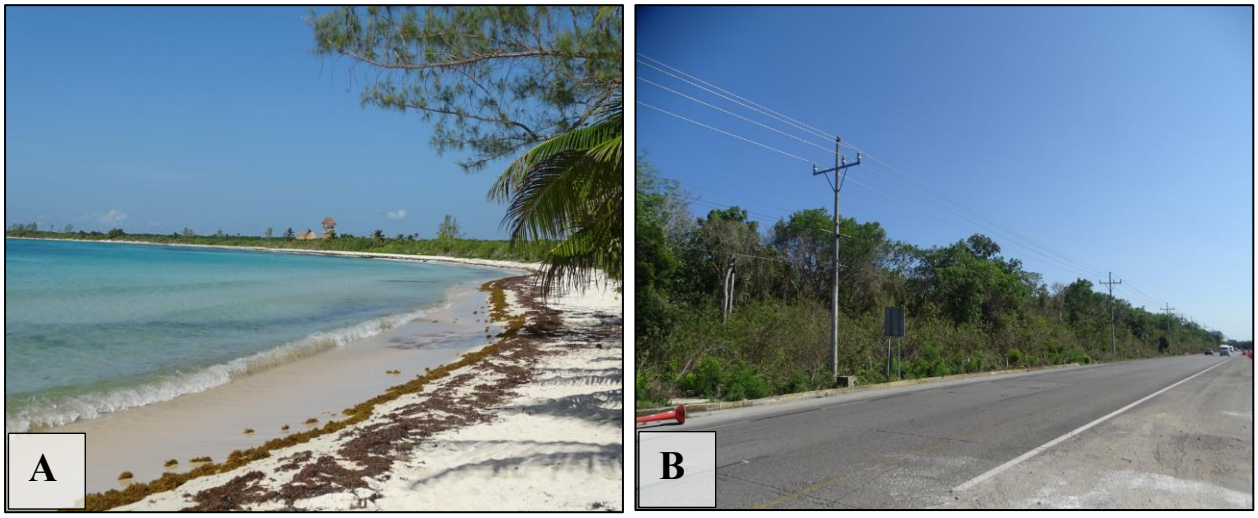


Lámina IV.7.- Zona de influencia indirecta del proyecto.



Fotografías IV. 3 y 4.- Condiciones de los elementos propios de las zonas de influencia. **A**) Vista del área de costa característico de la ZII, se pueden apreciar construcciones derivadas de desarrollos turísticos. **B**) Vista general de la carretera federal 307 Cancún-Tulum, por la cual se accederá al sitio.

IV.2. CARACTERIZACIÓN DE LOS ELEMENTOS DEL MEDIO NATURAL

Este apartado se orientará a caracterizar la calidad ambiental del SAR en los términos expuestos en los párrafos precedentes, de tal forma que se defina como es su estructura y cómo es su funcionamiento, a través del análisis de sus componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos de importancia para el área de estudio. En este análisis se identificará y describirá la calidad ambiental y/o el deterioro que se registra actualmente en el SAR, lo cual incide de manera determinante en el estatus actual de la región.

IV.2.1. Medio natural abiótico

Con base en los lineamientos anteriores, se realizará un análisis integral del estado de los componentes (clima, fenómenos meteorológicos, geomorfología, suelo, agua, zonas marinas y aire), con los que el proyecto pudiera tener interacción. La selección de dichos elementos debe sustentarse en aquellos que puedan limitar el desarrollo del proyecto, así como de los recursos que se pudieran afectar de manera directa o indirecta con la realización del mismo.

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 Nacional del Agua (CONAGUA), con datos reportados por los Organismos de Cuenca y Direcciones Locales.

Las principales variables de las que se tiene registro son: temperaturas, precipitaciones, algunos fenómenos como tormentas eléctricas, niebla, granizo, la cobertura del cielo, evaporación y las normales climatológicas.

De acuerdo a las cartas climatológicas del INEGI (2008) basada en la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García, el área total del SAR, presenta un clima cálido subhúmedo "Aw2 (x´).

Tabla IV.8. Unidad climatológica propia del SAR.

Clave	Grupo	Tipo	Subtipo	Descripción
"Aw2(x´)"	Perteneciente a los climas cálidos húmedos (A)	Climas cálidos subhúmedos (Aw)	Presenta un grado alto de humedad (Aw1)	Comprende climas con una precipitación media anual superior a los 1,200 mm y una temperatura media anual apenas superior a los 26º C. Con un grado de humedad alto y poca oscilación térmica en el año.

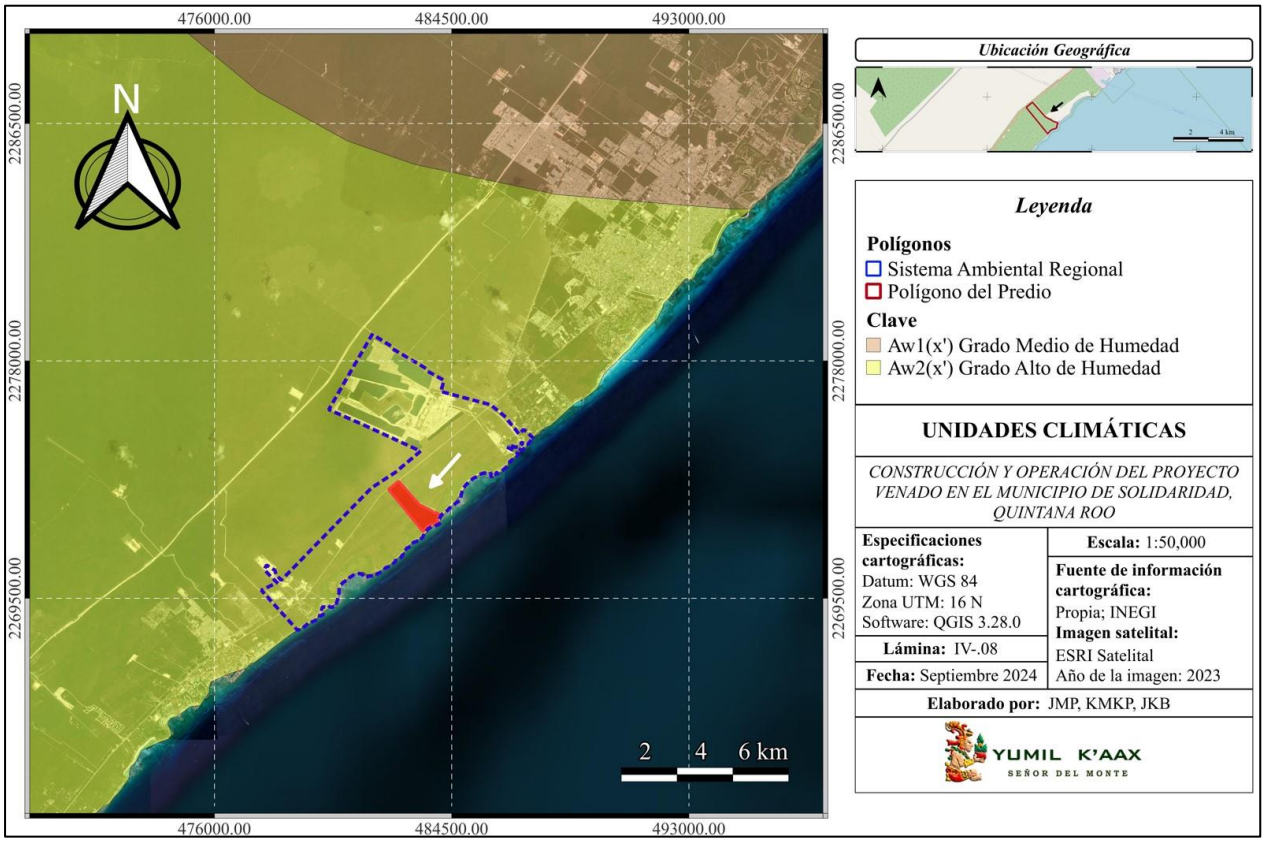


Lámina IV.8.- Unidad climática propia del SAR.

Temperatura

En la entidad es común que se presenten temperaturas relativamente altas durante el día (arriba de 30 °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 y el cual es notorio mayormente en la estación invernal.

De acuerdo con la información obtenida del Conjunto de datos vectoriales. Escala 1: 1,000,000. "Temperatura media anual" del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2007). Con base en los registros de las diversas estaciones y observatorios meteorológicos que conforman la Red Nacional de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), durante el periodo de 1921 a 1975 y datos reportados por los Organismos de Cuenca, la TMA registrada oscila entre los 24 y 27. 6º C.

En el caso específico del área que comprende al SAR, la TMA se reporta en 25. 8º C, con base en los datos de la estación climatológica 23163 "Playa del Carmen".

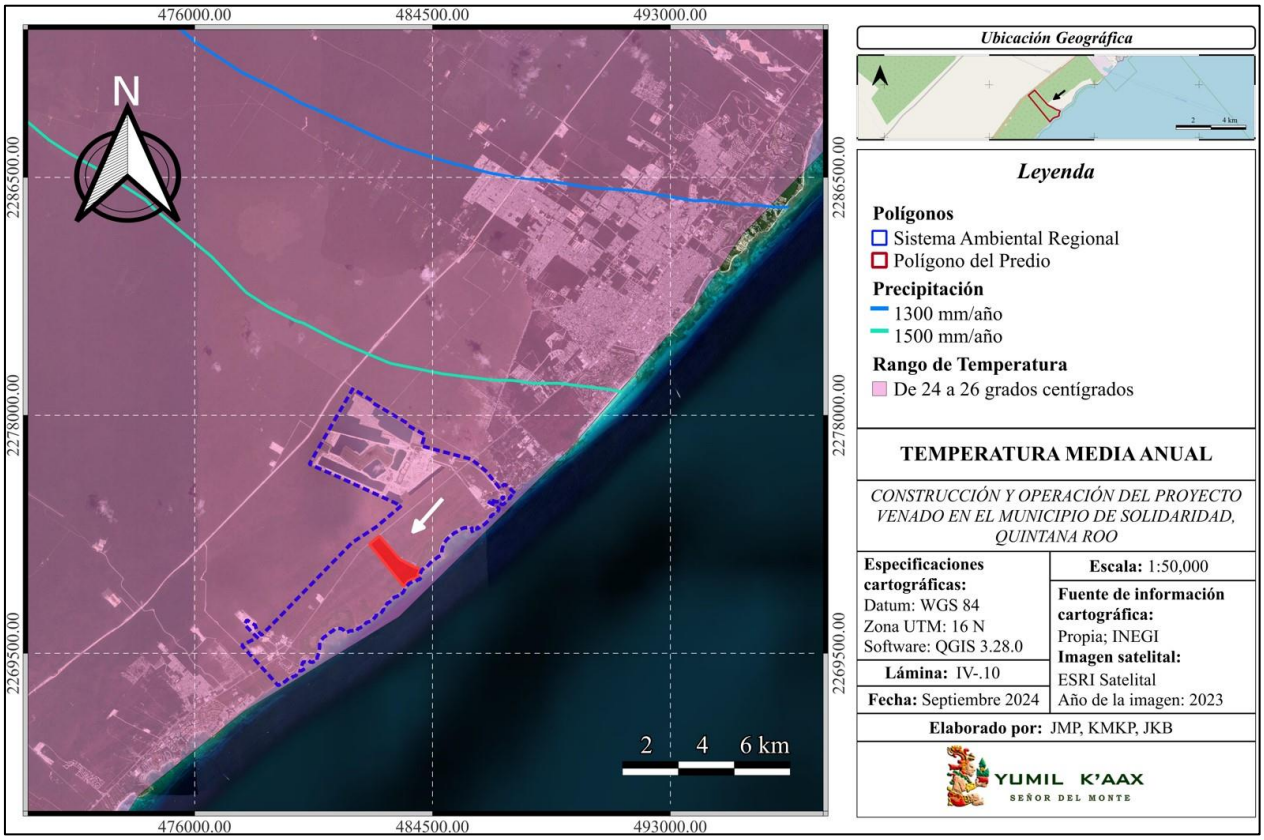


Lámina IV.9.- TMA registrada en la región del SAR, con base en, los datos del INEGI.

Precipitación

Otro factor determinante 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 y otras formas similares de caída de agua. La suma de las precipitaciones totales mensuales de un año, constituye la precipitación total anual, mientras que la suma de las precipitaciones medias mensuales será la precipitación media anual, este valor es de suma importancia para conocer factores como la evapotranspiración o la humedad promedio de un lugar.

La Península de Yucatán donde se ubica el SAR, se caracteriza por la dominancia de una condición subhúmeda en la mayor parte de su territorio, exceptuando la porción costera noroccidental, la cual se caracteriza por la falta de lluvias durante tiempos prolongados.

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 que presenta lluvias ocasionales.

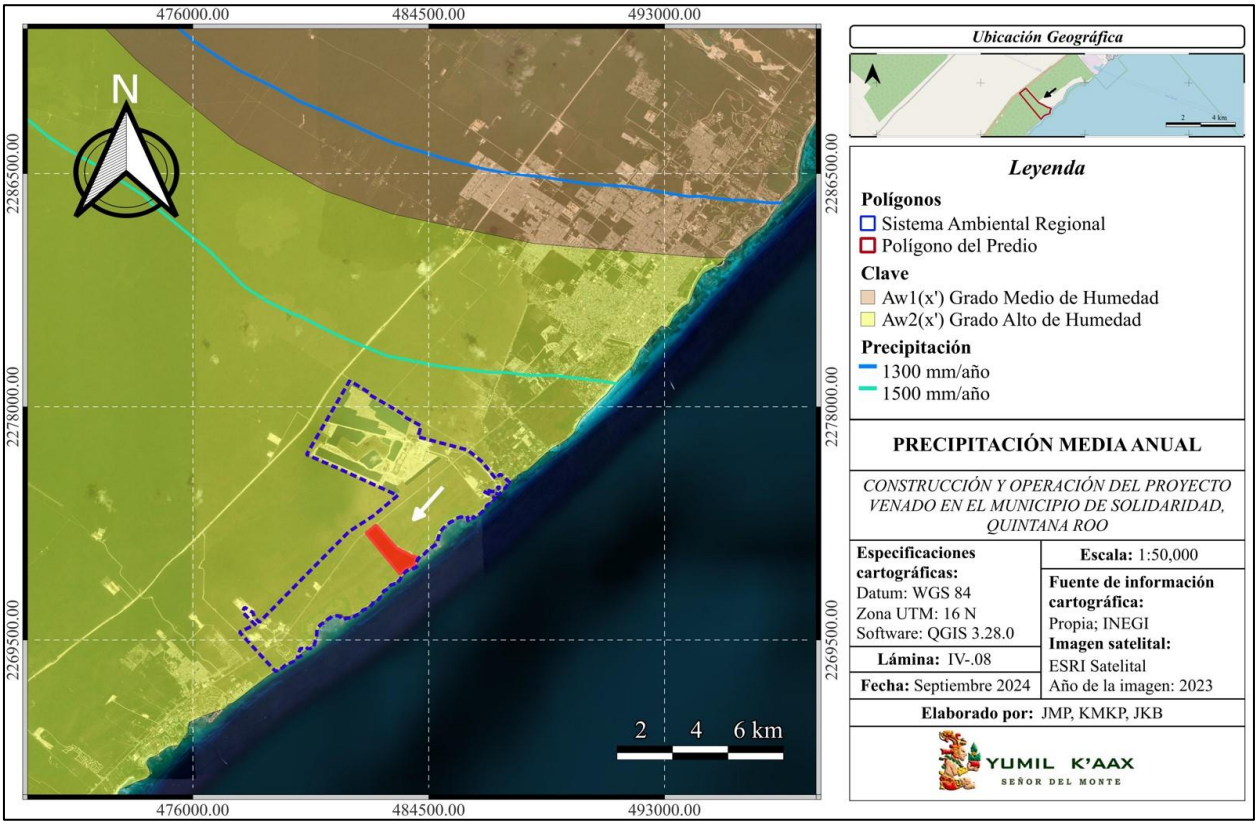


Lámina IV.10. PMA correspondiente al área del SAR, de acuerdo con la información obtenida del Conjunto de datos vectoriales. Escala 1: 1,000,000. "Precipitación media anual" del INEGI, (2006). Con base en los registros de las estaciones y observatorios meteorológicos que conforman la Red Nacional de la CONAGUA, durante los periodos de 1921 a 1975.

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, como se mencionó antes y las tormentas tropicales; mediante los cuales son transportadas hacia tierra adentro, 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 peninsular.

La cantidad de evapotranspiración real media anual es similar a la precipitación y varia en igual sentido (norte-noroeste-sur sureste) pues va desde los 800 a 1,200 mm, por el contrario, la variación del déficit de

agua se comporta en sentido inverso, va desde los 200 a 800 mm de (SSE-NNW), abarcando once meses en el extremo norte hasta poco más de tres meses en las zonas con mayor precipitación.

Registros de las Condiciones Climáticas

Para poder representar de manera concreta las condiciones climáticas (precipitación, temperatura, etc.), se tomarán los registros de la estación meteorológica 23163 "Playa del Carmen", localizada en la localidad del mismo nombre. Dichos valores fueron tomados durante el periodo de 1981 al 2010.

Datos de identificación de la estación meteorológica

- **Estación:** 23163 "Playa del Carmen".
- **Latitud/ Longitud:** 20º 38´04´´ N, 87º 04´40´´ W.
- **Ubicación:** Playa del Carmen en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo.
- **Elevación:** 9 msnm (metros sobre el nivel del mar).

SERVICIO METEOROL◆GICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOL◆GICAS

ESTADO DE: QUINTANA ROO PERIODO: 1981-2010

ESTACION: 00023163 PLAYA DEL CARMEN LATITUD: 20◆38'04" N. LONGITUD: 087◆04'40" W. ALTURA: 9.0 MSNM.

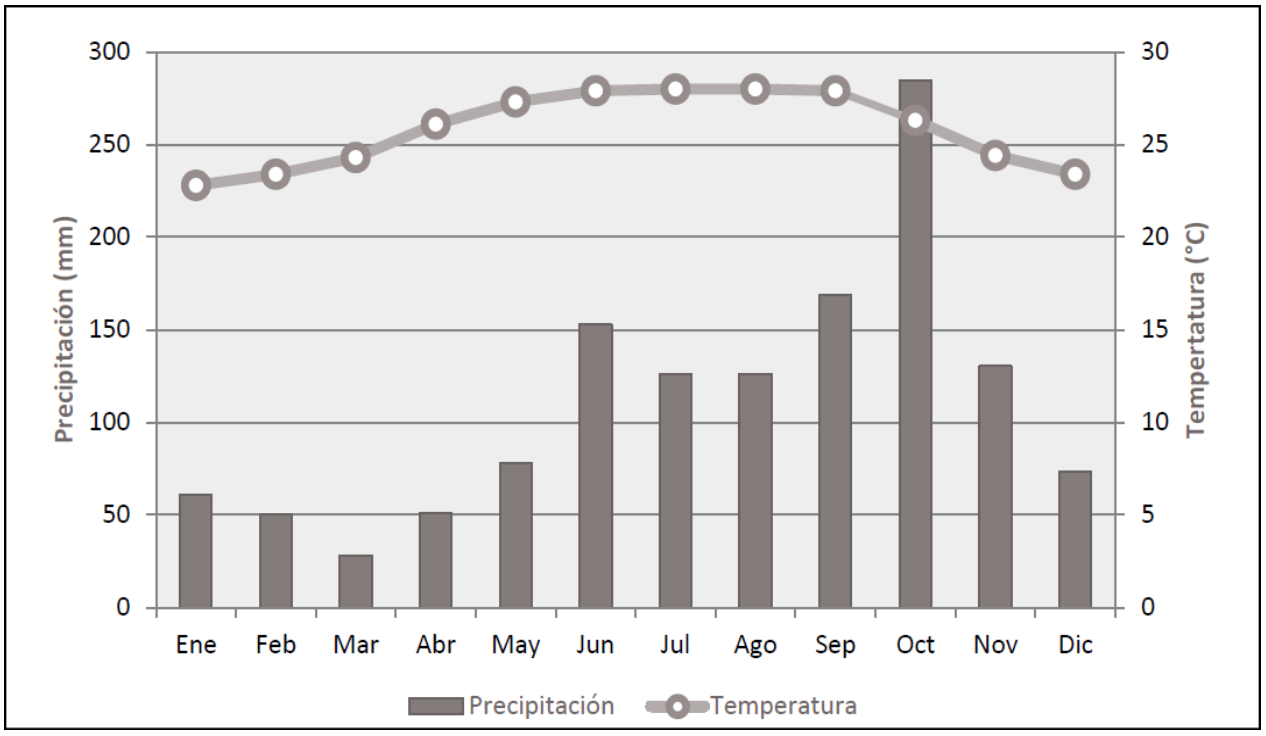
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
TEMPERATURA MAXIMA													
NORMAL	27.8	28.5	29.6	30.8	31.7	32.0	32.5	32.9	32.6	30.8	29.3	28.6	30.6
MAXIMA MENSUAL	29.2	29.3	30.9	32.8	32.9	33.0	33.5	33.9	33.2	31.8	31.8	31.1	
A◆O DE MAXIMA	1999	2001	1998	1998	1999	1998	2000	2004	1998	2004	2001	2001	
MAXIMA DIARIA	37.5	33.0	34.0	39.0	40.0	39.0	39.0	39.5	39.0	34.0	35.0	39.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	04/1999	23/1998	28/2007	03/1998	01/2005	01/1998	30/2004	20/1999	15/2010	04/1998	23/2001	25/1998	
A◆OS CON DATOS	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	9	
TEMPERATURA MEDIA													
NORMAL	22.8	23.4	24.3	26.1	27.3	27.9	28.0	28.0	27.9	26.3	24.4	23.4	25.8
A◆OS CON DATOS	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	9	
TEMPERATURA MINIMA													
NORMAL	17.9	18.3	19.0	21.3	22.9	23.7	23.5	23.2	23.1	21.7	19.4	18.2	21.0
MINIMA MENSUAL	13.8	15.8	15.1	18.5	19.2	20.2	19.9	20.7	20.5	18.4	16.4	15.5	
A◆O DE MINIMA	2001	2000	1998	2000	2001	2001	2000	1998	2000	2000	1999	2000	
MINIMA DIARIA	8.0	7.0	5.0	10.0	15.0	14.0	13.0	15.0	14.0	13.5	11.0	9.0	
FECHA MINIMA DIARIA	05/2001	08/1998	13/1998	24/1998	08/2001	26/2001	16/2000	01/1998	05/2000	26/1999	18/1999	21/2000	
A◆0S CON DATOS	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	9	
PRECIPITACION													
NORMAL	61.2	50.5	28.1	51.2	78.1	153.0	126.3	126.3	168.8	284.3	130.3	73.1	1,331.2
MAXIMA MENSUAL	174.9	162.7	71.0	286.0	218.0	556.0	335.0	388.8	391.6	538.0	275.1	230.0	
A◆O DE MAXIMA	1998	2007	2006	2010	1998	2004	2010	2006	2000	2005	2009	2001	
MAXIMA DIARIA	48.0	60.0	58.0	81.6	64.0	283.0	117.0	160.8	177.0	240.0	75.3	88.0	
FECHA MAXIMA DIARIA	14/2008	26/2006	04/2001	14/2010	27/2001	12/2004	06/2010	08/2006	14/2000	21/2005	06/2009	17/2001	
A◆OS CON DATOS	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	

Figura IV.3. Normales climatológicas de la estación 23163 "Playa del Carmen".

De acuerdo a la información anterior, las mayores temperaturas se registran entre los meses de abril a septiembre, mientras que la precipitación es mayor entre los meses de junio y octubre, lo cual concuerda con las características de la unidad climatológica "Aw2 (x´)" para los climas cálidos subhúmedos con un rango alto en su porcentaje de humedad.

Tabla IV.9. Temperatura y precipitación media anual de la estación 23163 "Playa del Carmen".

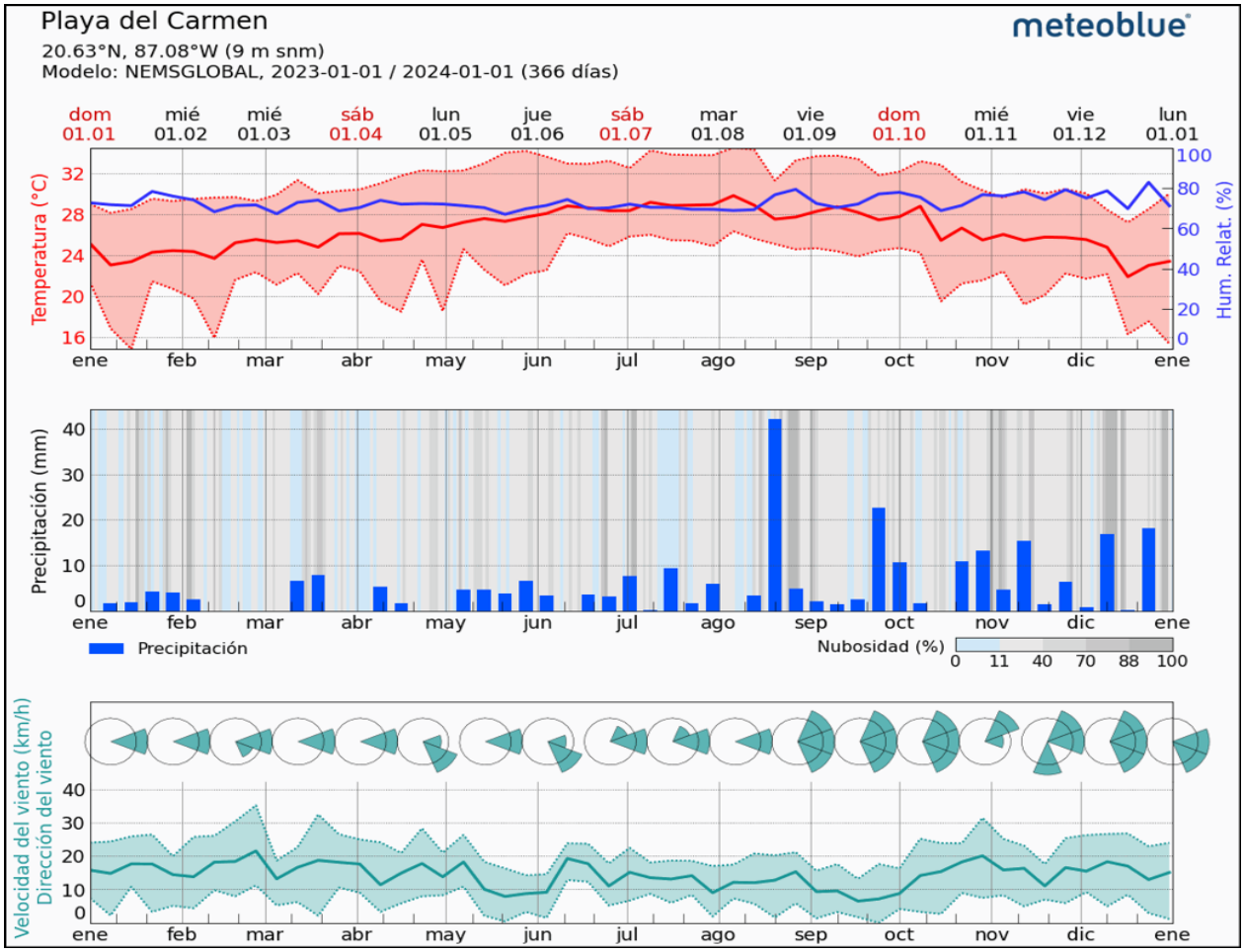
Mes	TMA	PMA
Enero	22.8	61.2
Febrero	23.4	50.5
Marzo	24.3	28.1
Abril	26.1	51.2
Mayo	27.3	78.1
Junio	27.9	153.0
Julio	28.0	126.0
Agosto	28.0	126.3
Septiembre	27.9	168.8
Octubre	26.3	284.3
Noviembre	24.4	130.3
Diciembre	23.4	73.1
Temperatura Media Anual (º C)		25.8
Precipitación Media Anual (mm/año)		1,331.2



Gráfica IV.1. Climograma de la Estación 23163 Playa del Carmen del periodo 1981-2010. Fuente: Sistema Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas. CONAGUA.

Condiciones Climáticas del Último Periodo

A continuación, se realizará un análisis de las condiciones climáticas (precipitación, velocidad del viento, temperaturas máximas y mínima) que se registraron durante el último periodo anual (2023), para lo cual se utilizó la interfaz de METEOBLUE.com, basándose en los datos de la estación meteorológica 23163 "Playa del Carmen". Con esta información se obtendrá un panorama más claro de las variaciones en los factores climáticos del último año, comparándolos con los datos históricos previamente descritos.



Gráfica IV.2. Condiciones climáticas registradas durante el periodo del año 2023. Fuente: Meteoblue.com
Las líneas representan la tendencia de los factores climáticos, la línea roja es para la temperatura, la línea azul muestra la humedad relativa y la verde para la velocidad del viento registrada.

De acuerdo con el análisis realizado para el periodo del año 2023, se simuló la gráfica anterior, en donde se pueden apreciar las variables de los factores de precipitación, temperatura, velocidad del viento, porcentaje de humedad y nubosidad del área de interés.

- Las temperaturas máximas se registraron entre los meses de junio y agosto, concordando con un aumento en la humedad relativa. Por el contrario, las temperaturas mínimas fueron durante los meses de enero y febrero, en los meses posteriores al incremento de temperatura fue aumentando como se aprecia en la gráfica.
- La humedad relativa del ambiente mantuvo valores del 60 al 80 % a lo largo del periodo.
- La velocidad del viento mantuvo un rango de 10 a 20 km/h en el transcurso del año, dominando los vientos procedentes del sureste, con un pico en el mes de marzo y otro en noviembre donde se registraron ráfagas mayores a los 30 km/h.
- La precipitación máxima ocurrió durante el mes de septiembre y la mínima se registró en el mes de enero. Se puede apreciar un claro periodo de lluvias que concuerdan con la temporada de huracanes y tormentas tropicales.
- La densidad de las nubes (representado por el fondo gris en la gráfica de precipitación, entre más oscuro es el color mayor es la densidad registrada) en el periodo de septiembre es mayor al 88 %, concordando con los meses donde se presenta la temporada de tormentas.

IV.2.1.2. Geología

La Península 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.

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.

De acuerdo con Bautista *et al*., (2005), el Municipio de Solidaridad se encuentra en el sistema denominado Carso-tectónico, cuyo relieve se debe a la actividad de la disolución por las aguas subterráneas y subsuperficiales de rocas saludables como la caliza, dolomita, yeso y sal. Este sistema es el más representativo de la zona peninsular y es posible diferenciar dos grandes subregiones, una al norte y otra al sur, siendo la subregión norte en la cual se extiende la unidad hidrológica-forestal en la que predominan

superficies niveladas durante el Cuaternario (Lugo *et al.*, 1992) resultado de transgresiones y regresiones desde el Pleistoceno por lo cual el relieve kárstico es reciente, predominando planicies estructurales denudativas y de disolución.

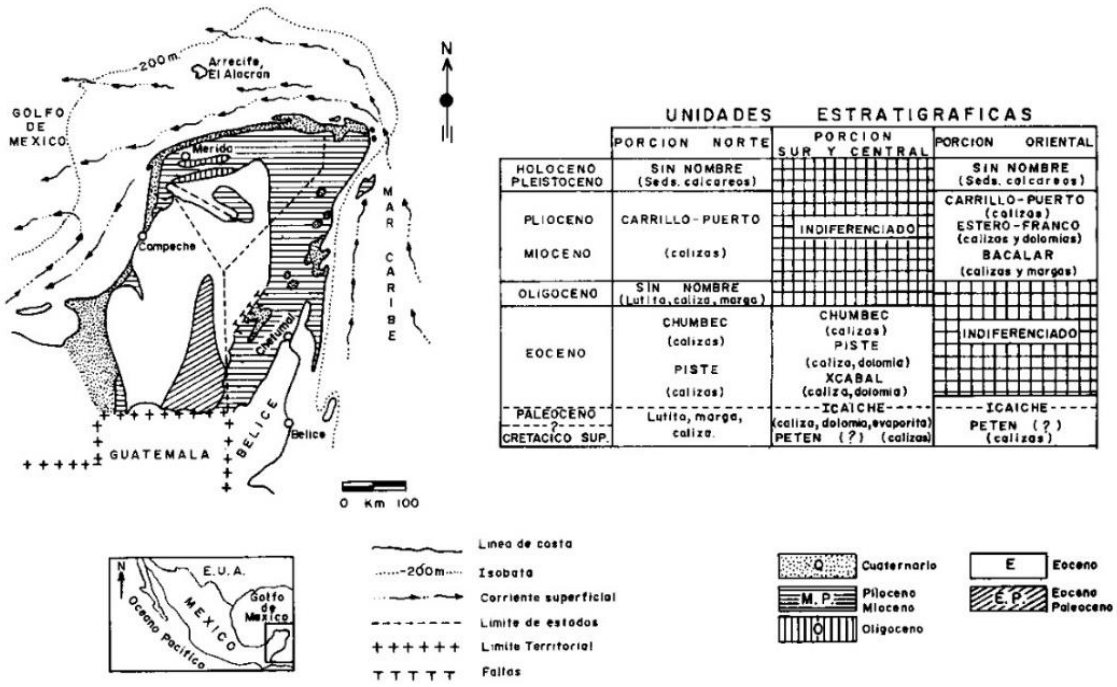


Figura IV.4. Estratigrafía regional generalizada en afloramiento del Terciario (*Butterlin y Bonet, 1963*)

El tipo de roca más abundante en el SAR, así como de toda la Península de Yucatán en general, es la caliza que, por definición, son rocas sedimentarias que contienen al menos un 50 % de carbonato de calcio, son compactas, de grano fino y su matiz varía desde gris azulado, crema, rosado y gris claro, hasta negro.

Las calizas se forman por la sedimentación y consolidación de las sales de carbonato de calcio, depositadas en los mares, o bien se pueden formar en un medio ambiente lacustre, el calcio que las conforma es capaz de inmovilizar los minerales, además, su poca profundidad efectiva (menor a 25 cm) y alta pedregosidad limita su uso agrícola.

Para determinar los tipos de roca presentes en la microcuenca e identificar sus características principales (edad, origen, composición, etc.), se utilizó la información de la Carta Geológica F16-11 Serie 1 Cozumel y el Conjunto de datos vectoriales del Continuo Nacional. "Efectos Geológicos" Escala 1: 250,000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Tabla IV.10. Material geológico (litología) presente en la UHF.

Entidad	Clave	Sistema	Tipo de Roca	Clase	%
Unidad cronoestratigráfica	Ts (cz)	Neógeno	Caliza	Sedimentaria	32.45
Unidad cronoestratigráfica	Tpl (cz)	Plioceno	Caliza	Sedimentaria	41.78
Sustrato	Q (la)	Cuaternario	N/A	Lacustre	7.51
Sustrato	Q (li)	Cuaternario	N/A	Litoral	18.26

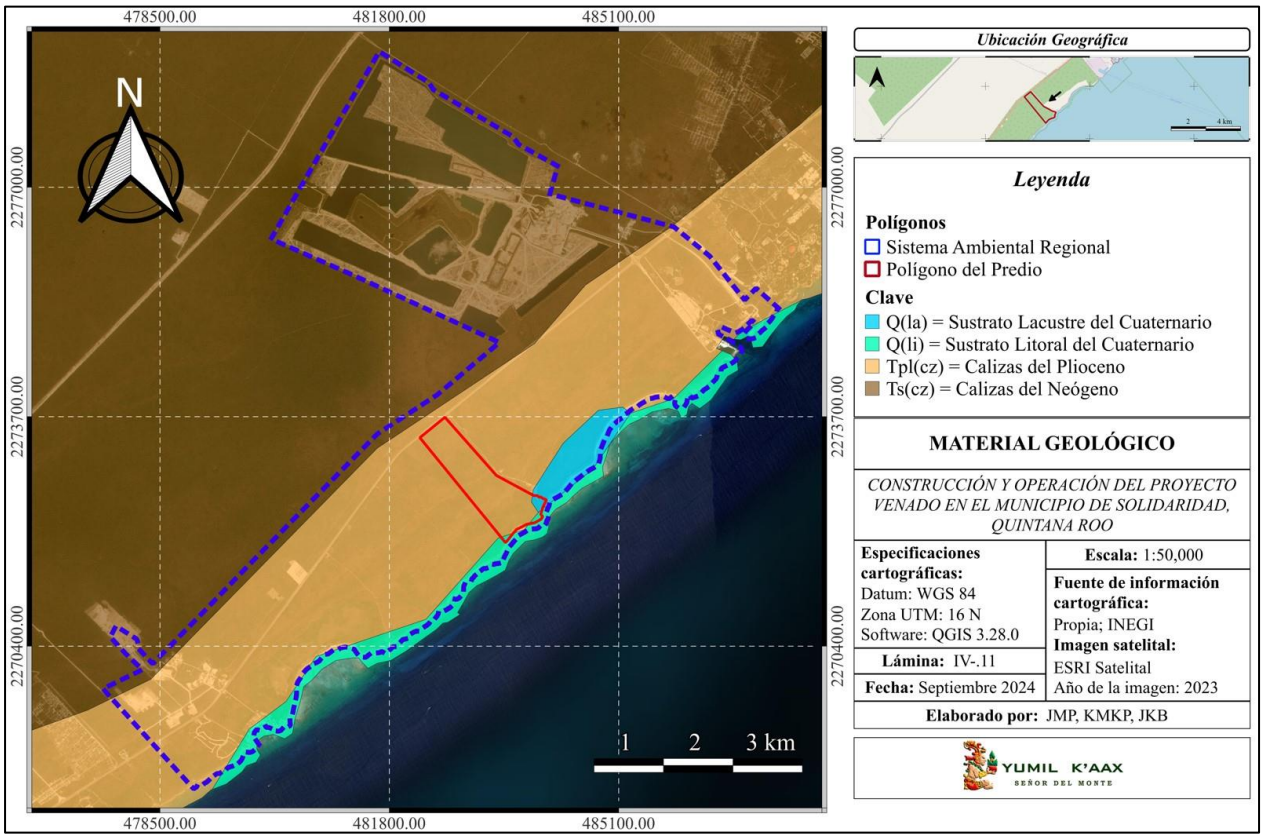


Lámina IV.11. Material Geológico del SAR

A continuación, se describen los materiales geológicos identificados en la UHF:

- **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. Este suelo este sujeto a la constante acción erosiva del oleaje ya que bordean la península conformando las barras de boca y en el caso específico del predio, se aprecia la zona de playa rocosa que se distribuye en los límites costeros del polígono.

- **Q (la) Sustrato Lacustre del Cuaternario**: Su constitución principalmente es de lodos calcáreas, arcillas y arenas 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. Dentro del área de interés es fácilmente localizable, debido a que el manglar de cuenca tiene una delimitación bastante marcada respecto a las coberturas vegetales que lo rodean.
- **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 subdivisión del periodo.
- **Ts (cz) Calizas del Neógeno**: La formación Carrillo Puerto identificada en el periodo del Mioceno Superior-Plioceno, son calizas con afloramientos muy extensos en toda la península, cubren de manera importante el área de estudio, cuyos afloramientos claramente coincidentes con este sustrato. Los niveles inferiores de estas rocas presentan coquinas de alrededor de 1 cm de espesor, cubiertas por calizas duras y más arriba pasan a calizas cada vez más impuras a veces arcillosas, de color amarillento a rojizo. La alteración de estas calizas origina la formación de arcillas lateríticas rojas, acumuladas en las dolinas y protegida por la selva densa. Los niveles superiores de esta formación están representados por calizas blancas, duras y masivas. Los echados son débiles o nulos, generalmente orientados hacia el NNE.

Relieve

El relieve del SAR, así como el de la Península de Yucatán, mantiene 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 20msnm.

Debido a su historia geológica, desde el Terciario, se presentan características comunes que determinan la presencia de diversos tipos de relieve en el terreno. Se puede observar en el poniente zonas elevadas de hasta 20 msnm las cuales se van reduciendo en dirección al oriente hasta alcanzar el nivel del mar. 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 relevantes que se pueden encontrar dentro del SAR son; las cavernas o grutas, de las cuales su tamaño y extensión es dependiente de la edad de la roca e incidencia de los aspectos geológicos; los cenotes y dolinas que son resultado de un fenómeno intenso de disociación vertical de las rocas carbonatadas y las caletas, al ser manifestaciones kársticas costeras de forma semicircular presentes en la parte nororiental y que se asocian con manantiales o playas, por la disolución de rocas carbonatadas.

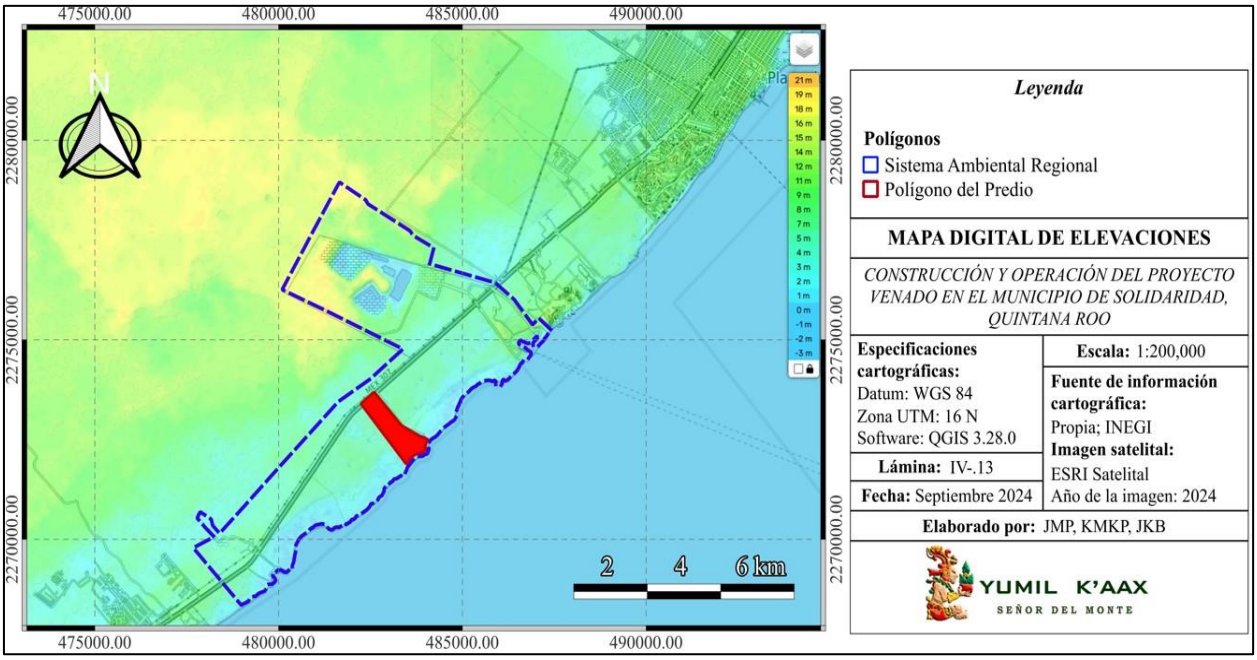


Lámina IV.12. Modelo Digital de Elevaciones (MDE), de la UHF.

Con base en, la información del estudio geohidrológico realizado para el predio, en el área de interés afloran los depósitos carbonatados del Cuaternario. Estos depósitos se encuentran distribuidos en una franja aproximada de un kilómetro a partir de la línea de costa. Los deposito sedimentarios que afloran en la superficie están representados por una unidad de calcarenitas biógenas semiconsolidadas con estratos laminares y que en algunas zonas presenta estratificación cruzada. En las proximidades de la costa existe una zona lagunar o de humedales con depósitos calcáreo, arcillas y limos.

Estructuralmente, se identificaron en la superficie lineamientos importantes de elementos kársticos como cenotes, dolinas y depresiones originadas a partir de una red de fracturamiento con orientación general NE-SW dando origen al humedal costero.

Tabla IV.11. Material geológico (litología) presente en el SAR.

Tipo/Era	Clave	Área (m2)	Área (ha)	Porcentaje*
Sustrato Litoral del Cuaternario	Q (li)	23,873.74	2.387	2.140
Sustrato Lacustre del Cuaternario	Q (la)	31,957.15	3.196	2.865
Calizas del Plioceno	Tpl (cz)	1,059,761.77	105.976	94.995
	Sup.Total	**1,115,592.66**	**111.559**	**100**

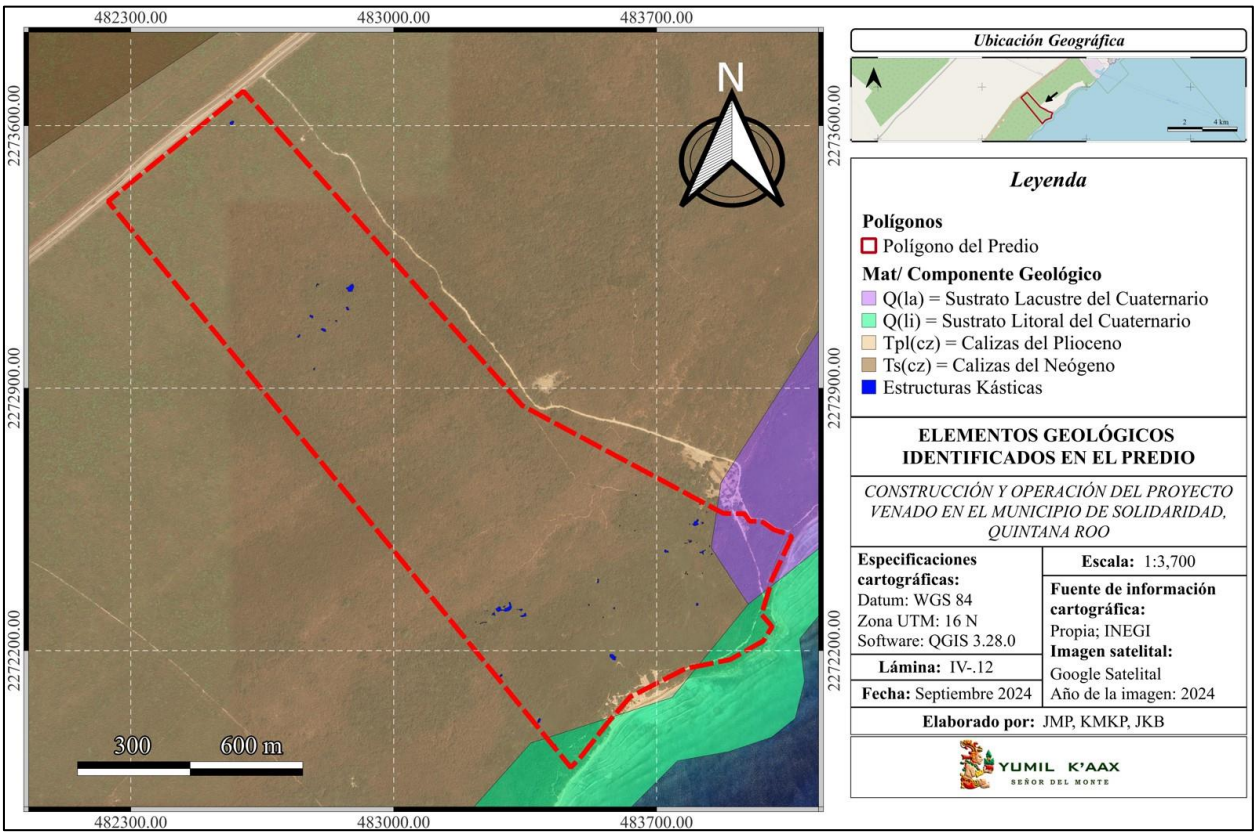


Lámina IV.13. Sustratos geológicos dentro de los límites del predio.



Fotografía IV. 5 y 6. Afloramientos de rocas calizas presentes en el SAR.

Las estructuras kársticas identificadas dentro del predio comprenden cavernas, dolinas secas, cenotes y fracturas, dichas estructuras se distribuyen a lo largo del predio, siendo más notorias en la cobertura de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en dirección noroeste, particularmente los cenotes se agrupan cerca de la comunidad de manglar o en sus alrededores.




Fotografía IV. 7 y 8. Dolinas inundables (cenotes) dentro de los límites del predio.

CARACTERIZACIÓN DE CENOTES DEL PREDIO

La palabra cenote proviene del vocablo maya "*tz'ono'ot*" o "*d'zonot*", que en español se puede traducir como "caverna con depósito de agua o abismo". Estas estructuras kársticas corresponden a dolinas inundadas, las cuales presentan diversas formas dependiendo de su antigüedad, el ecosistema donde se localizan y el tipo de factores bióticos y abióticos a los que están expuestos. En la actualidad, se denomina cenote a cualquier espacio subterráneo con agua y que contenga una ventana hacia el exterior. Cabe mencionar que, debido a que en la Península de Yucatán la constitución geológica calcárea causa que el agua pluvial difícilmente se conserve en la superficie, los cenotes son fuente primordial de agua y de vida. Los mayas los empleaban diariamente como fuente de agua y de culto. Actualmente su valor está asociado principalmente al turismo. Particularmente Quintana Roo posee varios de los sistemas de cuevas inundadas más grandes del mundo, siendo un atractivo turístico relevante para la entidad (Monroy-Ríos, 2016).

De acuerdo con exploraciones realizadas por diversos equipos de buzos, en Quintana Roo, existen cientos de kilómetros de conductos subterráneos. En 2018 se dio a conocer la conexión entre los sistemas Sac Aktun (en ese momento con 263 km de largo) y Dos Ojos (84 km), ubicados al norte de Tulum, convirtiéndose en la cueva subacuática más larga del mundo con más de 353 km registrados; el sistema más grande "absorbe" al segundo, por lo tanto, se conserva el nombre del primero. Con ello, se desplazó al sistema Ox Bel Ha al segundo lugar. Estos dos sistemas de cuevas han disputado el título de la cueva más larga de nuestro país varias veces, sin embargo, en febrero de 2023 el Centro Investigador del Acuífero de Quintana Roo (CINDAQ) actualizó el reporte anual del sistema Ox Bel Ha, colocándola en 435.8 km, superando

ampliamente al sistema Sac Aktun (376.7 km) y convirtiéndose en la cueva subacuática más larga conocida en nuestro planeta, y la segunda más larga del mundo (detrás de Mammoth Cave en Kentucky, EEUU)

La formación de cuevas y cenotes se da por el proceso de carstificación (o karstificación), que consiste en la combinación de al menos tres mecanismos: disolución, colapso y crecimiento de la roca caliza. En este proceso la roca se disuelve por medio del agua de lluvia –acidificada tanto por el dióxido de carbono (CO_2) del aire, como por el proveniente de la descomposición de materia orgánica en el suelo de la selva (hojas, ramas, animales muertos, bacterias), que al mezclarse con agua salada aumenta su poder corrosivo. Donde se juntan las capas profunda salada y superficial de agua dulce es donde mayor disolución se tiene de roca caliza, formando una extensa red de conductos, cuevas y cavernas que se extiende por el subsuelo. A esta interfase de capas dulce y salada se le denomina haloclina. Otro tipo de disolución, pero de origen biológico, es el que se presenta en el interior de algunos cenotes donde algunas bacterias descomponen la materia orgánica produciendo ácido sulfhídrico (H_2S), un poderoso corrosivo. Al entrar en contacto con las capas superficiales, que pueden contener un poco de oxígeno disuelto, el ácido sulfhídrico se transforma en ácido sulfúrico (H_2SO_4), también un ácido fuerte y potente corrosivo de la roca caliza (Monroy-Ríos, 2016).

El segundo mecanismo ocurre cuando el nivel del mar ha bajado durante periodos glaciales, descendiendo el nivel del acuífero lo que deja una cueva llena de aire donde, por falta de soporte, colapsan y desploman diferentes secciones del techo, formando una dolina o cenote. Al final del periodo glacial, se descongelan los polos, aumenta nuevamente el nivel del mar e inunda la cueva. El grado de carstificación depende de factores que operan con diferente escala espacial y temporal, lo que permite una gran variedad de formas y decoraciones en el sistema de cuevas y cavernas. En cuanto a la haloclina, ésta estratifica al cenote ya que funciona como una barrera física que aísla las capas de agua salada y de agua dulce. En los cenotes costeros, la capa marina profunda no siempre se encuentra realmente estancada, sino que puede circular impulsada por las mareas y tormentas a través de túneles conectados con el mar. Generalmente en la parte oriental de Quintana Roo, los cenotes se forman por el colapso de cuevas formadas durante periodos muy largos de tiempo, cuando la profundidad de la haloclina permanece por mucho tiempo más o menos en la misma posición, formando galerías y pasajes (Monroy-Ríos, 2016).

Respecto a la vegetación, de acuerdo con Flores *et al.* (1994), en los petenes se encuentran ojos de agua o cenotes poblados con hidrófitas sumergidas como: *Egreta densa y Vallisneria americana*; flotantes: *Lemna spp., Eichhornia crassipes* (lirio de agua), *Pistia stratiotes* (lechuga de agua) y *Nymphaea ampla* (flor de agua); entre las emergentes: *Typha domingensis* (poop) y *Phragmites australis* (carrizo). Sin embargo, la flora varía según su cercanía a la costa. Por ejemplo, en los cenotes más cercanos a la costa se encuentran

manglares, helechos y palmas. Mientras que en aquellos más lejanos pueden encontrarse plantas como palmas cocoteras, guayas, árboles de chicle o chicozapote y cacao.

Debido a su ubicación, el predio para el establecimiento de *Proyecto Venado* cuenta con diversos cenotes, fracturas kársticas y dolinas secas. El ***Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto***, señala que en el área de estudio afloran depósitos carbonatados del Cuaternario. Estos depósitos se encuentran distribuidos en una franja aproximada de un kilómetro a partir de la línea de costa. Los depósitos sedimentarios que afloran en superficie están representados por una unidad de calcarenitas biógenas semiconsolidadas con estratos laminares y que en algunas zonas presenta estratificación cruzada. En las proximidades de la costa existe una zona lagunar o de humedales con depósitos de lodos calcáreos, arcillas y arena. Estructuralmente se han reconocido en superficie lineamientos importantes de estructuras cársticas como cenotes, dolinas y depresiones originadas a partir de una red de fracturamiento con orientación general NW-SE. A la mitad del predio se reporta una falla normal con dirección NE-SW dando origen al humedal costero. Con el apoyo de secciones geoeléctricas realizadas en la línea de costa se ha inferido una red de fracturamiento subterráneo que descarga en la línea de costa, identificándose más hacia el N-E (caleta principal) ojos de agua o manantiales

En general en la zona del predio se tiene agua salobre en la parte somera del acuífero con valores que van de 2000 a 3000 µS/cm de conductividad eléctrica (1.3 A 1.7 g/l de S.D.T.) cercano a la carretera federal hasta valores de 7600 a 9200 µS/cm (4.8 a 5.9 mg/l de S.D.T) cercano a la costa. Los cenotes mantienen una conductividad eléctrica cercana a 9500 µS/cm (5.9 mg/l de S. D. T). La concentración de oxígeno disuelto en los cenotes presenta un valor cercano a 3.4 mg/l. El potencial Redox en al acuífero presenta valores positivos generando un ambiente aeróbico por la presencia de oxígeno aún en proceso de oxidación de la materia orgánica, este fenómeno tiende a disminuir hacia la costa. Asimismo, los cenotes mantienen valores de sólidos disueltos totales cercana a 5.9 mg/l coincidente con los valores registrados en el agua subterránea de los barrenos exploratorios cercanos a la costa, por lo tanto, con los resultados de hidrogeoquímicos y al nivel piezométrico registrado en los cenotes, se infiere que el agua de los cenotes corresponde a agua subterránea.

Enel predio para el proyecto se identificaron 29 cuerpos de agua y estructuras kársticas, de los cuales, 20 corresponden a cenotes fácilmente visibles y delimitados por roca o vegetación. A continuación se muestra las dimensiones de los cenotes registrados en el predio y las coordenadas de referencia de los mismos.

Tabla IV.12. Cuerpos de agua y cenotes registrados en el predio.

CUERPOS DE AGUA/ CENOTES REGISTRADOS EN EL PREDIO						
Elemento	**Clave**	**Dimensiones**			**Coordenadas (UTM)**	
		Largo (m)	**Ancho (m)**	**Área (m2)**	**X**	**Y**
Cenote	A	12.618	8.350	81.147	482569.10	2273607.84
Cenote	B	23.337	18.068	249.062	482885.10	2273166.96
Cenote	C	9.450	9.253	39.284	483266.40	2272297.44
Cenote	D	42.807	9.042	366.263	483297.13	2272309.13
Cuerpo de Agua	E	10.339	5.601	30.108	483338.70	2272308.90
Cenote	F	15.872	5.488	77.626	483346.69	2272294.02
Cuerpo de Agua	G	11.701	6.603	34.476	483285.31	2272133.13
Cuerpo de Agua	H	19.134	8.898	76.419	483387.02	2272013.05
Cuerpo de Agua	I	5.669	3.664	11.078	483431.30	2271947.20
Cuerpo de Agua	J	10.501	3.896	28.051	483544.15	2272385.70
Cenote	K	4.260	2.818	9.944	483519.61	2272322.17
Cenote	L	5.455	4.233	13.095	483586.92	2272313.24
Cenote	M	3.085	2.108	4.651	483557.40	2272288.73
Cenote	N	20.450	8.097	170.477	483583.55	2272182.84
Cenote	O	4.159	2.390	7.784	483644.95	2272614.38
Cenote	P	6.348	1.548	7.160	483815.35	2272591.35
Cenote	Q	20.267	13.053	151.293	483804.75	2272540.26
Cuerpo de Agua	R	6.090	5.574	18.561	483804.75	2272540.26
Cenote	S	1.836	0.538	0.758	483900.58	2272532.66
Cenote	T	11.391	5.547	57.473	483725.46	2272464.18
Cenote	U	5.640	5.174	18.358	483788.59	2272490.45
Cenote	V	16.909	8.639	56.129	483822.45	2272462.85
Cenote	W	4.438	2.177	8.395	483846.65	2272457.54
Cuerpo de Agua	X	3.290	1.837	3.302	483778.62	2272409.55
Cuerpo de Agua	Y	3.465	1.158	4.420	483777.52	2272405.75
Cuerpo de Agua	Z	3.643	2.702	4.578	483782.27	2272403.98
Cenote	AA	9.045	6.262	33.641	483808.01	2272323.26
Cenote con Manglar	A1	28.843	19.3168	304.6514	483828.71	2272527.82
Cenote con Manglar	B1	34.1871	25.9592	471.2427	483795.93	2272557.52

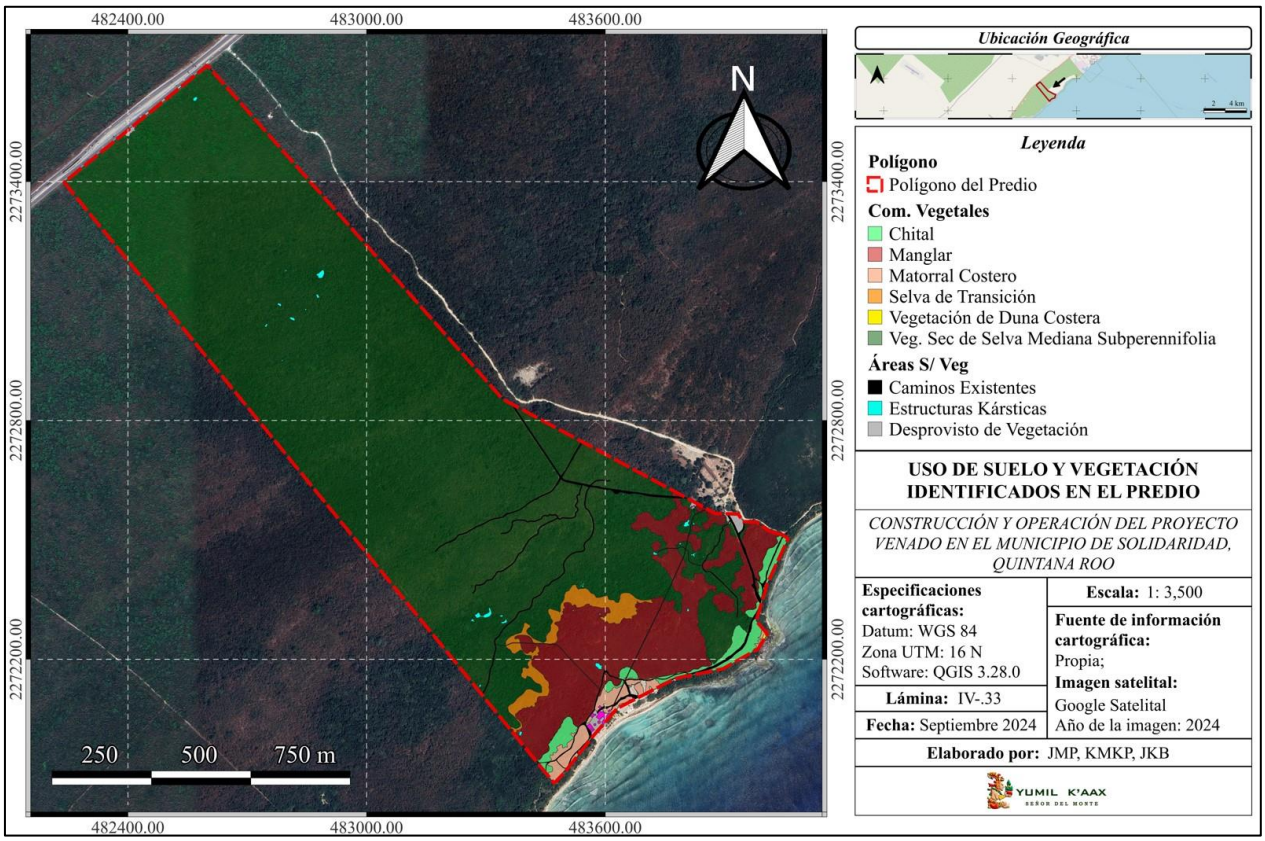


Lámina IV.14. Usos del suelo del predio: se observan estructuras kársticas.

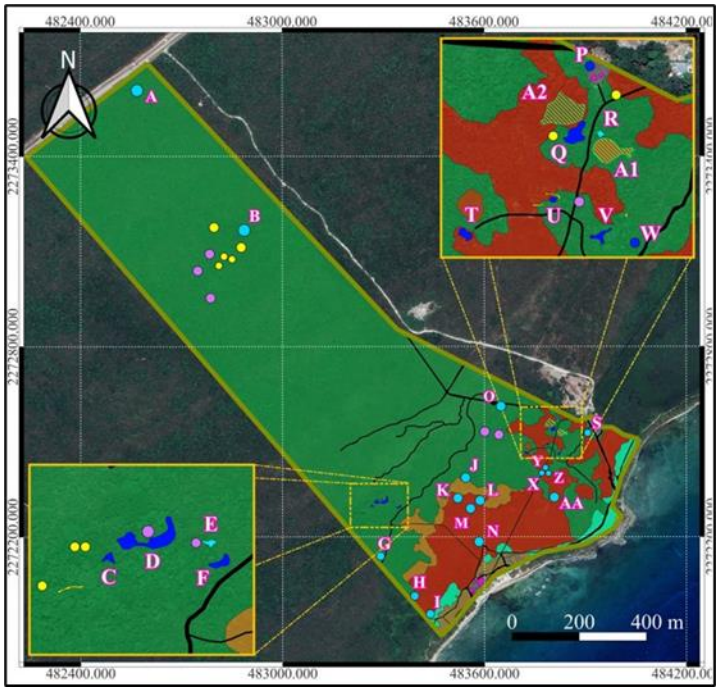


Lámina IV.15. Cuerpos de agua y cenotes del predio.

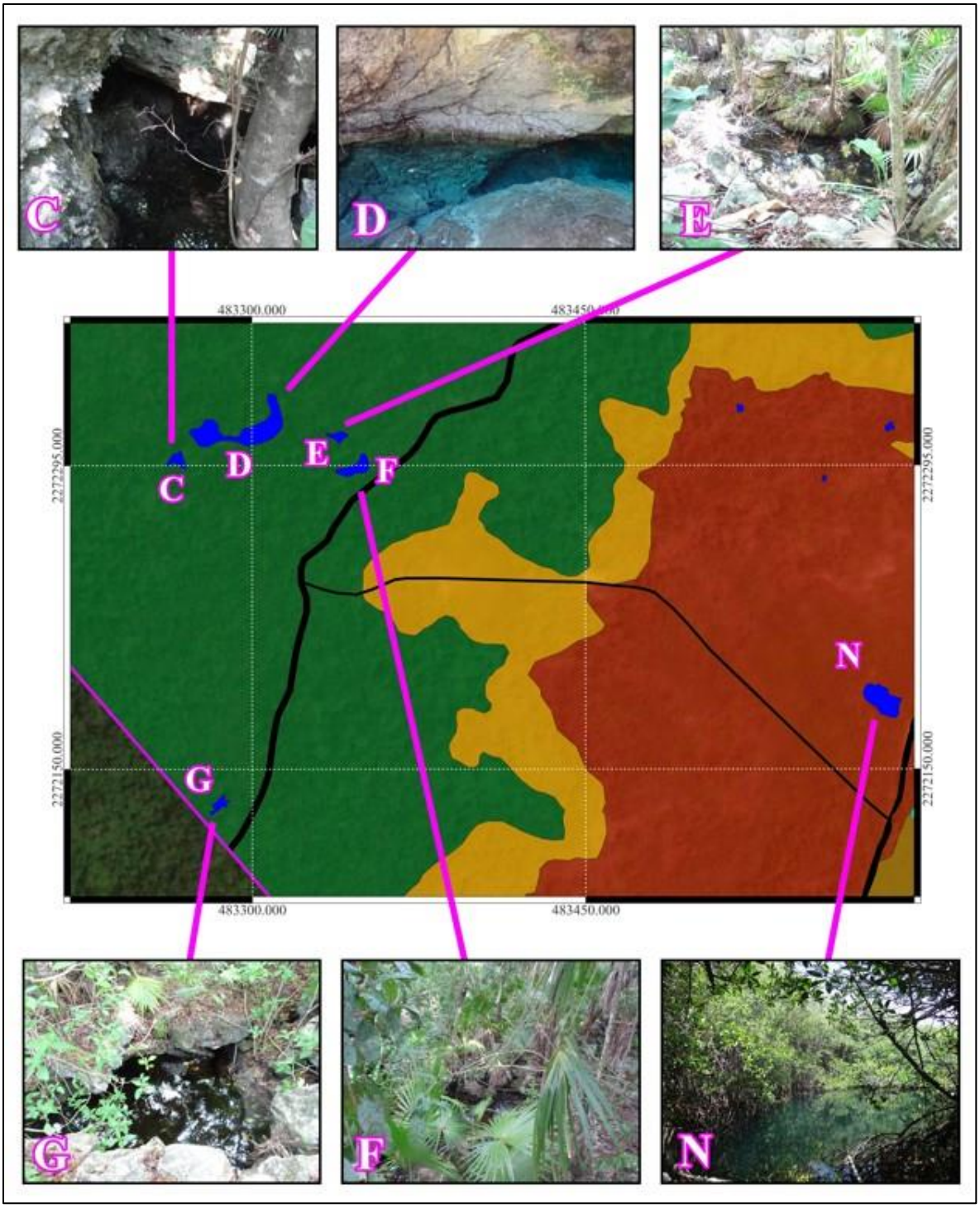


Lámina IV.16. Cuerpos de agua y cenotes identificados en el predio del proyecto.

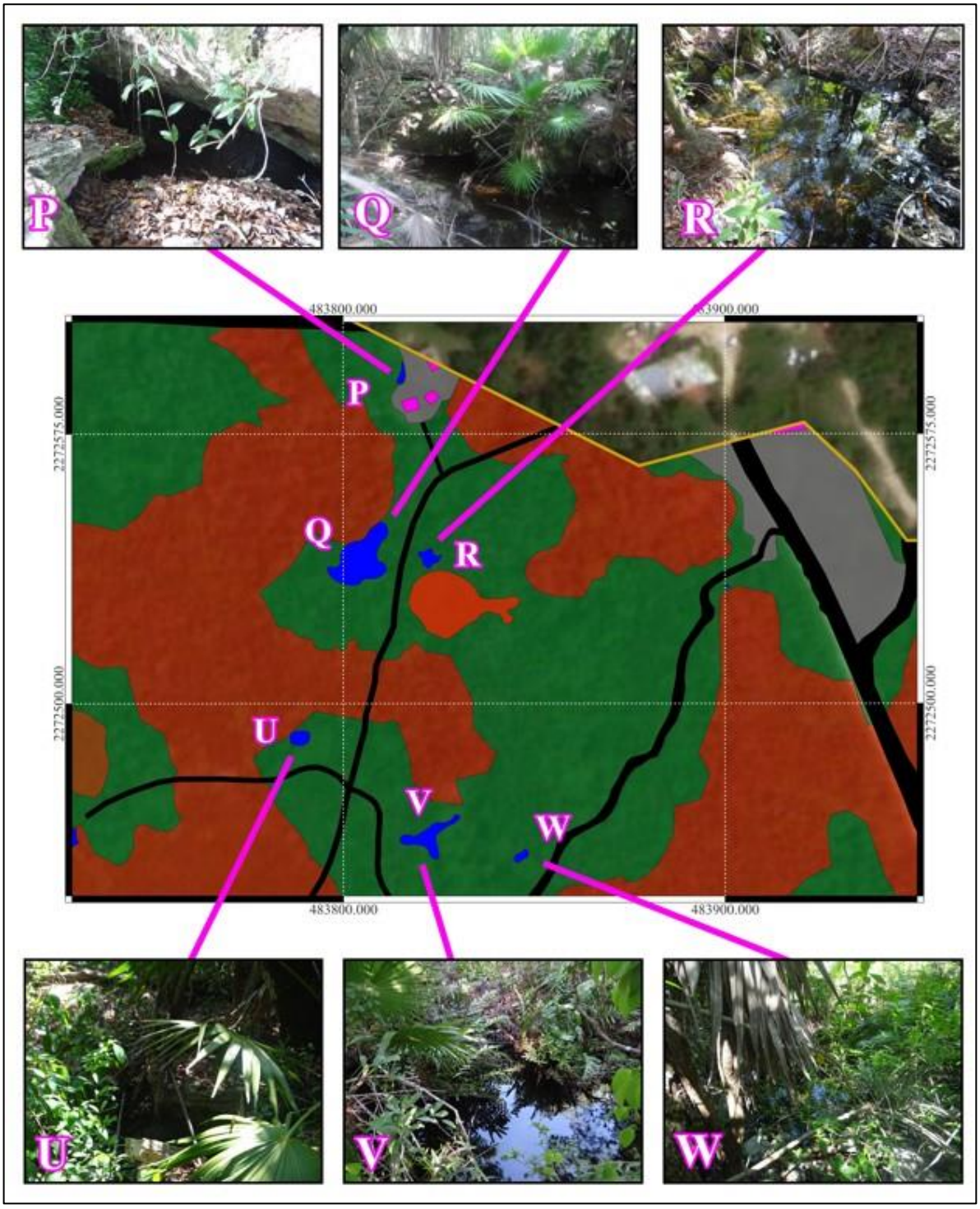


Lámina IV.17. Cuerpos de agua y cenotes identificados en el predio del proyecto.

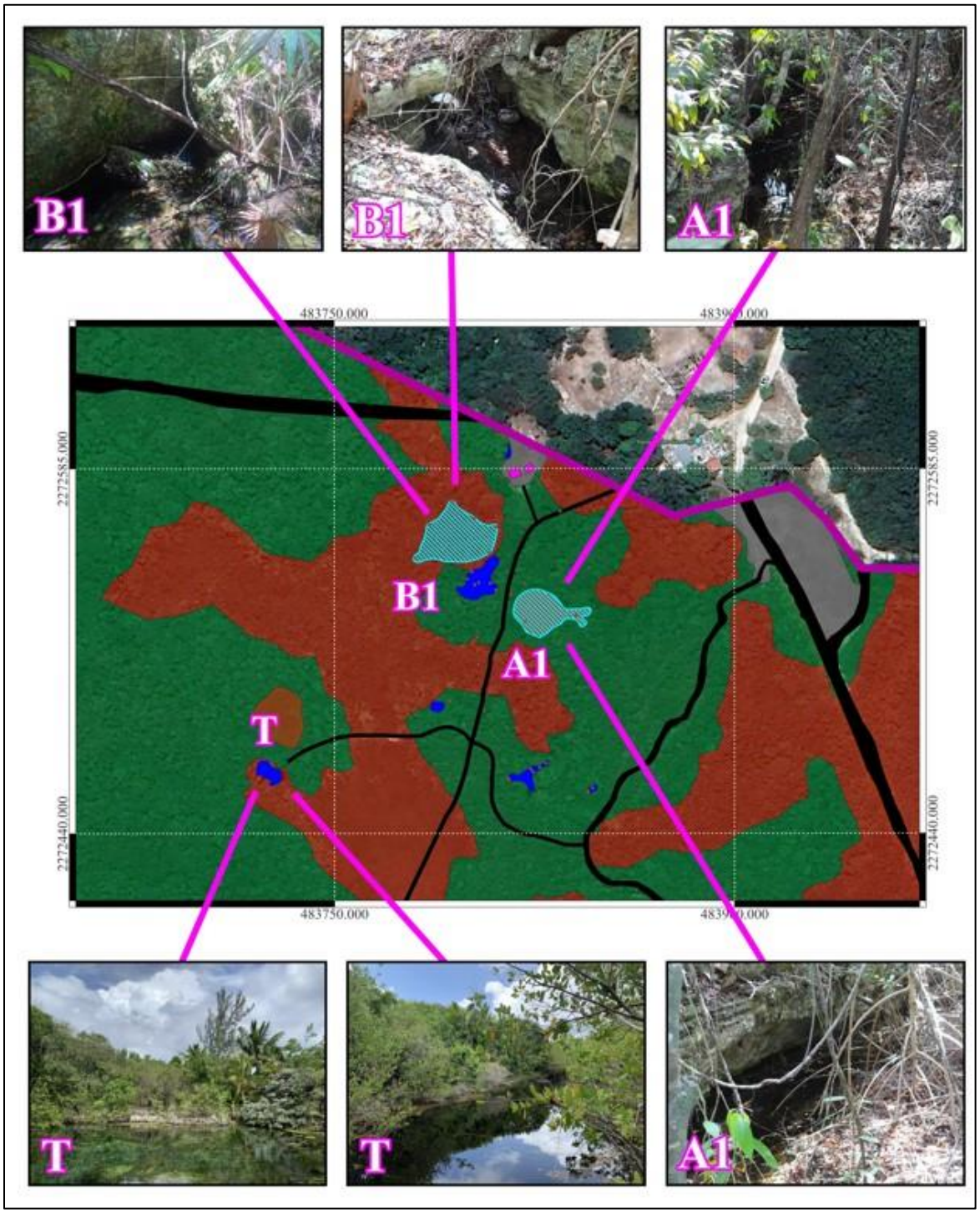


Lámina IV.18. Cuerpos de agua y cenotes identificados en el predio del proyecto.

Al sobreponer las obras a establecer con el proyecto y los uso usos de suelo y vegetación del predio, se aprecia que ninguna obra será construida dentro o sobre un cenote; esta estrategia de diseño se estableció para proteger los sistemas kársticos del terreno; evitar la contaminación del agua; mantener accesible las fuentes de agua, refugio y alimentación de la fauna silvestre; para mantener la forma del terreno; para evitar colapsos de bóvedas y, no menos importante, para reducir la vulnerabilidad física de todas las obras, al evitar hundimientos o daños por colapso de techo de bóvedas, así como evitar inundaciones. Es importante considerar que las obras inmersas en la zona en medio de la zona de cenotes y manglar (pero a desplantar sobre vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia) se construirán sobre pilotes y estructuras de soporte de acuerdo con lo que determinen los estudios puntuales de mecánica de suelos que se llevarán a cabo para dichas unidades.

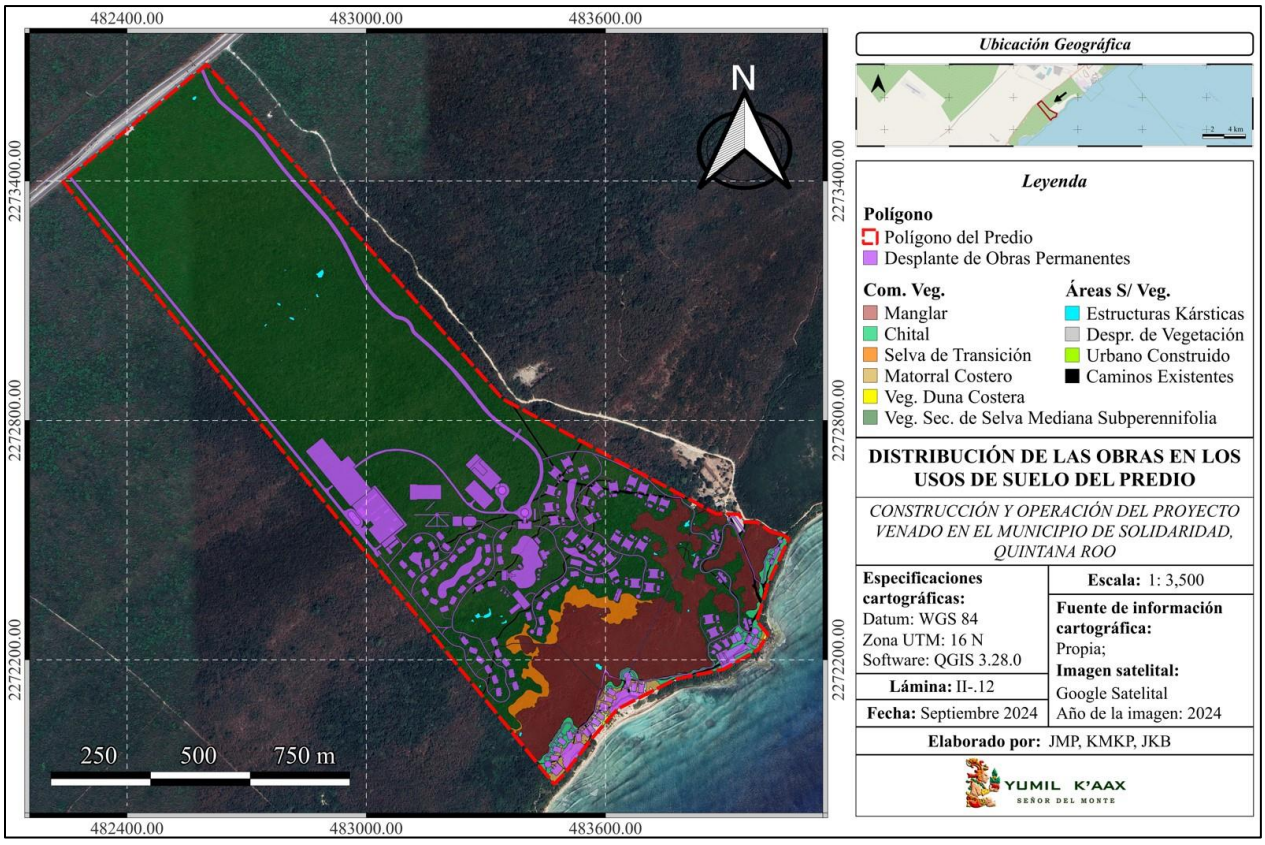


Lámina IV.19. Sobreposición de obras a desarrollar con los usos de suelo y vegetación del predio.

A continuación, se presenta la caracterización general de los cenotes más relevantes del predio. La relevancia de determinó por su tamaño, facilidad de acceso, flora acuática presente y por las visitas que recibieron por su belleza escénica, ya que, como se ha mencionado en otros apartados, el predio se encuentra impactado por obras y actividades que se han desarrollado desde hace varios años atrás, los cuales son ajenos a la

promovente del proyecto actualmente propuesto; por lo anterior, existen rutas de ciclismo en el terreno, lo que permite llegar a los cenotes más grandes y de mayor belleza, observados como cuerpos de agua "limpios" y con un tirante de agua transparente.

Cenote A-1

Este cenote ubicado en el predio tiene una clasificación de tipo abierto el cual presenta agua turbia con una coloración café-rojiza, este color es característico de las sustancias que desprende el mangle rojo (*Rhizophora mangle)* presente en el cenote. Además, se encontró mangle de botoncillo (*Conocarpus erectus)* y mangle negro (*Avicennia germinans)*. Como parte de la fauna acuática presente, en el cenote se registró la presencia de peces de la especie *Poecilia velífera* y *Poecilia orri*. Estas especies de peces son característicos de los cuerpos de agua salobre y agua dulce, los cuales se distribuyen por toda la península. Es posible observar estos peces tanto en el manglar, en cenotes, en ojos de agua y aguadas.



Fotografía IV.9. Vista del cenote A-1

Tabla IV.13. Vegetación presente en el cenote A-1

Vegetación cenote A-1		
Familia	**Especie**	**Nombre común**
ACANTHACEAE	*Avicennia germinans* (L.) L.	Mangle negro
COMBRETACEAE	*Conocarpus erectus* L.*	Mangle botoncillo
RHIZOPHORACEAE	*Rhizophora mangle* L.*	Mangle rojo

*=Amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cenote B-1

Es un cenote de tipo abierto con una profundidad aproximada de 0.2 a 2m, cuenta con agua turbia y una coloración café-rojiza debido a que está conectado con el manglar de cuenca en el que hay presencia de *Rhizophora mangle*. En este cenote se registró en los alrededores la presencia de especies de Chicozapote (*Manilkara zapota*) y Palma chit (*Thrinax radiata)* los cuales, a pesar de ser de especies de selva mediana, toleran y se desarrollan muy bien en suelos inundables y fangosos. Para la fauna acuática se identificaron peces de dos especies: *Poecilia velifera* y *Gambusia yucatana* representativos de cuerpos de agua salobre y dulce de la Península de Yucatán.



Fotografía IV.10. Vista del cenote B1.

Tabla IV.14. Vegetación presente en el cenote B-1.

Vegetación cenote B-1		
Familia	**Especie**	**Nombre común**
ARECACEAE	*Thrinax radiata** Lodd. ex Desf.	Palma chit
RHIZOPHORACEAE	*Rhizophora mangle* L.*	Mangle rojo
SAPOTACEAE	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote

*=Amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cenote D

Es un cenote clasificado como tipo de media bóveda, este presenta agua clara salobre y cuenta con una profundidad aproximada de 1 a 2.5m y una longitud de 20m. Para la vegetación circundante de este cenote se registró Palma chit (*Thrinax radiata)* y Helecho de playa (*Acrostichum danaeifolium*). Entre la fauna acuática observada tenemos la presencia de Guabina espinosa *(Eleotris pisonis*), de Bagre negro de cenote o pez gato (*Rhamdia guatemalensis*) el cual fue posible contabilizar unos 10 ejemplares; entre la fauna que

habitaba el cenote por ser de media bóveda y presentar una pendiente rocosa porosa; se avistaron 8 individuos de pájaro Toh (*Eumomota superciliosa*) los cuales son característicos en este tipo de áreas por hacer sus nidos en cenotes, cuevas y pozos. También se registró la presencia de *Lithobates brownorum* (rana leopardo) sujeta a protección especial en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Fotografías IV.11 y IV.12. Vista del cenote D de tipo media bóveda.

Tabla IV.15. Vegetación presente en el cenote D

Cenote D		
Familia	**Especie**	**Nombre común**
ARECACEAE	*Thrinax radiata** Lodd. ex Desf.	Palma chit
PTERIDACEAE	*Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch.	Helecho de playa

*=Amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cenote N

Este es un cenote de tipo abierto con una profundidad no mayor a 3 m, agua clara y suelo fangoso rodeado de *Rhizophora mangle* y entre la fauna acuática se notó la presencia de peces *Poecilia velifera*.

Tabla IV.16. Vegetación circundante al cenote N.

Cenote D		
Familia	**Especie**	**Nombre común**
BROMELIACEAE	*Tillandsia variabilis* Schltdl.	Bromelia
COMBRETACEAE	*Conocarpus erectus* L. *	Mangle botoncillo
PTERIDACEAE	*Acrostichum danaeifolium Langsd. & Fisch.*	Helecho de playa
RHIZOPHORACEAE	*Rhizophora mangle L.* *	Mangle rojo

*=Amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Fotografía IV.13. Vista del cenote N en el cual se aprecia a la especie *Rhizophora mangle* bordeando a este.

Cenote P

Este es un cenote en forma de caverna sobre la cual se encuentra una obra civil de concreto; el cenote cuenta con una profundidad menor a un metro, con agua clara y presencia de materia orgánica. En el cenote no se observaron especies vegetales más que la vegetación de selva mediana subperennifolia que bordea a este, asimismo no se tuvo registro de fauna acuática presente.



Fotografía IV.14. vista del cenote P.

Cenote T

El cenote se encuentra abierto con agua transparente y cuenta con un diámetro de 15.5 m. Para este cenote se registró la presencia de las siguientes especies vegetales: mangle rojo (*Rhizophora mangle*), Chicozapote (*Manilkara zapota*), Palma chit (*Thrinax radiata)*, Uvero (*Coccoloba diversifolia)*, 6 especies de orquídeas (*Brassavola nodosa, Myrmecophila tibicinis, Oeceoclades maculata, Prosthechea boothiana, Rhyncholaelia digbyana, Trichocentrum ascendens*), Dzidzilché (*Gymnopodium floribundum*), Julub (*Bravaisia berlandieriana*), Pata de gallo (*Anthurium schlechtendalii*) y una especie de alga (*Batophora oerstedii)*.

Para la fauna acuática se identificaron únicamente dos especies de peces: *Poecilia velífera* y *Belonesox belizanus* los cuales son característicos de estos de cuerpos de agua.



Fotografía IV.15. Vista del cenote T.

Tabla IV.17. Vegetación presente en el cenote T.

Cenote T		
Familia	**Especie**	**Nombre común**
ARACEAE	*Anthurium schlechtendalii* Kunth.	Cola de faisán
DASYCLADACEAE	*Batophora oerstedii* J.Agardh.	Alga
ORCHIDACEAE	*Brassavola nodosa* Hook.	Dama de noche
ACANTHACEAE	*Bravaisia berlandieriana* (Nees) T.F.Daniel.	Julub
POLYGONACEAE	*Coccoloba diversifolia* Jacq.	Uvero
POLYGONACEAE	*Gymnopodium floribundum* Rolfe in Hook.	Pata de venado
SAPOTACEAE	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote
ORCHIDACEAE	*Myrmecophila tibicinis* (Bateman) Rolfe.	Lirio
ORCHIDACEAE	*Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl.	Orquidea monja africana
ORCHIDACEAE	*Prosthechea boothiana* (Lindl.) W.E.Higgins.	Orquídea dólar
RHIZOPHORACEAE	*Rhizophora mangle* L.*	Mangle rojo

Cenote T		
Familia	**Especie**	**Nombre común**
ORCHIDACEAE	*Rhyncholaelia digbyana* (Lindl.) Schltr.	Orquídea blanca yucateca
ARECACEAE	*Thrinax radiata** Lodd. ex Desf.	Palma chit
ORCHIDACEAE	*Trichocentrum ascendens* (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams.	Ahoché

*=Amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cenote V

Este se clasificó como cenote de tipo abierto, con una profundidad menor a un metro, presenta agua transparente. Entre la flora circundante se avistó la presencia de Palma chit (*Thrinax radiata)*, Chechén (*Metopium brownei*) y Helecho de playa (*Acrostichum danaeifolium*). En fauna se registró *Poecilia velifera*.

En este cenote se destaca la presencia de un cocodrilo de la especie *Crocodylus moreletii*, estos son lagartos pequeños típicos de zonas pantanosas, cuerpos de agua salobre como la zona del manglar, y en cuerpos de agua dulce como lo son los cenotes o brotes de agua. Esta especie está sujeta a protección especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y de baja preocupación (LC) por la lista roja de la IUCN. No obstante, no presentará afectación ya que este cenote no será modificado en su estructura, y se implementarán restricciones para no poner en riesgo la integridad del ejemplar.

Es importante señalar que este individuo podrá ser reubicado en caso de detectar que él o los visitantes se ponen en riesgo por su presencia; ante ello se avisará a la autoridad ambiental correspondiente y se presentará el debido programa de rescate y reubicación. Cabe señalar que, el cocodrilo registrado era un individuo de aproximadamente 1.5 m y no se detectaron nidos u otros ejemplares en la zona. Por lo tanto, es posible que estas especies ingresen a la zona para su desarrollo y al llegar a la etapa adulta migren a otros ecosistemas cercanos, sin embargo, para corroborar lo señalado se realizará el monitoreo del organismo a través del tiempo para determinar las acciones a tomar con respecto a su presencia.

Cabe destacar que, en toda la costa del Estado de Quintana Roo se reporta la presencia de esta especie y se ha observado proyectos que mantienen en sus cuerpos de agua a estos organismos sin que representen algún riesgo para los visitantes, siempre y cuando se apliquen medidas de prevención de accidentes y de mitigación de impactos ambientales, no obstante, como se mencionó en caso de ser realizada la reubicación se le notificará a la autoridad competente para llevar a cabo esta acción.



Fotografía IV.16. Cenote V en el cual se observan las especies vegetales a su alrededor como el Helecho de playa y Palma chit.

Tabla IV.18. Vegetación presente en el cenote V.

Vegetación cenote V		
Familia	**Especie**	**Nombre común**
PTERIDACEAE	*Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch.	Helecho de playa
ANACARDIACEAE	*Metopium brownei* Urb.	Chechen prieto
ARECACEAE	*Thrinax radiata** Lodd. ex Desf.	Palma chit

*=Amenazada de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Si bien, en la periferia de los cenotes se distribuyen especies listadas bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y CITES, es importante mencionar que los cuerpos de agua naturales no serán afectados por la construcción del proyecto, tal y como me mencionó anteriormente, al contrario, se buscará su conservación dejando una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. Por otra parte, se pudo observar en el fondo de los cenotes la presencia de restos orgánicos de la vegetación, principalmente ramas y hojas; así como raíces de árboles integrándose al paisaje.

Fauna asociada a cenotes del predio



Fotografía IV.17. *Eleotris pisonis* en cenote D.



Fotografía IV.18. *Gambusia yucatana* en cenote B1.



Fotografía IV.19. *Rhamdia guatemalensis* en cenote D.



Fotografía IV.20. *Poecilia velifera* en cenote V.



Fotografía IV.21. *Crocodylus moreletii* en cenote V.



Fotografía IV.22. *Lithobates brownorum* en cenote D.

IV.2.1.3. Topografía

En toda la región no se presentan elevaciones importantes debido a las condiciones geológicas, de igual manera las corrientes superficiales son casi inexistentes, por lo que, el panorama general es un relieve sensiblemente plano constituido por calizas que resultan en afloramientos y elementos característicos de la región como son los cenotes o dolinas que se presentan dentro y en la periferia del predio.

Mediante los recorridos de campo y utilizando un equipo de geoposicionamiento global (GPS) se pudo determinar las elevaciones máximas y mínimas del terreno de una manera más precisa, con lo que se pudo obtener la información necesaria para conocer la pendiente media del área de interés. Con base en la información anterior, la elevación máxima registrada fue de 9 m.s.n.m.

La pendiente está dada por la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud (PROCYMAF, 2010).

La pendiente media del terreno **(S)** se puede calcular siguiendo la siguiente formula:

$$S = Hf\text{-}Hi/L$$

Donde:

- **S** = Pendiente media del terreno (%)
- **Hf** = Altura máxima del terreno (m)
- **Hi** = Altura mínima del terreno (m)
- **L** = Longitud del terreno (m)

Pendiente Media del Predio

Para calcular la pendiente media se utilizó la fórmula previamente descrita.

La altura mínima y máxima se identificó mediante el uso de un dispositivo de geoposicionamiento global (GPS) que registra las elevaciones (m) respecto al nivel medio del mar, para posteriormente elaborar la siguiente gráfica, con el uso de la interfaz de GARMIN BaseCamp. Dando como resultado una altura máxima de 47 m y una mínima de –29 m, respecto al nivel del terreno. Cabe señalar, que las alturas registradas con el GPS se miden con base en la elevación promedio del terreno.



Gráfica IV.3. Gráfica del registro de elevaciones en el predio. Fuente: GARMIN BseCamp

El predio tiene una longitud de 1,948.80 m, por lo que sustituyendo los valores en la ecuación antes mencionada se obtiene:

S = (47 – (-29)) / 1,948.80 **S** = 0.03%

La pendiente está estrechamente relacionada con la vulnerabilidad de los suelos a la erosión, debido a que, mientras mayor sea la pendiente y longitud de esta, mayor será la cantidad de agua que fluye por la escorrentía, causando así un grado mayor a la degradación del recurso. Por lo tanto, se señala que la pendiente media del predio (equivalente al 0.03%), no representa un factor determinante en el grado de erosión que se pudiera generar en el área del proyecto.

IV.2.1.4 Fisiografía

Debido a la amplia variedad de relieves que presenta el territorio mexicano (sistemas montañosos, llanuras, mesetas, depresiones, etc.), el país se dividió en 15 provincias fisiográficas, de acuerdo a sus características topográficas y origen geológico similar, definiendo de esta manera el clima, los suelos y la vegetación que se presenta en el área. Asimismo, cada provincia se divide en subprovincias con características similares.

Por lo tanto, para identificar la provincia que corresponde a la ubicación de la microcuenca, se utilizó la información del Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. "Provincias Fisiográficas" escala 1: 1,000,000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2001).

Aunado a lo anterior, las subprovincias o "discontinuidades geográficas" se refieren a las subregiones que conforman una provincia fisiográfica, las cuales presentan características propias. Para conocer la subprovincia correspondiente a la ubicación de la microcuenca, se utilizó la información del Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. "Subprovincias Fisiográficas" Escala 1: 1,000,000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2001). De esta manera, el SAR se ubica dentro de la subprovincia denominada "Carso Yucateco" que, a su vez, forma parte de la provincia fisiográfica XI "Península de Yucatán".

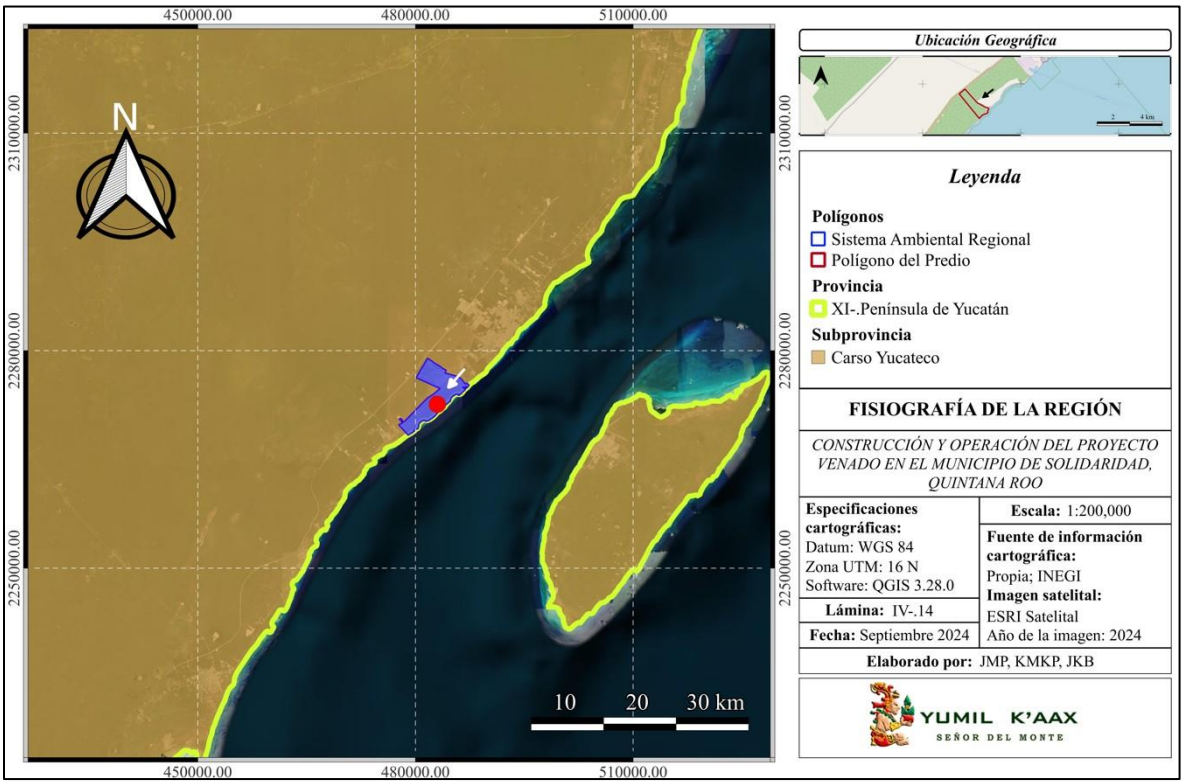


Lámina IV.19. Provincia y Subprovincia Fisiográfica donde se localiza el SAR.

Sistema 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.

La distribución de los sistemas de topoformas presentes en el área del SAR, se obtuvieron mediante la información del Conjunto de datos vectoriales Fisiográficos. Continuo Nacional serie I. "Sistemas de Topoformas" Escala 1: 1,000,000 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), (2001).

Tabla IV.19. Desglose de superficies para los sistemas de topoformas presentes en el SAR.

Topoforma	Superficie (ha)	Porcentaje %
Llanura Rocosa de Piso Rocoso o Cementado	3,424.926	100

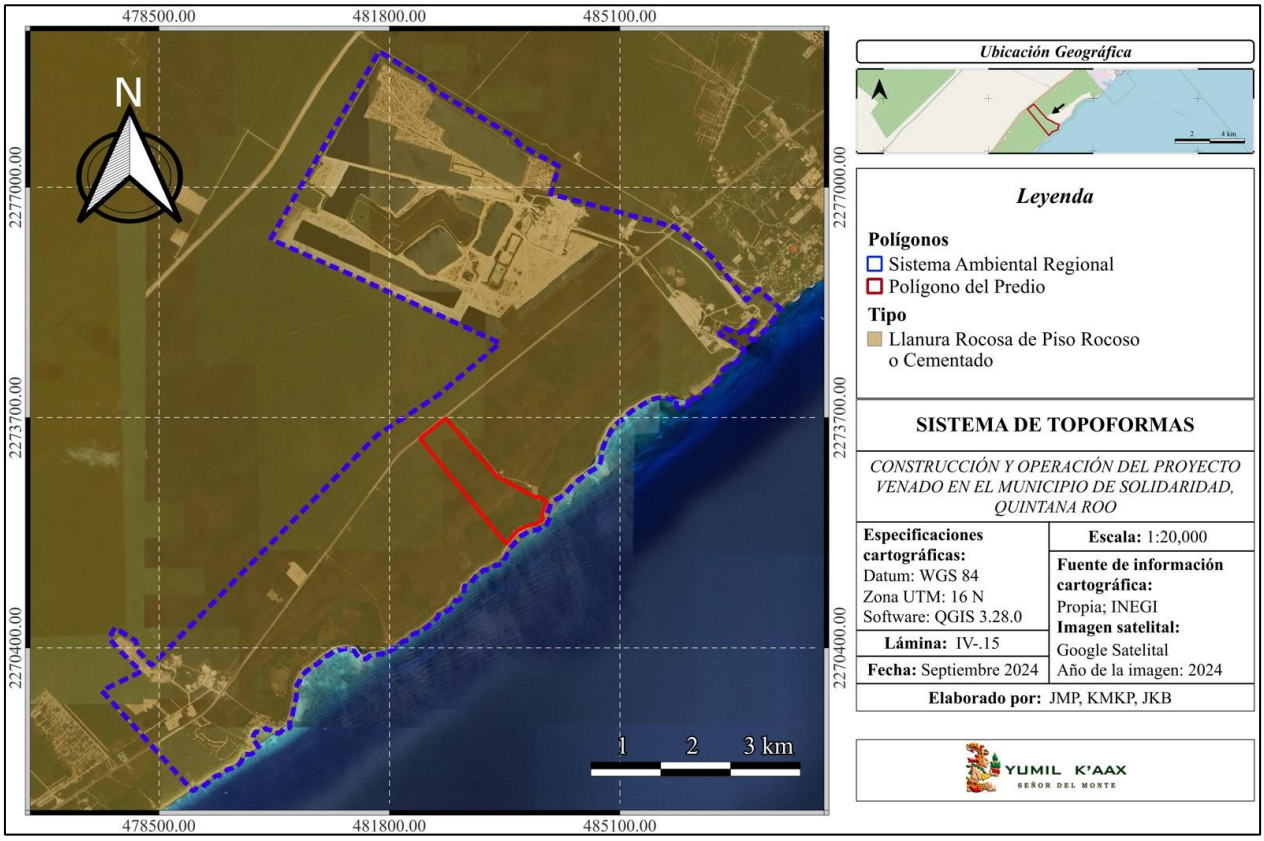


Lámina IV.20. Distribución de los sistemas de topoformas localizados en la UHF.

A continuación, se describen las características principales del sistema de topoformas que se distribuye en el SAR delimitado para el proyecto.

Llanura rocosa de piso rocoso o cementado:

Este tipo de relieve ocupa la mayor parte del norte del acuífero kárstico de la Península de Yucatán, comprende una franja de aproximadamente 50 km de ancho la cual se va reduciendo en dirección al oeste. La fisiografía de esta llanura corresponde a una penillanura de roca caliza con un suelo joven poco desarrollado. Además de esta, cuenta con dos zonas más de extensión, la primera de estas abarca desde Cancún hasta Bahía de la Ascensión y la segunda se localiza al oeste, en las inmediaciones de Tikinmul en el estado de Campeche.

IV.2.1.5 Tipos de Suelo

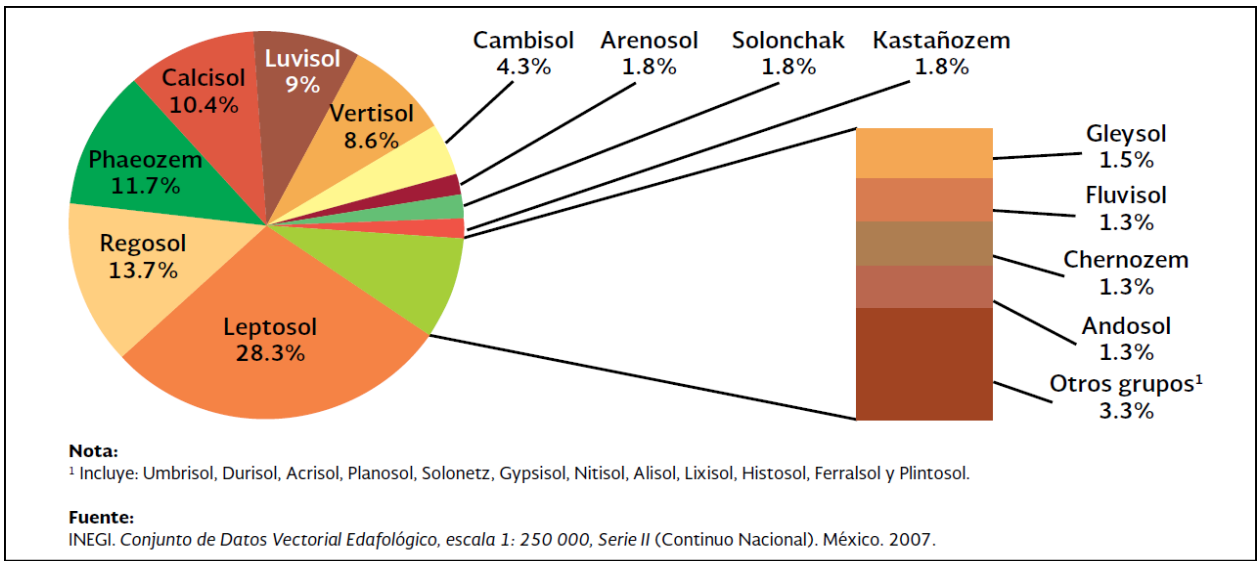
De acuerdo con la guía para la interpretación de cartografía Edafología Serie III del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2015), podemos definir al suelo como, "cualquier material suelto en la superficie de la Tierra, capaz de sustentar la vida". Siendo así, el resultado 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, 1998), definió el recurso del suelo como: "Un cuerpo natural continuo el cual tiene tres dimensiones espaciales y una temporal". Dichas características rigen el comportamiento del suelo y son:

- Su formación: que se constituye por minerales y elementos orgánicos, que se encuentran en fases sólidas, líquidas y gaseosas.
- Sus componentes: (minerales y orgánicos), 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, de sus dinámicas y de sus propiedades actuales. Al conocer las estructuras del suelo, podemos facilitar la percepción de sus características físicas, químicas y biológicas.
- De esta manera, sus características minerales, orgánicas y las estructuras que conforman su morfología, indican que el recurso está en constante evolución, dando así al suelo su cuarta dimensión el tiempo.

Conocer el tipo de unidad del suelo y sus características (horizontes, profundidad, textura, etc.), es esencial para comprender la relación del recurso con los demás aspectos que integran un sistema ambiental. Asimismo, podremos conocer el grado de erosión que se presenta y pudiera presentar después del desarrollo del Proyecto, y con ello poder implementar medidas que mitiguen su degradación.

Con base en, lo descrito por el INEGI (2007), en México existen 26 de los 32 grupos de suelo reconocidos por el Sistema Internacional Base Referencial Mundial del Recurso del Suelo (IUSS, 2007). Dominan los Leptosoles (28.3%), Regosoles (13.7%), Phaeozems (11.7%), Calcisoles (10.4%), Luvisoles (9%) y Vertisoles (8.6%) que, en conjunto, ocupan 81.7% de la superficie nacional.



Gráfica VI.4. Suelos característicos de la República Mexicana. Fuente: INEGI, 2007.

Para la clasificación de los suelos se utilizó el sistema internacional Base Referencial Mundial del recurso del Suelo publicado en 1999 por la Sociedad internacional de las Ciencias del Suelo, Centro Internacional de referencia e información en Suelos (ISRIC) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO/UNESCO). (INEGI, 2007)

Para representar los tipos de suelo presentes en el SAR, se utilizó el conjunto de datos vectoriales de la carta Edafológica Cozumel escala 1: 250,000 serie II (INEGI 2007). En términos generales la información contenida en dicha carta, muestra la representación de los objetos geográficos en Unidades Edafológicas, mediante polígonos que muestran la asociación de hasta tres grupos de suelo, así como las características morfológicas, propiedades físicas y químicas, limitantes más severas al uso y manejo, tales como: profundidad somera, pedregosidad, salinidad, textura fina y gruesa de los 30 cm superficiales, etc.

Se señalan a continuación los grupos principales de suelo que se distribuyen en la región, mencionando su textura, distribución, pedregosidad y la superficie que abarca respecto al SAR.

Tabla IV.20. Grupos primarios de suelo dentro del SAR.

Grupo 1ro de Suelo / Entidad	Clave	Textura	Área (ha)	Porcentaje*
Arenosol	AR	Fina	395.579	11.55
Leptosol	LP	Media/ Fina	3,029.347	88.45

*Porcentaje con respecto a la superficie total del SAR.

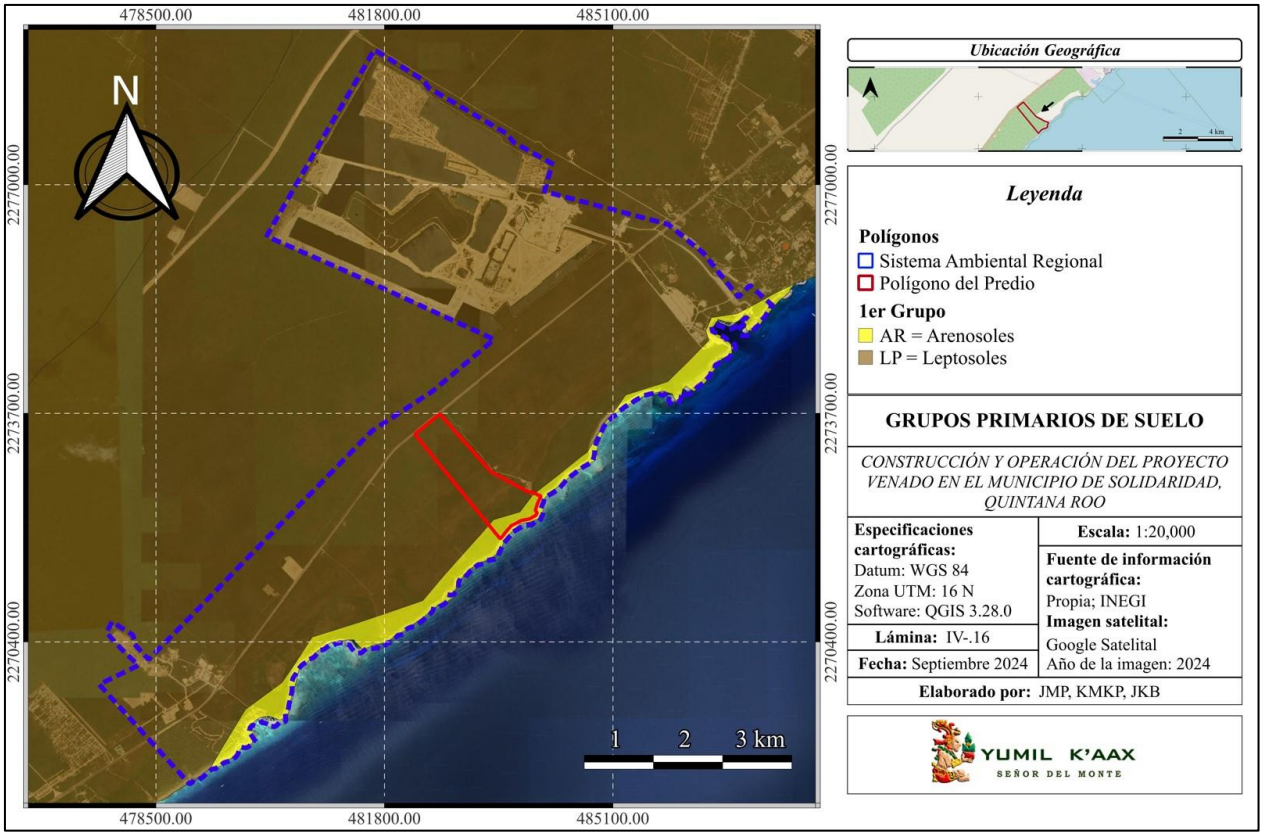


Lámina IV.21. Grupos primarios de suelo que se distribuyen en la UHF.

A continuación, se describen los grupos principales de suelo que se identificaron.

- **Leptosol**: Nombrado como Litosol en otras clasificaciones, se trata del suelo con mayor extensión dentro de la península, su textura varia de media a fina, presentando coloraciones que van desde el café oscuro al negro, cubriendo los afloramientos de las rocas calizas, Se considera un suelo somero al no rebasar los 25 cm de profundidad. Debido a la cantidad de calcio que presentan, los minerales pueden quedar inmovilizados, lo cual junto con su poca profundidad y alta pedregosidad, limita su uso agrícola.
- **Arenosol**: Suelos con un porcentaje mayor al 85% de arena, 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 se caracterizan por una buena permeabilidad debido a su textura fina, que impide la infiltración del agua al acuífero, de igual forma no contienen un alto nivel de nutrientes en su composición. Sin embargo, ofrecen una facilidad de labranza y por sus características permite el enraizamiento para el desarrollo de vegetación pionera (formas de vida herbáceas).

Suelo Característico del Predio

Para el caso específico del predio se identificaron dos tipos de suelo de acuerdo con la clave WRB y con base en la carta edafológica del INEGI (2007) en su Serie II, siguiendo la clasificación de la FAO/ UNESCO (2006), modificada por el INEGI para su uso en el país.

Tabla IV.21. Suelos identificados dentro del predio.

Clave WRB	Textura	Área (m2)	Área (ha)	Porcentaje
Arcaso/1	Gruesa	147,378.42	14.738	13.211
LPhurz+LPhuli+PHchlep/2	Media	968,214.24	96.821	86.789
Sup.Total		**1,115,592.66**	**111.559**	**100.00**

AR=Arenosol; LP=Leptosol.

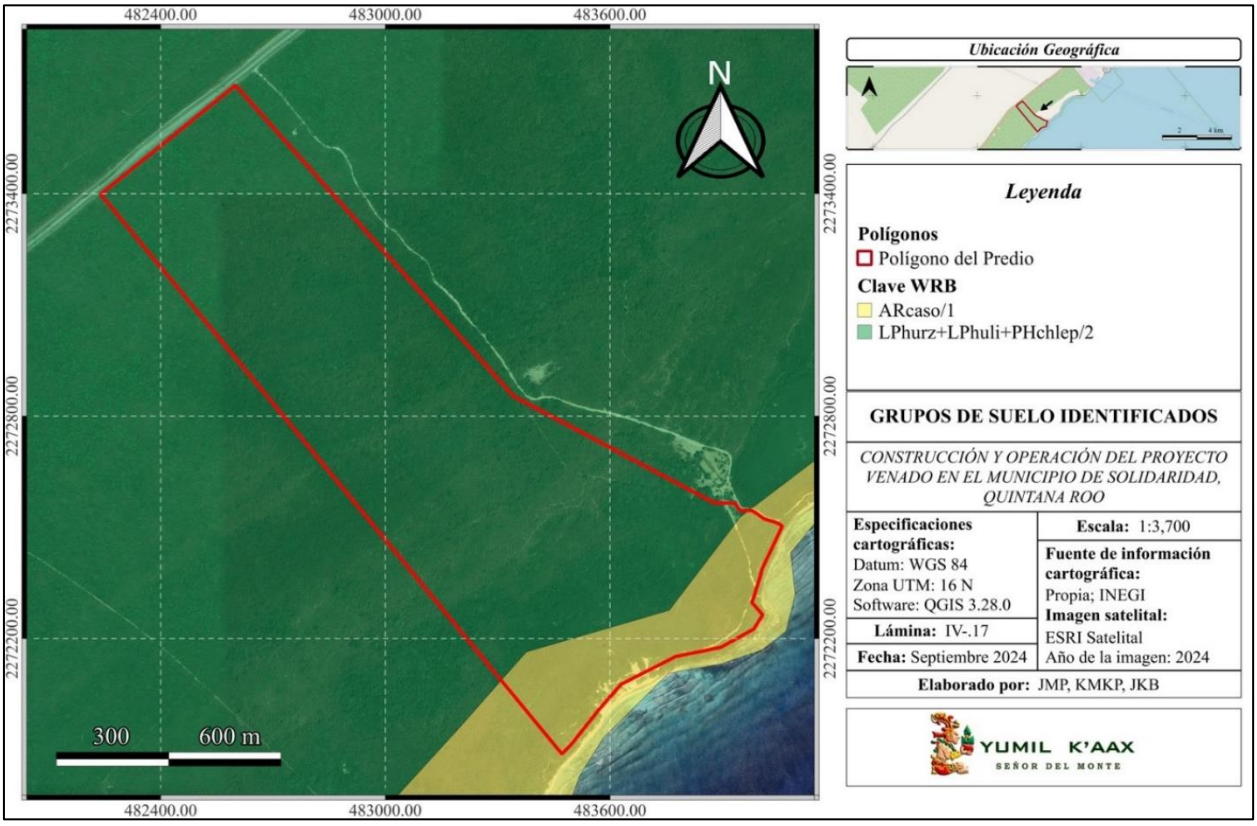


Lámina IV.22. Grupos de suelo presentes en el predio.

Calificadores

De acuerdo con, el INEGI en su Guía para la Interpretación de Cartografía Edafológica Serie III (INEGI, 2015), para los calificadores principales y suplementarios del suelo presente en el predio, se describe lo siguiente:

- **Húmico (hu)**: Del latín *humus* (tierra). Son suelos ricos en carbono orgánico que tienen en promedio 1% o más en los primeros 50 cm de profundidad. Cuando contiene más del 5% se denomina "hiperhúmico". En caso de los suelos Leptosoles deben de contener más del 2% de carbono orgánico.
- **Lítico (li)**: Del griego *lithos* (piedra). Son suelos limitados por roca dura y continua a menos de 10 cm de profundidad. El caso más extremo es el afloramiento rocoso que se denomina nudilítico y tecnolítico.
- **Chérnico (ch)**: Del ruso *chorniy* (negro): Suelo que mantiene un horizonte relativamente grueso, negruzco con alta saturación de bases, alta actividad biológica y un contenido de materia orgánica de moderado a alto.
- **Sódico (so)**: Suelos con elevadas concentraciones de sodio o magnesio en los 50 cm superficiales. La concentración es de 15% o más de sodio, o al menos 50% de sodio y magnesio a la vez. Se denomina hiposódico (sow) cuando tiene al menos 6 % de saturación de sodio o hipersódico (soh) cuando tiene más de 40 % de saturación.
- **Calcárico (ca)**: Suelos con más del 2 % de carbonato de calcio. No tiene las propiedades específicas del horizonte cálcico.

Perfil de Suelo

De este modo podemos describir al suelo del área de interés como: un suelo extremadamente joven, con un uso potencial agrícola orientado al cultivo de hortalizas y granos, sin horizontes complejos y una profundidad muy limitada, de textura media y altos componentes orgánicos. Asimismo, se señala que el predio se sitúa en una zona previamente impactada por lo que, su grado de erosión se debe a este factor y a su aprovechamiento histórico. El riesgo de degradación por la erosión hídrica y eólica es alto, sin embargo, al implementar las medidas de mitigación y prevención que se tienen contempladas durante el desarrollo del Proyecto, se prevé que no haya un aumento en la degradación del recurso.

En cuanto al suelo del tipo arenosol, podemos describirlo como un suelo extremadamente joven, con un uso agrícola limitado debido a su bajo rendimiento y susceptibilidad a la erosión. Presenta un material parental de textura gruesa de tipo arena-franca, con una permeabilidad baja debido a su poca retención de agua.

El resumen de las características del suelo predominante identificado en el predio, se presenta en el siguiente perfil:

Tabla IV.22. Perfil y características de los grupos de suelo identificados

Lphurz+Lphuli+Phchlep/2	**Grupos de Suelo**		
	1er Grupo	2do Grupo	3er grupo
Clave (WRB)	Lphurz	Lphuli	Phchlep
Suelo Dominante	Leptosol	Leptosol	Phaeozem
Calf. Primario	Húmico	Húmico	Chérnico
Calf. Suplementario	Réndsico	Lítico	Léptico
Componentes %			
Arena	0 a 20%	0 a 20%	0 a 10%
Arcilla	> 50%	> 50%	> 60%
Limo	20 a 40%	30 a 50%	> 35%
Características			
Horizonte	AR; ACskR	ABwC; AhACC; ABk	AhBt; Ah+B+C
Textura	Migajón Arcilloso Arenoso	Migajón Arcillosa	Arenosa
Clima/Ambiente	Tierras en altitud media o afloramientos calizos.	Tierras en altitud media o afloramientos calizos.	Semisecos y húmedos (tierras tropicales).
Coloración	Tonos de café	Tonos de café	Negruzca
Profundidad	10 a 60 cm	< 10 cm	10 a 60 cm
Material Parental	Roca continua, materiales no consolidados con menos del 20% de tierra fina	Roca continua, materiales no consolidados con menos del 20% de tierra fina	Materiales no consolidados, básicos, eólicos (loess), glaciario.
Connotación	Suelos someros y pedregosos	Suelos someros y pedregosos	Suelos oscuros ricos en materia orgánica.
Desarrollo del Perfil	Roca continua cerca de la superficie, muy gravillosos.	Roca continua cerca de la superficie, muy gravillosos.	Horizonte móllico, sobre un horizonte subsuperficial cámbico o árgico.
Limitantes	Susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica alta.	Susceptibilidad a la erosión hídrica y eólica alta.	Riesgo alto de degradación por erosión e inundaciones.

IV.2.1.6 Hidrología

De manera general, la Península de Yucatán cuenta con condiciones y elementos hidrológicos similares, entre los cuales resaltan, la falta de corrientes superficiales debido al relieve casi nulo de la región, la naturaleza calcárea del terreno, así como la composición de los suelos que mantienen una cierta impermeabilidad, los cuales se ubican en el centro y norte de la Península.

Hidrología Superficial

A continuación, se realizará una descripción de las características generales de la Región Hidrológica Administrativa (RHA), Región Hidrológica (RH) y la Cuenca Hidrológica en donde se sitúa el SAR.

Tabla III.23 Ubicación hidrológica del SAR

Región Administrativa	Región	Cuenca	SAR	Superficie del SAR
XII-. Península de Yucatán	32-. Yucatán Norte	32A-. Quintana Roo	Polígono delimitado en el presente estudio	3424.926 ha

- **RHA XII "Península de Yucatán"**: Cuenta con una extensión territorial total de 139,897 km2, en dicha región se presenta una precipitación anual que varía desde los 458 mm, hasta 1,615 mm al año. Las RHA se subdividen en Regiones (RH), para el caso de la RHA XII son RH 31 (Yucatán Oeste), RH 32 (Yucatán Norte) y RH 33 (Yucatán Este).

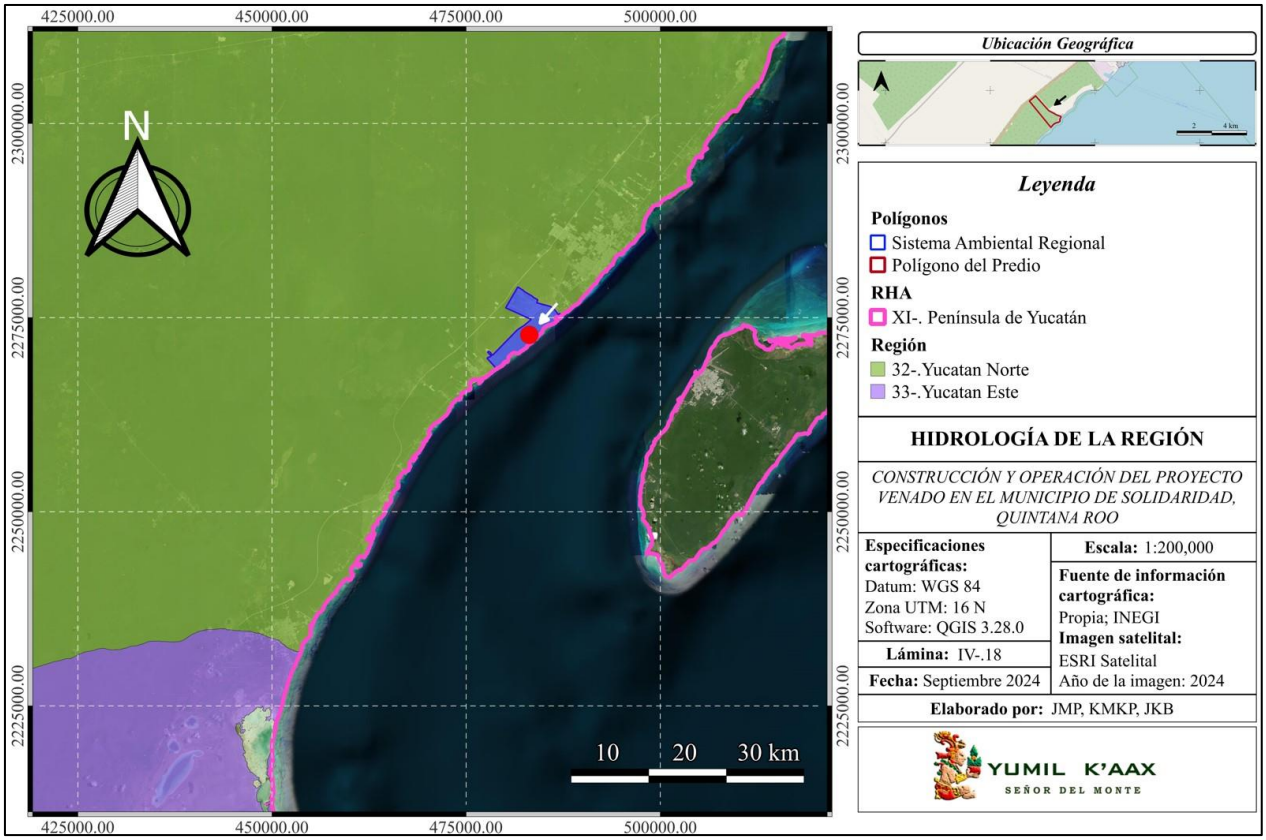


Lámina IV.23. RHP y RH en las que se sitúa el SAR.

- **RH 32 Yucatán Norte**: Esta región abarca, además del estado de Quintana Roo parte de Yucatán y Campeche, con una superficie total de 56,443 km2. Se caracteriza por la nula presencia de corrientes superficies debido a la naturaleza calcárea del terreno que presenta una mayor permeabilidad y al relieve del terreno sensiblemente plano.
- **Cuenca 32A Quintana Roo**: Ubicada al norte del estado, ocupa el 31% de la superficie estatal e incluye a las islas de Cozumel, Isla Mujeres y Contoy. La temperatura media oscila entre los 26º C con una precipitación que va desde los 800 mm en el norte a más de 1,500 al sueste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 %, excepto en las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20 %, debido a la presencia de arcillas y limos. No existen corrientes superficiales por la alta infiltración en el terreno y su escaso relieve, así como cuerpos de agua de gran relevancia, solo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como aguadas.

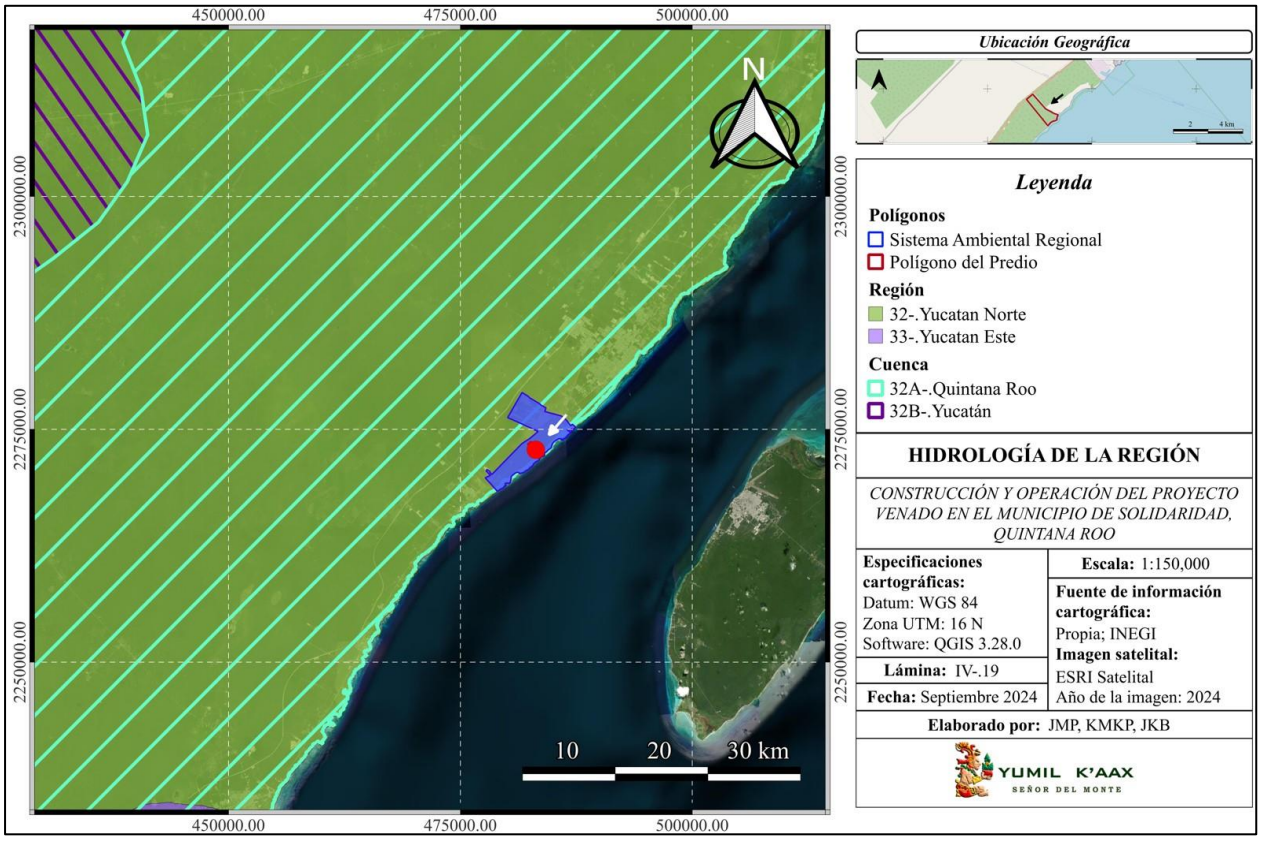


Lámina IV.24. RH y Cuenca Hidrológica en las que se sitúa el SAR.

Hidrología Subterránea

La Península de Yucatán presenta rasgos estructurales, características de formaciones kársticas, las cuales evolucionan como resultado de la acción erosiva del agua sobre las formaciones calizas que actúan sobre la piedra, disolviéndola, lo cual, tras largos periodos de tiempo, deriva en la formación de cámaras o cavidades subterráneas, conocidas como conductos de disolución. Debido a estas condiciones, no es posible la presencia de corrientes superficiales importantes, por lo que gran parte de la precipitación pluvial se evapotranspira y el resto se infiltra al manto subterráneo a través de fracturas, oquedades y conductos kársticos de las rocas calizas.

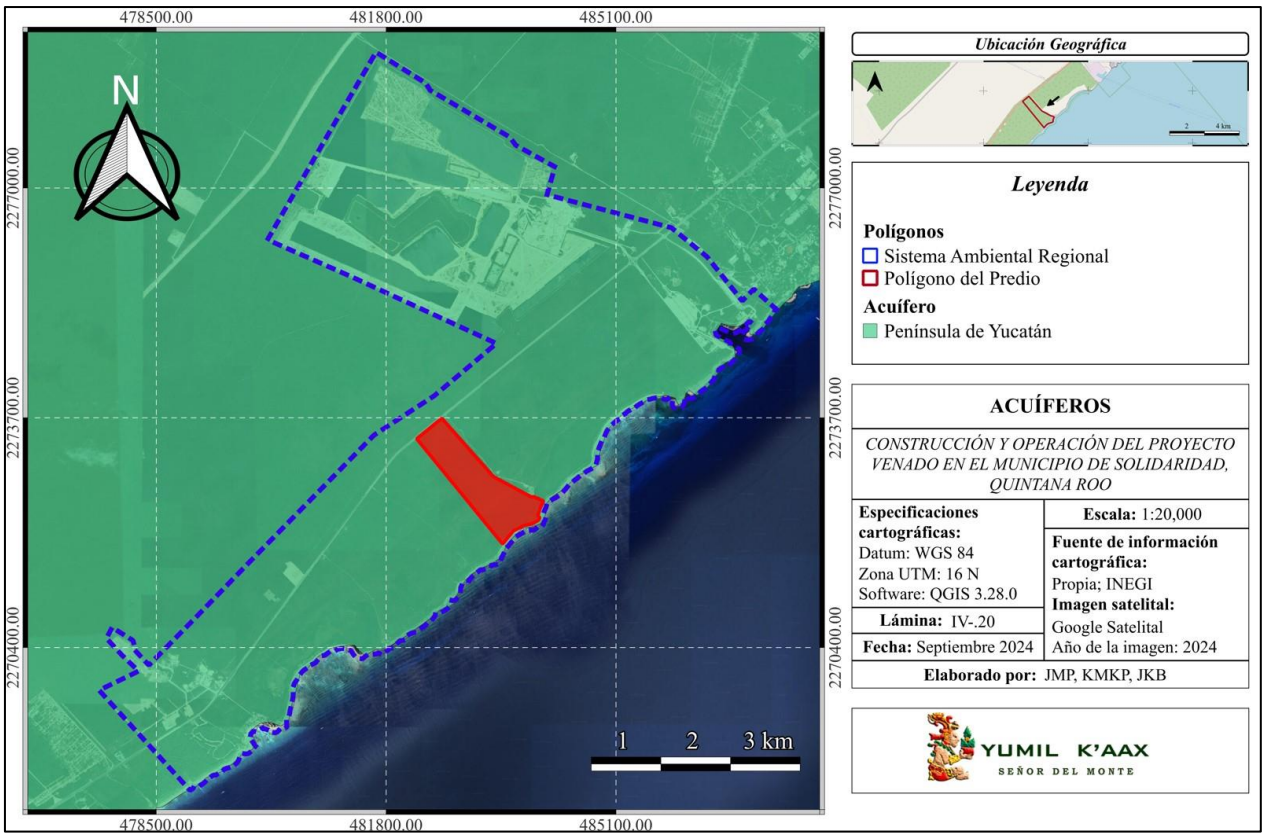


Lámina IV.25. Acuífero donde se ubica el SAR.

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.

El acuífero presenta una marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. La mayor parte de la superficie del estado de Quintana Roo, presenta llanuras con un notable desarrollo kárstico al que debe su gran permeabilidad, la cual se manifiesta en la superficie en forma de cenotes; asimismo, en las áreas con presencia de lomeríos, la red de drenaje subterráneo esta menos desarrollada que en la llanura y no muestra manifestaciones de importancia para el terreno.

Dicho 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.

III.1.6.3. 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 contener agua. Dentro del SAR se identificó la unidad geohidrológica denominada como: material consolidado con permeabilidad alta.

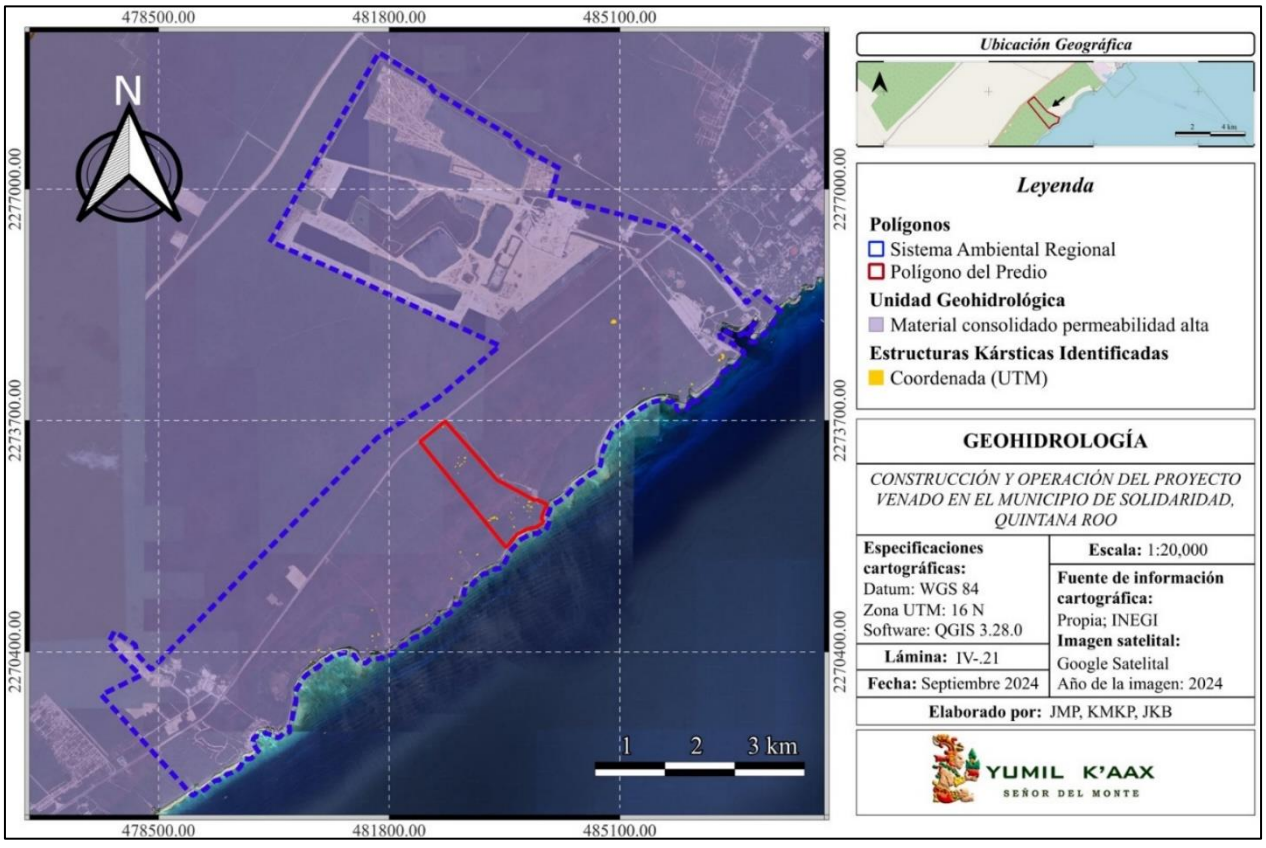


Lámina IV.26. Unidades geohidrológicas dentro de la UHF.

Tabla IV.24. Unidades Geohidrológicas dentro de la UHF.

Unidad	Superficie (ha)	Porcentaje %
Material no consolidado con permeabilidad baja	3424.926	100

Esta unidad incluye las formaciones litológicas compuestas por areniscas y conglomerados terciarios, areniscas del Cretácico Superior y tobas arenosas del Terciario. Es la unidad de mayor extensión en la región y en toda la península, en algunas áreas donde se distribuye esta unidad, el proceso kárstico es tan avanzado que la infiltración del agua es casi total. La presencia de estructuras kársticas de importancia como fracturas y dolinas secas e inundables a lo largo de la microcuenca indican la infiltración casi total del agua al acuífero por lo que la presencia de cuerpos de agua superficiales como lagos o ríos es casi inexistente.

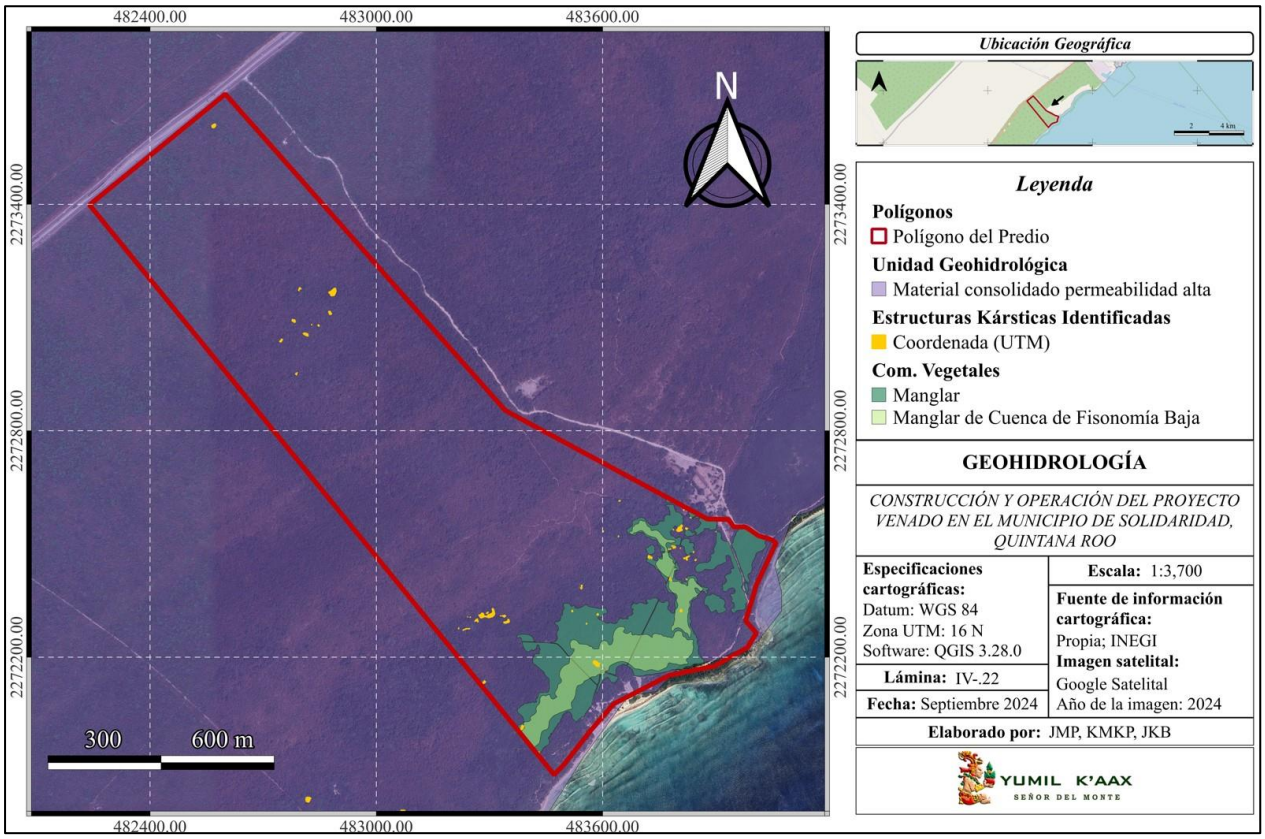


Lámina IV.27. Estructuras kársticas identificadas en el predio.

Como se muestra en la lámina anterior, las comunidades de mangle se aglomeran en el área costera del predio, donde se encuentra una cuenca con una depresión promedio de -2 a -6 m.s.n.m. compuesta por rocas calizas que favorecen la captación del agua hacia el acuífero. Cabe señalar que la totalidad de la superficie de las comunidades de manglar será destinada como área de conservación, lo que permitirá asegurar las

condiciones actuales de los elementos que conforman la cuenca y el humedal presente en el área de interés. Asimismo, no todas las estructuras kársticas identificadas cuentan actualmente con una conexión al manto freático, siendo la cuenca del predio previamente mencionada el área donde se concentran la mayor cantidad de elementos kársticos con conexión al acuífero.

IV-.2.1.7 Riesgos, Peligros 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.

El municipio de Solidaridad ha tenido diversas afectaciones a los ecosistemas en los últimos años, fundamentalmente por los huracanes (ciclones) y tormentas tropicales, arrastre de sedimentos y diminución de territorio por asentamientos humanos, lo que ha registrado con frecuencia afectaciones derivadas de las actividades humanas que se focalizan en la misma zona insular y al sureste de la zona continental (otros municipios), como la deforestación y contaminación, particularmente generada por tiradero de residuos a cielo abierto, asentamiento urbanos y avance de la frontera agrícola.

Riesgos y Peligros de Origen Meteorológico

Debido a la ubicación del SAR, las afectaciones por fenómenos meteorológicos son comunes, 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 a los factores ambientales dentro del área de interés, tales como: la distribución y características vegetales en las costas que actúan como una barrera, ayudando a disipar las corrientes de aire y mitigar los

daños que pudieran ocasionar tormentas tropicales o huracanes; la falta de infraestructura vulnerable en zonas o poblados de la microcuenca; la capacidad de los humedales propios de la región para atenuar las inundaciones y las campañas de atención que se realizan en los municipios del estado; durante las temporadas de ocurrencia, la vulnerabilidad social se mantiene en un rango bajo.

Ciclones Tropicales

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.25. 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.
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.

Categoría	Presión central (milibares)	Marea de tormenta (metros)	Vientos (km/h)	Afectaciones potenciales
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.26. Aspectos destructivos de ciclones tropicales.

Aspectos destructivos de los Ciclones tropicales	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.
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

Aspectos destructivos de los Ciclones tropicales	Características
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.

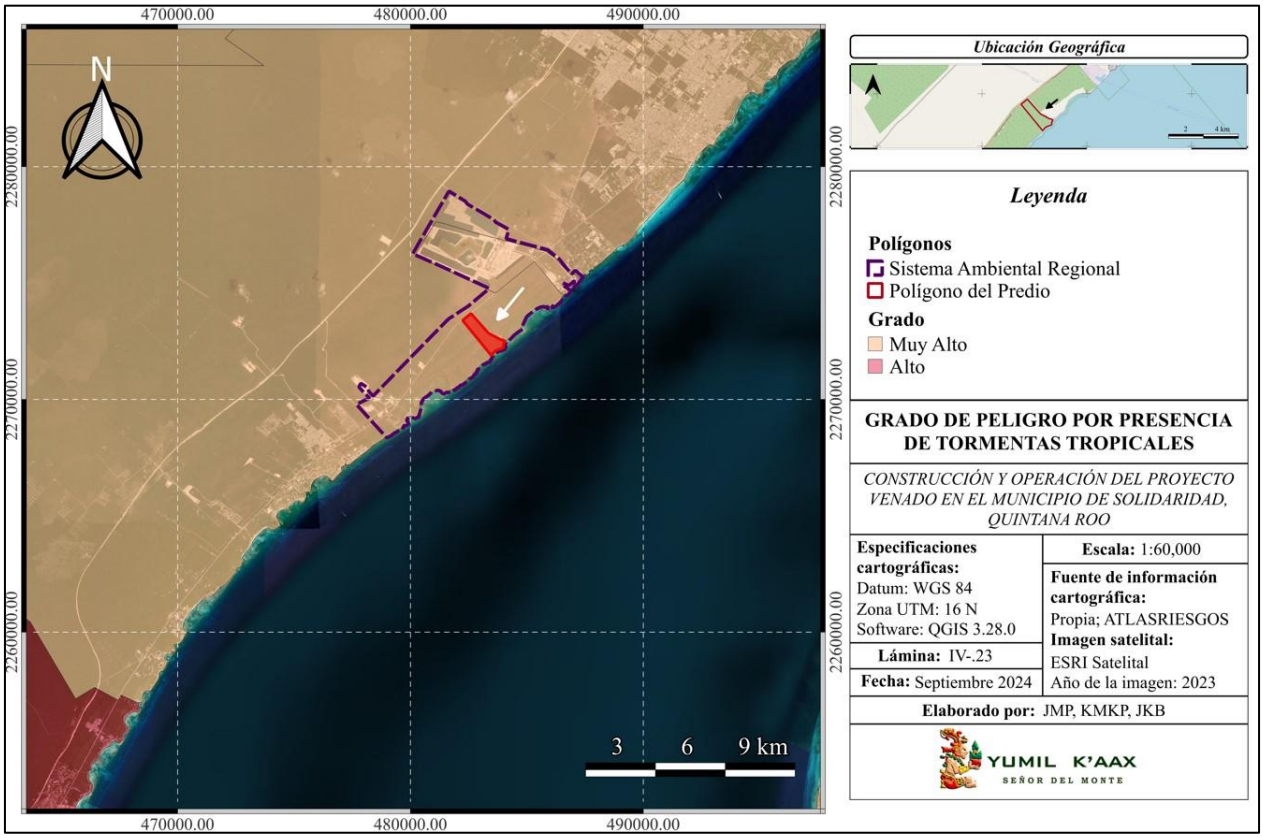


Lámina IV.28. Grado de peligro por presencia de tormentas tropicales en los municipios del SAR.

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 SAR, oscila entre muy alto y alto. Para el municipio de Solidaridad, donde se ubica gran parte del SAR, el grado al peligro por ciclones tropicales se mantiene en un rango muy 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.

Sequías

Debido a la ubicación del SAR, y sus condiciones climatológicas (velocidad y orientación del viento, humedad del ambiente de entre 60 a 80 % durante todo el año, 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.

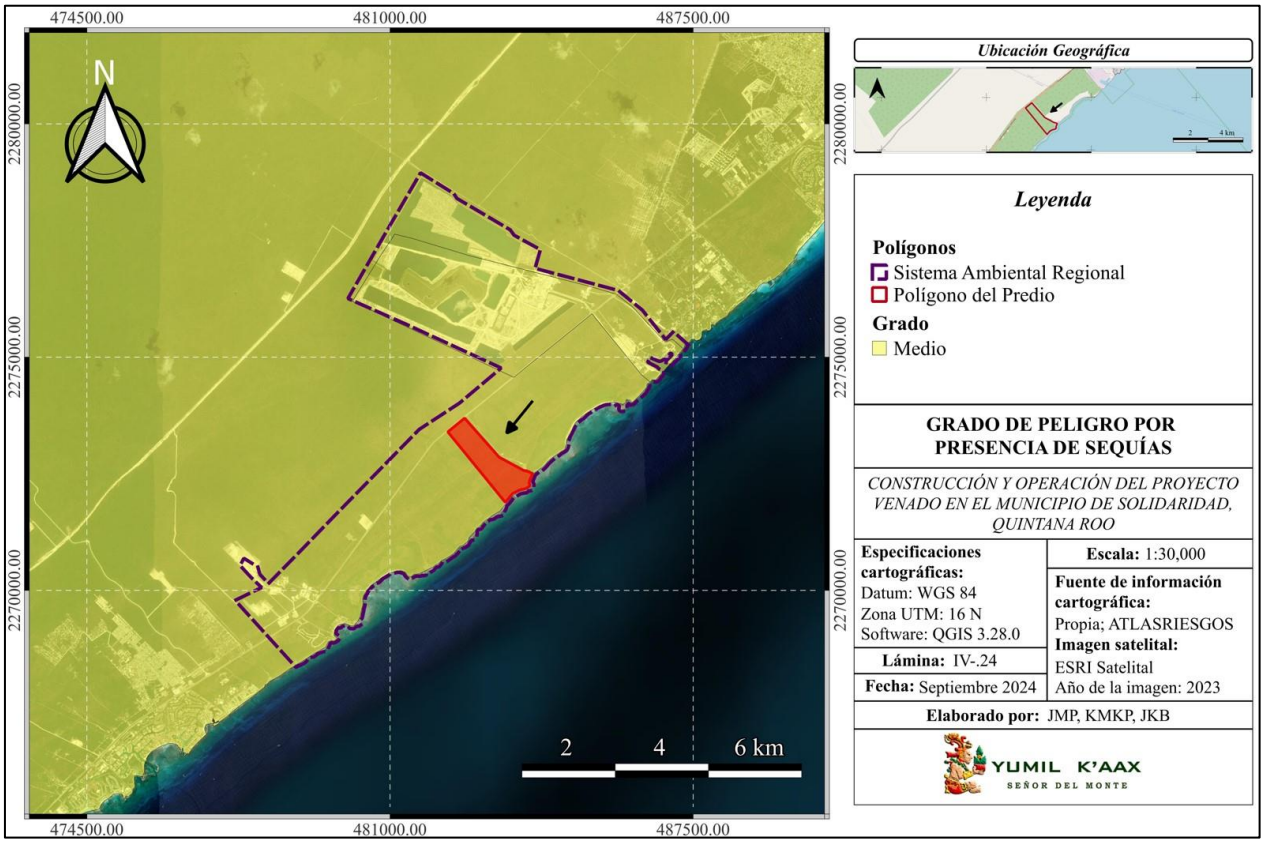


Lámina IV.29. Grado de peligro por sequía registrado en el SAR.

Tabla IV.27 Clasificación de las Sequías

Tipo	Características
Sequía Meteorológica	Se presenta en un período de tiempo cuando la lluvia registrada es menor al promedio
Sequía Hidrológica	Se presenta en un período de tiempo cuando los escurrimientos tanto superficiales como subterráneos están por debajo del promedio
Sequía Agrícola	Se presenta en un período de tiempo cuando la humedad contenida en el suelo es insuficiente para producir una cosecha.

El tipo de sequía que se presenta en la región es la Meteorológica. 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). De acuerdo con el Atlas de Riesgo del estado, los municipios que integran el SAR cuentan con un registro medio al peligro por sequías.

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. De esta manera el grado de peligro por inundaciones, en el municipio de Solidaridad se mantiene en muy alto, con base en el Atlas de Riesgo del estado. Cabe mencionar que, debido a la existencia de corriente de agua subterránea, también es posible que el acuífero se sature por lluvias extremas, teniendo fuertes salidas de agua dulce hacia el mar y provocando la saturación del suelo por el incremento del agua subterránea, generando retención de agua en sitios con depresión muy marcada.

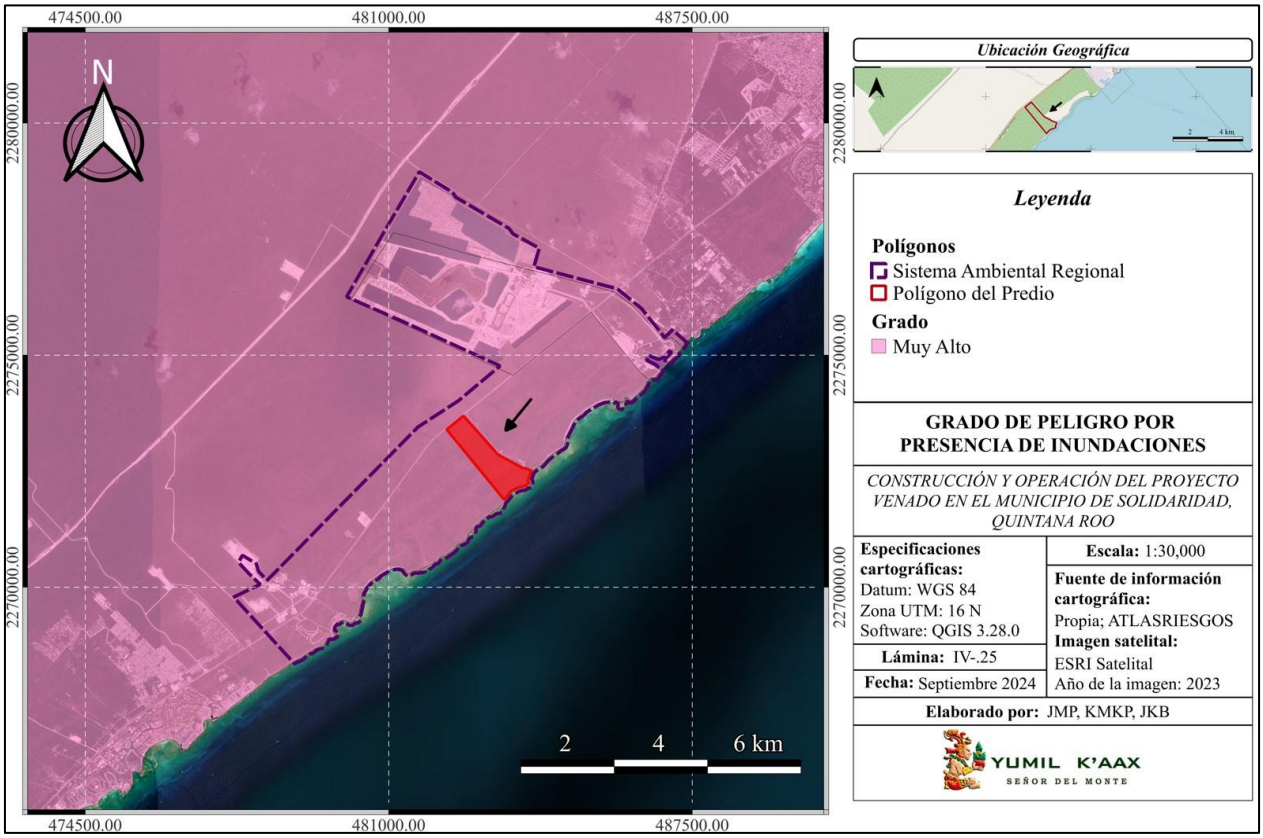


Lámina IV.30. Grado de peligro por inundaciones en los municipios del SAR.

Riesgos y Peligros de Origen Geológico

Debido a las características geológicas previamente descritas y a escaso relieve presente en la microcuenca, el riesgo geológico es considerado bajo, ya que no existen fallas activas que generen movimiento en el terreno. Asimismo, no cuenta con zonas de gran elevación de las cuales se pudieran generar deslizamientos de tierra. No obstante, debido a la naturaleza kárstica del territorio se presentan oquedades de diversos tamaños las cuales sí pudieran representar un riesgo al ser muy probable que sus techos colapsen por debilitamiento estructural.

Tabla IV.28. Clasificación de riesgos y peligros de origen geológico que pudieran presentarse en el SAR.

Se Clasifican en	Características	Presencia en la microcuenca
Fallas y Fracturas	EL SAR 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	No se han encontrado antecedentes de fallas geológicas que impacten en los municipios que inciden en el SAR.

Se Clasifican en	Características	Presencia en la microcuenca
	formaciones kársticas (calizas) que le cubren y a la total ausencia de corrientes de aguas superficiales. 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.	
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 se presente en el área de interés.	No se han encontrado antecedentes que impacten en los municipios que inciden en el SAR.
Tsunamis o Maremotos	A pesar de la ubicación geográfica del SAR, este no está considerado dentro de la zona de tsunamis, durante los meses de enero y febrero del 2010, se recibieron 12 alertas sobre la presencia de fenómenos de este tipo en el municipio isla, según el capitán de Puerto, Ismael González Gil, a raíz del temblor de Haití, registrado el pasado 12 de enero del mismo 2010. 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 antecedentes que impacten en los municipios que inciden en el SAR.
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 SAR, presenta una gran planicie con una leve inclinación no mayor del 0.01 % con pendiente de dirección	Debido a la ubicación geográfica, así como las características del relieve el SAR no presenta riesgo o vulnerabilidad ante fenómenos de vulcanismo.

Se Clasifican en	Características	Presencia en la microcuenca
	Oeste a Este hacia el Mar Caribe en la que no se encuentran elevaciones de importancia.	
Deslizamientos	En el territorio no se presentan elevaciones del terreno significantes que pudieran ocasionar deslizamiento. Además de esto, el SAR 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 SAR.
Derrumbes	EL SAR no se encuentra dentro de zonas montañosas, por lo que no es susceptible de sufrir derrumbes.	Por la ubicación geográfica este fenómeno natural se descarta como generador de riesgo y vulnerabilidad en el SAR.
Flujos	Las características geológicas e hidrológicas de la Península permiten reconocer cuatro zonas geohidrológicas en el estado de Quintana Roo, en el que la microcuenca se encuentra dentro de la zona geohidrológica conocida como Planicie Interior; siendo la dirección del flujo del agua subterránea hacia el Norte. Las características de esta caliza marina de esta planicie en la microcuenca dan lugar a un gran fracturamiento, alta disolución y permeabilidad en la zona por lo que en su superficie caliza se presenta la percolación de las aguas de lluvia y la presencia de una zona de saturación con mayor o menor velocidad de circulación, ocasiona que las aguas desagüen en el mar. La ausencia de corrientes superficiales que son características geográficas del estado de Quintana Roo, se debe a la alta permeabilidad del suelo, debido a que un porcentaje muy elevado del agua pluvial se infiltra a las capas inferiores, creando corrientes subterráneas, las cuales se reflejan a través de cenotes, lagunas y aguadas. No obstante, existen áreas impermeables que permiten la formación de llanuras de inundación, las cuales permanecen temporal o permanentemente inundadas (Merino y Otero, 1983; INEGI, 2002).	Debido a las características del suelo kárstico en el SAR no se presentan flujos ni corrientes superficiales de agua.
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:	Para el caso del SAR no se encuentran casos registrados que permitan su diagnóstico y análisis.

Se Clasifican en	Características	Presencia en la microcuenca
	• 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. • Por su parte, las causas de los colapsos implican el fallo de la estructura geológica que sostiene una porción del terreno bajo el cual existe una cavidad, lo que puede venir motivado por la disolución de las rocas (por efecto de karstificación) hasta el límite de la resistencia de los materiales o el vaciado de acuíferos o en general el debilitamiento por meteorización física o química de una estructura que alberga una cavidad. El aprovechamiento de los recursos naturales (actividad minera, explotación de acuíferos) también puede inducir colapsos.	
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). 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	El área donde se ubica el SAR cuenta con un litoral costero con presencia de roca y arena; por ello, las playas arenosas están más expuestas a la erosión por pérdida de arena que las playas de roca, las cuales su degradación es más lenta por acción del oleaje y mareas.

Se Clasifican en	Características	Presencia en la microcuenca
	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.	
Erosión Costera	El Peligro y Riesgo por Erosión costera en el SAR 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. Algunas de las causas antropogénicas y otros originados de forma natural. Causas antropogénicas son: • Construcción masiva de hoteles y vías, y la constante invasión de la duna litoral que incluye las playas. • Cierre de las bocas y canales que comunicaban el sistema lagunar Nichupté con el Mar Caribe. • Falta de políticas públicas relacionadas a la conservación de playas.	En el caso del SAR la erosión en la línea de costa se debe, principalmente, a los efectos de los fenómenos hidrometeorológicos, que como consecuencia conllevan sedimentación, salinización, desertificación y sequías, que influyen en la transformación de la línea de costa. En otras palabras, cuando la fuente principal de sedimento que se incorpora a la costa se reduce o deja de facilitar material, el mar sigue transportando material a lo largo de la costa que lo de toma de la playa, y causa erosión sino llega material de reposición. La dinámica litoral puede comportar procesos de erosión costera que se manifiestan especialmente en las costas arenosas por las pérdidas de la propia arena y, por tanto, la destrucción de las playas. Sin embargo, esta misma dinámica puede conducir a la acreción costera, es decir, a la sedimentación, que también puede suponer un riesgo importante por el consiguiente avance de las llanuras costeras hacia el mar que fuerza el traslado de las actividades humanas vinculadas al litoral. En el SAR, su área litoral se ve afectada todo el año,

Se Clasifican en	Características	Presencia en la microcuenca
	• Ausencia de un manejo costero integrado. Causas debidas a la naturaleza: • Pérdida de arrecifes en algunos sectores por huracanes. • Eventos climatológicos extremos, como la niña, ciclones, huracanes, entre otros. La principal fuerza que provoca los diferentes cambios a las zonas costeras es el movimiento de las grandes masas de agua por medio de las olas, las corrientes y las mareas. Otros fenómenos excepcionales que pueden provocar un efecto sobre las zonas costeras son los tsunamis o la variación del nivel del mar (eustatismo). El oleaje es el principal agente que contribuye a que se den el mayor número de zonas en situación de riesgo. Sin embargo, para afirmar que existe erosión costera debemos conocer cuál ha sido la relación de pérdida de sedimento en el sistema litoral. Con esto nos referimos no solo al elemento playa, el cual forma parte de este sistema, sino también a las cuencas fluviales, fondos marinos, bahías, entre otros. En el SAR los factores condicionantes y desencadenantes que determinan la aparición de amenazas por parte de la dinámica costera, se deben principalmente al tipo de roca que conforma su litoral, a la disposición estructural de la línea de costa y a su morfología. Además de la típica rotura producida por el oleaje, las corrientes o las mareas. Así como a fenómenos extremos hidrometeorológicos como ciclones o huracanes, muy frecuentes en el municipio por su ubicación geográfica, los cuales tienen consecuencias: aumento del nivel del mar, lluvias fuertes y oleaje elevado y destructivo que pueden desencadenar ciertas amenazas sobre la franja litoral.	principalmente en los meses de la temporada de huracanes en el océano Atlántico, debido a inundaciones generalizadas de la zona costera a causa del oleaje provocado por lluvias fuertes o vientos huracanados.
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.	Al no existir un registro confiable en este apartado, para llevar a cabo edificaciones en esta parte del SAR, es necesario un estudio de mecánica de suelos exhaustiva para determinar la existencia o no de cavidades significativas que presenten algún riesgo a los posibles habitantes de unidades particulares a establecer.

IV.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 Regional, 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 ha sido de gran interés por sus paisajes atractivos, esto debido a su particular ubicación, ya que se encuentra en la zona del Mar Caribe, además de tener frontera con Guatemala y Belice; por lo que sus selvas, dunas costeras y arrecifes presentan un gran atractivo visual; aunado a la parte cultural, con zonas arqueológicas y tradiciones pertenecientes a la cultura maya.

Quintana Roo se encuentra dentro de la Provincia Biótica Península de Yucatán, junto con los estados de Campeche y Yucatán, algunos autores también incluyen parte de Tabasco y Chiapas, así como el norte de los países de Guatemala y Belice. Aquí se encuentran una gran variedad de tipos de vegetación, como lo son duna costera, manglar, selva baja caducifolia, selva mediana subcaducifolia, selva mediana subperennifolia, selva baja inundable, sabanas, petenes, entre otros (Pérez-Sarabia *et al.*, 2017).

Estudios florísticos en Quintana Roo han determinado un total de 1,229 especies de plantas vasculares, divididas en un aproximado de 130 familias, de las cuales, la familia Fabaceae es la que presenta una mayor diversidad. De acuerdo con Fernández-Concha *et al*. (2010), esta riqueza puede considerarse baja debido al tamaño del estado en comparación a los otros estados que conforman la provincia biótica, tal vez debido a una gran homogeneidad en el ambiente físico del estado, así como en el clima y el componente edáfico.

Conocer las comunidades vegetales y las especies que las componen es indispensable, sobre todo, en sitios donde se planea realizar un aprovechamiento y esto conlleva a la afectación de superficies con cobertura vegetal, con el fin de mitigar en mayor medida o compensar estas afectaciones.

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, así como uno general para el SAR y el predio.

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 = Densidad relativa + Frecuencia relativa + Área basal relativa

En donde:

$$\text{Densidad relativa} = \left(\frac{\text{Nº de individuos de la especie X}}{\text{Total de individuos de todas las spp}}\right) \times 100$$

$$\text{Frecuencia relativa} = \left(\frac{\text{Frecuencia de la especie X}}{\text{Suma de la frecuencia de todas las spp}}\right) \times 100$$

$$\text{Dominancia relativa} = \left(\frac{\text{Área basal de la especie X}}{\text{Área basal de todas las spp}}\right) \times 100$$

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

Para la medición de este índice se consideró a los individuos a los cuales se les registró la medición del DAP, así como las presencias de individuos, arbustivos, herbáceos, cactáceas, epifitas y trepadoras encontradas en los sitios de muestreo.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)

El Sistema Ambiental Regional de *"Proyecto Venado"* se encuentra ubicado en el municipio de Solidaridad, 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. La superficie del SAR presenta una orografía en su mayoría plana, con suelos de poca profundidad No se presentan corrientes de agua superficiales como ríos, debido a la roca caliza altamente permeable que caracteriza a la región. El agua pluvial que se infiltra recarga los acuíferos, recargando los cenotes, característicos de la región, la profundidad de estos va de 5 hasta 10 metros. El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano, con una temperatura media anual de 26 °C (Ayuntamiento de Solidaridad, 2021). Estas condiciones, permiten el desarrollo de ciertas comunidades vegetales como la selva mediana subperennifolia, selva baja subcaducifolia, manglar, vegetación costera, entre otras.

- **USOS DE SUELO Y VEGETACIÓN**

Con el objetivo de conocer y representar los diferentes tipos de vegetación presentes dentro de la superficie del SAR, 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 SAR del *"Proyecto venado"*, se identificó que la superficie del mismo cuenta con 34,249,261.51 m^2 (3,424.921ha). De acuerdo con la cartografía del INEGI anteriormente mencionada, dentro de los usos de suelo y vegetación que se encuentran dentro del SAR se reporta vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, vegetación secundaria arbustiva de selva mediana subperennifolia, selva mediana subperennifolia, manglar, cuerpo de agua, asentamientos humanos y desprovisto de vegetación. Donde la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (1,817.224 ha) y el manglar (258.591 ha) ocupan la mayor superficie.

Tabla. IV.29. Superficies de uso de suelo y vegetación presentes en el SAR de acuerdo con el INEGI.

USO DE SUELO Y VEGEGETACIÓN SAR (INEGI Serie VII)			
Uso de suelo	**Área (m^2)**	**Área (ha)**	**%**
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	18,172,245.87	1,817.224	53.059
Vegetación Secundaria Arbustiva de Selva Mediana Subperennifolia	1,166,737.86	116.673	3.407
Selva Mediana Subperennifolia	699,236.74	69.923	2.042
Manglar	2,585,917.86	258.591	7.550
Cuerpo de Agua	283,807.79	28.380	0.829

USO DE SUELO Y VEGEGETACIÓN SAR (INEGI Serie VII)			
Uso de suelo	**Área (m^2)**	**Área (ha)**	**%**
Asentamientos Humanos	171,389.78	17.138	0.500
Desprovisto de Vegetación	10,027,314.19	1,002.731	29.277
Sin vegetación Aparente	1,142,611.42	114.261	3.336
TOTAL	**34,249,261.51**	**3,424.921**	**100.000**

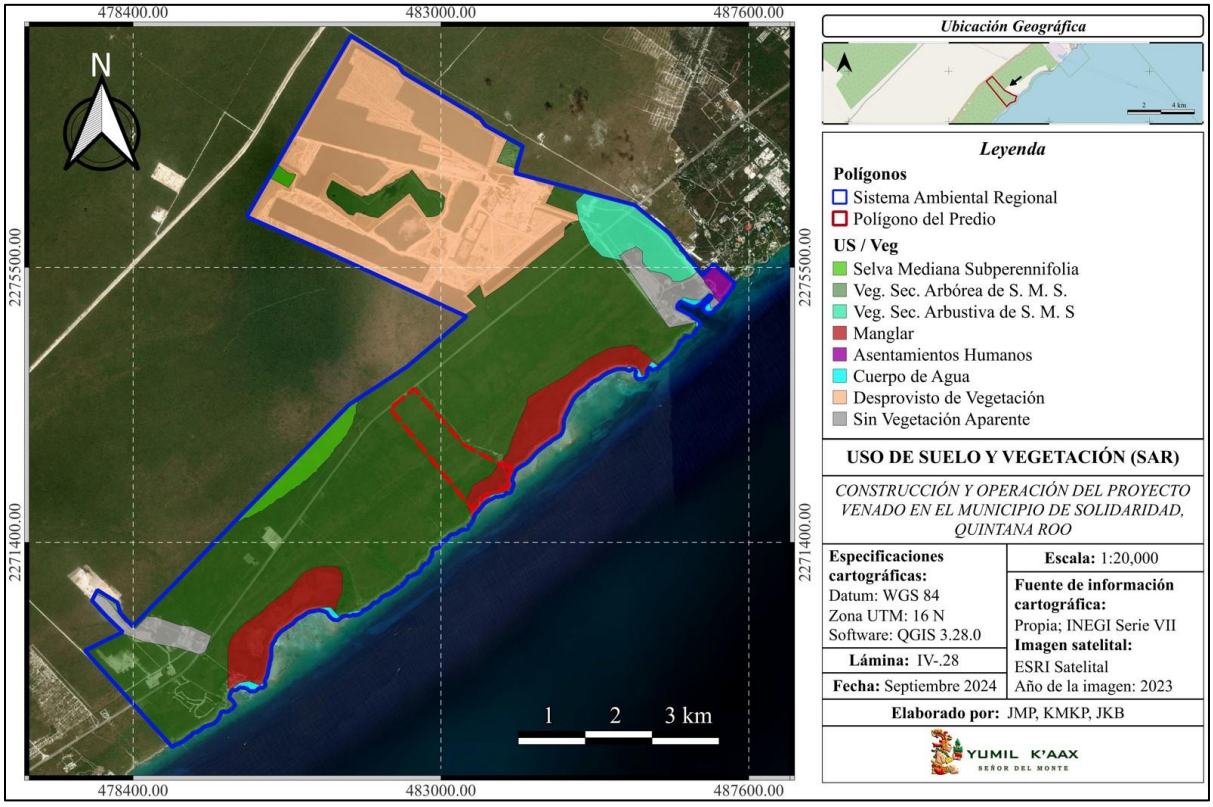


Lámina. IV.31. Usos de suelo y vegetación presente en el SAR de acuerdo con el INEGI.

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 SAR 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 otras comunidades vegetales además de 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 SAR.

Tabla. IV.30. Superficies de uso de suelo y vegetación identificados en el SAR.

US Y VEG S. A. R.			
Uso de suelo	**Área (m2)**	**Área (ha)**	**%**
Veg. Sec. de Selva Mediana Subperennifolia	17,450,802.66	1,745.080	50.952
Selva de Transición	368,693.13	36.869	1.076
Manglar	1,437,675.23	143.768	4.198
Chital	202,449.28	20.245	0.591
Matorral Costero	189,359.80	18.936	0.553
Vegetación de Duna Costera	179,243.13	17.924	0.523
Cuerpos de Agua	5,991.15	0.599	0.017
Caminos y Vialidades	1,489,256.84	148.926	4.348
Urbano construido	269,240.45	26.924	0.786
Áreas Sin Vegetación Aparente	1,175,886.58	117.589	3.433
Desprovisto de Vegetación	10,587,943.38	1,058.794	30.914
Playa Rocosa	109,580.67	10.958	0.320
Playa Arenosa	66,379.77	6.638	0.194
Zona Marina	716,759.44	71.676	2.093
Total	**34,249,261.51**	**3,424.926**	**100**

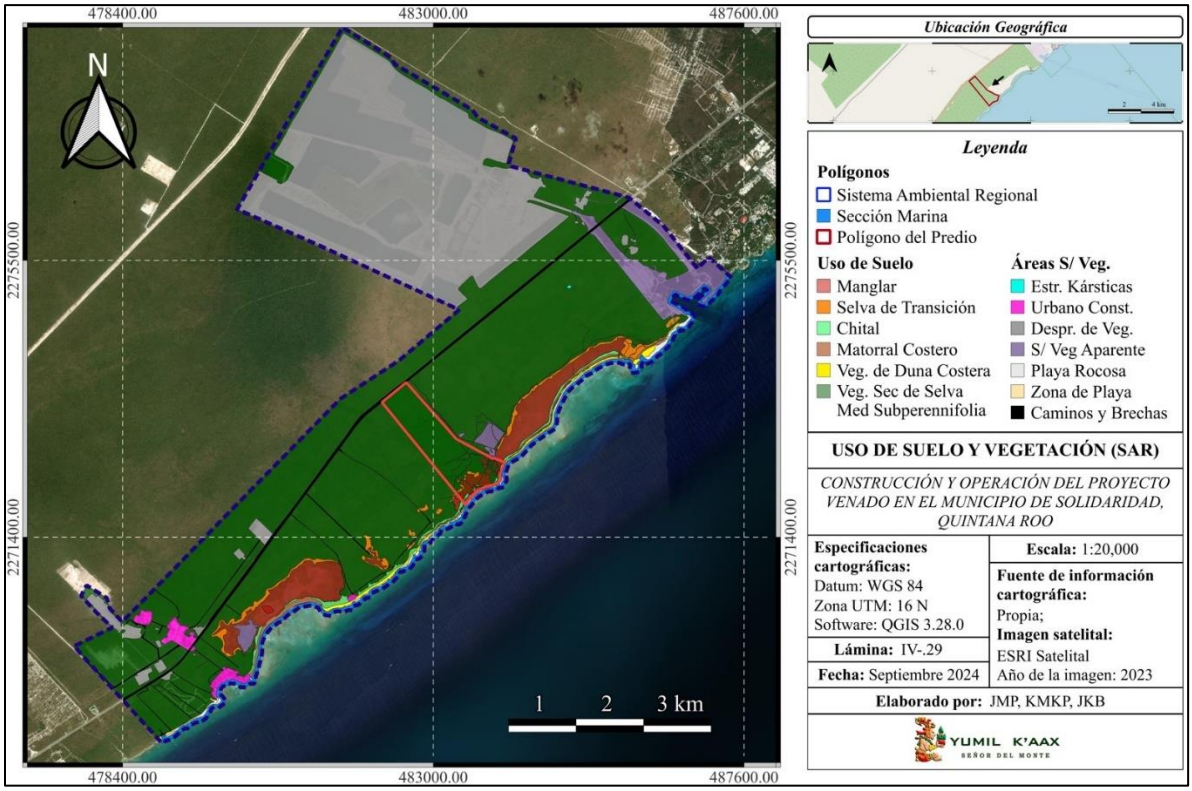


Lámina. IV.32. Usos de suelo y vegetación identificados en el SAR.

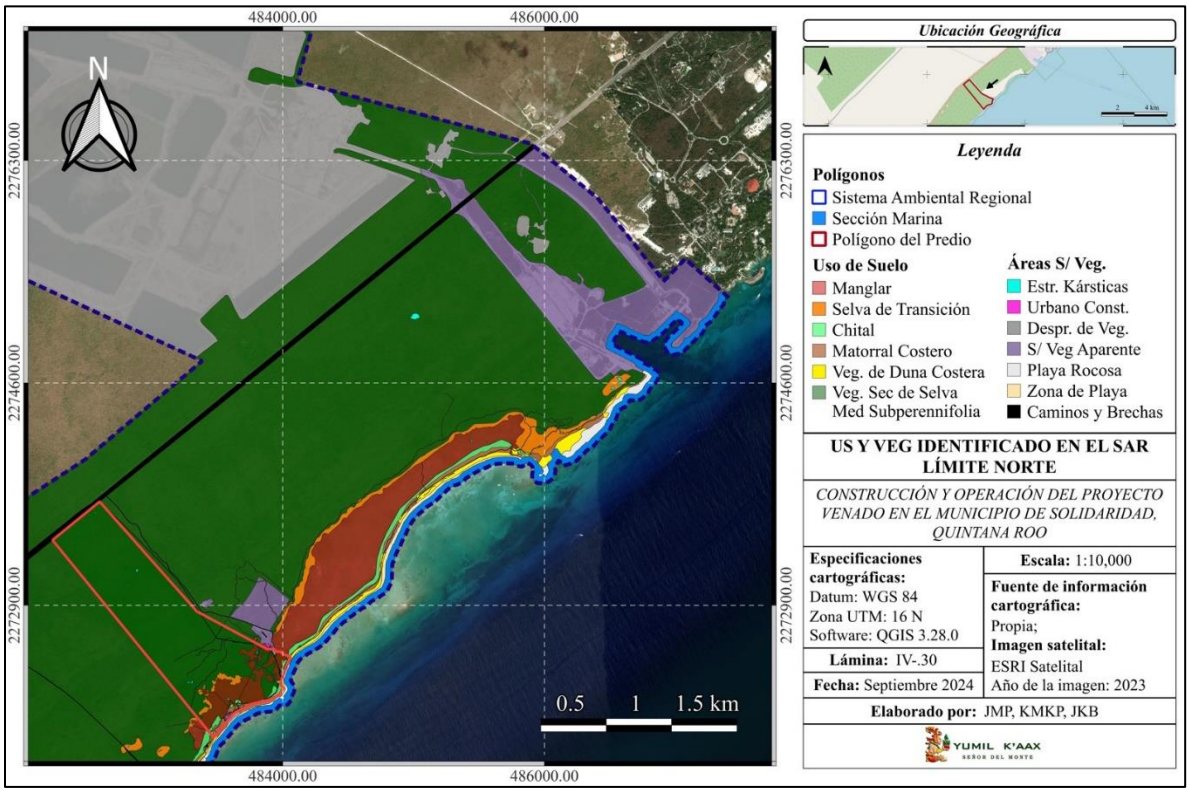


Lámina. IV.33. Usos de suelo y vegetación identificados en el SAR (límite

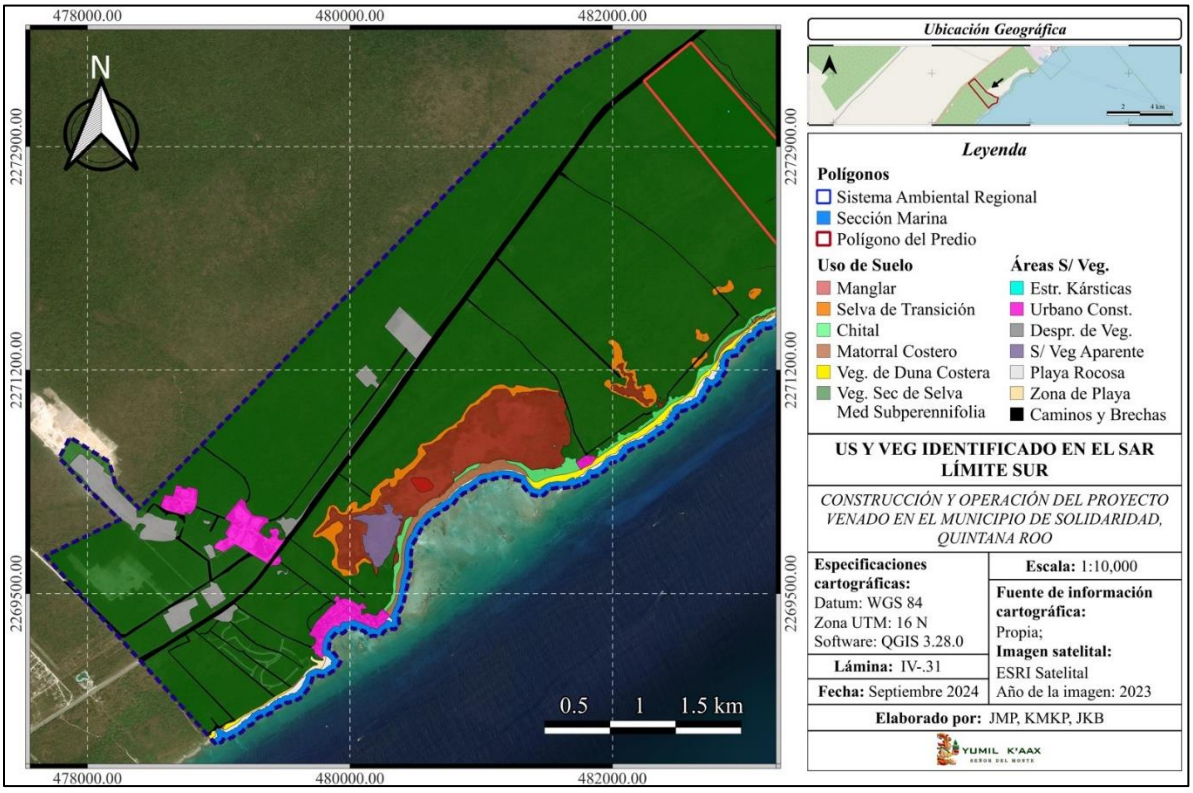


Lámina. IV.34. Usos de suelo y vegetación identificados en el SAR (límite sur).

A continuación, se presenta una breve descripción de las comunidades vegetales identificadas en la superficie del SAR del proyecto "*Proyecto Venado"*.

- **Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia**

Este tipo de vegetación está caracterizada por poseer elementos arbóreos que van de 10 a 20 m de altura, donde un 25 a 50% de los componentes arbóreos pierden estacionalmente su follaje. Se presenta en terrenos pedregosos, pudiendo estar en laderas o en planicies con suelos someros. Los árboles de esta comunidad presentan contrafuertes y suelen poseer epífitas, algunos helechos y musgos, abundantes orquídeas, bromeliáceas y aráceas, así como también lianas o bejucos. Las palmas forman parte de los estratos, especialmente del bajo y del medio (CONAFOR, 2014).

Las especies arbóreas más comunes son *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Caesalpinia gaumeri*, *Metopium brownei*, *Lysiloma latisiliquum*, *Vitex gaumeri* y *Manilkara zapota*. Otras especies de menor porte que lo componen son *Sabal yapa*, *Vachellia cornígera, Gymnopodium floribundum*, *Ardisia escallonoides*, *Senna racemosa*, *Thrinax radiata*, *Bauhinia divaricata*, y *Cascabela gaumeri*. Entre las especies herbáceas están *Lantana camara*, *Cnidoscolus acotinifolius* y *Lasiacis divaricata*. Además, se puede contar con presencia de algunos elementos epífitos de las familias Bromeliaceae y Orchidaceae, y en ocasiones helechos.



Fotografía IV.23. Aspecto de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en el SAR.

- **Selva de transición**

La selva de transición se presenta a manera de franja entre la selva mediana subperennifolia y el manglar, se compone de especies de selva como *Bursera simaruba*, *Piscidia piscipula*, *Vitex gaumeri*, *Manilkara zapota*, entre otras, así como de elementos de manglar, principalmente de *Conocarpus erectu*s (mangle

botoncillo), el cual, de las cuatro especies de mangle reportadas es la menos adaptada a condiciones de inundación, además existe una abundante presencia de *Bravaisia tubiflora*, especie indicadora de zonas transicionales; *Thrinax también* se presenta abundante en esta comunidad.

- **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).

Los elementos que componen este tipo de vegetación son especies hidrófitas tolerantes a la salinidad del agua y la brisa marina. En el SAR se distribuyen las cuatro especies de mangle: *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo).

R. mangle se concentra en una cuenca permanentemente inundada, donde los individuos alcanzan alturas entre 2-3 metros, también se presentan individuos de *Cladium mariscus*. En zonas más alejadas de la costa se presentan de los cuatro tipos de mangle, donde las alturas de los individuos pueden llegar hasta los 6 m, alternándose la dominancia de acuerdo con la zona de que se trate.



Fotografías IV.24 y IV.25. Aspecto del manglar en el SAR. a) Manglar de cuenca con *R. mangle* y *Cladium mariscus*, b) Manglar con presencia de *R. mangle*, *A. germinans* y *C. erectus*.

- **Chital**

Esta comunidad se encuentra a manera de franja entre el manglar y el matorral costero, siendo un palmar dominado por *Thrinax radiata* (chit), teniendo una altura entre los 4 y 6 metros. Otras especies que lo componen son *Cocos nucifera*, *Cordia sebestena*, *Metopium brownei*, *Erythrina standleyana*, *Sideroxylon capiri*, al encontrarse contiguo al matorral costero, es posible encontrar algunos elementos arbustivos como *Pithecellobium keyense* y *Sideroxylon americanum*. Dentro de las especies herbáceas se encuentra Lantana involucrata, *Hymenocallis littoralis* y *Cyperus ligularis*.



Fotografía IV.26. Aspecto del chital en el SAR.

- **Matorral costero**

El matorral costero se desarrolla donde la arena se encuentra más fija al sustrato, se constituye de elementos herbáceos, así como de un gran número de especies arbustivas, las cuales llegan a medir hasta 3 metros de altura (Vázquez *et al*., 2023). Hacia la zona continental, limita con la comunidad de manglar y el chital.

Dentro del estrato herbáceo se encuentra *Ambrosia hispida*, *Panicum amarum*, *Ipomoea pes-caprae*, *Hymenocallis littoralis* y *Suriana maritima*. Con respecto a las especies arbustivas que componen esta comunidad encontramos a *Coccoloba uvifera*, *Cordia sebestena*, *Suriana maritima*, *Tournefortia gnaphalodes*, las fabáceas *Sophora tomentosa* y *Pithecellobium keyense*; *Sideroxylon americanum* y *Thrinax radiata*. También se observa alta presencia de *Scaevola taccada*, así como de *Casuarina equisetifolia* en algunas zonas, la cuales son especies introducidas.



Fotografías IV.27 y IV.28. Aspecto del matorral costero en el SAR.

- **Vegetación de dunas costeras**

Las comunidades vegetales de dunas costeras se encuentran distribuidas a lo largo de los litorales de todo el país. Actualmente se reconoce que estas comunidades aportan importantes servicios ambientales a la sociedad, siendo el más relevante su función como barrera de protección a la acción de vientos y mareas, protegiendo a las construcciones en caso de tormentas tropicales y huracanes (Miller *et al*., 2010). Además, estas comunidades vegetales proveen refugio, alimento y protección a numerosas especies de insectos, reptiles, aves y mamíferos (Martínez *et al*., 1993; Flores y Espejel, 1994; Torres y Bojórquez, 2002).

En el SAR la vegetación de dunas costeras se encuentra en playa arenosa y en algunas zonas se presenta en playa rocosa. La mayoría de la especies que lo conforman son herbáceas, en playa arenosa se encuentran especies como *Ipomoea pes-caprae*, *Ambrosia hispida*, *Canavalia rosea*, *Cakile lanceolata*, entre otras. Donde la playa es rocosa las especies que se presentan son *Borrichia arborescens*, *Sesuvium portulacastrum*, *Sporobolus spartinus* y *Distichlis spicata*.



Fotografías IV.29 y IV.30. Aspecto de la vegetación de dunas costeras en el SAR.

- **MUESTREOS**

Para caracterizar la vegetación en el SAR del proyecto se establecieron sitios de muestreo con el fin de cubrir los diferentes tipos de vegetación presentes en el área. Es importante mencionar que en los sistemas de información no se muestran las condiciones actuales del terreno, por lo que al llegar a los sitios en los que se establecieron puntos de muestreo algunos de estos presentaban condiciones distintas a las de la cartografía, incluso algunos sitios poseían construcciones o se trataban de predios inaccesibles, propiedades privadas, entre otros.

Se establecieron 8 sitios de muestreo en el SAR, siendo estos 7 circulares (rodales) con un área de 500 m^2 y un cuadrante de 200 m^2. En cuanto a los rodales, para el establecimiento de los sitios, una vez ubicado el punto de interés, se identificó el centro tomando como referencia un árbol o en su caso, se colocó una estaca, el cual fue marcado, partiendo de este, con ayuda de un GPS se extendió una primera línea de 12.62 m en dirección al Norte, marcando el punto límite. Este mismo proceso fue realizado para cada uno de los puntos cardinales; una vez colocados y marcados los radios de la circunferencia, el sitio de muestreo se dividió en 4 subcudrantes de 125 m^2 cada uno, los cuales se nombraron A, B, C y D. La toma de datos se realizó de subcuadrante en subcuadrante, avanzando en sentido de las manecillas del reloj.

En 2 sitios, en el sebcuadrante A, se muestrearon a los individuos que presentaron un DAP a partir de 3 cm. En el resto de los subcuadrantes del sitio de muestreo se contabilizaron a los individuos con un DAP igual o mayor a 7.5 cm en adelante. Dentro de los datos dasométricos que se tomaron a los individuos, se consideró el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total, cobertura, y si se presentaba, altura del fuste. También, se consideró la presencia de individuos arbustivos, herbáceas, epifitos, cactáceas y trepadoras. Estos muestreos tienen las claves 6 y 8.

En 5 sitios se muestrearon a los individuos que presentaron un DAP a partir de 5 cm en cada uno de los subcuadrantes (500 m^2). También, se consideró la presencia de individuos arbustivos, herbáceas, epifitos, cactáceas y enredaderas. Estos muestreos tienen las claves 1 hasta el 5.

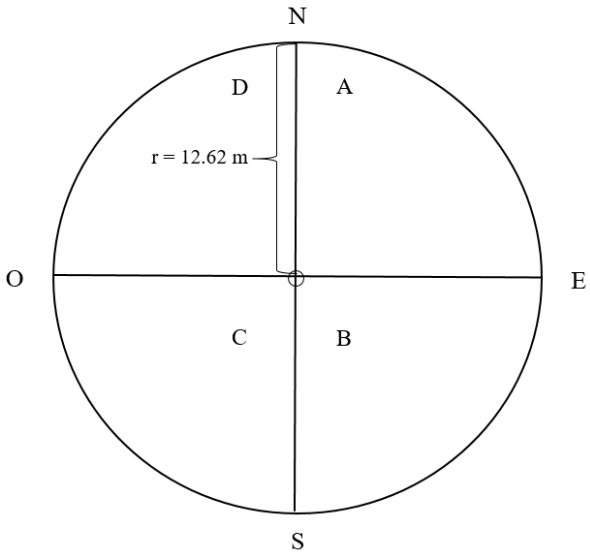


Figura IV. 4. Representación de los sitios de muestreo (rodales).

Para el establecimiento del sitio de muestreo en forma de cuadrante, una vez ubicado el punto de interés, se procedió a establecer una cuerda de 10 metros con ayuda de un GPS, posteriormente se establece una cuerda de 20 metros formando una "L", este proceso se repite con otro par de cuerdas de 10 y 20 metros, hasta cerrar el cuadrante; una vez realizado esto, se marcan las cuatro esquinas y se toman las coordenadas con un GPS. La toma de datos se realizó en el centro del sitio hacia fuera, con sentido de las manecillas del reloj. Donde se consideró le número de individuos, la cobertura y altura. Este sitio tiene la clave 7.

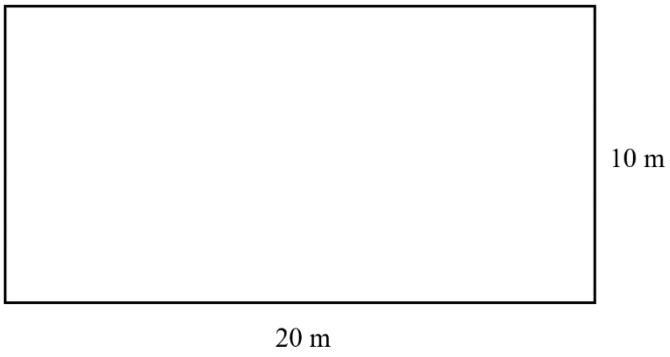


Figura IV.5. Representación del sitio de muestreo (cuadrante).

Las especies fueron identificadas en campo, donde 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 cotejadas en la base de datos de la "World Flora Online" (WFO). Esta información fue complementada con bases de datos y bibliografía bien documentada de la zona.

Los 8 muestreos se establecieron en zonas cercanas al predio, así como en diferentes comunidades vegetales que también se encuentran presentes en el predio, siendo las siguientes: 6 muestreos en vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, 1 muestreo en chital y 1 muestreo (cuadrante) en el matorral costero. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas en formato UTM de los sitios de muestreo realizados en el Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.31. Coordenadas UTM del sitio de muestreo en el SAR.

MUESTREOS VEGETACIÓN (SAR)					
Zona UTM: 16N					
Sitio	Coordenada		Sitio	Coordenada	
	X	Y		X	Y
1	482,918	2,273,404	5	483,029	2,273,352
2	483,134	2,273,219	6	483,019	2,271,517
3	483,772	2,272,810	7	483,225	2,271,639
4	482,710	2,273,653	8	483,092	2,272,159

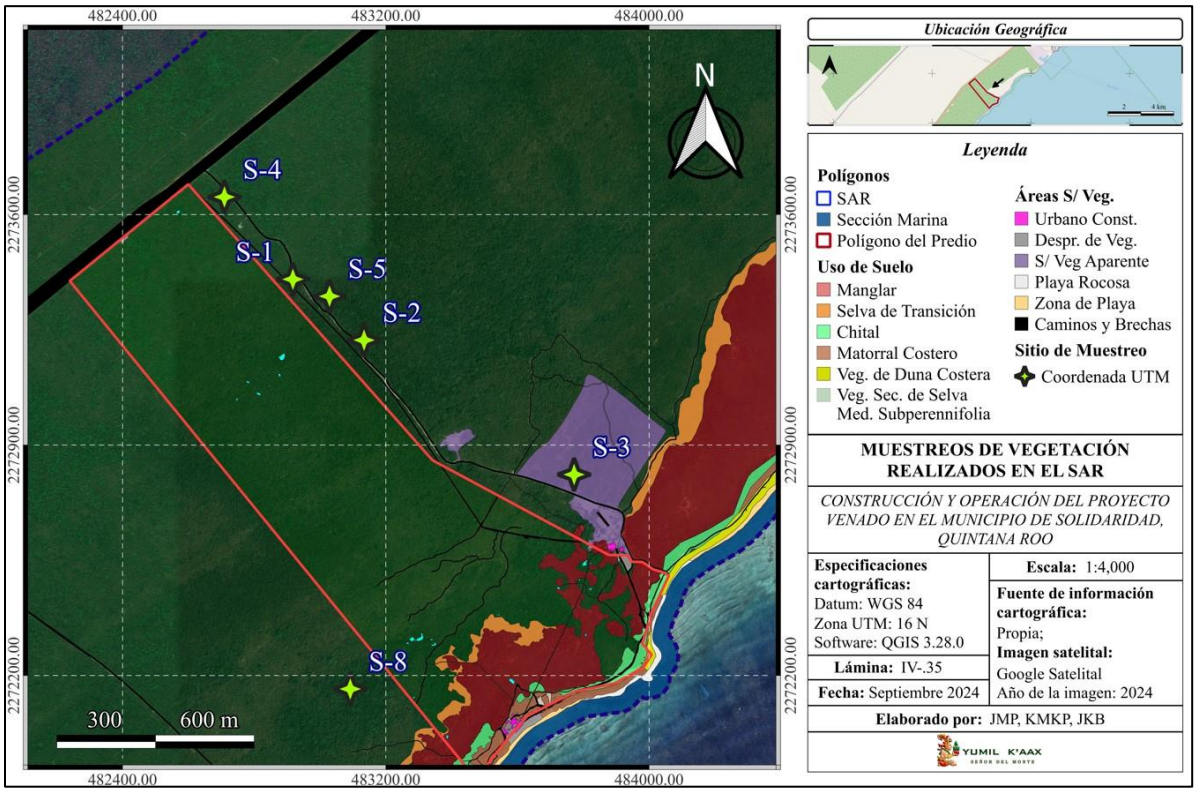


Lámina IV.35.- Ubicación de los sitios de muestreo en el SAR.

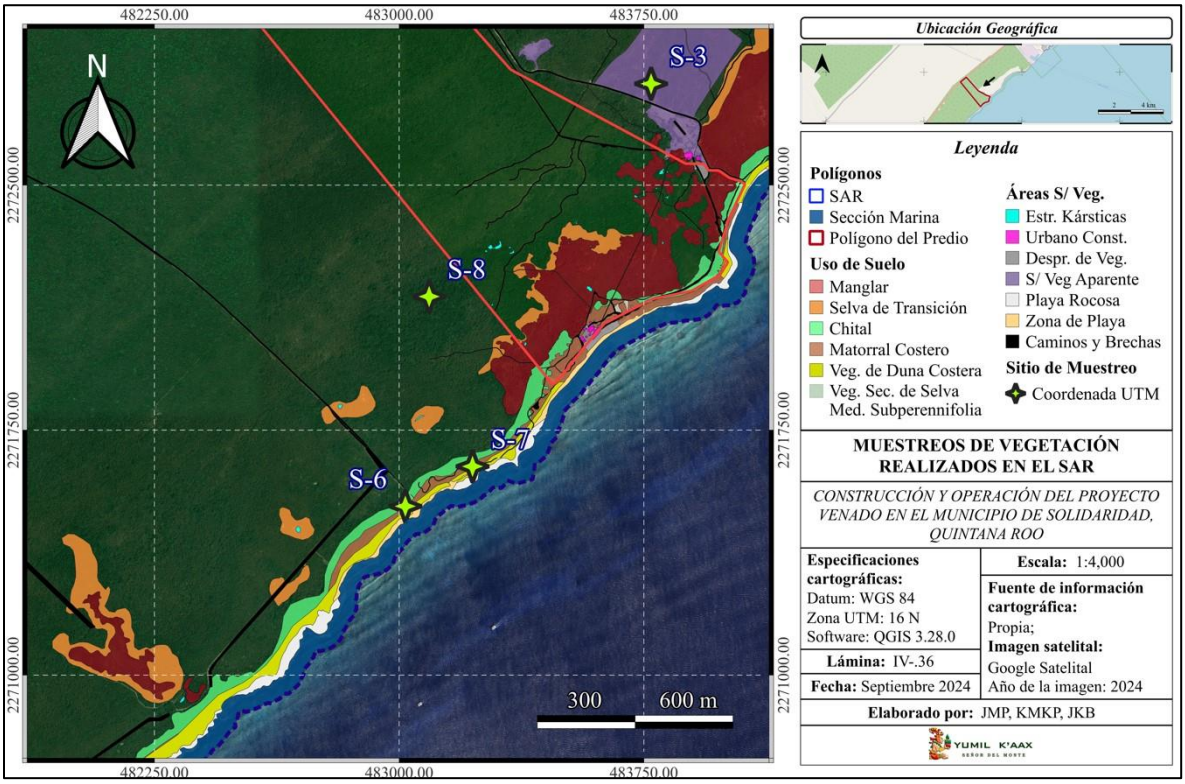


Lámina IV.36.- Ubicación de los sitios de muestreo en el SAR.

- **RIQUEZA**

Se elaboró un listado florístico con base en bibliografía consultada, además, se utilizó la información recabada en los sitios de muestreo y recorridos en campo realizados en el SAR.

De acuerdo con la bibliografía, datos obtenidos de los muestreos y recorridos realizados, se obtuvo un listado con 236 especies vegetales distribuías en 70 familias botánicas. Donde es posible observar especies de las comunidades vegetales que anteriormente han sido mencionadas, como por ejemplo de la selva mediana subperennifolia*: Vitex gaumeri, Metopium brownei, Manilkara zapota, Sabal yapa*, *Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba*, entre otras; las 4 especies de mangle: *Avicennia germinans*, *Conocarpus erectus*, *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*; del chital la palma *Thrinax radiata*; del matorral costero *Suriana maritima*, *Coccoloba uvifera*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Sideroxylon americanum*, etc; y de vegetación de dunas costeras herbáceas *como Ambrosia hispida, Canavalia rosea, Ipomoea pes-caprae* y *Distichlis spicata*.

Tabla. IV.32. Listado florístico potencial y de observación directa en el SAR

No.	Nombre científico	Nombre común	O.D.
ACANTHACEAE			
1	*Avicennia germinans* (L.) L. *	Mangle negro	X
2	*Bravaisia berlandieriana* (Nees) T.F.Daniel.	Julub	X
AIZOACEAE			
3	*Sesuvium portulacastrum* (L.) L.	Verdolaga de playa	X
AMARANTHACEAE			
4	*Alternanthera flavescens* Kunth	Sak mul	
5	*Blutaparon vermiculare* (L.) Mears	Bicho parao	
6	*Suaeda linearis* (Elliott) Moq.	-	
AMARYLLIDACEAE			
7	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa	X
ANACARDIACEAE			
8	*Astronium graveolens* Jacq. *	Kulinche	X
9	*Metopium brownei* Urb.	Chechém	X
10	*Spondias mombin* L.	Jobo	
ANNONACEAE			
11	*Annona glabra* L.	Corcho	
12	*Mosannona depressa* (Baill.) Chatrou	Elemuy	X
13	*Oxandra lanceolata* Baill.	Ya'ya'	
APOCYNACEAE			
14	*Rhabdadenia biflora* Müll.Arg.	Enredadera de manglar	
15	*Cascabela gaumeri* (Hemsl.) Lippold.	Akits	X
16	*Cascabela thevetia* (L.) Lippold.	Campanita	
17	*Plumeria obtusa* L.	Nikte'ch'oom	
ARACEAE			
18	*Anthurium schlechtendalii* Kunth.	Cola de faisán	X
19	*Philodendron jacquinii* Schott	Bastón de viejo	X
ARALIACEAE			
20	*Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch.	Sak chaká	X
ARECACEAE			
21	*Adonidia merrillii* (Becc.) Becc. **	Kerpis	X
22	*Acoelorraphe wrightii* (Griseb. & H.Wendl.) H.Wendl. ex Becc.	Tasiste	
23	*Chamaedorea seifrizii* Burret.	Xiat	X
24	*Coccothrinax readii* H.J.Quero. *	Nakás	X
25	*Cocos nucifera* L. **	Cocotero	X
26	*Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook *	Palma real	X
27	*Sabal yapa* Becc.	Guano	X
28	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit	X
ASPARAGACEAE			
29	*Agave angustifolia* Haw.	Henequén de playa	X
30	*Beaucarnea pliabilis* (Baker) Rose *	Despeinada	X
31	*Yucca gigantea* Lem.	X-tuk	

No.	Nombre científico	Nombre común	O.D.
ASPHODELACEAE			
32	*Aloe vera* (L.) Burm.f.	Sábila	X
ASTERACEAE			
33	*Ageratum maritimum* Kunth	Hauay che	
34	*Ambrosia hispida* Pursh	Altanisa de mar	X
35	*Borrichia arborescens* (L.) DC	Té de playa	
36	*Flaveria linearis* Lag.	K'anlol xiiw	
37	*Viguiera dentata* (Cav.) Spreng.	Tajonal	
BIGNONIACEAE			
38	*Amphitecna latifolia* (Mill.) A.H.Gentry	Guiro de los petenes	X
39	*Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G.Lohmann	Anil kab	X
40	*Fridericia floribunda* (Kunth) L.G.Lohmann	Anilkab	X
41	*Tabebuia rosea* DC.	Maculís rosa	
BIXACEAE			
42	*Cochlospermum vitifolium* (Willd.) Spreng.	Chuum	
BORAGINACEAE			
43	*Bourreria pulchra* Millsp.	Bakalché	X
44	*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.	Bojón	X
45	*Cordia dodecandra* DC.	Ciricote	X
46	*Cordia sebestena* L.	Ciricote de playa	X
47	*Cordia stellifera* I.M.Johnst.	Nazareno	X
48	*Tournefortia gnaphalodes* (L.) Roem. & Schult.	Tabaquillo	X
BRASSICACEAE			
49	*Cakile edentula* (Bigelow) Hook.	Xaal	
50	*Cakile lanceolata* O.E.Schulz	-	X
BROMELIACEAE			
51	*Aechmea bracteata* Griseb.	Gallito	X
52	*Bromelia karatas* L.	Piñuela	
53	*Bromelia pinguin* L.	Piñuela	X
54	*Tillandsia dasyliriifolia* Baker	Xch'u'	X
BURSERACEAE			
55	*Bursera simaruba* Sarg.	Chaká	X
CACTACEAE			
56	*Acanthocereus tetragonus* (L.) Hummelinck	Tsakam	X
57	*Deamia testudo* (Karw. ex Zucc.) Britton & Rose	Pitaya de tortuga	X
58	*Opuntia inaperta* (A.Schott ex Griffiths) D.R.Hunt.	Nopal zacam	X
59	*Selenicereus grandiflorus* (L.) Britton & Rose.	Dama de noche	X
CANNABACEAE			
60	*Celtis iguanaea* (Jacq.) Sarg.	Garabato	
CAPPARACEAE			
61	*Crateva tapia* L.	Kokche	X
CASUARINACEAE			
62	*Casuarina equisetifolia* L. **	Casuarina	X
CELASTRACEAE			

No.	Nombre científico	Nombre común	O.D.
63	*Elaeodendron xylocarpum* (Vent.) DC.	Sak chechem	X
64	*Semialarium mexicanum* (Miers) Mennega	Cancerina	X
CHRYSOBALANACEAE			
65	*Chrysobalanus icaco* L.	Icaco	
COMBRETACEAE			
66	*Conocarpus erectus* L. *	Mangle botoncillo	X
67	*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. *	Mangle blanco	X
68	*Terminalia buceras* (L.) C.Wright	Pucte	
COMMELINACEAE			
69	*Tradescantia spathacea* Sw.	Magueyito morado	
CONVOLVULACEAE			
70	*Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.	Bejuco de mar	X
CYPERACEAE			
71	*Cladium mariscus* (L.) Pohl	Jol che'	X
72	*Cyperus ligularis* L.	Chiquita	X
EBENACEAE			
73	*Diospyros anisandra* S.F.Blake	Kakalche	X
74	*Diospyros nigra* (J.F.Gmel.) Perr. & Perr.	Tauch	
75	*Diospyros salicifolia* Willd.	Box silil	X
76	*Diospyros tetrasperma* Sw.	Silil	X
ERYTHROXYLACEAE			
77	*Erythroxylum confusum* Britton.	Cascarillo	X
78	*Erythroxylum rotundifolium* Lunan.	Baak soots'	X
EUPHORBIACEAE			
79	*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst.	Chaya silvestre	X
80	*Croton cortesianus* Kunth	Ekbalán	X
81	*Croton reflexifolius* Kunth	Perescuts	X
82	*Euphorbia heterophylla* L.	Nochebuena silvestre	
83	*Euphorbia mesembryanthemifolia* Jacq.	Siis ja'	X
84	*Euphorbia tithymaloides* L	Yaxjalaché	
85	*Gymnanthes lucida* Sw.	Yayte	X
86	*Jatropha gaumeri* Greenm.	Chul	
87	*Sebastiania glandulosa* Müll.Arg.	Sak chechem	
FABACEAE			
88	*Bauhinia divaricata* L.	Pata de vaca	X
89	*Bauhinia jenningsii* P.Wilson.	Pata de vaca yucateca	
90	*Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.	Bigotillo	
91	*Canavalia rosea* (Sw.) DC.	Frijol de playa	X
92	*Cenostigma gaumeri* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Kitam che'	X
93	*Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose.	Yax eek	X
94	*Delonix regia* (Bojer ex Hook.) Raf. **	Flamboyán	X
95	*Diphysa carthagenensis* Jacq.	Susuk	X
96	*Erythrostemon yucatanensis* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Takinche	X
97	*Erythrina standleyana* Krukoff	Chakmool che	X

No.	Nombre científico	Nombre común	O.D.
98	*Gliricidia maculata* (Kunth) Walp.	Sakyab	X
99	*Guilandina bonduc* L.	Garrapata de playa	
100	*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.	Uaxim	
101	*Lonchocarpus castilloi* Standl.	Machiche	X
102	*Lonchocarpus rugosus* Benth.	Kanasín	X
103	*Lonchocarpus xuul* Lundell	Xuul	X
104	*Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.	Tsalam	X
105	*Mariosousa dolichostachya* (S.F.Blake) Seigler & Ebinger	Xaax	X
106	*Mimosa bahamensis* Benth.	Sak katsim	X
107	*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.	Jabín	X
108	*Pithecellobium keyense* Coker	Guamúchil yucateco	X
109	*Pithecellobium unguis-cati* (L.) Benth.	Tsi'uche	X
110	*Platymiscium yucatanum* Standl.	Granadillo	X
111	*Pseudalbizzia tomentosa* (Micheli) E.J.M.Koenen & Duno	Sak pich	X
112	*Senegalia gaumeri* (S.F.Blake) Britton & Rose.	Boxcatzin	X
113	*Senegalia polyphylla* (DC.) Britton	Cantemo	X
114	*Senna racemosa* (Mill.) H.S.Irwin & Barneby.	Kanjabín	X
115	*Sophora tomentosa* L.	-	
116	*Swartzia cubensis* (Britton & P.Wilson) Standl.	Katalox	X
117	*Vachellia cornigera* (L.) Seigler & Ebinger.	Subín	X
118	*Vachellia pennatula* (Schltdl. & Cham.) Seigler & Ebinger.	Chimay	
119	*Zygia cognata* (Schltdl.) Britton & Rose	Palo de humo	
GOODENIACEAE			
120	*Scaevola plumieri* (L.) Vahl.	Uva de mar	
121	*Scaevola taccada* (Gaertn.) Roxb. **	Lechuga de mar	X
LAMIACEAE			
122	*Callicarpa acuminata* Kunth.	Granadilla	
123	*Vitex gaumeri* Greenm.	Yaxnik	X
LAURACEAE			
124	*Cassytha filiformis* L.	Fideo de monte	
125	*Damburneya salicifolia* (Kunth) Trofimov & Rohwer	Aguacatillo	X
MALPIGHIACEAE			
126	*Bunchosia glandulosa* DC.	Sipché	X
127	*Bunchosia swartziana* Griseb.	Sipché	X
128	*Byrsonima bucidifolia* Standl.	Nance agrio	
129	*Heteropterys brachiata* (L.) DC.	Soj aak	
130	*Malpighia emarginata* DC.	Wayate	X
131	*Malpighia glabra* L.	Sipilche	
MALVACEAE			
132	*Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten & Baker f.	Pochote	X
133	*Ceiba pentandra* (L.) Gaertn.	Ceiba	
134	*Ceiba schottii* Britten & Baker f.	Ceiba yucateca	X
135	*Guazuma ulmifolia* Lam.	Pixoy	
136	*Hampea trilobata* Standl.	Jool	X

No.	Nombre científico	Nombre común	O.D.
137	*Helicteres baruensis* Jacq.	Sutup	
138	*Malvaviscus arboreus* Dill. ex Cav.	Tulipan de monte	X
139	*Luehea speciosa* Willd.	K'an kaat	
MELIACEAE			
140	*Cedrela odorata* L. *	Cedro	
141	*Swietenia macrophylla* King in Hook.	Caoba	
MENISPERMACEAE			
142	*Hyperbaena winzerlingii* Standl.	Kooch kitam	X
MORACEAE			
143	*Brosimum alicastrum* Sw.	Ramón	X
144	*Ficus cotinifolia* Kunth.	Kopo	X
145	*Ficus maxima* Mill.	Akuun	
146	*Ficus obtusifolia* Kunth	Higuerilla	
147	*Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud.	Palo mora	X
MUNTINGIACEAE			
148	*Muntingia calabura* L.	Capulín	
MYRTACEAE			
149	*Eugenia capuli* (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Sak loob	X
150	*Eugenia foetida* Pers.	Sak loob	X
151	*Myrcia chytraculia* (L.) A.R.Lourenço & E.Lucas	-	
152	*Myrcianthes fragrans* (Sw.) McVaugh.	Guayabillo	X
153	*Pimenta dioica* (L.) Merr.	Pimienta gorda	
154	*Psidium oligospermum* Mart. ex DC.	Loob che	X
NYCTAGINACEAE			
155	*Neea psychotrioides* Donn.Sm.	Tats'i	X
156	*Pisonia aculeata* L.	Uña de gato	X
ORCHIDACEAE			
157	*Brassavola nodosa* Hook.	Dama de noche	
158	*Catasetum integerrimum* Hook.	Chit kuuk	X
159	*Encyclia alata* (Bateman) Schltr.	Orquídea mariposa	X
160	*Myrmecophila christinae* Carnevali & Gómez-Juárez	Xon ikni	X
161	*Myrmecophila tibicinis* (Bateman) Rolfe.	Lirio	
162	*Trichocentrum ascendens* (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	Anoché	X
PASSIFLORACEAE			
163	*Passiflora ciliata* Aiton	Maracuyá	X
PICRAMNIACEAE			
164	*Alvaradoa amorphoides* Liebm.	Ardillo	X
PIPERACEAE			
165	*Piper amalago* L.	Cordoncillo hoja	
166	*Piper auritum* Kunth	Hierba santa	
POACEAE			
167	*Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. **	Pasto pata de pollo	X
168	*Distichlis spicata* (L.) Greene.	Huizapol	X
169	*Lasiacis divaricata* (L.) Hitchc.	Carricillo	X

No.	Nombre científico	Nombre común	O.D.
170	*Melinis repens* (Willd.) Zizka **	Zacate rojo	X
171	*Panicum amarum* Elliott	-	X
172	*Sporobolus spartinus* (Trin.) P.M.Peterson & Saarela	K'oxol aak'	X
POLYGONACEAE			
173	*Antigonon leptopus* Hook. & Arn.	San miguelito	
174	*Coccoloba acapulcensis* Standl.	Toon yuul	X
175	*Coccoloba barbadensis* Jacq.	Boob chiich	X
176	*Coccoloba cozumelensis* Hemsl.	Boob chiich	X
177	*Coccoloba diversifolia* Jacq.	Chiich boob	X
178	*Coccoloba spicata Lundell*	Boob	X
179	*Coccoloba uvifera* L.	Uva de mar	X
180	*Gymnopodium floribundum* Rolfe in Hook.	Ts'iits'ilche'	X
181	*Neomillspaughia emarginata* S.F.Blake	Sakitsa	X
POLYPODIACEAE			
182	*Microgramma nitida* (J.Sm.) A.R.Sm.	Lengua de ciervo	X
PRIMULACEAE			
183	*Ardisia escallonioides* Schltdl. & Cham.	Sak lobche	X
184	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö.	Amole	X
PTERIDACEAE			
185	*Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch.	Helecho de playa	X
RESEDACEAE			
186	*Forchhammeria trifoliata* Radlk. ex Millsp.	Tres marias	X
RHAMNACEAE			
187	*Colubrina arborescens* Sarg.	Pimienta che'	X
188	*Colubrina asiatica* Brongn	Pimienta che'	X
189	*Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc.	Tullidora	X
190	*Krugiodendron ferreum Urb.*	Chintok	X
RHIZOPHORACEAE			
191	*Rhizophora mangle* L. *	Mangle rojo	X
RUBIACEAE			
192	*Ernodea littoralis* Sw.	-	
193	*Eumachia microdon* (DC.) Delprete & J.H.Kirkbr.	Baake aak	X
194	*Guettarda combsii* Urb.	Tastab	X
195	*Guettarda elliptica* Sw.	Pichiche	X
196	*Guettarda gaumeri* Standl.	Kibiche	X
197	*Hamelia patens* Jacq.	Kanan	X
198	*Machaonia lindeniana* Baill.	Kampokolché	
199	*Morinda royoc* L.	Baake aak	
200	*Randia aculeata* L.	Tinta che	X
201	*Randia longiloba* Hemsl.	Cruz k'iix	X
202	*Randia obcordata* S.Watson	Cruz k'iix	X
203	*Simira salvadorensis* (Standl.) Steyerm.	Chakte kok	X
RUTACEAE			
204	*Amyris elemifera* L.	Palo de gas	X

No.	Nombre científico	Nombre común	O.D.
205	*Casimiroa tetrameria* Millsp.	Yuuy	X
206	*Esenbeckia berlandieri* Baill.	Jopoy	X
207	*Esenbeckia pentaphylla* Griseb.	Jo'ko	X
SALICACEAE			
208	*Casearia corymbosa* Kunth.	Ixiimche	
209	*Casearia laetioides* (A.Rich.) Warb.	Tamay	X
SAPINDACEAE			
210	*Cupania dentata* Moc. & Sessé	-	
211	*Cupania glabra* Sw.	Sak poom	
212	*Exothea diphylla* (Standl.) Lundell	Wayuum	X
213	*Exothea paniculata* Radlk. in Durand	Copalillo	X
214	*Matayba oppositifolia* Britton	Cascarillo	X
215	*Melicoccus oliviformis* Kunth.	Guaya	X
216	*Sapindus saponaria* L.	Sibul	X
217	*Thouinia paucidentata* Radlk.	K'an chuunup	X
SAPOTACEAE			
218	*Chrysophyllum mexicanum* Brandegee ex Standl.	Caimitillo	X
219	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote	X
220	*Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni.	Kanisté	X
221	*Pouteria reticulata* (Engl.) Eyma	Zapotillo	X
222	*Sideroxylon americanum* (Mill.) T.D.Penn.	Mulche	X
223	*Sideroxylon capiri* Pittier	Subuul	X
224	*Sideroxylon foetidissimum* Jacq.	Sibul	X
SCROPHULARIACEAE			
225	*Capraria biflora* L.	Claudiosa	
SIMAROUBACEAE			
226	*Simarouba glauca* DC.	Negrito	X
SOLANACEAE			
227	*Solanum donianum* Walp.	Berenjena	
228	*Solanum erianthum* D.Don	Salvadora	
SMILACACEAE			
229	*Smilax spinosa* Poir.	Koke'	
SURIANACEAE			
230	*Suriana maritima* L.	Tabaquillo	X
TYPHACEAE			
231	*Typha domingensis* Pers.	Tule	
URTICACEAE			
232	*Cecropia peltata* L.	Guarumbo	X
VERBENACEAE			
233	*Duranta erecta* L.	Kampokoché	
234	*Lantana camara* L.	Siete colores	
235	*Lantana involucrata* L.	Orégano xiiw	X
ZYGOPHYLLACEAE			
236	*Tribulus cistoides* L.	Abrojo	

Obsv. = Observación directa, * = NOM-059, ** = Introducida.

Del total de las especies enlistadas en el SAR, 10 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 2 de estas encontrándose sujetas a protección especial (Pr), siendo *Cedrela odorata* y *Roystonea regia*, mientras que el resto de especies se encuentran bajo la categoría de amenazas (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.33. 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	-
ANACARDIACEAE					
2	*Astronium graveolens* Jacq.	Kulinche	A	LC	-
ARECACEAE					
3	*Coccothrinax readii* H.J.Quero	Nakás	A	NT	-
4	*Roystonea regia* (Kunth) O.F. Cook	Palma real	Pr	LC	-
5	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf.	Chit	A	LC	-
ASPARAGACEAE					
6	*Beaucarnea pliabilis* (Baker) Rose	Despeinada	A	VU	Apéndice II
COMBRETACEAE					
7	*Conocarpus erectus* L.	Mangle botoncillo	A	LC	-
8	*Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn.	Mangle blanco	A	LC	-
MELIACEAE					
9	*Cedrela odorata* L.	Cedro	Pr	VU	Apéndice II
RHIZOPHORACEAE					
10	*Rhizophora mangle* L.	Mangle rojo	A	NT	-

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada, Pr = Sujeta a protección especial; **IUCN**: LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, VU = Vulnerable.

Se procedió a la realización del listado de las especies que se registraron únicamente en los 8 sitios de muestreo, considerando las especies a las cuales se les tomaron datos dasométricos (altura, diámetro y cobertura), así como las presencias.

De acuerdo datos obtenidos de los muestreos, se obtuvo un listado con 71 especies vegetales distribuías en 34 familias botánicas.

Tabla. IV34. Listado florístico de los sitios de muestreo en el SAR

No.	Nombre científico	Nombre común
AMARYLLIDACEAE		
1	*Blutaparon vermiculare* (L.) Mears	Bicho parao
AMARYLLIDACEAE		
2	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ANACARDIACEAE		
3	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
ANNONACEAE		
4	*Mosannona depressa* (Baill.) Chatrou	Elemuy
APOCYNACEAE		
5	*Cascabela gaumeri* (Hemsl.) Lippold.	Akits
ARALIACEAE		
6	*Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch.	Sak chaká
ARECACEAE		
7	*Chamaedorea seifrizii* Burret.	Xiat
8	*Coccothrinax readii* H.J.Quero.	Nakás
9	*Cocos nucifera* L. **	Cocotero
10	*Sabal yapa* Becc.	Guano
11	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit
ASTERACEAE		
12	*Ambrosia hispida* Pursh	Altanisa de mar
BIGNONIACEAE		
13	*Amphitecna latifolia* (Mill.) A.H.Gentry	Guiro de los petenes
BORAGINACEAE		
14	*Cordia sebestena* L.	Ciricote de playa
BROMELIACEAE		
15	*Bromelia pinguin* L.	Piñuela
BURSERACEAE		
16	*Bursera simaruba* Sarg.	Chaká
CACTACEAE		
17	*Opuntia inaperta* (A.Schott ex Griffiths) D.R.Hunt.	Nopal zacam
CYPERACEAE		
18	*Cyperus ligularis* L.	Chiquita
EBENACEAE		
19	*Diospyros tetrasperma* Sw.	Silil
EUPHORBIACEAE		
20	*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst.	Chaya silvestre
FABACEAE		
21	*Cenostigma gaumeri* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Kitam che'
22	*Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose.	Yax eek
23	*Erythrostemon yucatanensis* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Takinche
24	*Gliricidia maculata* (Kunth) Walp.	Sakyab
25	*Lonchocarpus castilloi* Standl.	Machiche
26	*Lonchocarpus rugosus* Benth.	Kanasín

No.	Nombre científico	Nombre común
27	*Lonchocarpus xuul* Lundell	Xuul
28	*Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.	Tsalam
29	*Mariosousa dolichostachya* (S.F.Blake) Seigler & Ebinger	Xaax
30	*Mimosa bahamensis* Benth.	Sak katsim
31	*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.	Jabín
32	*Pithecellobium unguis-cati* (L.) Benth.	Tsi'uche
33	*Platymiscium yucatanum* Standl.	Granadillo
34	*Senegalia gaumeri* (S.F.Blake) Britton & Rose.	Boxcatzin
35	*Senna racemosa* (Mill.) H.S.Irwin & Barneby.	Kanjabín
36	*Swartzia cubensis* (Britton & P.Wilson) Standl.	Katalox
37	*Vachellia cornigera* (L.) Seigler & Ebinger.	Subín
LAMIACEAE		
38	*Vitex gaumeri* Greenm.	Yaxnik
MALVACEAE		
39	*Hampea trilobata* Standl.	Jool
MORACEAE		
40	*Brosimum alicastrum* Sw.	Ramón
41	*Ficus cotinifolia* Kunth.	Kopo
42	*Ficus maxima* Mill.	Akuun
43	*Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud.	Palo mora
MYRTACEAE		
44	*Eugenia capuli* (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Sak loob
45	*Eugenia foetida* Pers.	Sak loob
46	*Myrcia chytraculia* (L.) A.R.Lourenço & E.Lucas	-
47	*Psidium oligospermum* Mart. ex DC.	Loob che
NYCTAGINACEAE		
48	*Pisonia aculeata* L.	Uña de gato
PICRAMNIACEAE		
49	*Alvaradoa amorphoides* Liebm.	Ardillo
PICRAMNIACEAE		
50	*Piper amalago* L.	Cordoncillo hoja
POACEAE		
51	*Panicum amarum* Elliott	-
POLYGONACEAE		
52	*Coccoloba barbadensis* Jacq.	Boob chiich
53	*Coccoloba cozumelensis* Hemsl.	Boob chiich
54	*Coccoloba diversifolia* Jacq.	Chiich boob
55	*Coccoloba spicata Lundell*	Boob
56	*Coccoloba uvifera* L.	Uva de mar
57	*Gymnopodium floribundum* Rolfe in Hook.	Ts'iits'ilche'
PRIMULACEAE		
58	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö.	Limoncillo
RESEDACEAE		
59	*Forchhammeria trifoliata* Radlk. ex Millsp.	Tres marias

No.	Nombre científico	Nombre común
RHAMNACEAE		
60	*Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc.	Tullidora
RUBIACEAE		
61	*Guettarda combsii* Urb.	Tastab
62	*Hamelia patens* Jacq.	Kanan
RUTACEAE		
63	*Amyris elemifera* L.	Palo de gas
SAPINDACEAE		
64	*Melicoccus oliviformis* Kunth.	Guaya
65	*Thouinia paucidentata* Radlk.	K'an chuunup
SAPOTACEAE		
66	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote
67	*Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni.	Kanisté
68	*Sideroxylon capiri* Pittier	Subuul
69	*Sideroxylon foetidissimum* Jacq.	Sibul
SIMAROUBACEAE		
70	*Simarouba glauca* DC.	Negrito
SURIANACEAE		
71	*Suriana maritima* L.	Tabaquillo

* = NOM-059, ** = Introducida.

Del total de las especies enlistadas en el SAR únicamente la palma *Thrinax radiata* se encuentra bajo la categoría de amenaza (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. 35. Especies de bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059, IUCN y CITES.

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.

Posterior a la elaboración de los anteriores listados, se procedió a elaborar un listado florístico por cada comunidad muestreada en el SAR.

- **Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia**

En esta comunidad se registró un total de 60 especies y 27 familias.

Tabla. IV.36. Listado florístico de la VSSMSP en el SAR

No.	Nombre científico	Nombre común
ANACARDIACEAE		
1	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
ANNONACEAE		
2	*Mosannona depressa* (Baill.) Chatrou	Elemuy
APOCYNACEAE		
3	*Cascabela gaumeri* (Hemsl.) Lippold.	Akits
ARALIACEAE		
4	*Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch.	Sak chaká
ARECACEAE		
5	*Chamaedorea seifrizii* Burret.	Xiat
6	*Coccothrinax readii* H.J.Quero.	Nakás
7	*Sabal yapa* Becc.	Guano
8	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit
BROMELIACEAE		
9	*Bromelia pinguin* L.	Piñuela
BURSERACEAE		
10	*Bursera simaruba* Sarg.	Chaká
CACTACEAE		
11	*Opuntia inaperta* (A.Schott ex Griffiths) D.R.Hunt.	Nopal zacam
EBENACEAE		
12	*Diospyros tetrasperma* Sw.	Silil
EUPHORBIACEAE		
13	*Cnidoscolus aconitifolius* (Mill.) I.M. Johnst.	Chaya silvestre
FABACEAE		
14	*Cenostigma gaumeri* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Kitam che'
15	*Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose.	Yax eek
16	*Erythrostemon yucatanensis* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Takinche
17	*Gliricidia maculata* (Kunth) Walp.	Sakyab
18	*Lonchocarpus castilloi* Standl.	Machiche
19	*Lonchocarpus rugosus* Benth.	Kanasín
20	*Lonchocarpus xuul* Lundell	Xuul
21	*Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.	Tsalam
22	*Mariosousa dolichostachya* (S.F.Blake) Seigler & Ebinger	Xaax
23	*Mimosa bahamensis* Benth.	Sak katsim
24	*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.	Jabín
25	*Pithecellobium unguis-cati* (L.) Benth.	Tsi'uche
26	*Platymiscium yucatanum* Standl.	Granadillo
27	*Senegalia gaumeri* (S.F.Blake) Britton & Rose.	Boxcatzin
28	*Senna racemosa* (Mill.) H.S.Irwin & Barneby.	Kanjabín

No.	Nombre científico	Nombre común
29	*Swartzia cubensis* (Britton & P.Wilson) Standl.	Katalox
30	*Vachellia cornigera* (L.) Seigler & Ebinger.	Subín
LAMIACEAE		
31	*Vitex gaumeri* Greenm.	Yaxnik
MALVACEAE		
32	*Hampea trilobata* Standl.	Jool
MORACEAE		
33	*Brosimum alicastrum* Sw.	Ramón
34	*Ficus cotinifolia* Kunth.	Kopo
35	*Ficus maxima* Mill.	Akuun
36	*Maclura tinctoria* (L.) D.Don ex Steud.	Palo mora
MYRTACEAE		
37	*Eugenia capuli* (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Sak loob
38	*Eugenia foetida* Pers.	Sak loob
39	*Myrcia chytraculia* (L.) A.R.Lourenço & E.Lucas	-
40	*Psidium oligospermum* Mart. ex DC.	Loob che
NYCTAGINACEAE		
41	*Pisonia aculeata* L.	Uña de gato
PICRAMNIACEAE		
42	*Alvaradoa amorphoides* Liebm.	Ardillo
PICRAMNIACEAE		
43	*Piper amalago* L.	Cordoncillo hoja
POLYGONACEAE		
44	*Coccoloba barbadensis* Jacq.	Boob chiich
45	*Coccoloba cozumelensis* Hemsl.	Boob chiich
46	*Coccoloba diversifolia* Jacq.	Chiich boob
47	*Coccoloba spicata Lundell*	Boob
48	*Gymnopodium floribundum* Rolfe in Hook.	Ts'iits'ilche'
PRIMULACEAE		
49	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö.	Limoncillo
RESEDACEAE		
50	*Forchhammeria trifoliata* Radlk. ex Millsp.	Tres marias
RHAMNACEAE		
51	*Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc.	Tullidora
RUBIACEAE		
52	*Guettarda combsii* Urb.	Tastab
53	*Hamelia patens* Jacq.	Kanan
RUTACEAE		
54	*Amyris elemifera* L.	Palo de gas
SAPINDACEAE		
55	*Melicoccus oliviformis* Kunth.	Guaya

No.	Nombre científico	Nombre común
56	*Thouinia paucidentata* Radlk.	K'an chuunup
SAPOTACEAE		
57	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote
58	*Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni.	Kanisté
59	*Sideroxylon foetidissimum* Jacq.	Sibul
SIMAROUBACEAE		
60	*Simarouba glauca* DC.	Negrito

* = NOM-059, ** = Introducida.

– **Chital**

Par el chital se registraron 10 especies y 8 familias.

Tabla. IV.37. Listado florístico del Chital en el SAR

No.	Nombre científico	Nombre común
AMARYLLIDACEAE		
1	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ANACARDIACEAE		
2	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
APOCYNACEAE		
3	*Cascabela gaumeri* (Hemsl.) Lippold.	Akits
ARECACEAE		
4	*Cocos nucifera* L. **	Cocotero
5	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit
BIGNONIACEAE		
6	*Amphitecna latifolia* (Mill.) A.H.Gentry	Guiro de los petenes
BORAGINACEAE		
7	*Cordia sebestena* L.	Ciricote de playa
CYPERACEAE		
8	*Cyperus ligularis* L.	Chiquita
SAPOTACEAE		
9	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote
10	*Sideroxylon capiri* Pittier	Subuul

* = NOM-059, ** = Introducida.

– **Matorral costero**

Para esta comunidad se registraron 7 especies y el mismo número de familias.

Tabla. IV.38. Listado florístico del Matorral costero en el SAR

No.	Nombre científico	Nombre común
AMARYLLIDACEAE		
1	*Blutaparon vermiculare* (L.) Mears	Bicho parao
AMARYLLIDACEAE		
2	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ARECACEAE		
3	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit
ASTERACEAE		
4	*Ambrosia hispida* Pursh	Altanisa de mar
POACEAE		
5	*Panicum amarum* Elliott	-
POLYGONACEAE		
6	*Coccoloba uvifera* L.	Uva de mar
SURIANACEAE		
7	*Suriana maritima* L.	Tabaquillo

* = NOM-059, ** = Introducida.

– **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 para cada tipo de comunidad vegetal muestreada en el SAR, así como uno general, con la finalidad de conocer la estructura de las especies vegetales que las componen. Para la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, el chital y para el general, se utilizó la medición del DAP para la dominancia, mientras que para el matorral costero se utilizó la cobertura.

Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia

En la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia (VSSMSP) se contabilizó un total de 50 especies y 253 individuos, donde la especie que obtuvo el mayor valor de IVI es *Metopium brownei* con 52367, seguido de *Piscidia piscipula* con 17.665, *Bursera simaruba* con 17.272, *Vitex gaumeri* con 14.093 y *Lysiloma latisiliquum* con 13.346.

T**abla IV.39.** Índice de Valor de Importancia para la VSSMSP.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Metopium brownei*	Chechém	60	23.715	4	4.706	12206.6868	23.946	52.367
2	*Piscidia piscipula*	Jabín	14	5.534	5	5.882	3185.5824	6.249	17.665
3	*Bursera simaruba*	Chaká	18	7.115	4	4.706	2778.745	5.451	17.272
4	*Vitex gaumeri*	Yaxnik	9	3.557	4	4.706	2971.9536	5.830	14.093
5	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	9	3.557	2	2.353	3790.3404	7.436	13.346
6	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	10	3.953	4	4.706	1240.932	2.434	11.093

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
7	*Sideroxylon foetidissimum*	Sibul	4	1.581	2	2.353	3447.906	6.764	10.698
8	*Mariosousa dolichostachya*	Xaax	12	4.743	2	2.353	1406.6514	2.759	9.855
9	*Mosannona depressa*	Elemuy	14	5.534	2	2.353	869.4378	1.706	9.592
10	*Ficus maxima*	Akuun	1	0.395	1	1.176	3631.6896	7.124	8.696
11	*Senegalia gaumeri*	Boxcatzin	7	2.767	4	4.706	552.1362	1.083	8.556
12	*Ficus cotinifolia*	Kopo	3	1.186	2	2.353	2235.248	4.385	7.924
13	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	13	5.138	1	1.176	774.4044	1.519	7.834
14	*Gliricidia maculata*	Sakyab	6	2.372	2	2.353	773.619	1.518	6.242
15	*Brosimum alicastrum*	Ramón	6	2.372	1	1.176	1188.3102	2.331	5.879
16	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche	3	1.186	2	2.353	1107.414	2.172	5.711
17	*Manilkara zapota*	Chicozapote	4	1.581	2	2.353	905.5662	1.776	5.710
18	*Simarouba glauca*	Negrito	2	0.791	1	1.176	1895.1702	3.718	5.685
19	*Guettarda combsii*	Tastab	4	1.581	2	2.353	841.163	1.650	5.584
20	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	4	1.581	2	2.353	695.8644	1.365	5.299
21	*Dendropanax arboreus*	Sak chaká	5	1.976	2	2.353	306.306	0.601	4.930
22	*Coccoloba barbadensis*	Boob chiich	4	1.581	2	2.353	476.738	0.935	4.869
23	*Eugenia capuli*	Sak loob	3	1.186	2	2.353	164.149	0.322	3.861
24	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	2	0.791	2	2.353	232.4784	0.456	3.600
25	*Diospyros tetrasperma*	Silil	2	0.791	2	2.353	142.157	0.279	3.422
26	*Mimosa bahamensis*	Sak katsim	2	0.791	2	2.353	88.7502	0.174	3.318
27	*Psidium oligospermum*	Loob che	3	1.186	1	1.176	465.15315	0.912	3.275
28	*Pithecellobium unguis-cati*	Tsi'uche	2	0.791	1	1.176	400.554	0.786	2.753
29	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	3	1.186	1	1.176	174.3588	0.342	2.704
30	*Myrcia chytraculia*	-	3	1.186	1	1.176	84.0378	0.165	2.527
31	*Chloroleucon mangense*	Yax eek	1	0.395	1	1.176	392.7	0.770	2.342
32	*Eugenia foetida*	Sak loob	1	0.395	1	1.176	283.5294	0.556	2.128
33	*Forchhammeria trifoliata*	Tres marias	2	0.791	1	1.176	73.0422	0.143	2.110
34	*Sabal yapa*	Guano	1	0.395	1	1.176	254.4696	0.499	2.071
35	*Cascabela gaumeri*	Akits	1	0.395	1	1.176	132.7326	0.260	1.832
36	*Pouteria campechiana*	Kanisté	1	0.395	1	1.176	95.0334	0.186	1.758
37	*Coccoloba spicata*	Boob	1	0.395	1	1.176	78.54	0.154	1.726
38	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	1	0.395	1	1.176	78.54	0.154	1.726

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
39	*Coccoloba cozumelensis*	Boob chiich	1	0.395	1	1.176	63.6174	0.125	1.697
40	*Vachellia cornigera*	Subín	1	0.395	1	1.176	58.905	0.116	1.687
41	*Maclura tinctoria*	Palo mora	1	0.395	1	1.176	58.1196	0.114	1.686
42	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	1	0.395	1	1.176	50.2656	0.099	1.670
43	*Eugenia axillaris*	Ich huh	1	0.395	1	1.176	50.2656	0.099	1.670
44	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasín	1	0.395	1	1.176	50.2656	0.099	1.670
45	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	1	0.395	1	1.176	50.2656	0.099	1.670
46	*Swartzia cubensis*	Katalox	1	0.395	1	1.176	50.2656	0.099	1.670
47	*Amyris elemifera*	Palo de gas	1	0.395	1	1.176	47.9094	0.094	1.666
48	*Coccothrinax readii*	Nakás	1	0.395	1	1.176	38.4846	0.075	1.647
49	*Thrinax radiata*	Chit	1	0.395	1	1.176	28.2744	0.055	1.627
50	*Bonellia macrocarpa*	Limoncillo	1	0.395	1	1.176	7.0686	0.014	1.586
TOTAL			**253**	**100.000**	**85**	**100.000**	**50975.798**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Densidad absoluta, DR = Densidad relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

Chital

Para el chital se contabilizó un total de 8 especies y 107 individuos, esta comunidad, como su nombre lo indica es un palmar dominado por *Thrinax radiata*, siendo esta la especie que obtuvo el mayor valor de IVI con 182.706, seguido de *Metopium brownei* con 20.866, *Manilkara zapota* con 18.353, *Cocos nucifera* con 17.160 y *Cordia sebestena* con 15.945.

T**abla IV.40.** Índice de Valor de Importancia para el chital.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Thrinax radiata*	Chit	97	90.654	1	12.500	5433.3972	79.552	182.706
2	*Metopium brownei*	Chechém	2	1.869	1	12.500	443.751	6.497	20.866
3	*Manilkara zapota*	Chicozapote	2	1.869	1	12.500	284.511	4.166	18.535
4	*Cocos nucifera*	Cocotero	1	0.935	1	12.500	254.470	3.726	17.160
5	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	2	1.869	1	12.500	107.600	1.575	15.945
6	*Sideroxylon capiri*	Subuul	1	0.935	1	12.500	153.9384	2.254	15.688
7	*Amphitecna latifolia*	Guiro de los petenes	1	0.935	1	12.500	102.102	1.495	14.929
8	*Cascabela gaumeri*	Akits	1	0.935	1	12.500	50.266	0.736	14.171
TOTAL			**107**	**100.000**	**8**	**100.000**	**6830.035**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Densidad absoluta, DR = Densidad relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

Matorral costero

En el matorral costero se registró un total de 7 especies y 24 individuos, donde la especie que obtuvo el mayor valor de IVI es *Coccoloba uvifera* con 90.943, seguido de *Thrinax radiata* con 55.261, *Suriana maritima* con 55.692, *Ambrosia hispida* con 35.374 y *Panicum amarum* con 28.396.

T**abla IV.41.** Índice de Valor de Importancia para el matorral costero.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	5	20.833	1	14.286	52.000	55.824	90.943
2	*Thrinax radiata*	Chit	7	29.167	1	14.286	11.000	11.809	55.261
3	*Suriana maritima*	Tabaquillo	4	16.667	1	14.286	20.250	21.739	52.692
4	*Ambrosia hispida*	Altanisa de mar	3	12.500	1	14.286	8.000	8.588	35.374
5	*Panicum amarum*	-	3	12.500	1	14.286	1.500	1.610	28.396
6	*Blutaparon vermiculare*	Bicho parao	1	4.167	1	14.286	0.250	0.268	18.721
7	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	1	4.167	1	14.286	0.150	0.161	18.613
TOTAL			**24**	**100.000**	**7**	**100.000**	**93.150**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Densidad absoluta, DR = Densidad relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

General

De manera general, se tomó en cuenta a todos los individuos que presentaban un DAP de las comunidades vegetales muestreadas. Después de realizar los cálculos, *Metopium brownei* resultó con la especie de mayor importancia estructural con un valor de IVI de 44.541, seguido de *Thrinax radiata* con 38.844, *Piscidia piscipula* con 14.835, *Bursera simaruba* con 14.155 y *Vitex gaumeri* con 11.989.

Como se observa, las especies que resultaron con el mayor valor de IVI corresponden a selva mediana subperennifolia, esto se debe a que es la comunidad con mayor superficie en el SAR, además de ser la comunidad conde se realizó el mayor número de muestreos (6). *T. radiata* ocupó el segundo lugar, esto debido a que la especie domina en el palmar denominado chital, así mismo esta palama también se presenta en selva mediana subperennifolia.

T**abla IV.42.** Índice de Valor de Importancia general.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Metopium brownei*	Chechém	62	17.222	5	5.435	12650.438	21.884	44.541
2	*Thrinax radiata*	Chit	98	27.222	2	2.174	5461.672	9.448	38.844
3	*Piscidia piscipula*	Jabín	14	3.889	5	5.435	3185.582	5.511	14.835
4	*Bursera simaruba*	Chaká	18	5.000	4	4.348	2778.745	4.807	14.155

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
5	*Vitex gaumeri*	Yaxnik	9	2.500	4	4.348	2971.954	5.141	11.989
6	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	9	2.500	2	2.174	3790.340	6.557	11.231
7	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	10	2.778	4	4.348	1240.932	2.147	9.272
8	*Sideroxylon foetidissimum*	Sibul	4	1.111	2	2.174	3447.906	5.965	9.250
9	*Mariosousa dolichostachya*	Xaax	12	3.333	2	2.174	1406.651	2.433	7.941
10	*Ficus maxima*	Akuun	1	0.278	1	1.087	3631.690	6.283	7.647
11	*Mosannona depressa*	Elemuy	14	3.889	2	2.174	869.438	1.504	7.567
12	*Senegalia gaumeri*	Boxcatzin	7	1.944	4	4.348	552.136	0.955	7.247
13	*Manilkara zapota*	Chicozapote	6	1.667	3	3.261	1190.077	2.059	6.986
14	*Ficus cotinifolia*	Kopo	3	0.833	2	2.174	2235.248	3.867	6.874
15	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	13	3.611	1	1.087	774.404	1.340	6.038
16	*Coccoloba barbadensis*	Boob chiich	4	1.111	3	3.261	476.738	0.825	5.197
17	*Gliricidia maculata*	Sakyab	6	1.667	2	2.174	773.619	1.338	5.179
18	*Simarouba glauca*	Negrito	2	0.556	1	1.087	1895.170	3.279	4.921
19	*Brosimum alicastrum*	Ramón	6	1.667	1	1.087	1188.310	2.056	4.809
20	*Guettarda combsii*	Tastab	4	1.111	2	2.174	841.163	1.455	4.740
21	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	4	1.111	2	2.174	695.864	1.204	4.489
22	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche	3	0.833	1	1.087	1107.414	1.916	3.836
23	*Eugenia capuli*	Sak loob	3	0.833	2	2.174	164.149	0.284	3.291
24	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	2	0.556	2	2.174	232.478	0.402	3.132
25	*Cascabela gaumeri*	Akits	2	0.556	2	2.174	182.998	0.317	3.046
26	*Dendropanax arboreus*	Sak chaká	5	1.389	1	1.087	306.306	0.530	3.006
27	*Diospyros tetrasperma*	Silil	2	0.556	2	2.174	142.157	0.246	2.975
28	*Mimosa bahamensis*	Sak katsim	2	0.556	2	2.174	88.750	0.154	2.883
29	*Psidium oligospermum*	Loob che	3	0.833	1	1.087	465.153	0.805	2.725
30	*Pithecellobium unguis-cati*	Tsi'uche	2	0.556	1	1.087	400.554	0.693	2.335
31	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	3	0.833	1	1.087	174.359	0.302	2.222
32	*Myrcia chytraculia*	-	3	0.833	1	1.087	84.038	0.145	2.066
33	*Chloroleucon mangense*	Yax eek	1	0.278	1	1.087	392.700	0.679	2.044
34	*Eugenia foetida*	Sak loob	1	0.278	1	1.087	283.529	0.490	1.855
35	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	2	0.556	1	1.087	107.600	0.186	1.829
36	*Cocos nucifera*	Cocotero	1	0.278	1	1.087	254.470	0.440	1.805

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
37	*Sabal yapa*	Guano	1	0.278	1	1.087	254.470	0.440	1.805
38	*Forchhammeria trifoliata*	Tres marias	2	0.556	1	1.087	73.042	0.126	1.769
39	*Sideroxylon capiri*	Subuul	1	0.278	1	1.087	153.938	0.266	1.631
40	*Amphitecna latifolia*	Guiro de los petenes	1	0.278	1	1.087	102.102	0.177	1.541
41	*Pouteria campechiana*	Kanisté	1	0.278	1	1.087	95.033	0.164	1.529
42	*Coccoloba spicata*	Boob	1	0.278	1	1.087	78.540	0.136	1.501
43	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	1	0.278	1	1.087	78.540	0.136	1.501
44	*Coccoloba cozumelensis*	Boob chiich	1	0.278	1	1.087	63.617	0.110	1.475
45	*Vachellia cornigera*	Subín	1	0.278	1	1.087	58.905	0.102	1.467
46	*Maclura tinctoria*	Palo mora	1	0.278	1	1.087	58.120	0.101	1.465
47	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	1	0.278	1	1.087	50.266	0.087	1.452
48	*Eugenia axillaris*	Ich huh	1	0.278	1	1.087	50.266	0.087	1.452
49	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasín	1	0.278	1	1.087	50.266	0.087	1.452
50	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	1	0.278	1	1.087	50.266	0.087	1.452
51	*Swartzia cubensis*	Katalox	1	0.278	1	1.087	50.266	0.087	1.452
52	*Amyris elemifera*	Palo de gas	1	0.278	1	1.087	47.909	0.083	1.448
53	*Coccothrinax readii*	Nakás	1	0.278	1	1.087	38.485	0.067	1.431
54	*Bonellia macrocarpa*	Limoncillo	1	0.278	1	1.087	7.069	0.012	1.377
TOTAL			**360**	**100.000**	**92**	**100.000**	**57805.833**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Densidad absoluta, DR = Densidad 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 cada tipo de vegetación encontrada en el predio. Tomando en cuenta a los individuos que presentaba DAP y cobertura, así como las presencias de individuos arbustivos, herbáceos, cactáceas, epifitas y trepadoras.

Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia

Esta vegetación presentó una riqueza de 60 especies, obteniendo un valor de H' de 3.425, el cual se encuentra dentro de los valores altos del índice, H'max presentó un valor de 4.094, mientras que J' obtuvo un valor de 0.837. Este último valor tiende a 1, por lo que indica que las especies tiene cierta equitatividad.

Tabla IV.43. Índice de diversidad para la VSSMSP.

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	1	0.003	-5.817	-0.017
2	*Amyris elemifera*	Palo de gas	1	0.003	-5.817	-0.017
3	*Bonellia macrocarpa*	Limoncillo	1	0.003	-5.817	-0.017
4	*Bromelia pinguin*	Piñuela	5	0.015	-4.208	-0.063
5	*Brosimum alicastrum*	Ramón	6	0.018	-4.025	-0.072
6	*Bursera simaruba*	Chaká	18	0.054	-2.927	-0.157
7	*Cascabela gaumeri*	Akits	3	0.009	-4.718	-0.042
8	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	1	0.003	-5.817	-0.017
9	*Chamaedorea seifrizii*	Xiat	1	0.003	-5.817	-0.017
10	*Chloroleucon mangense*	Yax eek	1	0.003	-5.817	-0.017
11	*Cnidoscolus aconitifolius*	Chaya silvestre	2	0.006	-5.124	-0.030
12	*Coccoloba barbadensis*	Boob chiich	4	0.012	-4.431	-0.053
13	*Coccoloba cozumelensis*	Boob chiich	1	0.003	-5.817	-0.017
14	*Coccoloba diversifolia*	Chiich boob	1	0.003	-5.817	-0.017
15	*Coccoloba spicata*	Boob	2	0.006	-5.124	-0.030
16	*Coccothrinax readii*	Nakás	1	0.003	-5.817	-0.017
17	*Dendropanax arboreus*	Sak chaká	5	0.015	-4.208	-0.063
18	*Diospyros tetrasperma*	Silil	3	0.009	-4.718	-0.042
19	*Erythrostemon yucatanensis*	Takinche	1	0.003	-5.817	-0.017
20	*Eugenia capuli*	Sak loob	4	0.012	-4.431	-0.053
21	*Eugenia foetida*	Sak loob	1	0.003	-5.817	-0.017
22	*Ficus cotinifolia*	Kopo	3	0.009	-4.718	-0.042
23	*Ficus maxima*	Akuun	1	0.003	-5.817	-0.017
24	*Forchhammeria trifoliata*	Tres marias	2	0.006	-5.124	-0.030
25	*Gliricidia maculata*	Sakyab	6	0.018	-4.025	-0.072
26	*Guettarda combsii*	Tastab	4	0.012	-4.431	-0.053
27	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	4	0.012	-4.431	-0.053
28	*Hamelia patens*	Kanan	2	0.006	-5.124	-0.030
29	*Hampea trilobata*	Jool	2	0.006	-5.124	-0.030
30	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	13	0.039	-3.252	-0.126
31	*Lonchocarpus castilloi*	Machiche	3	0.009	-4.718	-0.042
32	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasín	1	0.003	-5.817	-0.017
33	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	2	0.006	-5.124	-0.030
34	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	10	0.030	-3.515	-0.105
35	*Maclura tinctoria*	Palo mora	1	0.003	-5.817	-0.017
36	*Manilkara zapota*	Chicozapote	7	0.021	-3.871	-0.081
37	*Mariosousa dolichostachya*	Xaax	12	0.036	-3.332	-0.119
38	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	3	0.009	-4.718	-0.042
39	*Metopium brownei* Urb.	Chechém	60	0.179	-1.723	-0.308
40	*Mimosa bahamensis*	Sak katsim	2	0.006	-5.124	-0.030
41	*Mosannona depressa*	Elemuy	15	0.045	-3.109	-0.139
42	*Myrcia chytraculia*	-	3	0.009	-4.718	-0.042
43	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	3	0.009	-4.718	-0.042

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
44	*Piper amalago*	Cordoncillo hoja	2	0.006	-5.124	-0.030
45	*Piscidia piscipula*	Jabín	14	0.042	-3.178	-0.132
46	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	2	0.006	-5.124	-0.030
47	*Pithecellobium unguis-cati*	Tsi'uche	2	0.006	-5.124	-0.030
48	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	10	0.030	-3.515	-0.105
49	*Pouteria campechiana*	Kanisté	1	0.003	-5.817	-0.017
50	*Psidium oligospermum*	Loob che	3	0.009	-4.718	-0.042
51	*Sabal yapa*	Guano	22	0.065	-2.726	-0.178
52	*Senegalia gaumeri*	Boxcatzin	7	0.021	-3.871	-0.081
53	*Senna racemosa*	Kanjabín	2	0.006	-5.124	-0.030
54	*Sideroxylon foetidissimum*	Sibul	4	0.012	-4.431	-0.053
55	*Simarouba glauca*	Negrito	2	0.006	-5.124	-0.030
56	*Swartzia cubensis*	Katalox	1	0.003	-5.817	-0.017
57	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	4	0.012	-4.431	-0.053
58	*Thrinax radiata*	Chit	27	0.080	-2.521	-0.203
59	*Vachellia cornigera*	Subín	2	0.006	-5.124	-0.030
60	*Vitex gaumeri*	Yaxnik	9	0.027	-3.620	-0.097
TOTAL			**336**			**-3.425**
					Riqueza (S)	**60**
					H'	**3.425**
					H'max	**4.094**
					J'	**0.837**

H' = Índice de diversidad, H'max = Diversidad máxima, J' =índice de equidad.

Chital

El chital presentó una riqueza de 10 especies, obteniendo un valor de H' de 0.897, siendo una diversidad baja, H'max presentó un valor de 2.303, mientras que J' obtuvo un valor de 0.390. Estos valores se deben a que la comunidad es un palmar dominado por *Thrinax radiata*, presentando un abundancia de 97 individuos, por lo tanto, los valores de diversidad se ven disminuidos.

Tabla IV.44. Índice de diversidad para el chital.

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Cascabela gaumeri*	Akits	1	0.008	-4.820	-0.039
2	*Metopium brownei*	Chechém	2	0.016	-4.127	-0.067
3	*Manilkara zapota*	Chicozapote	2	0.016	-4.127	-0.067
4	*Cyperus ligularis*	Chiquita	3	0.024	-3.722	-0.090
5	*Thrinax radiata*	Chit	97	0.782	-0.246	-0.192
6	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	3	0.024	-3.722	-0.090
7	*Cocos nucifera*	Cocotero	1	0.008	-4.820	-0.039
8	*Amphitecna latifolia*	Guiro de los petenes	1	0.008	-4.820	-0.039

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
9	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	13	0.105	-2.255	-0.236
10	*Sideroxylon capiri*	Subuul	1	0.008	-4.820	-0.039
TOTAL			**124**			**-0.897**
					Riqueza (S)	**10**
					H'	**0.897**
					H'max	**2.303**
					J'	**0.390**

H' = Índice de diversidad, H'max = Diversidad máxima, J' =índice de equidad.

Matorral costero

Para el matorral costero se obtuvo una riqueza de 7 especies, teniendo un valor de H' de 1.774, el cual se encuentra dentro de los valores bajos del índice, H'max presentó un valor de 1.946, mientras que J' obtuvo un valor de 0.912. Este último valor tiende a 1, por lo que indica que las especies tiene cierta equitatividad dentro de la comunidad. La diversidad es baja ya que, en este tipo de comunidad, al presentarse condiciones adversas, como lo son vientos fuertes y salinidad en el suelo, únicamente pueden desarrollarse especies que se adapten a tales condiciones.

Tabla IV.45. Índice de diversidad para el matorral costero.

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Ambrosia hispida*	Altanisa de mar	3	0.130	-2.037	-0.266
2	*Blutaparon vermiculare*	Bicho parao	1	0.043	-3.135	-0.136
3	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	4	0.174	-1.749	-0.304
4	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	1	0.043	-3.135	-0.136
5	*Panicum amarum*	-	3	0.130	-2.037	-0.266
6	*Suriana maritima*	Tabaquillo	4	0.174	-1.749	-0.304
7	*Thrinax radiata*	Chit	7	0.304	-1.190	-0.362
TOTAL			**23**			**-1.774**
					Riqueza (S)	**7**
					H'	**1.774**
					H'max	**1.946**
					J'	**0.912**

H' = Índice de diversidad, H'max = Diversidad máxima, J' =índice de equidad.

General

De manera general, se presentó un a riqueza de 71 especies, resultando el valor de diversidad en 3.215, encontrándose dentro de los valores altos del índice. H'max presentó un valor de 4.263, mientras que J'

obtuvo un valor de 0.754. La diferencia entre los valores de H' y H'max se debe a que ciertas especies presentan una mayor abundancia en comparación con el resto, como por ejemplo *Metopium brownei*, *Thrinax radiata* y *Bursera simaruba*.

Tabla IV.46. Índices de diversidad por comunidad y general.

	VSSMSP	Chital	MC	General
Riqueza (S)	60	10	7	**71**
H'	**3.425**	**0.897**	**1.774**	**3.215**
H'max	4.094	2.303	1.946	**4.263**
J'	0.837	0.390	0.912	**0.754**

S = Especies, VSSMSP = Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, MC = Matorral costero.

De las tres comunidades muestreadas, la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia fue la que presentó una mayor diversidad, mientras que el chital fue la comunidad menos diversa. Esto se refleja en las características de las comunidades, donde en las selvas existen mejores condiciones donde se presentan diferentes nichos ecológicos para que un gran número de especies, así como formas de vida puedan desarrollarse. Mientras que en zonas más cercanas a la costa las condiciones se vuelven más adversas y por lo tanto el número de especies que pueden desarrollarse se ve reducido.

PREDIO

El predio *"Proyecto Venado"* se encuentra ubicado en el municipio de Solidaridad, en el estado de Quintana Roo, cuenta con una superficie de 1,115,592.66 m^2 (111.559 ha). De acuerdo con la Carta de uso de suelo y vegetación del INEGI (Serie VII), en el predio se encuentran presentes las comunidades vegetales correspondientes a una vegetación secundaria arbórea derivada de selva mediana subperennifolia y manglar.

Tabla. IV.47. Superficies de uso de suelo y vegetación presentes en el predio de acuerdo con el INEGI.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN PREDIO (INEGI Serie VII)		
Uso de suelo	**Área (m^2)**	**Área (ha)**
Vegetación Secundaria Arbórea de Selva Mediana Subperennifolia	916,397.13	91.639
Manglar	199,195.53	19.920
TOTAL	**1,115,592.66**	**111.559**

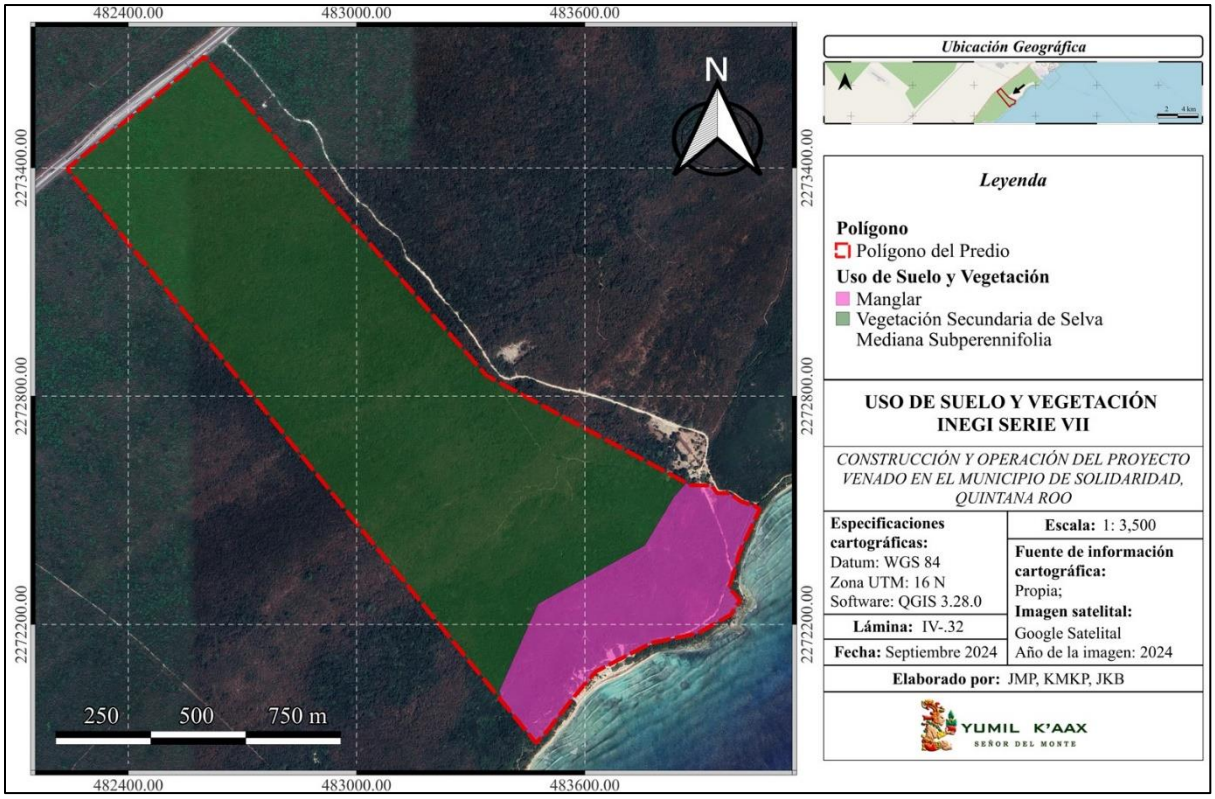


Lámina. IV.37. Uso de suelo y vegetación presente en el predio de acuerdo con el INEGI.

En comparación con los datos del INEGI y con base en los recorridos y muestreos realizados en el predio, fue posible caracterizar de una manera más precisa el uso de suelo y vegetación presentes en la superficie del predio donde se identificó vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, selva de transición, manglar, chital, matorral costero, vegetación de dunas costeras, así como zonas donde se presentan caminos existentes, estructuras kársticas, áreas desprovistas de vegetación y urbano construido.

Tabla. IV.48. Superficies de uso de suelo y vegetación presente en el predio.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN IDENTIFICADO EN EL PREDIO		
Uso de suelo	**Área (m^2)**	**Área (ha)**
Vegetación Secundaria de Selva Mediana Subperennifolia	914,136.94	91.413
Selva de Transición	18,738.76	1.874
Manglar	129,487.43	12.949
Chital	17,753.88	1.775
Matorral Costero	11,446.19	1.145
Vegetación de Dunas Costeras	247.62	0.025
Estructuras Kársticas	1,885.57	0.189
Urbano Construido	1,031.80	0.103
Caminos Existentes	16,903.02	1.690

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN IDENTIFICADO EN EL PREDIO		
Uso de suelo	**Área (m^2)**	**Área (ha)**
Desprovisto de vegetación	3,961.45	0.396
TOTAL	**1,115,592.66**	**111.559**

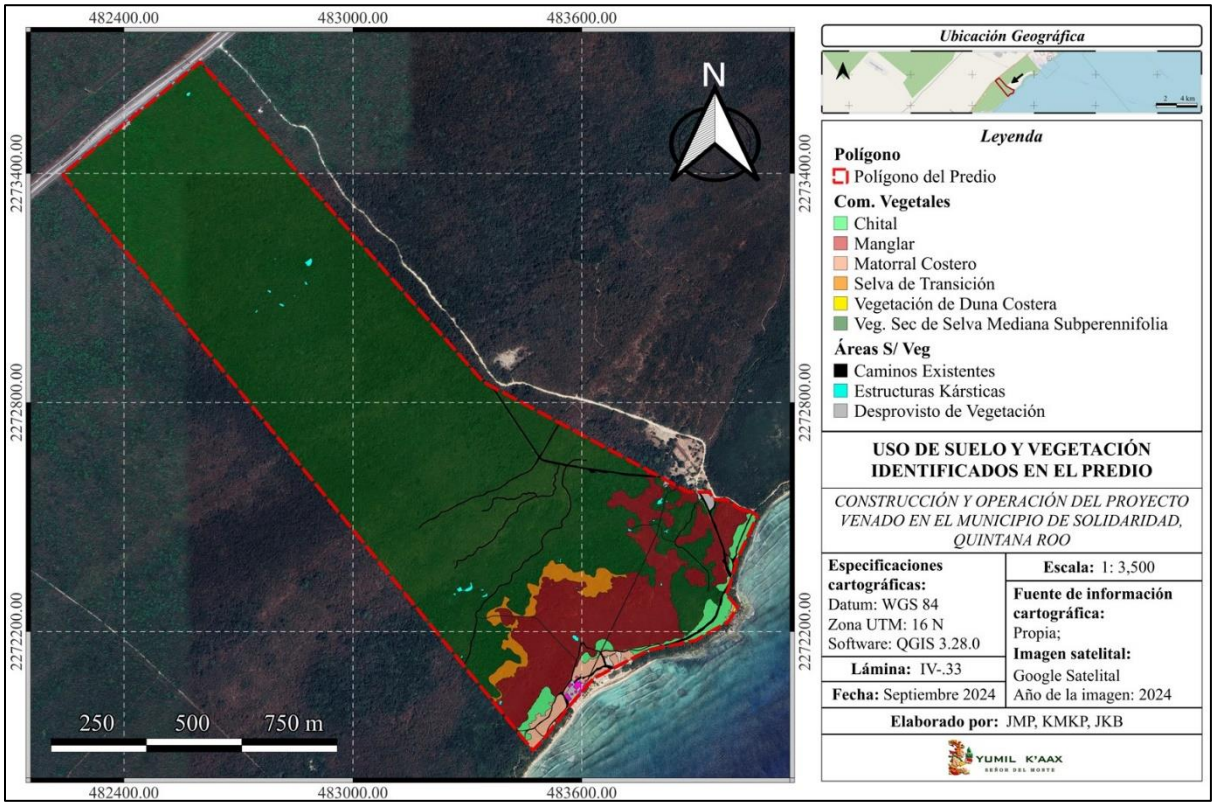


Lámina. IV.38. Uso de suelo y vegetación registrado en el predio.

A continuación, se presenta la descripción de las comunidades vegetales encontradas en el predio del proyecto, iniciando desde la zona continental del predio hasta la costa.

- **Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia**

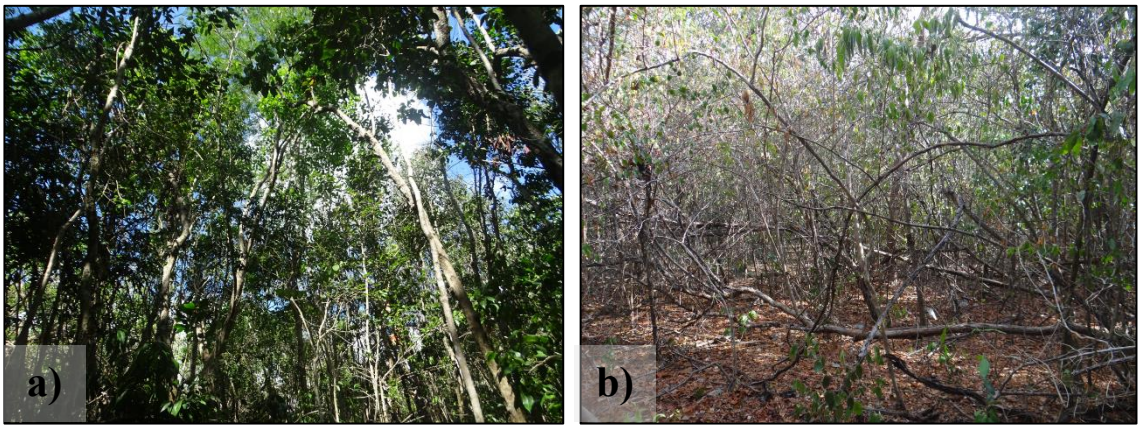
La vegetación secundaria derivada de selva medina subperennifolia es la comunidad vegetal con mayor superficie en el predio. La vegetación secundaria hace referencia a la perturbación que sufre la vegetación primaria, ya sea por factores naturales o antropogénicos y en su lugar se establece una comunidad vegetal diferente a la original.

En esta comunidad, un 25 a 50% de los componentes arbóreos pierden estacionalmente su follaje. Se desarrolla en terrenos pedregosos, pudiendo estar en laderas o en planicies con suelos someros; con climas

cálido húmedos y subhúmedos, con temperaturas entre 20 y 28 °C. Los árboles de esta comunidad presentan contrafuertes y suelen poseer epífitas, algunos helechos y musgos, orquídeas, bromeliáceas y aráceas, así como también lianas o bejucos. Las palmas forman parte de los estratos, especialmente del bajo y del medio.

En el predio, la vegetación presenta un dosel de hasta 12 metros de altura, donde, debido al impacto que se generó, los individuos arbóreos presentan troncos con formas irregulares, por lo tanto, pocos individuos cuentan con un fuste limpio. También existen áreas donde la vegetación es menos densa y los individuos arbóreos presentan alturas más bajas, dando la apariencia de ser más seco que el resto de la vegetación, evidenciando la presencia de diferentes etapas serales, dependiendo del tiempo y grado de perturbación que se generó en la vegetación de esta comunidad.

Dentro de las especies que lo componen, tenemos la presencia de *Metopium brownei*, *Bursera simaruba*, *Cenostigma gaumer*, *Piscida piscipula*, *Karwinskia humboldtiana*, *Coccoloba diversifolia*, *Eugenia capuli* y *Thrinax radiata*, especies características de las selvas medianas subperennifolias de la región. En las zonas donde la vegetación es más baja, destaca la presencia de *Gymnopodium floribundum*, *Lysiloma latisiliquum*, *Bursera simaruba*, *Mimosa bahamensis*, entre otras.



Fotografías IV.31 y IV.32. Aspecto de la vegetación secundaria de selva medina subperennifolia. En la primera fotografía (a) se aprecia un dosel alto y denso, en comparación con la segunda (b) donde se tiene una apariencia más seca y los individuos arbóreos son de talla menor.

- **Selva de transición**

Los ecosistemas de transición son aquellos que surgen en la zona limítrofe entre dos ambientes claramente definidos y contrastantes. La flora en los ambientes de transición varía de acuerdo con el ambiente en particular y en ocasiones puede ser escasa. Las características de estos ambientes de transición suelen ser una combinación de los ambientes que interactúan. En el predio la selva de transición se ubica entre la selva

mediana subperennifolia y el manglar, presentado elementos característicos de selva mediana como *Bursera simaruba*, *Metopium brownei* y *Manilkara zapota*, y elementos de zonas inundables, como *Acrostichum danaeifolium* y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), además de la presencia de *Bravaisia tubiflora* en el estrato arbustivo, especie indicadora de zonas transicionales. Esta comunidad, debido a que presenta elementos de manglar no será aprovechada para establecer obras del proyecto propuesto, con el fin de proteger a los ejemplares dispersos de mangle botoncillo.





Fotografías IV.33 y IV.34. Aspecto de la selva de

- **Manglar**

Debido a las condiciones edafológicas del predio se presentan zonas inundables, por esto, fue posible localizar comunidades de manglar que han logrado desarrollarse en aquellas áreas en la que existen hundimientos (manglar de cuenca), en las periferias de los cuerpos de agua (manglar de borde) y en las zonas inundables más cercanas a la costa. Es importante mencionar que esta comunidad no será afectada por el diseño del proyecto, tomando como sustento la normatividad ambiental que protege el manglar.

Esta comunidad tiene la presencia de las 4 especies de mangle: *Rizophora mangle* (mangle rojo)*, Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). Las cuatro especies de manglar se encuentran bajo la categoría de amenazadas (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

R. mangle es la especie con mayor dominancia en el predio, teniendo su mayor presencia en una cuenca. El suelo se encuentra permanentemente inundado, donde se presentan zonas con suelo rocoso, así como zonas donde el suelo es fangoso. Los individuos presentes son de fisonomía baja, con alturas entre 2 a 3 metros. También se presentan algunos individuos de *L. racemosa*, en el estrato herbáceo se encuentra *Cladium*

mariscus; entre los individuos de manglar es posible encontrar elementos epifitos, sobre todo a la bromelia *Tillandsia dasyliriifolia* y la orquídea *Myrmecophila christinae*.

También se encuentra manglar desarrollándose en algunos cuerpos de agua identificados como cenotes, en estos se localizó a las especies *R. mangle* y *A. germinans*, con alturas promedios de 6 a 7 metros. La presencia de estas dos especies se debe a que, al ser los cenotes cuerpos de agua, son las especies mejor adaptadas a condiciones de inundación, donde el mangle rojo presenta raíces zancudas con lenticelas y el mangle negro presenta un tipo de raíz llamada neumatóforos, ambas estructuras indispensables para la respiración de la planta aun encontrándose debajo del agua.

Existen otras zonas del predio que se inundan de manera temporal en época de lluvias, donde la especie dominante es *A. germinans*, con presencia de algunos individuos de *R. mangle* y *L. racemosa*. *C. erectus* se presenta en áreas más alejadas a las zonas de inundación, encontrándose mayormente en los bordes de la comunidad de manglar más cercano a la selva mediana subperennifolia, aunque también es posible encontrar algunos individuos en zonas inundables.

En el predio el manglar ocupa una superficie de 12.949 ha y la mayor extensión se ubica cercana a la costa. Esta comunidad no presenta comunicación directa con la zona marina (no tiene contacto directo con el mar), limitando con el matorral costero y con el chital. Asimismo, no presenta una conexión clara con el acuífero, dependiendo de las precipitaciones. En este sentido, el manglar en el predio se presenta como una isla rodeada por vegetación costera y vegetación de selva.

Así como la selva de transición, la comunidad de manglar presente en el predio no será afectada por las obras a construir por el proyecto. Si bien, entre los caminos existentes, uno se presenta cruzando la comunidad de manglar, este se utilizará como parte de las obras a construir en el predio del proyecto, el cual tendrá 4 metros en su parte más ancho. El manglar actualmente no se encuentra afectado, esto se refleja con la presencia de las 4 especies de mangle (*A. germinans*, *R. mangle*, *L. racemosa* y *C. erectus*), además de que esta comunidad depende de las precipitaciones, por lo tanto, con el camino mencionado no se ve afectado el flujo hidrológico. La conservación de esta comunidad es importante ya que así se mantendrá la continuidad del manglar en el SAR, el cual se presenta como una franja paralela a la costa a manera de corredor biológico, por lo tanto, la fauna podrá desplazarse, garantizando a su vez la dispersión de semillas, continuando con los procesos ecológicos de la comunidad.



Fotografías IV35, IV.36 y IV.37. a) manglar de borde (*R. mangle* y *A. germinans*), b) manglar de cuenca de fisonomía baja (*R. mangle*), c) zona inundable con presencia de *A. germinans*.



Fotografía IV.38. Vista de la comunidad de manglar con respecto al predio. En la flecha amarilla se aprecia el manglar en el predio. En flechas negras se aprecia la continuidad del manglar en el SAR.

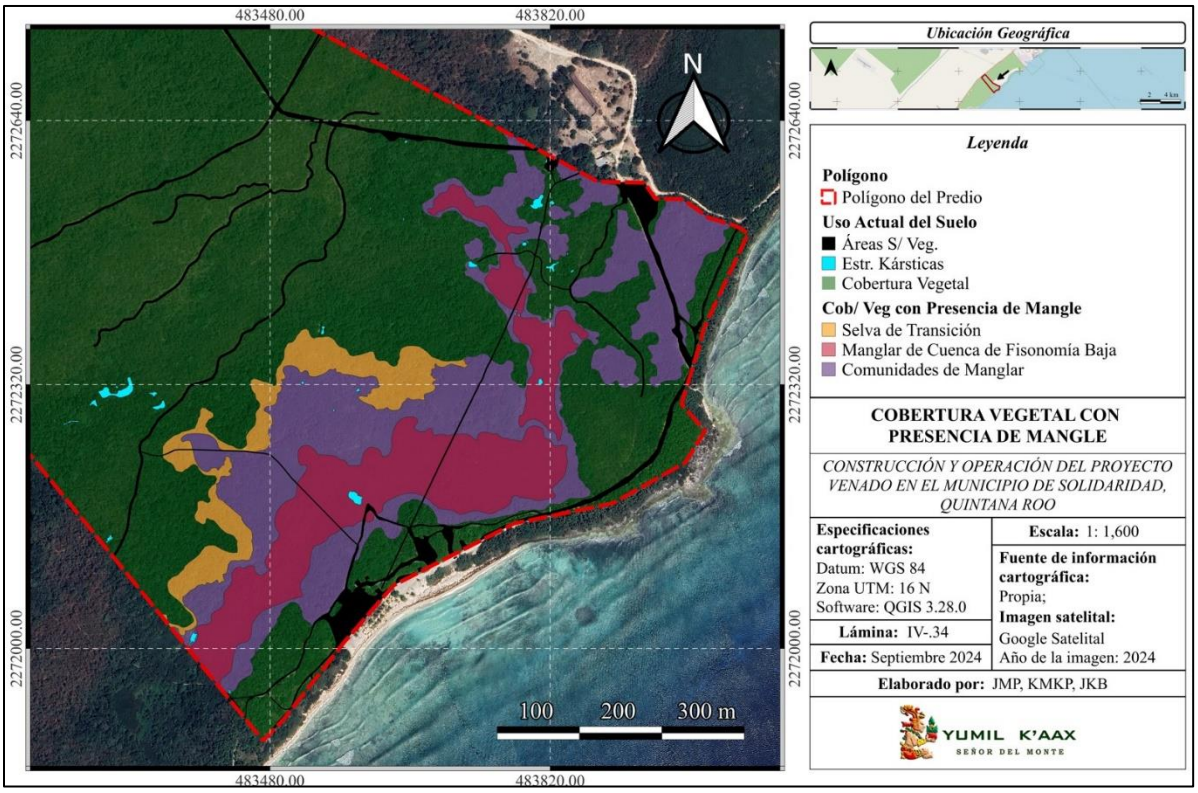


Lámina. IV.39. Comunidad de manglar en el predio.

- **Chital**

El chital es un tipo de palmar en el cual la especie dominante es *Thrinax radiata* (chit). En el predio, este tipo de vegetación se localiza inmediatamente después del manglar, y en algunas zonas después de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, el cual se desarrolla sobre un suelo rocoso. Su presencia es notoria debido a que durante todo el año se mantiene verde, sonde la altura de los elementos arbóreos va de 4 a 8 m, siendo que, los individuos más altos se encuentran hacia la zona continental, mientras que cercano a la costa los individuos son más bajos, debido a que se encuentran expuestos al viento. Otras especies arbóreas que conforman esta comunidad son *Bursera simaruba*, *Sideroxylon capiri*, *Cordia sebestena*, *Pouteria campechiana* y algunos elementos de *Cocos nucifera*. Dentro del estrato arbustivo se encuentra *Pithecellobium keyense*. Es la primera franja de vegetación que manifiesta cierra perturbación por obras civiles que se realizaron en el pasado (ajenas al promovente del proyecto propuesto).




Fotografías IV.39 y IV.40. Aspecto del chital.

- **Matorral costero**

Al igual que el chital, el matorral costero presenta perturbación por obras civiles que se realizaron en el pasado. Este se ubica después del chital, presentando alturas entre 2 y 3 m. Entre las principales especies arbustivas están: *Coccoloba uvifera, Tournefortia gnaphalodes, Suriana marítima* y *Pithecellobium keyense* y debido a su cercanía con la comunidad de chital, se presenta *Thrinax radiata*. Dentro del estrato herbáceo encontramos a *Ambrosia hispida*, *Canavalia rosea*, *Passiflora ciliata* y a *Hymenocallis littoralis*.




Fotografías IV.41 y IV.42. Aspecto del matorral costero.

- **Vegetación de dunas costeras**

Es la comunidad vegetal con menor superficie en el predio (247.62 m^2). Las dunas costeras se pueden definir como aquellos montículos de arena en los que se pueden desarrollar especies vegetales como herbáceas. Las plantas que se desarrollan sobre las dunas le proporcionan mayor estabilidad al suelo y previenen la erosión de las costas. En el predio se presenta especies de duna costera, sin embrago estas se encuentran sobre una

superficie rocosa. Entre las especies que conforman este tipo de comunidad encontramos a *Ipomoea pes-caprae*, *Distichlis spicata*, *Euphorbia mesembryanthemifolia*, entre otras.

Cabe recalcar, que esta comunidad, así como las ya mencionadas selva de transición y manglar, no se verán afectadas por las obras a construir en el proyecto.



Fotografías IV.43. Aspecto de la vegetación de dunas costeras.

- **MUESTREOS**

Se establecieron 24 sitios de muestreo en el predio, siendo estos 22 circulares (rodales) con un área de 500 m^2 y 2 cuadrantes de 25 m^2. Para el establecimiento de los sitios circulares, una vez ubicado el punto de interés, se identificó el centro tomando como referencia un árbol o en su caso, se colocó una estaca, el cual fue marcado, partiendo de este, con ayuda de un GPS se extendió una primera línea de 12.62 m en dirección al Norte, marcando el punto límite. Este mismo proceso fue realizado para cada uno de los puntos cardinales; una vez colocados y marcados los radios de la circunferencia, el sitio de muestreo se dividió en 4 subcudrantes de 125 m^2 cada uno, los cuales se nombraron A, B, C y D. La toma de datos se realizó de subcuadrante en subcuadrante, avanzando en sentido de las manecillas del reloj.

En 12 sitios, en el sebcuadrante A, se muestrearon a los individuos que presentaron un DAP a partir de 3 cm, mientras que, en el resto de los subcuadrantes del sitio de muestreo, se contabilizaron a los individuos con un DAP igual o mayor a 7.5 cm en adelante. Dentro de los datos dasométricos que se tomaron a los individuos, se consideró el diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total, cobertura, y si se presentaba, altura del fuste. También, se consideró la presencia de individuos arbustivos, herbáceas, epifitos, cactáceas y trepadoras. Estos sitios tienen las claves 1 hasta el 12.

En 10 sitios se realizó el registro de individuos que presentaron un DAP a partir de 5 cm en cada uno de los subcuadrantes (500 m^2). También, se consideró la presencia de individuos arbustivos, herbáceas, epifitos, cactáceas y enredaderas. Estos sitios tienen las claves 13 hasta el 22.

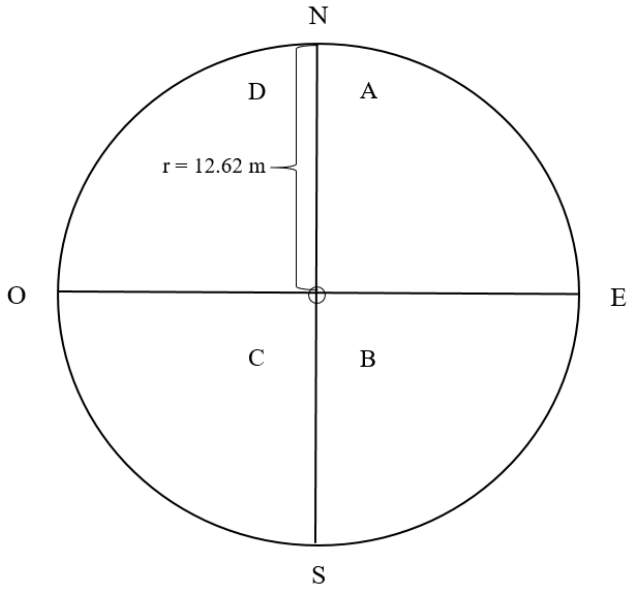


Figura IV.6. Representación de los sitios de muestreo (rodales).

Para el establecimiento de los sitios de muestreo en forma de cuadrante, una vez ubicado el punto de interés, se procedió a establecer una cuerda de 5 metros con ayuda de un GPS, posteriormente se establece una cuerda de 5 metros formando una "L", este proceso se repite con otro par de cuerdas de 5 metros, hasta cerrar el cuadrante; una vez realizado esto, se marcan las cuatro esquinas y se toman las coordenadas con un GPS. La toma de datos se realizó en el centro del sitio hacia fuera, con sentido de las manecillas del reloj. Donde se consideró el número de individuos, altura y cobertura, así como la presencia de individuos epífitos. Estos sitios de muestreo tienen las claves 23 y 24.

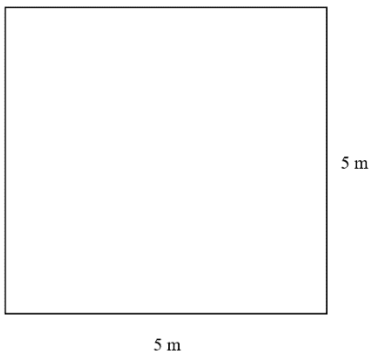


Figura IV.7. Representación de los sitios de muestreo (cuadrantes).

Las especies fueron identificadas en campo, donde 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 cotejadas 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.49. Coordenadas UTM del sitio de muestreo en el predio.

MUESTREOS VEGETACIÓN (PREDIO)					
Zona UTM: 16N					
Sitio	**Coordenada**		**Sitio**	**Coordenada**	
	X	**Y**		**X**	**Y**
1	482,707	2,273,535	*13*	483,684	2,272,639
2	482,610	2,273,635	*14*	483,478	2,271,973
3	482,963	2,273,222	*15*	483,550	2,272,504
4	483,221	2,272,925	*16*	483,984	2,272,243
5	483,396	2,272,569	*17*	483,688	2,272,124
6	483,281	2,272,676	*18*	483,513	2,272,624
7	483,142	2,272,630	*19*	483,409	2,272,436
8	482,964	2,272,627	*20*	483,236	2,272,417
9	483,052	2,272,549	*21*	483,877	2,272,492
10	483,394	2,272,342	*22*	483,259	2,272,549
11	483,349	2,272,193	**23**	483,813	2,272,365
12	483,523	2,272,023	**24**	483,818	2,272,298

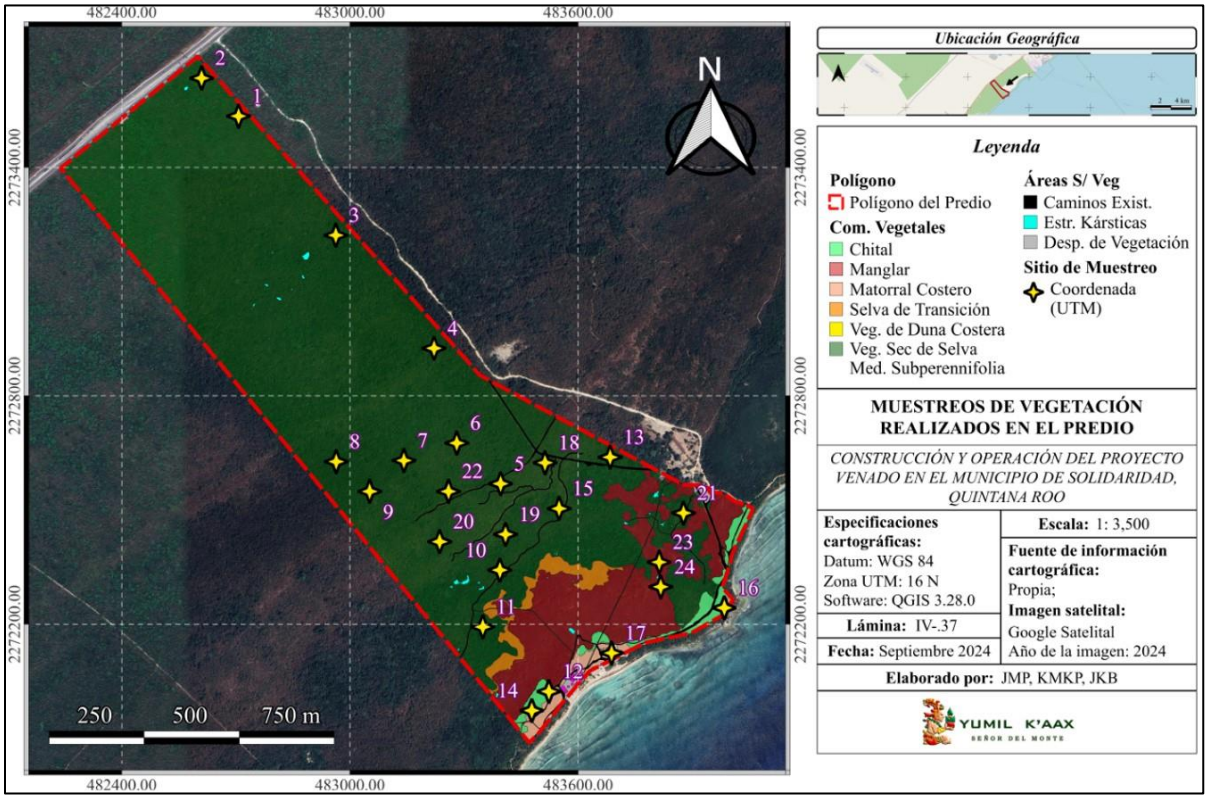


Lámina IV.40.- Ubicación de los sitios de muestreo en el predio.

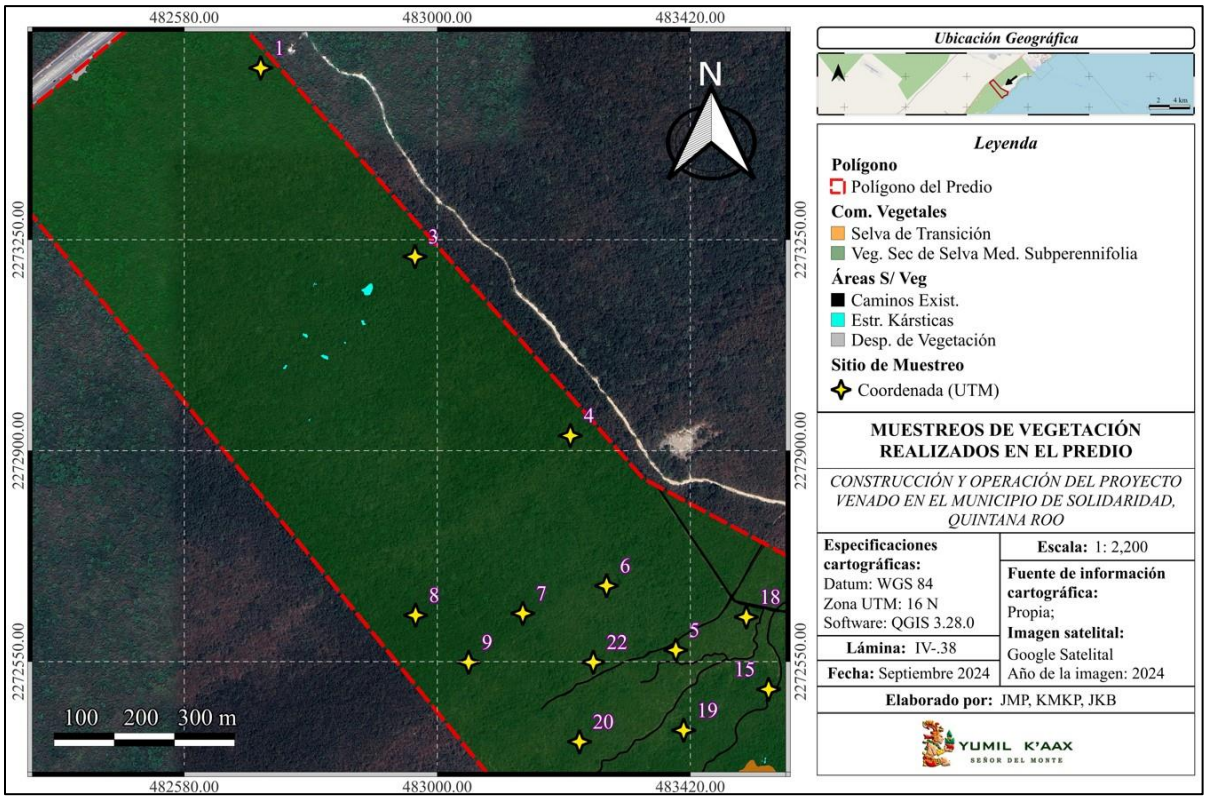


Lámina IV.41.- Ubicación de los sitios de muestreo en el predio a mayor escala.

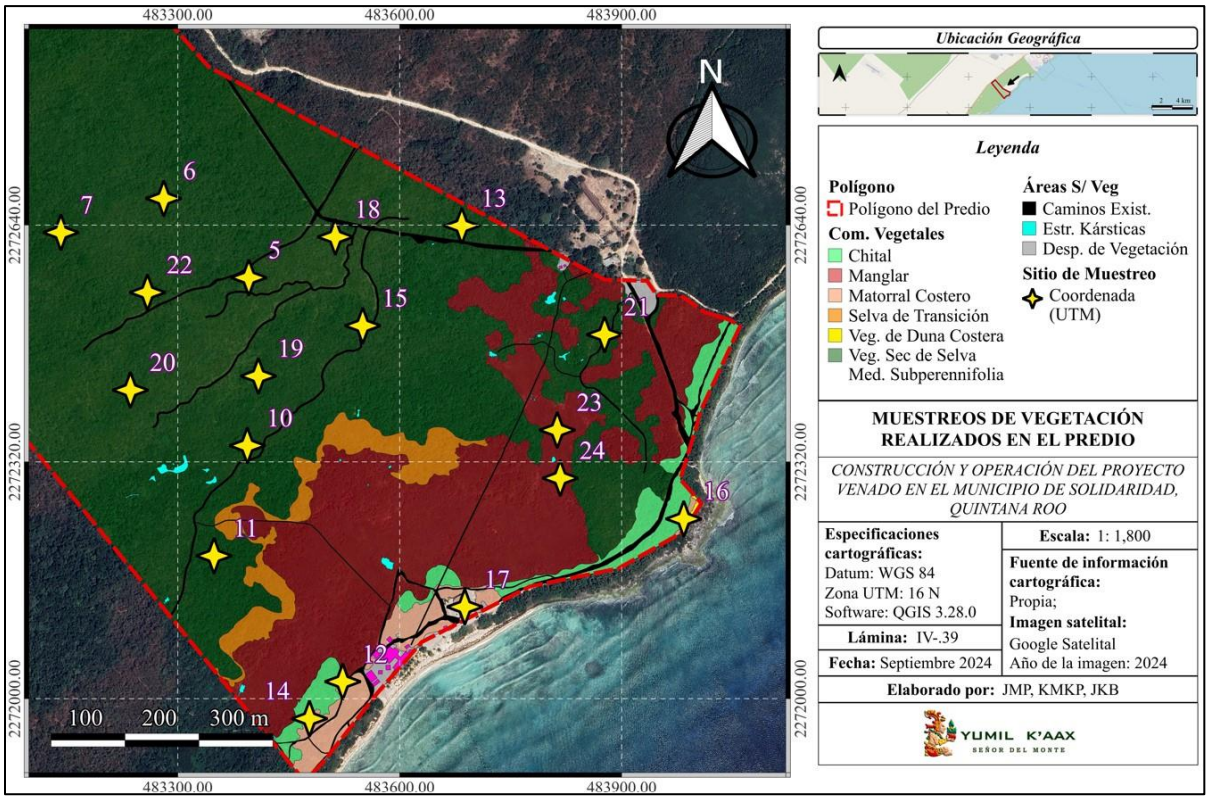


Lámina IV.42.- Ubicación de los sitios de muestreo en el predio a mayor

- **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 143 especies repartidas en 53 familias botánicas presentes. Siendo la familia Fabaceae la que cuenta con el mayor número de especies con 23, seguidos de las familias Polygonaceae y Rubiaceae con 8, la familia Sapotaceae con 7 y las familias Boraginaceae y Sapindaceae con 6.

Tabla. IV.50 . Listado florístico general del predio.

No.	Nombre científico	Nombre común
ACANTHACEAE		
1	*Avicennia germinans* (L.) L. *	Mangle negro
2	*Bravaisia berlandieriana* (Nees) T.F.Daniel.	Julub
AMARYLLIDACEAE		
3	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ANACARDIACEAE		
4	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
ANNONACEAE		
5	*Mosannona depressa* (Baill.) Chatrou	Elemuy
APOCYNACEAE		

No.	Nombre científico	Nombre común
6	*Cascabela gaumeri* (Hemsl.) Lippold.	Akits
ARACEAE		
7	*Anthurium schlechtendalii* Kunth.	Cola de faisán
8	*Philodendron jacquinii* Schott	Bastón de viejo
ARECACEAE		
9	*Coccothrinax readii* H.J.Quero. *	Nakás
10	*Cocos nucifera* L. **	Cocotero
11	*Sabal yapa* Becc.	Guano
12	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit
ASPARAGACEAE		
13	*Agave angustifolia* Haw.	Henequén de playa
14	*Beaucarnea pliabilis* (Baker) Rose *	Despeinada
ASPHODELACEAE		
15	*Aloe vera* (L.) Burm.f.	Sábila
ASTERACEAE		
16	*Ambrosia hispida* Pursh	Altanisa de mar
BIGNONIACEAE		
17	*Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G.Lohmann	Anil kab
18	*Fridericia floribunda* (Kunth) L.G.Lohmann	Anilkab
BORAGINACEAE		
19	*Bourreria pulchra* Millsp.	Bakalché
20	*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.	Bojón
21	*Cordia dodecandra* DC.	Ciricote
22	*Cordia sebestena* L.	Ciricote de playa
23	*Cordia stellifera* I.M.Johnst.	Nazareno
24	*Tournefortia gnaphalodes* (L.) Roem. & Schult.	Tabaquillo
BRASSICACEAE		
25	*Cakile lanceolata* O.E.Schulz	-
BROMELIACEAE		
26	*Aechmea bracteata* Griseb.	Gallito
27	*Bromelia pinguin* L.	Piñuela
28	*Tillandsia dasyliriifolia* Baker	Xch'u'
BURSERACEAE		
29	*Bursera simaruba* Sarg.	Chaká
CACTACEAE		
30	*Acanthocereus tetragonus* (L.) Hummelinck	Tsakam
31	*Deamia testudo* (Karw. ex Zucc.) Britton & Rose	Pitaya de tortuga
32	*Opuntia inaperta* (A.Schott ex Griffiths) D.R.Hunt.	Nopal zacam
33	*Selenicereus grandiflorus* (L.) Britton & Rose.	Dama de noche
CAPPARACEAE		
34	*Crateva tapia* L.	Kokche
CELASTRACEAE		
35	*Elaeodendron xylocarpum* (Vent.) DC.	Sak chechem
36	*Semialarium mexicanum* (Miers) Mennega	Cancerina

No.	Nombre científico	Nombre común
COMBRETACEAE		
37	*Conocarpus erectus* L. *	Mangle botoncillo
38	*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. *	Mangle blanco
CONVOLVULACEAE		
39	*Ipomoea pes-caprae* (L.) R.Br.	Bejuco de mar
CYPERACEAE		
40	*Cladium mariscus* (L.) Pohl	Jol che'
EBENACEAE		
41	*Diospyros anisandra* S.F.Blake	Kakalche
42	*Diospyros salicifolia* Willd.	Box silil
43	*Diospyros tetrasperma* Sw.	Silil
ERYTHROXYLACEAE		
44	*Erythroxylum confusum* Britton.	Cascarillo
45	*Erythroxylum rotundifolium* Lunan.	Baak soots'
EUPHORBIACEAE		
46	*Croton cortesianus* Kunth	Ekbalán
47	*Croton reflexifolius* Kunth	Perescuts
48	*Euphorbia mesembryanthemifolia* Jacq.	Siis ja'
49	*Gymnanthes lucida* Sw.	Yayte
FABACEAE		
50	*Bauhinia divaricata* L.	Pata de vaca
51	*Canavalia rosea* (Sw.) DC.	Frijol de playa
52	*Cenostigma gaumeri* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Kitam che'
53	*Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose.	Yax eek
54	*Diphysa carthagenensis* Jacq.	Susuk
55	*Erythrostemon yucatanensis* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Takinche
56	*Erythrina standleyana* Krukoff	Chakmool che
57	*Gliricidia maculata* (Kunth) Walp.	Sakyab
58	*Lonchocarpus rugosus* Benth.	Kanasín
59	*Lonchocarpus xuul* Lundell	Xuul
60	*Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.	Tsalam
61	*Mariosousa dolichostachya* (S.F.Blake) Seigler & Ebinger	Xaax
62	*Mimosa bahamensis* Benth.	Sak katsim
63	*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.	Jabín
64	*Pithecellobium keyense* Coker	Guamúchil yucateco
65	*Pithecellobium unguis-cati* (L.) Benth.	Tsi'uche
66	*Platymiscium yucatanum* Standl.	Granadillo
67	*Pseudalbizzia tomentosa* (Micheli) E.J.M.Koenen & Duno	Sak pich
68	*Senegalia gaumeri* (S.F.Blake) Britton & Rose.	Boxcatzin
69	*Senegalia polyphylla* (DC.) Britton	Cantemo
70	*Senna racemosa* (Mill.) H.S.Irwin & Barneby.	Kanjabín
71	*Swartzia cubensis* (Britton & P.Wilson) Standl.	Katalox
72	*Vachellia cornigera* (L.) Seigler & Ebinger.	Subín
GOODENIACEAE		

No.	Nombre científico	Nombre común
73	*Scaevola taccada* (Gaertn.) Roxb. **	Lechuga de mar
LAMIACEAE		
74	*Vitex gaumeri* Greenm.	Yaxnik
LAURACEAE		
75	*Damburneya salicifolia* (Kunth) Trofimov & Rohwer	Aguacatillo
MALPIGHIACEAE		
76	*Bunchosia glandulosa* DC.	Sipché
77	*Bunchosia swartziana* Griseb.	Sipché
78	*Malpighia emarginata* DC.	Wayate
MALVACEAE		
79	*Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten & Baker f.	Pochote
80	*Ceiba schottii* Britten & Baker f.	Ceiba yucateca
81	*Hampea trilobata* Standl.	Jool
82	*Malvaviscus arboreus* Dill. ex Cav.	Tulipan de monte
MENISPERMACEAE		
83	*Hyperbaena winzerlingii* Standl.	Kooch kitam
MORACEAE		
84	*Brosimum alicastrum* Sw.	Ramón
85	*Ficus cotinifolia* Kunth.	Kopo
MYRTACEAE		
86	*Eugenia capuli* (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Sak loob
87	*Eugenia foetida* Pers.	Sak loob
88	*Myrcianthes fragrans* (Sw.) McVaugh.	Guayabillo
89	*Psidium oligospermum* Mart. ex DC.	Loob che
NYCTAGINACEAE		
90	*Neea psychotrioides* Donn.Sm.	Tats'i
91	*Pisonia aculeata* L.	Uña de gato
ORCHIDACEAE		
92	*Encyclia alata* (Bateman) Schltr.	Orquídea mariposa
93	*Myrmecophila christinae* Carnevali & Gómez-Juárez	Xon ikni
94	*Trichocentrum ascendens* (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	Anoché
PASSIFLORACEAE		
95	*Passiflora ciliata* Aiton	Maracuyá
PICRAMNIACEAE		
96	*Alvaradoa amorphoides* Liebm.	Ardillo
POACEAE		
97	*Distichlis spicata* (L.) Greene.	Huizapol
98	*Lasiacis divaricata* (L.) Hitchc.	Carricillo
POLYGONACEAE		
99	*Coccoloba acapulcensis* Standl.	Toon yuul
100	*Coccoloba barbadensis* Jacq.	Boob chiich
101	*Coccoloba cozumelensis* Hemsl.	Boob chiich
102	*Coccoloba diversifolia* Jacq.	Chiich boob
103	*Coccoloba spicata Lundell*	Boob

No.	Nombre científico	Nombre común
104	*Coccoloba uvifera* L.	Uva de mar
105	*Gymnopodium floribundum* Rolfe in Hook.	Ts'iits'ilche'
106	*Neomillspaughia emarginata* S.F.Blake	Sakitsa
POLYPODIACEAE		
107	*Microgramma nitida* (J.Sm.) A.R.Sm.	Lengua de ciervo
PRIMULACEAE		
108	*Ardisia escallonioides* Schltdl. & Cham.	Sak lobche
109	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö.	Amole
PTERIDACEAE		
110	*Acrostichum danaeifolium* Langsd. & Fisch.	Helecho de playa
RESEDACEAE		
111	*Forchhammeria trifoliata* Radlk. ex Millsp.	Tres marias
RHAMNACEAE		
112	*Colubrina arborescens* Sarg.	Pimienta che'
113	*Colubrina asiatica* Brongn.	Pimienta che'
114	*Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc.	Tullidora
115	*Krugiodendron ferreum Urb.*	Chintok
RHIZOPHORACEAE		
116	*Rhizophora mangle* L. *	Mangle rojo
RUBIACEAE		
117	*Eumachia microdon* (DC.) Delprete & J.H.Kirkbr.	Baake aak
118	*Guettarda combsii* Urb.	Tastab
119	*Guettarda elliptica* Sw.	Pichiche
120	*Guettarda gaumeri* Standl.	Kibiche
121	*Randia aculeata* L.	Tinta che
122	*Randia longiloba* Hemsl.	Cruz k'iix
123	*Randia obcordata* S.Watson	Cruz k'iix
124	*Simira salvadorensis* (Standl.) Steyerm.	Chakte kok
RUTACEAE		
125	*Casimiroa tetrameria* Millsp.	Yuuy
126	*Esenbeckia berlandieri* Baill.	Jopoy
127	*Esenbeckia pentaphylla* Griseb.	Jo'ko
SALICACEAE		
128	*Casearia laetioides* (A.Rich.) Warb.	Tamay
SAPINDACEAE		
129	*Exothea diphylla* (Standl.) Lundell	Wayuum
130	*Exothea paniculata* Radlk. in Durand	Copalillo
131	*Matayba oppositif*olia Britton	Cascarillo
132	*Melicoccus oliviformis* Kunth.	Guaya
133	*Sapindus saponaria* L.	Sibul
134	*Thouinia paucidentata* Radlk.	K'an chuunup
SAPOTACEAE		
134	*Chrysophyllum mexicanum* Brandegee ex Standl.	Caimitillo
135	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote

No.	Nombre científico	Nombre común
136	*Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni.	Kanisté
137	*Pouteria reticulata* (Engl.) Eyma	Zapotillo
138	*Sideroxylon americanum* (Mill.) T.D.Penn.	Mulche
139	*Sideroxylon capiri* Pittier	Subuul
140	*Sideroxylon foetidissimum* Jacq.	Sibul
SIMAROUBACEAE		
141	*Simarouba glauca* DC.	Negrito
SURIANACEAE		
142	*Suriana maritima* L.	Tabaquillo
URTICACEAE		
143	*Cecropia peltata* L.	Guarumbo

* = NOM-059, ** = Introducida.

Del total de especies observadas, 7 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, todas se encuentra amenazadas (A), también se consideró las categorías de riesgo según lista roja de la IUCN y los anexos de la CITES.

Tabla. IV.51. 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
ACANTHACEAE					
1	*Avicennia germinans* (L.) L.	Mangle negro	A	NT	-
ARECACEAE					
2	*Coccothrinax readii* H.J.Quero	Nakás	A	NT	-
3	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf.	Chit	A	LC	-
ASPARAGACEAE					
4	*Beaucarnea pliabilis* (Baker) Rose	Despeinada	A	VU	Apéndice II
COMBRETACEAE					
5	*Conocarpus erectus* L.	Mangle botoncillo	A	LC	-
6	*Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn.	Mangle blanco	A	LC	-
RHIZOPHORACEAE					
7	*Rhizophora mangle* L.	Mangle rojo	A	NT	-

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada; **IUCN**: LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, VU = Vulnerable.

Se procedió a la realización del listado de las especies que se registraron únicamente en los 22 sitios de muestreo, considerando las especies a las cuales se les tomaron datos dasométricos (altura, diámetro y cobertura), así como las presencias.

Se registró un total de 43 familias y 122 especies presentes en el predio del proyecto. La familia Fabaceae cuenta con un mayor número de especies, siendo 22, las familias Polygonaceae y Rubiaceae con 8 especies, seguido de la familia Sapotaceae con 7 especies y la familia Sapindaceae con 6 especies.

Tabla IV.52. Listado de especies registradas en los sitios de muestreo en el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común
ACANTHACEAE		
1	*Bravaisia berlandieriana* (Nees) T.F.Daniel.	Julub
AMARYLLIDACEAE		
2	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ANACARDIACEAE		
3	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
ANNONACEAE		
4	*Mosannona depressa* (Baill.) Chatrou	Elemuy
APOCYNACEAE		
5	*Cascabela gaumeri* (Hemsl.) Lippold.	Akits
ARACEAE		
6	*Anthurium schlechtendalii* Kunth.	Cola de faisán
7	*Philodendron jacquinii* Schott	Bastón de viejo
ARECACEAE		
8	*Coccothrinax readii* H.J.Quero. *	Nakás
9	*Cocos nucifera* L. **	Cocotero
10	*Sabal yapa* Becc.	Guano
11	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit
ASPARAGACEAE		
12	*Agave angustifolia* Haw.	Henequén de playa
BIGNONIACEAE		
13	*Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G.Lohmann	Anil kab
14	*Fridericia floribunda* (Kunth) L.G.Lohmann	Anilkab
BORAGINACEAE		
15	*Bourreria pulchra* Millsp.	Bakalché
16	*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.	Bojón
17	*Cordia sebestena* L.	Ciricote de playa
18	*Cordia stellifera* I.M.Johnst.	Nazareno
BROMELIACEAE		
19	*Aechmea bracteata* Griseb.	Gallito
20	*Bromelia pinguin* L.	Piñuela
21	*Tillandsia dasyliriifolia* Baker	Xch'u'
BURSERACEAE		
22	*Bursera simaruba* Sarg.	Chaká
CACTACEAE		
23	*Deamia testudo* (Karw. ex Zucc.) Britton & Rose	Pitaya de tortuga
24	*Opuntia inaperta* (A.Schott ex Griffiths) D.R.Hunt.	Nopal zacam

No.	Nombre científico	Nombre común
25	*Selenicereus grandiflorus* (L.) Britton & Rose.	Dama de noche
CAPPARACEAE		
26	*Crateva tapia* L.	Kokche
CELASTRACEAE		
27	*Elaeodendron xylocarpum* (Vent.) DC.	Sak chechem
28	*Semialarium mexicanum* (Miers) Mennega	Cancerina
COMBRETACEAE		
29	*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. *	Mangle blanco
CYPERACEAE		
30	*Cladium mariscus* (L.) Pohl	Jol che'
EBENACEAE		
31	*Diospyros anisandra* S.F.Blake	Kakalche
32	*Diospyros salicifolia* Willd.	Box silil
33	*Diospyros tetrasperma* Sw.	Silil
ERYTHROXYLACEAE		
34	*Erythroxylum confusum* Britton.	Cascarillo
35	*Erythroxylum rotundifolium* Lunan.	Baak soots'
EUPHORBIACEAE		
36	*Croton cortesianus* Kunth	Ekbalán
37	*Croton reflexifolius* Kunth	Perescuts
38	*Gymnanthes lucida* Sw.	Yayte
FABACEAE		
39	*Bauhinia divaricata* L.	Pata de vaca
40	*Canavalia rosea* (Sw.) DC.	Frijol de playa
41	*Cenostigma gaumeri* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Kitam che'
42	*Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose.	Yax eek
43	*Diphysa carthagenensis* Jacq.	Susuk
44	*Erythrostemon yucatanensis* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Takinche
45	*Gliricidia maculata* (Kunth) Walp.	Sakyab
46	*Lonchocarpus rugosus* Benth.	Kanasín
47	*Lonchocarpus xuul* Lundell	Xuul
48	*Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.	Tsalam
49	*Mariosousa dolichostachya* (S.F.Blake) Seigler & Ebinger	Xaax
50	*Mimosa bahamensis* Benth.	Sak katsim
51	*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.	Jabín
52	*Pithecellobium keyense* Coker	Guamúchil yucateco
53	*Pithecellobium unguis-cati* (L.) Benth.	Tsi'uche
54	*Platymiscium yucatanum* Standl.	Granadillo
55	*Pseudalbizzia tomentosa* (Micheli) E.J.M.Koenen & Duno	Sak pich
56	*Senegalia gaumeri* (S.F.Blake) Britton & Rose.	Boxcatzin
57	*Senegalia polyphylla* (DC.) Britton	Cantemo
58	*Senna racemosa* (Mill.) H.S.Irwin & Barneby.	Kanjabín
59	*Swartzia cubensis* (Britton & P.Wilson) Standl.	Katalox
60	*Vachellia cornigera* (L.) Seigler & Ebinger.	Subín

No.	Nombre científico	Nombre común
LAMIACEAE		
61	*Vitex gaumeri* Greenm.	Yaxnik
LAURACEAE		
62	*Damburneya salicifolia* (Kunth) Trofimov & Rohwer	Aguacatillo
MALPIGHIACEAE		
63	*Bunchosia glandulosa* DC.	Sipché
64	*Bunchosia swartziana* Griseb.	Sipché
65	*Malpighia emarginata* DC.	Wayate
MALVACEAE		
66	*Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten & Baker f.	Pochote
67	*Ceiba schottii* Britten & Baker f.	Ceiba yucateca
68	*Hampea trilobata* Standl.	Jool
MYRTACEAE		
69	*Eugenia capuli* (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Sak loob
70	*Eugenia foetida* Pers.	Sak loob
71	*Myrcianthes fragrans* (Sw.) McVaugh.	Guayabillo
72	*Psidium oligospermum* Mart. ex DC.	Loob che
NYCTAGINACEAE		
73	*Neea psychotrioides* Donn.Sm.	Tats'i
74	*Pisonia aculeata* L.	Uña de gato
ORCHIDACEAE		
75	*Myrmecophila christinae* Carnevali & Gómez-Juárez	Xon ikni
76	*Trichocentrum ascendens* (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	Anoché
PASSIFLORACEAE		
77	*Passiflora ciliata* Aiton	Maracuyá
PICRAMNIACEAE		
78	*Alvaradoa amorphoides* Liebm.	Ardillo
POACEAE		
79	*Lasiacis divaricata* (L.) Hitchc.	Carricillo
POLYGONACEAE		
80	*Coccoloba acapulcensis* Standl.	Toon yuul
81	*Coccoloba barbadensis* Jacq.	Boob chiich
82	*Coccoloba cozumelensis* Hemsl.	Boob chiich
83	*Coccoloba diversifolia* Jacq.	Chiich boob
84	*Coccoloba spicata Lundell*	Boob
85	*Coccoloba uvifera* L.	Uva de mar
86	*Gymnopodium floribundum* Rolfe in Hook.	Ts'iits'ilche'
87	*Neomillspaughia emarginata* S.F.Blake	Sakitsa
POLYPODIACEAE		
88	*Microgramma nitida* (J.Sm.) A.R.Sm.	Lengua de ciervo
PRIMULACEAE		
89	*Ardisia escallonioides* Schltdl. & Cham.	Sak lobche
90	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö.	Amole
RESEDACEAE		

No.	Nombre científico	Nombre común
91	*Forchhammeria trifoliata* Radlk. ex Millsp.	Tres marias
RHIZOPHORACEAE		
92	*Rhizophora mangle* L. *	Mangle rojo
RHAMNACEAE		
93	*Colubrina arborescens* Sarg.	Pimienta che'
94	*Colubrina asiatica* Brongn.	Pimienta che'
95	*Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc.	Tullidora
96	*Krugiodendron ferreum Urb.*	Chintok
RUBIACEAE		
97	*Eumachia microdon* (DC.) Delprete & J.H.Kirkbr.	Baake aak
98	*Guettarda combsii* Urb.	Tastab
99	*Guettarda elliptica* Sw.	Pichiche
100	*Guettarda gaumeri* Standl.	Kibiche
101	*Randia aculeata* L.	Tinta che
102	*Randia longiloba* Hemsl.	Cruz k'iix
103	*Randia obcordata* S.Watson	Cruz k'iix
104	*Simira salvadorensis* (Standl.) Steyerm.	Chakte kok
RUTACEAE		
105	*Casimiroa tetrameria* Millsp.	Yuuy
106	*Esenbeckia berlandieri* Baill.	Jopoy
107	*Esenbeckia pentaphylla* Griseb.	Jo'ko
SALICACEAE		
108	*Casearia laetioides* (A.Rich.) Warb.	Tamay
SAPINDACEAE		
109	*Exothea diphylla* (Standl.) Lundell	Wayuum
110	*Exothea paniculata* Radlk. in Durand	Copalillo
111	*Matayba oppositif*olia Britton	Cascarillo
112	*Melicoccus oliviformis* Kunth.	Guaya
113	*Sapindus saponaria* L.	Sibul
114	*Thouinia paucidentata* Radlk.	K'an chuunup
SAPOTACEAE		
115	*Chrysophyllum mexicanum* Brandegee ex Standl.	Caimitillo
116	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote
117	*Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni.	Kanisté
118	*Pouteria reticulata* (Engl.) Eyma	Zapotillo
119	*Sideroxylon americanum* (Mill.) T.D.Penn.	Mulche
120	*Sideroxylon capiri* Pittier	Subuul
121	*Sideroxylon foetidissimum* Jacq.	Sibul
SIMAROUBACEAE		
122	*Simarouba glauca* DC.	Negrito

* = NOM-059, ** = Introducida.

Del total de especies encontradas en los muestreos, 4 especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo las palmas *Coccothrinax readii* y *Thrinax radiata* y los

mangles *Laguncularia racemosa* y *Rhizophora mangle*, las cuales se encuentran como Amenazada (A). También se consideró las categorías de riesgo según lista roja de la IUCN y los anexos de la CITES.

Tabla. IV.53. Especies de bajo alguna categoría de amenaza de acuerdo con la NOM-059, IUCN y CITES registradas en los muestreos en el predio del proyecto.

No.	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
ARECACEAE					
1	*Coccothrinax readii* H.J.Quero	Nakás	A	NT	-
2	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf.	Chit	A	LC	-
COMBRETACEAE					
3	*Laguncularia racemosa* C.F.Gaertn.	Mangle blanco	A	LC	-
RHIZOPHORACEAE					
4	*Rhizophora mangle* L.	Mangle rojo	A	NT	-

NOM-059-SEMARNAT-2010: A = Amenazada; **IUCN**: LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada.

Posterior a la elaboración de los anteriores listados, se procedió a elaborar un listado florístico por cada comunidad muestreada en el predio.

– **Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia**

En esta comunidad se registró un total de 60 especies y 27 familias.

Tabla. IV.54. Listado florístico de la VSSMSP en el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común
ANACARDIACEAE		
1	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
ANNONACEAE		
2	*Mosannona depressa* (Baill.) Chatrou	Elemuy
APOCYNACEAE		
3	*Cascabela gaumeri* (Hemsl.) Lippold.	Akits
ARACEAE		
4	*Anthurium schlechtendalii* Kunth.	Cola de faisán
5	*Philodendron jacquinii* Schott	Bastón de viejo
ARECACEAE		
6	*Coccothrinax readii* H.J.Quero. *	Nakás
7	*Sabal yapa* Becc.	Guano
8	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit
ASPARAGACEAE		
9	*Agave angustifolia* Haw.	Henequén de playa

No.	Nombre científico	Nombre común
BIGNONIACEAE		
10	*Dolichandra unguis-cati* (L.) L.G.Lohmann	Anil kab
11	*Fridericia floribunda* (Kunth) L.G.Lohmann	Anilkab
BORAGINACEAE		
12	*Bourreria pulchra* Millsp.	Bakalché
13	*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken.	Bojón
14	*Cordia stellifera* I.M.Johnst.	Nazareno
BROMELIACEAE		
15	*Aechmea bracteata* Griseb.	Gallito
16	*Bromelia pinguin* L.	Piñuela
17	*Tillandsia dasyliriifolia* Baker	Xch'u'
BURSERACEAE		
18	*Bursera simaruba* Sarg.	Chaká
CACTACEAE		
19	*Deamia testudo* (Karw. ex Zucc.) Britton & Rose	Pitaya de tortuga
20	*Opuntia inaperta* (A.Schott ex Griffiths) D.R.Hunt.	Nopal zacam
21	*Selenicereus grandiflorus* (L.) Britton & Rose.	Dama de noche
CAPPARACEAE		
22	*Crateva tapia* L.	Kokche
CELASTRACEAE		
23	*Elaeodendron xylocarpum* (Vent.) DC.	Sak chechem
24	*Semialarium mexicanum* (Miers) Mennega	Cancerina
EBENACEAE		
25	*Diospyros anisandra* S.F.Blake	Kakalche
26	*Diospyros salicifolia* Willd.	Box silil
27	*Diospyros tetrasperma* Sw.	Silil
ERYTHROXYLACEAE		
28	*Erythroxylum confusum* Britton.	Cascarillo
29	*Erythroxylum rotundifolium* Lunan.	Baak soots'
EUPHORBIACEAE		
30	*Croton cortesianus* Kunth	Ekbalán
31	*Croton reflexifolius* Kunth	Perescuts
32	*Gymnanthes lucida* Sw.	Yayte
FABACEAE		
33	*Bauhinia divaricata* L.	Pata de vaca
34	*Cenostigma gaumeri* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Kitam che'
35	*Chloroleucon mangense* (Jacq.) Britton & Rose.	Yax eek
36	*Diphysa carthagenensis* Jacq.	Susuk
37	*Erythrostemon yucatanensis* (Greenm.) Gagnon & G.P.Lewis.	Takinche
38	*Gliricidia maculata* (Kunth) Walp.	Sakyab
39	*Lonchocarpus rugosus* Benth.	Kanasín

No.	Nombre científico	Nombre común
40	*Lonchocarpus xuul* Lundell	Xuul
41	*Lysiloma latisiliquum* (L.) Benth.	Tsalam
42	*Mariosousa dolichostachya* (S.F.Blake) Seigler & Ebinger	Xaax
43	*Mimosa bahamensis* Benth.	Sak katsim
44	*Piscidia piscipula* (L.) Sarg.	Jabín
45	*Pithecellobium unguis-cati* (L.) Benth.	Tsi'uche
46	*Platymiscium yucatanum* Standl.	Granadillo
47	*Pseudalbizzia tomentosa* (Micheli) E.J.M.Koenen & Duno	Sak pich
48	*Senegalia gaumeri* (S.F.Blake) Britton & Rose.	Boxcatzin
49	*Senegalia polyphylla* (DC.) Britton	Cantemo
50	*Senna racemosa* (Mill.) H.S.Irwin & Barneby.	Kanjabín
51	*Swartzia cubensis* (Britton & P.Wilson) Standl.	Katalox
52	*Vachellia cornigera* (L.) Seigler & Ebinger.	Subín
LAMIACEAE		
53	*Vitex gaumeri* Greenm.	Yaxnik
LAURACEAE		
54	*Damburneya salicifolia* (Kunth) Trofimov & Rohwer	Aguacatillo
MALPIGHIACEAE		
55	*Bunchosia glandulosa* DC.	Sipché
56	*Bunchosia swartziana* Griseb.	Sipché
57	*Malpighia emarginata* DC.	Wayate
MALVACEAE		
58	*Ceiba aesculifolia* (Kunth) Britten & Baker f.	Pochote
59	*Ceiba schottii* Britten & Baker f.	Ceiba yucateca
60	*Hampea trilobata* Standl.	Jool
MYRTACEAE		
61	*Eugenia capuli* (Schltdl. & Cham.) Hook. & Arn.	Sak loob
62	*Eugenia foetida* Pers.	Sak loob
63	*Myrcianthes fragrans* (Sw.) McVaugh.	Guayabillo
64	*Psidium oligospermum* Mart. ex DC.	Loob che
NYCTAGINACEAE		
65	*Neea psychotrioides* Donn.Sm.	Tats'i
66	*Pisonia aculeata* L.	Uña de gato
ORCHIDACEAE		
67	*Trichocentrum ascendens* (Lindl.) M.W.Chase & N.H.Williams	Anoché
PICRAMNIACEAE		
68	*Alvaradoa amorphoides* Liebm.	Ardillo
POACEAE		
69	*Lasiacis divaricata* (L.) Hitchc.	Carricillo
POLYGONACEAE		
70	*Coccoloba acapulcensis* Standl.	Toon yuul

No.	Nombre científico	Nombre común
71	*Coccoloba barbadensis* Jacq.	Boob chiich
72	*Coccoloba cozumelensis* Hemsl.	Boob chiich
73	*Coccoloba diversifolia* Jacq.	Chiich boob
74	*Coccoloba spicata Lundell*	Boob
75	*Gymnopodium floribundum* Rolfe in Hook.	Ts'iits'ilche'
76	*Neomillspaughia emarginata* S.F.Blake	Sakitsa
POLYPODIACEAE		
77	*Microgramma nitida* (J.Sm.) A.R.Sm.	Lengua de ciervo
PRIMULACEAE		
78	*Ardisia escallonioides* Schltdl. & Cham.	Sak lobche
79	*Bonellia macrocarpa* (Cav.) B.Ståhl & Källersjö.	Amole
RESEDACEAE		
80	*Forchhammeria trifoliata* Radlk. ex Millsp.	Tres marias
RHAMNACEAE		
81	*Colubrina arborescens* Sarg.	Pimienta che'
82	*Colubrina asiatica* Brongn.	Pimienta che'
83	*Karwinskia humboldtiana* (Schult.) Zucc.	Tullidora
84	*Krugiodendron ferreum Urb.*	Chintok
RUBIACEAE		
85	*Eumachia microdon* (DC.) Delprete & J.H.Kirkbr.	Baake aak
86	*Guettarda combsii* Urb.	Tastab
87	*Guettarda elliptica* Sw.	Pichiche
88	*Guettarda gaumeri* Standl.	Kibiche
89	*Randia aculeata* L.	Tinta che
90	*Randia longiloba* Hemsl.	Cruz k'iix
91	*Randia obcordata* S.Watson	Cruz k'iix
RUTACEAE		
92	*Casimiroa tetrameria* Millsp.	Yuuy
93	*Esenbeckia berlandieri* Baill.	Jopoy
94	*Esenbeckia pentaphylla* Griseb.	Jo'ko
SALICACEAE		
95	*Casearia laetioides* (A.Rich.) Warb.	Tamay
SAPINDACEAE		
96	*Exothea diphylla* (Standl.) Lundell	Wayuum
97	*Exothea paniculata* Radlk. in Durand	Copalillo
98	*Matayba oppositif*olia Britton	Cascarillo
99	*Melicoccus oliviformis* Kunth.	Guaya
100	*Sapindus saponaria* L.	Sibul
101	*Thouinia paucidentata* Radlk.	K'an chuunup
SAPOTACEAE		
102	*Chrysophyllum mexicanum* Brandegee ex Standl.	Caimitillo

No.	Nombre científico	Nombre común
103	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote
104	*Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni.	Kanisté
105	*Pouteria reticulata* (Engl.) Eyma	Zapotillo
106	*Sideroxylon capiri* Pittier	Subuul
SIMAROUBACEAE		
107	*Simarouba glauca* DC.	Negrito

* = NOM-059.

- **Manglar**

En el manglar se registraron 5 especies y el mismo número de familias.

Tabla. IV.55. Listado florístico del Manglar en el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común
BROMELIACEAE		
1	*Tillandsia dasyliriifolia* Baker	Xch'u'
COMBRETACEAE		
2	*Laguncularia racemosa* (L.) C.F.Gaertn. *	Mangle blanco
CYPERACEAE		
3	*Cladium mariscus* (L.) Pohl	Jol che'
ORCHIDACEAE		
4	*Myrmecophila christinae* Carnevali & Gómez-Juárez	Xon ikni
RHIZOPHORACEAE		
5	*Rhizophora mangle* L. *	Mangle rojo

* = NOM-059.

- **Chital**

En el chital se registró un total de 24 especies y 14 familias.

Tabla. IV.56. Listado florístico del Chital en el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común
ACANTHACEAE		
1	*Bravaisia berlandieriana* (Nees) T.F.Daniel.	Julub
AMARYLLIDACEAE		
2	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ANACARDIACEAE		
3	*Metopium brownei* Urb.	Chechém
APOCYNACEAE		
4	*Cascabela gaumeri* (Hemsl.) Lippold.	Akits
ARECACEAE		

No.	Nombre científico	Nombre común
5	*Cocos nucifera* L. **	Cocotero
6	*Sabal yapa* Becc.	Guano
7	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit
BORAGINACEAE		
8	*Cordia sebestena* L.	Ciricote de playa
BURSERACEAE		
9	*Bursera simaruba* Sarg.	Chaká
CACTACEAE		
10	*Opuntia inaperta* (A.Schott ex Griffiths) D.R.Hunt.	Nopal zacam
FABACEAE		
11	*Gliricidia maculata* (Kunth) Walp.	Sakyab
12	*Pithecellobium keyense* Coker	Guamúchil yucateco
13	*Senegalia gaumeri* (S.F.Blake) Britton & Rose.	Boxcatzin
MALPIGHIACEAE		
14	*Bunchosia swartziana* Griseb.	Sipché
POLYGONACEAE		
15	*Coccoloba spicata Lundell*	Boob
16	*Coccoloba uvifera* L.	Uva de mar
RUBIACEAE		
17	*Randia longiloba* Hemsl.	Cruz k'iix
18	*Simira salvadorensis* (Standl.) Steyerm.	Chakte kok
RUTACEAE		
19	*Esenbeckia pentaphylla* Griseb.	Jo'ko
SAPOTACEAE		
20	*Manilkara zapota* (L.) P.Royen.	Chicozapote
21	*Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni.	Kanisté
22	*Sideroxylon americanum* (Mill.) T.D.Penn.	Mulche
23	*Sideroxylon capiri* Pittier	Subuul
24	*Sideroxylon foetidissimum* Jacq.	Sibul

* = NOM-059, ** = Introducida.

- **Matorral costero**

En esta comunidad se registraron 8 especies y 6 familias.

Tabla. IV.57. Listado florístico del Matorral costero en el predio.

No.	Nombre científico	Nombre común
AMARYLLIDACEAE		
1	*Hymenocallis littoralis* Salisb.	Lirio de playa
ARECACEAE		

No.	Nombre científico	Nombre común
2	*Cocos nucifera* L. **	Cocotero
3	*Thrinax radiata* Lodd. ex Desf. *	Chit
BORAGINACEAE		
4	*Cordia sebestena* L.	Ciricote de playa
FABACEAE		
5	*Canavalia rosea* (Sw.) DC.	Frijol de playa
PASSIFLORACEAE		
6	*Passiflora ciliata* Aiton	Maracuyá
POLYGONACEAE		
7	*Coccoloba diversifolia* Jacq.	Chiich boob
8	*Coccoloba uvifera* L.	Uva de mar

* = NOM-059, ** = Introducida.

– **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 para cada tipo de comunidad vegetal encontradas en el predio, así como uno general, con la finalidad de conocer la estructura de las especies vegetales presentes. Para la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, el chital, el matorral y para el general, se utilizó la medición del DAP para la dominancia, mientras que para el manglar se utilizó la cobertura.

Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia

En la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSSMSP) se contabilizó un total de 90 especies y 1144 individuos, donde la especie que obtuvo el mayor valor de IVI es *Metopium brownei* con 24.318, seguido de *Gymnopodium floribundum* con 16.917, *Bursera simaruba* con 16.408, *Cenostigma gaumeri* con 16.293 y *Eugenia capuli* con 13.907.

T**abla IV.58.** Índice de Valor de Importancia para la VSSMSP.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Metopium brownei*	Chechém	82	7.168	12	3.810	15939.889	13.340	24.318
2	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	95	8.304	13	4.127	5360.159	4.486	16.917
3	*Bursera simaruba*	Chaká	49	4.283	16	5.079	8418.310	7.045	16.408
4	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	84	7.343	11	3.492	6521.962	5.458	16.293
5	*Eugenia capuli*	Sak loob	89	7.780	12	3.810	2769.320	2.318	13.907
6	*Piscidia piscipula*	Jabín	43	3.759	9	2.857	7549.265	6.318	12.934

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
7	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	51	4.458	11	3.492	4036.171	3.378	11.328
8	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	24	2.098	4	1.270	8580.495	7.181	10.549
9	*Coccoloba diversifolia*	Chiich boob	39	3.409	11	3.492	3322.438	2.781	9.682
10	*Vitex gaumeri*	Yaxnik	19	1.661	6	1.905	5499.371	4.603	8.168
11	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	23	2.010	10	3.175	3058.544	2.560	7.745
12	*Eugenia foetida*	Sak loob	44	3.846	7	2.222	1415.487	1.185	7.253
13	*Esenbeckia pentaphylla*	Jo'ko	43	3.759	5	1.587	1806.420	1.512	6.858
14	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	22	1.923	9	2.857	2105.657	1.762	6.542
15	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	12	1.049	7	2.222	3262.552	2.730	6.002
16	*Pithecellobium unguis-cati*	Tsi'uche	14	1.224	5	1.587	3463.614	2.899	5.710
17	*Mariosousa dolichostachya*	Xaax	11	0.962	7	2.222	3014.365	2.523	5.707
18	*Senegalia gaumeri*	Boxcatzin	19	1.661	9	2.857	1307.691	1.094	5.612
19	*Manilkara zapota*	Chicozapote	13	1.136	5	1.587	3228.779	2.702	5.426
20	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	19	1.661	4	1.270	2647.583	2.216	5.146
21	*Chloroleucon mangense*	Yax eek	12	1.049	4	1.270	2845.504	2.381	4.700
22	*Coccoloba cozumelensis*	Boob chiich	17	1.486	4	1.270	1721.597	1.441	4.197
23	*Gliricidia maculata*	Sakyab	18	1.573	5	1.587	1193.808	0.999	4.160
24	*Randia longiloba*	Cruz k'iix	17	1.486	6	1.905	677.211	0.567	3.958
25	*Mosannona depressa*	Elemuy	17	1.486	5	1.587	938.749	0.786	3.859
26	*Coccoloba spicata*	Boob	15	1.311	2	0.635	1528.388	1.279	3.225
27	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	8	0.699	5	1.587	614.968	0.515	2.801
28	*Exothea diphylla*	Wayuum	9	0.787	3	0.952	1032.801	0.864	2.603
29	*Erythroxylum confusum*	Cascarillo	15	1.311	2	0.635	684.280	0.573	2.519
30	*Diphysa carthagenensis*	Susuk	7	0.612	5	1.587	318.087	0.266	2.465
31	*Neomillspaughia emarginata*	Sakitsa	9	0.787	4	1.270	306.306	0.256	2.313
32	*Mimosa bahamensis*	Sak katsim	11	0.962	3	0.952	442.966	0.371	2.285
33	*Swartzia cubensis*	Katalox	3	0.262	2	0.635	1584.937	1.326	2.224

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
34	*Bunchosia swartziana*	Sipché	11	0.962	3	0.952	294.525	0.246	2.160
35	*Thrinax radiata*	Chit	13	1.136	1	0.317	750.450	0.628	2.082
36	*Exothea paniculata*	Copalillo	7	0.612	2	0.635	962.115	0.805	2.052
37	*Ardisia escallonioides*	Sak lobche	8	0.699	4	1.270	81.682	0.068	2.038
38	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	8	0.699	3	0.952	363.640	0.304	1.956
39	*Croton reflexifolius*	Perescuts	12	1.049	2	0.635	201.848	0.169	1.853
40	*Senegalia polyphylla*	Cantemo	6	0.524	2	0.635	822.314	0.688	1.848
41	*Forchhammeria trifoliata*	Tres marias	6	0.524	3	0.952	439.039	0.367	1.844
42	*Simarouba glauca*	Negrito	1	0.087	1	0.317	1570.800	1.315	1.720
43	*Bourreria pulchra*	Bakalché	6	0.524	3	0.952	267.036	0.223	1.700
44	*Myrcianthes fragrans*	Guayabillo	6	0.524	3	0.952	158.651	0.133	1.610
45	*Crateva tapia*	Kokche	5	0.437	3	0.952	201.848	0.169	1.558
46	*Senna racemosa*	Kanjabín	4	0.350	3	0.952	212.058	0.177	1.480
47	*Sideroxylon capiri*	Subuul	4	0.350	2	0.635	577.269	0.483	1.468
48	*Damburneya salicifolia*	Aguacatillo	3	0.262	3	0.952	109.171	0.091	1.306
49	*Casimiroa tetrameria*	Yuuy	3	0.262	2	0.635	472.811	0.396	1.293
50	*Diospyros tetrasperma*	Silil	3	0.262	3	0.952	76.184	0.064	1.278
51	*Randia obcordata*	Cruz k'iix	6	0.524	2	0.635	106.814	0.089	1.249
52	*Erythrostemon yucatanensis*	Takinche	3	0.262	2	0.635	291.383	0.244	1.141
53	*Matayba oppositifolia*	Cascarillo	2	0.175	2	0.635	327.708	0.274	1.084
54	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	3	0.262	2	0.635	150.208	0.126	1.023
55	*Coccoloba acapulcensis*	Toon yuul	2	0.175	2	0.635	248.972	0.208	1.018
56	*Guettarda gaumeri*	Kibiche	2	0.175	2	0.635	217.556	0.182	0.992
57	*Hampea trilobata*	Jool	3	0.262	2	0.635	42.412	0.035	0.933
58	*Vachellia cornigera*	Subín	2	0.175	2	0.635	113.883	0.095	0.905
59	*Esenbeckia berlandieri*	Jopoy	2	0.175	2	0.635	76.184	0.064	0.874
60	*Bunchosia glandulosa*	Sipché	5	0.437	1	0.317	121.148	0.101	0.856

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
61	*Ceiba schottii*	Ceiba yucateca	4	0.350	1	0.317	214.414	0.179	0.847
62	*Guettarda combsii*	Tastab	5	0.437	1	0.317	102.887	0.086	0.841
63	*Malpighia lundellii*	Wayate	5	0.437	1	0.317	65.974	0.055	0.810
64	*Sabal yapa*	Guano	2	0.175	1	0.317	311.804	0.261	0.753
65	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasín	2	0.175	1	0.317	286.671	0.240	0.732
66	*Cascabela gaumeri*	Akits	2	0.175	1	0.317	267.036	0.223	0.716
67	*Elaeodendron xylocarpum*	Sak chechem	3	0.262	1	0.317	130.376	0.109	0.689
68	*Pseudalbizzia tomentosa*	Sak pich	2	0.175	1	0.317	211.273	0.177	0.669
69	*Psidium oligospermum*	Loob che	2	0.175	1	0.317	158.651	0.133	0.625
70	*Sapindus saponaria*	Sibul	2	0.175	1	0.317	141.372	0.118	0.611
71	*Gymnanthes lucida*	Yayte	1	0.087	1	0.317	226.981	0.190	0.595
72	*Bonellia macrocarpa*	Amole	2	0.175	1	0.317	120.166	0.101	0.593
73	*Randia aculeata*	Tinta che	2	0.175	1	0.317	102.102	0.085	0.578
74	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	2	0.175	1	0.317	83.252	0.070	0.562
75	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	2	0.175	1	0.317	26.704	0.022	0.515
76	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	2	0.175	1	0.317	14.137	0.012	0.504
77	*Fridericia floribunda*	Anilkab	2	0.175	1	0.317	14.137	0.012	0.504
78	*Guettarda elliptica*	Pichiche	1	0.087	1	0.317	113.098	0.095	0.500
79	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	1	0.087	1	0.317	78.540	0.066	0.471
80	*Krugiodendron ferreum*	Chintok	1	0.087	1	0.317	78.540	0.066	0.471
81	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	1	0.087	1	0.317	78.540	0.066	0.471
82	*Coccoloba barbadensis*	Boob chiich	1	0.087	1	0.317	70.882	0.059	0.464
83	*Cordia alliodora*	Bojón	1	0.087	1	0.317	38.485	0.032	0.437
84	*Casearia laetioides*	Tamay	1	0.087	1	0.317	28.274	0.024	0.429
85	*Diospyros anisandra*	Kakalche	1	0.087	1	0.317	14.137	0.012	0.417
86	*Coccothrinax readii*	Nakás	1	0.087	1	0.317	12.566	0.011	0.415
87	*Cordia stellifera*	Nazareno	1	0.087	1	0.317	12.566	0.011	0.415

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
88	*Diospyros salicifolia*	Box silil	1	0.087	1	0.317	12.566	0.011	0.415
89	*Colubrina arborescens*	Pimienta che'	1	0.087	1	0.317	7.069	0.006	0.411
90	*Eumachia microdon*	Baake aak	1	0.087	1	0.317	7.069	0.006	0.411
TOTAL			**1144**	**100.000**	**315**	**100.000**	**119485.651**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Densidad absoluta, DR = Densidad relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

Manglar

Para el manglar se contabilizaron 2 especies y 29 individuos, donde *Rhizophora mangle* fue la especie con el mayor valor de IVI (261.18), seguido de *Laguncularia racemosa* con 38.822.

Tabla IV.59. Índice de Valor de Importancia para el Manglar.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	28	96.552	2	66.667	48.000	97.959	261.178
2	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	1	3.448	1	33.333	1.000	2.041	38.822
TOTAL			**29**	**100.000**	**3**	**100.000**	**49.000**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Densidad absoluta, DR = Densidad relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

Chital

En la comunidad de chital, se contabilizaron 178 individuos y 19 especies. La especie con la mayor importancia estructural es *Thrinax radiata*, con un IVI de 92.189, esto concuerda con la comunidad vegetal, ya que, como su nombre indica, esta es un palmar dominado por la palma chit. Otras especies de importancia estructural son *Bursera simaruba* con 41.299, *Pouteria campechiana* con 20.394, *Cocos nucifera* con 19.523 y *Cordia sebestena* con 19.349.

Tabla IV.60. Índice de Valor de Importancia para el Chital.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Thrinax radiata*	Chit	86	48.315	3	10.714	5068.972	33.160	92.189
2	*Bursera simaruba*	Chaká	23	12.921	2	7.143	3246.058	21.235	41.299
3	*Pouteria campechiana*	Kanisté	9	5.056	2	7.143	1252.713	8.195	20.394
4	*Cocos nucifera*	Cocotero	4	2.247	3	10.714	1002.956	6.561	19.523
5	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	11	6.180	2	7.143	921.274	6.027	19.349
6	*Sideroxylon capiri*	Subuul	12	6.742	1	3.571	1244.859	8.144	18.457
7	*Cascabela gaumeri*	Akits	4	2.247	2	7.143	318.872	2.086	11.476

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
8	*Pithecellobium keyense*	Guamúchil yucateco	3	1.685	2	7.143	142.157	0.930	9.758
9	*Metopium brownei*	Chechém	4	2.247	1	3.571	442.966	2.898	8.716
10	*Esenbeckia pentaphylla*	Jo'ko	4	2.247	1	3.571	402.125	2.631	8.449
11	*Sideroxylon foetidissimum*	Sibul	4	2.247	1	3.571	348.718	2.281	8.100
12	*Manilkara zapota*	Chicozapote	5	2.809	1	3.571	236.405	1.547	7.927
13	*Sabal yapa*	Guano	1	0.562	1	3.571	283.529	1.855	5.988
14	*Bunchosia swartziana*	Sipché	3	1.685	1	3.571	39.270	0.257	5.514
15	*Sideroxylon americanum*	Mulche	1	0.562	1	3.571	136.660	0.894	5.027
16	*Senegalia gaumeri*	Boxcatzin	1	0.562	1	3.571	69.901	0.457	4.591
17	*Coccoloba spicata*	Boob	1	0.562	1	3.571	50.266	0.329	4.462
18	*Simira salvadorensis*	Chakte kok	1	0.562	1	3.571	50.266	0.329	4.462
19	*Randia longiloba*	Cruz k'iix	1	0.562	1	3.571	28.274	0.185	4.318
TOTAL			**178**	**100.000**	**28**	**100.000**	**15286.240**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Densidad absoluta, DR = Densidad relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

Matorral costero

En el matorral costero se obtuvo un total de 49 individuos y 5 especies, siendo *Coccoloba uvifera* la que obtuvo el mayor valor de IVI, con 104.981, seguido de *Coccoloba diversifolia* con 72.976, *Cocos nucifera* con 48.644, *Cordia sebestena* con 43.284 y *Thrinax radiata* con 30.115.

T**abla IV.61.** Índice de Valor de Importancia para el Matorral costero.

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	21	42.857	1	20.000	3066.202	42.123	104.981
2	*Coccoloba diversifolia*	Chiich boob	13	26.531	1	20.000	1925.015	26.446	72.976
3	*Cocos nucifera*	Cocotero	5	10.204	1	20.000	1342.249	18.440	48.644
4	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	7	14.286	1	20.000	655.024	8.999	43.284
5	*Thrinax radiata*	Chit	3	6.122	1	20.000	290.598	3.992	30.115
TOTAL			**49**	**100.000**	**5**	**100.000**	**7279.087**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Densidad absoluta, DR = Densidad relativa, IVI = Índice de Valor de Importancia.

General

De manera general, se tomó en cuenta a todos los individuos de las comunidades vegetales muestreadas a los cuales se les midió el DAP. Después de realizar los cálculos, *Metopium brownei* resultó con la especie de mayor importancia estructural con un valor de IVI de 21.489, seguido de *Bursera simaruba* con 18.562, *Gymnopodium floribundum* con 14.385, *Cenostigma gaumeri* con 13.834, *Thrinax radiata* con 13.158, y *Eugenia capuli* con 11.841.

Como se observa, las especies que resultaron con el mayor valor de IVI corresponden a especies de selva mediana subperennifolia, esto se debe a que es la comunidad con mayor superficie en el predio del proyecto, y fue la comunidad donde se realizó el mayor número de muestreos. *T. radiata* ocupó el quinto lugar, esto debido a que tiene una gran abundancia en las comunidades vegetales cernas a la costa, en especial en la comunidad donde domina y a la cual le da la fisonomía, el chital.

T**abla IV.62.** Índice de Valor de Importancia general

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
1	*Metopium brownei*	Chechém	86	6.273	13	3.683	16382.855	11.533	21.489
2	*Bursera simaruba*	Chaká	72	5.252	18	5.099	11664.368	8.211	18.562
3	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	95	6.929	13	3.683	5360.159	3.773	14.385
4	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	84	6.127	11	3.116	6521.962	4.591	13.834
5	*Thrinax radiata*	Chit	102	7.440	5	1.416	6110.019	4.301	13.158
6	*Eugenia capuli*	Sak loob	89	6.492	12	3.399	2769.320	1.950	11.841
7	*Piscidia piscipula*	Jabin	43	3.136	9	2.550	7549.265	5.314	11.000
8	*Coccoloba diversifolia*	Chiich boob	52	3.793	12	3.399	5247.454	3.694	10.886
9	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	51	3.720	11	3.116	4036.171	2.841	9.677
10	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	24	1.751	4	1.133	8580.495	6.040	8.924
11	*Vitex gaumeri*	Yaxnik	19	1.386	6	1.700	5499.371	3.871	6.957
12	*Esenbeckia pentaphylla*	Jo'ko	47	3.428	6	1.700	2208.545	1.555	6.683
13	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	23	1.678	10	2.833	3058.544	2.153	6.664
14	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	12	0.875	12	3.399	3262.552	2.297	6.571
15	*Eugenia foetida*	Sak loob	44	3.209	7	1.983	1415.487	0.996	6.189
16	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	22	1.605	9	2.550	2105.657	1.482	5.637
17	*Manilkara zapota*	Chicozapote	18	1.313	6	1.700	3465.185	2.439	5.452
18	*Senegalia gaumeri*	Boxcatzin	20	1.459	10	2.833	1377.592	0.970	5.261

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
19	*Mariosousa dolichostachya*	Xaax	11	0.802	7	1.983	3014.365	2.122	4.907
20	*Pithecellobium unguis-cati*	Tsi'uche	14	1.021	5	1.416	3463.614	2.438	4.876
21	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	19	1.386	4	1.133	2647.583	1.864	4.383
22	*Chloroleucon mangense*	Yax eek	12	0.875	4	1.133	2845.504	2.003	4.012
23	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	21	1.532	1	0.283	3066.202	2.159	3.974
24	*Randia longiloba*	Cruz k'iix	18	1.313	7	1.983	705.486	0.497	3.793
25	*Coccoloba cozumelensis*	Boob chiich	17	1.240	4	1.133	1721.597	1.212	3.585
26	*Gliricidia maculata*	Sakyab	18	1.313	5	1.416	1193.808	0.840	3.570
27	*Cocos nucifera*	Cocotero	9	0.656	4	1.133	2345.204	1.651	3.441
28	*Mosannona depressa*	Elemuy	17	1.240	5	1.416	938.749	0.661	3.317
29	*Sideroxylon capiri*	Subuul	16	1.167	3	0.850	1822.128	1.283	3.300
30	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	18	1.313	3	0.850	1576.298	1.110	3.272
31	*Coccoloba spicata*	Boob	16	1.167	3	0.850	1578.654	1.111	3.128
32	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	8	0.584	5	1.416	614.968	0.433	2.433
33	*Bunchosia swartziana*	Sipché	14	1.021	4	1.133	333.795	0.235	2.389
34	*Exothea diphylla*	Wayuum	9	0.656	3	0.850	1032.801	0.727	2.233
35	*Diphysa carthagenensis*	Susuk	7	0.511	5	1.416	318.087	0.224	2.151
36	*Erythroxylum confusum*	Cascarillo	15	1.094	2	0.567	684.280	0.482	2.142
37	*Pouteria campechiana*	Kanisté	9	0.656	2	0.567	1252.713	0.882	2.105
38	*Neomillspaughia emarginata*	Sakitsa	9	0.656	4	1.133	306.306	0.216	2.005
39	*Mimosa bahamensis*	Sak katsim	11	0.802	3	0.850	442.966	0.312	1.964
40	*Swartzia cubensis*	Katalox	3	0.219	2	0.567	1584.937	1.116	1.901
41	*Ardisia escallonioides*	Sak lobche	8	0.584	4	1.133	81.682	0.058	1.774
42	*Exothea paniculata*	Copalillo	7	0.511	2	0.567	962.115	0.677	1.754
43	*Cascabela gaumeri*	Akits	6	0.438	3	0.850	585.908	0.412	1.700
44	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	8	0.584	3	0.850	363.640	0.256	1.689
45	*Forchhammeria trifoliata*	Tres marias	6	0.438	3	0.850	439.039	0.309	1.597
46	*Croton reflexifolius*	Perescuts	12	0.875	2	0.567	201.848	0.142	1.584
47	*Senegalia polyphylla*	Cantemo	6	0.438	2	0.567	822.314	0.579	1.583
48	*Bourreria pulchra*	Bakalché	6	0.438	3	0.850	267.036	0.188	1.475

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
49	*Simarouba glauca*	Negrito	1	0.073	1	0.283	1570.800	1.106	1.462
50	*Myrcianthes fragrans*	Guayabillo	6	0.438	3	0.850	158.651	0.112	1.399
51	*Crateva tapia*	Kokche	5	0.365	3	0.850	201.848	0.142	1.357
52	*Senna racemosa*	Kanjabín	4	0.292	3	0.850	212.058	0.149	1.291
53	*Sabal yapa*	Guano	3	0.219	2	0.567	595.333	0.419	1.204
54	*Damburneya salicifolia*	Aguacatillo	3	0.219	3	0.850	109.171	0.077	1.146
55	*Diospyros tetrasperma*	Silil	3	0.219	3	0.850	76.184	0.054	1.122
56	*Casimiroa tetrameria*	Yuuy	3	0.219	2	0.567	472.811	0.333	1.118
57	*Randia obcordata*	Cruz k'iix	6	0.438	2	0.567	106.814	0.075	1.079
58	*Erythrostemon yucatanensis*	Takinche	3	0.219	2	0.567	291.383	0.205	0.991
59	*Matayba oppositifolia*	Cascarillo	2	0.146	2	0.567	327.708	0.231	0.943
60	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	3	0.219	2	0.567	150.208	0.106	0.891
61	*Coccoloba acapulcensis*	Toon yuul	2	0.146	2	0.567	248.972	0.175	0.888
62	*Pithecellobium keyense*	Guamúchil yucateco	3	0.219	2	0.567	142.157	0.100	0.885
63	*Guettarda gaumeri*	Kibiche	2	0.146	2	0.567	217.556	0.153	0.866
64	*Sideroxylon foetidissimum*	Sibul	4	0.292	1	0.283	348.718	0.245	0.821
65	*Hampea trilobata*	Jool	3	0.219	2	0.567	42.412	0.030	0.815
66	*Vachellia cornigera*	Subín	2	0.146	2	0.567	113.883	0.080	0.793
67	*Esenbeckia berlandieri*	Jopoy	2	0.146	2	0.567	76.184	0.054	0.766
68	*Bunchosia glandulosa*	Sipché	5	0.365	1	0.283	121.148	0.085	0.733
69	*Ceiba schottii*	Ceiba yucateca	4	0.292	1	0.283	214.414	0.151	0.726
70	*Guettarda combsii*	Tastab	5	0.365	1	0.283	102.887	0.072	0.720
71	*Malpighia lundellii*	Wayate	5	0.365	1	0.283	65.974	0.046	0.694
72	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasín	2	0.146	1	0.283	286.671	0.202	0.631
73	*Elaeodendron xylocarpum*	Sak chechem	3	0.219	1	0.283	130.376	0.092	0.594
74	*Pseudalbizzia tomentosa*	Sak pich	2	0.146	1	0.283	211.273	0.149	0.578
75	*Psidium oligospermum*	Loob che	2	0.146	1	0.283	158.651	0.112	0.541
76	*Sapindus saponaria*	Sibul	2	0.146	1	0.283	141.372	0.100	0.529
77	*Gymnanthes lucida*	Yayte	1	0.073	1	0.283	226.981	0.160	0.516
78	*Bonellia macrocarpa*	Amole	2	0.146	1	0.283	120.166	0.085	0.514

No.	Nombre científico	Nombre común	AA	AR	FA	FR	DA	DR	IVI (%)
79	*Randia aculeata*	Tinta che	2	0.146	1	0.283	102.102	0.072	0.501
80	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	2	0.146	1	0.283	83.252	0.059	0.488
81	*Sideroxylon americanum*	Mulche	1	0.073	1	0.283	136.660	0.096	0.452
82	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	2	0.146	1	0.283	26.704	0.019	0.448
83	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	2	0.146	1	0.283	14.137	0.010	0.439
84	*Fridericia floribunda*	Anilkab	2	0.146	1	0.283	14.137	0.010	0.439
85	*Guettarda elliptica*	Pichiche	1	0.073	1	0.283	113.098	0.080	0.436
86	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	1	0.073	1	0.283	78.540	0.055	0.412
87	*Krugiodendron ferreum*	Chintok	1	0.073	1	0.283	78.540	0.055	0.412
88	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	1	0.073	1	0.283	78.540	0.055	0.412
89	*Coccoloba barbadensis*	Boob chiich	1	0.073	1	0.283	70.882	0.050	0.406
90	*Simira salvadorensis*	Chakte kok	1	0.073	1	0.283	50.266	0.035	0.392
91	*Cordia alliodora*	Bojón	1	0.073	1	0.283	38.485	0.027	0.383
92	*Casearia laetioides*	Tamay	1	0.073	1	0.283	28.274	0.020	0.376
93	*Diospyros anisandra*	Kakalche	1	0.073	1	0.283	14.137	0.010	0.366
94	*Coccothrinax readii*	Nakás	1	0.073	1	0.283	12.566	0.009	0.365
95	*Cordia stellifera*	Nazareno	1	0.073	1	0.283	12.566	0.009	0.365
96	*Diospyros salicifolia*	Box silil	1	0.073	1	0.283	12.566	0.009	0.365
97	*Colubrina arborescens*	Pimienta che'	1	0.073	1	0.283	7.069	0.005	0.361
98	*Eumachia microdon*	Baake aak	1	0.073	1	0.283	7.069	0.005	0.361
TOTAL			**1371**	**100.000**	**353**	**100.000**	**142050.978**	**100.000**	**300.000**

AA = Abundancia absoluta, AR = Abundancia relativa, FA = Frecuencia absoluta, FR = Frecuencia relativa, DA = Densidad absoluta, DR = Densidad 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 cada tipo de vegetación encontrada en el predio, así como uno generl. Tomando en cuenta a los individuos que presentaba DAP y cobertura, así como las presencias de individuos arbustivos, herbáceos, cactáceas, epifitas y trepadoras.

Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia

Esta vegetación presentó una riqueza de 107 especies, obteniendo un valor de H' de 3.893, el cual se encuentra dentro de los valores altos del índice, H'max presentó un valor de 4.673, mientras que J' obtuvo un valor de 0.833. Este último valor tiende a 1, por lo que indica que las especies tiene cierta equitatividad. Las especies *Eugenia capuli*, *Gymnopodium floribundum*, *Metopium brownei* y *Thrinax radiata* fueron de las especies más abundantes.

Tabla IV.63. Índice de diversidad para la VSSMSP.

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Aechmea bracteata*	Gallito	11	0.007	-4.919	-0.036
2	*Agave angustifolia*	Henequén de playa	78	0.052	-2.960	-0.153
3	*Alvaradoa amorphoides*	Ardillo	19	0.013	-4.372	-0.055
4	*Anthurium schlechtendalii*	Cola de faisán	3	0.002	-6.218	-0.012
5	*Ardisia escallonioides*	Saak lobche	9	0.006	-5.119	-0.031
6	*Bauhinia divaricata*	Pata de vaca	2	0.001	-6.623	-0.009
7	*Bonellia macrocarpa*	Amole	3	0.002	-6.218	-0.012
8	*Bourreria pulchra*	Bakalché	6	0.004	-5.525	-0.022
9	*Bromelia pinguin*	Piñuela	41	0.027	-3.603	-0.098
10	*Bunchosia glandulosa*	Sipché	5	0.003	-5.707	-0.019
11	*Bunchosia swartziana*	Sipché	11	0.007	-4.919	-0.036
12	*Bursera simaruba*	Chaká	49	0.033	-3.425	-0.112
13	*Cascabela gaumeri*	Akits	4	0.003	-5.930	-0.016
14	*Casearia laetioides*	Tamay	2	0.001	-6.623	-0.009
15	*Casimiroa tetrameria*	Yuuy	2	0.001	-6.623	-0.009
16	*Ceiba aesculifolia*	Pochote	1	0.001	-7.317	-0.005
17	*Ceiba schottii*	Ceiba yucateca	4	0.003	-5.930	-0.016
18	*Cenostigma gaumeri*	Kitam che'	85	0.056	-2.874	-0.162
19	*Chloroleucon mangense*	Yax eek	12	0.008	-4.832	-0.039
20	*Chrysophyllum mexicanum*	Caimitillo	1	0.001	-7.317	-0.005
21	*Coccoloba acapulcensis*	Toon yuul	2	0.001	-6.623	-0.009
22	*Coccoloba barbadensis*	Boob chiich	1	0.001	-7.317	-0.005
23	*Coccoloba cozumelensis*	Boob chiich	17	0.011	-4.483	-0.051
24	*Coccoloba diversifolia*	Chiich boob	56	0.037	-3.291	-0.122
25	*Coccoloba spicata*	Boob	15	0.010	-4.608	-0.046
26	*Coccothrinax readii*	Nakás	33	0.022	-3.820	-0.084
27	*Colubrina arborescens*	Pimienta che'	1	0.001	-7.317	-0.005
28	*Colubrina asiatica*	Pimienta che'	1	0.001	-7.317	-0.005

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
29	*Cordia alliodora*	Bojón	1	0.001	-7.317	-0.005
30	*Cordia stellifera*	Nazareno	1	0.001	-7.317	-0.005
31	*Crateva tapia*	Kokche	5	0.003	-5.707	-0.019
32	*Croton cortesianus*	Ekbalán	3	0.002	-6.218	-0.012
33	*Croton reflexifolius*	Perescuts	12	0.008	-4.832	-0.039
34	*Damburneya salicifolia*	Aguacatillo	3	0.002	-6.218	-0.012
35	*Deamia testudo*	Pitaya de tortuga	11	0.007	-4.919	-0.036
36	*Diospyros anisandra*	Kakalche	1	0.001	-7.317	-0.005
37	*Diospyros salicifolia*	Box silil	1	0.001	-7.317	-0.005
38	*Diospyros tetrasperma*	Silil	3	0.002	-6.218	-0.012
39	*Diphysa carthagenensis*	Susuk	7	0.005	-5.371	-0.025
40	*Dolichandra unguis-cati*	Anil kab	2	0.001	-6.623	-0.009
41	*Elaeodendron xylocarpum*	Sak chechem	3	0.002	-6.218	-0.012
42	*Erythrostemon yucatanensis*	Takinche	3	0.002	-6.218	-0.012
43	*Erythroxylum confusum*	Cascarillo	18	0.012	-4.426	-0.053
44	*Erythroxylum rotundifolium*	Baak soots'	5	0.003	-5.707	-0.019
45	*Esenbeckia berlandieri*	Jopoy	2	0.001	-6.623	-0.009
46	*Esenbeckia pentaphylla*	Jo'ko	45	0.030	-3.510	-0.105
47	*Eugenia capuli*	Sak loob	90	0.060	-2.817	-0.168
48	*Eugenia foetida*	Sak loob	44	0.029	-3.532	-0.103
49	*Eumachia microdon*	Baake aak	1	0.001	-7.317	-0.005
50	*Exothea diphylla*	Wayuum	9	0.006	-5.119	-0.031
51	*Exothea paniculata*	Copalillo	7	0.005	-5.371	-0.025
52	*Forchhammeria trifoliata*	Tres marias	10	0.007	-5.014	-0.033
53	*Fridericia floribunda*	Anilkab	3	0.002	-6.218	-0.012
54	*Gliricidia maculata*	Sakyab	19	0.013	-4.372	-0.055
55	*Guettarda combsii*	Tastab	5	0.003	-5.707	-0.019
56	*Guettarda elliptica*	Pichiche	1	0.001	-7.317	-0.005
57	*Guettarda gaumeri*	Kibiche	2	0.001	-6.623	-0.009
58	*Gymnanthes lucida*	Yayte	1	0.001	-7.317	-0.005
59	*Gymnopodium floribundum*	Ts'iits'ilche'	96	0.064	-2.752	-0.176
60	*Hampea trilobata*	Jool	3	0.002	-6.218	-0.012
61	*Karwinskia humboldtiana*	Tullidora	51	0.034	-3.385	-0.115
62	*Krugiodendron ferreum*	Chintok	1	0.001	-7.317	-0.005
63	*Lasiacis divaricata*	Carricillo	2	0.001	-6.623	-0.009
64	*Lonchocarpus rugosus*	Kanasín	2	0.001	-6.623	-0.009
65	*Lonchocarpus xuul*	Xuul	8	0.005	-5.237	-0.028
66	*Lysiloma latisiliquum*	Tsalam	24	0.016	-4.138	-0.066

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
67	*Malpighia emarginata*	Wayate	5	0.003	-5.707	-0.019
68	*Manilkara zapota*	Chicozapote	17	0.011	-4.483	-0.051
69	*Mariosousa dolichostachya*	Xaax	11	0.007	-4.919	-0.036
70	*Matayba oppositifolia*	Cascarillo	2	0.001	-6.623	-0.009
71	*Melicoccus oliviformis*	Guaya	14	0.009	-4.677	-0.044
72	*Metopium brownei*	Chechém	83	0.055	-2.898	-0.160
73	*Microgramma nitida*	Lengua de ciervo	2	0.001	-6.623	-0.009
74	*Mimosa bahamensis*	Sak katsim	12	0.008	-4.832	-0.039
75	*Mosannona depressa*	Elemuy	17	0.011	-4.483	-0.051
76	*Myrcianthes fragrans*	Guayabillo	6	0.004	-5.525	-0.022
77	*Neea psychotrioides*	Tats'i	1	0.001	-7.317	-0.005
78	*Neomillspaughia emarginata*	Sakitsa	9	0.006	-5.119	-0.031
79	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	18	0.012	-4.426	-0.053
80	*Philodendron jacquinii*	Bastón de viejo	1	0.001	-7.317	-0.005
81	*Piscidia piscipula*	Jabín	44	0.029	-3.532	-0.103
82	*Pisonia aculeata*	Uña de gato	3	0.002	-6.218	-0.012
83	*Pithecellobium unguis-cati*	Tsi'uche	14	0.009	-4.677	-0.044
84	*Platymiscium yucatanum*	Granadillo	24	0.016	-4.138	-0.066
85	*Pouteria campechiana*	Kanisté	2	0.001	-6.623	-0.009
86	*Pouteria reticulata*	Zapotillo	2	0.001	-6.623	-0.009
87	*Pseudalbizzia tomentosa*	Sak pich	2	0.001	-6.623	-0.009
88	*Psidium oligospermum*	Loob che	2	0.001	-6.623	-0.009
89	*Randia aculeata*	Tinta che	2	0.001	-6.623	-0.009
90	*Randia longiloba*	Cruz k'iix	17	0.011	-4.483	-0.051
91	*Randia obcordata*	Cruz k'iix	6	0.004	-5.525	-0.022
92	*Sabal yapa*	Guano	11	0.007	-4.919	-0.036
93	*Sapindus saponaria*	Sibul	2	0.001	-6.623	-0.009
94	*Selenicereus grandiflorus*	Dama de noche	3	0.002	-6.218	-0.012
95	*Semialarium mexicanum*	Cancerina	2	0.001	-6.623	-0.009
96	*Senegalia gaumeri*	Boxcatzin	19	0.013	-4.372	-0.055
97	*Senegalia polyphylla*	Cantemo	6	0.004	-5.525	-0.022
98	*Senna racemosa*	Kanjabín	6	0.004	-5.525	-0.022
99	*Sideroxylon capiri*	Subuul	4	0.003	-5.930	-0.016
100	*Simarouba glauca*	Negrito	1	0.001	-7.317	-0.005
101	*Swartzia cubensis*	Katalox	3	0.002	-6.218	-0.012
102	*Thouinia paucidentata*	K'an chuunup	22	0.015	-4.226	-0.062

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
103	*Thrinax radiata*	Chit	92	0.061	-2.795	-0.171
104	*Tillandsia dasyliriifolia*	Xch'u'	9	0.006	-5.119	-0.031
105	*Trichocentrum ascendens*	Anoché	4	0.003	-5.930	-0.016
106	*Vachellia cornigera*	Subín	4	0.003	-5.930	-0.016
107	*Vitex gaumeri*	Yaxnik	22	0.015	-4.226	-0.062
TOTAL			**1505**			**-3.893**
					Riqueza (S)	**107**
					H'	**3.893**
					H'max	**4.673**
					J'	**0.833**

Manglar

El manglar presenta una riqueza de 5 especies. Contando con un valor de diversidad bajo (0.960) así como H'max (1.609). La diversidad presenta un valor bajo, ya que el manglar muestreado en el predio se encuentra dominado por *R. mangle*, desarrollándose en zonas donde permanentemente inundadas, con suelos fangosas y salinos, condiciones en las cuales difícilmente pueden desarrollarse un gran número de especies, por lo que, únicamente las que se adaptan a tales condiciones pueden creer.

Tabla IV.64. Índice de diversidad para el Manglar.

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Cladium mariscus*	Jol che'	3	0.077	-2.565	-0.197
2	*Laguncularia racemosa*	Mangle blanco	1	0.026	-3.664	-0.094
3	*Myrmecophila christinae*	Xon ikni	3	0.077	-2.565	-0.197
4	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	28	0.718	-0.331	-0.238
5	*Tillandsia dasyliriifolia*	Xch'u'	4	0.103	-2.277	-0.234
TOTAL			**39**			**-0.960**
					Riqueza (S)	**5**
					H'	**0.960**
					H'max	**1.609**
					J'	**0.596**

Chital

En el chital la diversidad obtuvo un valor de 1.474. H'max presenta un valor de 3.178 mientras que J' 0.464. La diversidad de esta comunidad es baja, como ya se ha mencionado, el chital es un palmar donde *T. radiata* es la especie más abundante, esto se confirma al observar el valor de equitatividad, el cual es bajo.

Tabla IV.65. Índice de diversidad para el Chital.

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Bravaisia berlandieriana*	Julub	3	0.008	-4.873	-0.037
2	*Bunchosia swartziana*	Sipché	13	0.033	-3.406	-0.113

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
3	*Bursera simaruba*	Chaká	13	0.033	-3.406	-0.113
4	*Cascabela gaumeri*	Akits	4	0.010	-4.585	-0.047
5	*Coccoloba spicata*	Boob	1	0.003	-5.971	-0.015
6	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	3	0.008	-4.873	-0.037
7	*Cocos nucifera*	Cocotero	11	0.028	-3.573	-0.100
8	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	13	0.033	-3.406	-0.113
9	*Esenbeckia pentaphylla*	Jo'ko	4	0.010	-4.585	-0.047
10	*Gliricidia maculata*	Sakyab	3	0.008	-4.873	-0.037
11	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	5	0.013	-4.362	-0.056
12	*Manilkara zapota*	Chicozapote	6	0.015	-4.180	-0.064
13	*Metopium brownei*	Chechém	4	0.010	-4.585	-0.047
14	*Opuntia inaperta*	Nopal zacam	1	0.003	-5.971	-0.015
15	*Pithecellobium keyense*	Guamúchil yucateco	5	0.013	-4.362	-0.056
16	*Pouteria campechiana*	Kanisté	10	0.026	-3.669	-0.094
17	*Randia longiloba*	Cruz k'iix	1	0.003	-5.971	-0.015
18	*Sabal yapa*	Guano	1	0.003	-5.971	-0.015
19	*Senegalia gaumeri*	Boxcatzin	1	0.003	-5.971	-0.015
20	*Sideroxylon americanum*	Mulche	1	0.003	-5.971	-0.015
21	*Sideroxylon capiri*	Subuul	12	0.031	-3.486	-0.107
22	*Sideroxylon foetidissimum*	Sibul	4	0.010	-4.585	-0.047
23	*Simira salvadorensis*	Chakte kok	1	0.003	-5.971	-0.015
24	*Thrinax radiata*	Chit	272	0.694	-0.365	-0.254
TOTAL			**392**			**-1.474**
					Riqueza (S)	**24**
					H'	**1.474**
					H'max	**3.178**
					J'	**0.464**

Matorral costero

Para el matorral costero, la diversidad que se obtuvo es baja, teniendo un valor de 1.520. H'max tuvo un valor de 2.079, mientras que J' 0.731. Las comunidades cercanas a la costa se desarrollan en ambientes adversos, donde se encuentran expuestos a vientos y suelos salinos, por lo que pocas especies pueden desarrollarse ante tales condiciones, lo cual se ve reflejado en una baja diversidad.

Tabla IV.66. Índice de diversidad para el Matorral costero.

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
1	*Canavalia rosea*	Frijol de playa	1	0.010	-4.635	-0.045
2	*Coccoloba diversifolia*	Chiich boob	13	0.126	-2.070	-0.261
3	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	21	0.204	-1.590	-0.324
4	*Cocos nucifera*	Cocotero	7	0.068	-2.689	-0.183

No	Nombre científico	Nombre común	Indv.	(pi=ni/N)	log nat de pi	(pi x log nat de pi)
5	*Cordia sebestena*	Ciricote de playa	7	0.068	-2.689	-0.183
6	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de playa	49	0.476	-0.743	-0.353
7	*Passiflora ciliata*	Maracuyá	1	0.010	-4.635	-0.045
8	*Thrinax radiata*	Chit	4	0.039	-3.248	-0.126
TOTAL			**103**			**-1.520**
					Riqueza (S)	**8**
					H'	**1.520**
					H'max	**2.079**
					J'	**0.731**

General

De manera general, se presenta una riqueza de 122 especies, donde el valor de H' es de 3.788, el cual entra dentro de los valores altos de diversidad. Al compararlo con el valor de H'max (4. 804) se tiene una diferencia de prácticamente 1. J' presenta un valor de 0.789. Estos valores se deben a que algunas especies, como *Thrinax radiata, Eugenia capuli* y *Metopium brownei*, presentan una mayor cantidad de individuos en comparación con el resto.

Tabla IV.67. Índice de diversidad general.

	VSSMSP	Manglar	Chital	MC	General
Riqueza (S)	107	5	24	8	**122**
H'	**3.893**	**0.960**	**1.474**	**1.520**	**3.788**
H'max	4.673	1.609	3.178	2.079	**4.804**
J'	0.833	0.596	0.464	0.731	**0.789**

S = Especies, VSSMSP = Vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, MC = Matorral costero.

De las comunidades muestreadas, la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia fue la que presentó una mayor diversidad, mientras que el manglar fue la comunidad menos diversa. Esto se refleja en las características de las comunidades, donde en las selvas existen mejores condiciones donde se presentan diferentes nichos ecológicos para que un gran número de especies, así como formas de vida puedan desarrollarse. Mientras que en zonas más cercanas a la costa las condiciones se vuelven más adversas y por lo tanto el número de especies que pueden desarrollarse se ve reducido.

- **Conclusiones de la vegetación en el SAR y predio del proyecto**

El SAR para este proyecto se estableció considerando una superficie que permitiera evaluar la distribución de la vegetación y los diferentes ecosistemas que lo conforman, en este sentido, dentro del SAR se puede

observar vegetación secundaria de selva medina subperennifolia, selva de transición, manglar, chital, matorral costero y vegetación de dunas costeras.

La mayor cobertura de vegetación en el SAR corresponde a la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, la cual dado al uso histórico que se le ha dado, presenta cierto grado de perturbación, sin embrago se ha ido recuperando, presentando individuos con diámetros y alturas considerables, especies que se encuentran en el NOM-059-SEMARNAT-2010 se distribuyen en esta vegetación, indicando la estabilidad del ecosistema. El manglar es la segunda vegetación con mayor distribución en el SAR, esta se encuentra en un buen estado de conservación, presentando las 4 especies de manglar reportadas para la entidad, formado un corredor. Aunada a esta vegetación se presenta la selva de transición, a manera de borde entre la selva mediana y el manglar, la cual al presentar elementos de este último no se ha visto afectada, manteniendo también un buen estado de conservación. Las vegetaciones más cercanas a la costa (chital, matorral costero y vegetación de dunas costeras) presentan un mayor grado de afectación en algunas zonas, ya que se encuentran más expuestas a fenómenos meteorológicos y debido a su cercanía con la playa, se presenta presión antrópica por el turismo.

En el predio del proyecto la cobertura vegetal presente fue de 1,091,810.82m^2 (109.181 ha). Según datos del INEGI únicamente se presenta vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia y manglar, con los recorridos y muestreos realizados, se identificó que las comunidades vegetales reportadas en el SAR también se distribuyen dentro del predio.

Dentro de la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, las especies más importantes estructuralmente fueron, *Metopium brownei, Gymnopodium floribundum, Bursera simaruba* y *Cenostigma gaumeri*. El índice de diversidad de esta comunidad resultó en 3.893, indicando que la diversidad es alta; esto refleja que la comunidad se encuentra en un buen estado de conservación. El manglar presente en el predio cuenta con la presencia de las 4 especies reportadas para la entidad, siendo *R. mangle* la de mayor abundancia, en espacial en la cuenca que se encuentra en el predio. Si bien la diversidad que resultó es baja, esto se debe a las condiciones en las cuales se desarrollan este ecosistema, estando inundados de manera permanente o temporal y suelos salinos. Caso similar a las comunidad de matorral costero y chital. En la primera las especies de mayor importancia estructural fueron *Coccoloba uvifera*, *Cocos nucifera* y *Cordia sebestena*; mientras que en el chital la especie dominante en *Thrinax radiata*.

De manera general, las comunidades vegetales presentes en el predio se encuentran estables, siendo que estas también se encuentran en el SAR, por lo que, las obras a realizarse serán de bajo impacto, ya que, se mantendrá parte de la cobertura vegetal. Donde gran parte de estas se encuentran en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, vegetación mejor representada en el SAR. Además, no se afectará el

manglar, la selva de transición y la vegetación de dunas costeras. Por lo tanto, no se afectará la productividad, el flujo hídrico, los servicios ambientales que proporcionan, ni sus procesos naturales. Cabe señalar que, el manglar presente en el predio, en conjunto con el del SAR, forma un corredor, por lo tanto, al no afectarse, la fauna podrá transitar en esta comunidad.

CARACTERIZACIÓN DE LOS HUMEDALES DENTRO DEL ÁREA DEL PROYECTO

Los humedales son ecosistemas que, de acuerdo con la Convención sobre los Humedales Ramsar, se definen como *las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no excede de seis metros*. Estos sistemas, naturales o artificiales, se encuentran en diversos ambientes desde la tundra hasta el trópico. El Centro Mundial de Monitoreo de la Conservación del PNUMA estimó que abarcan unos 570 millones de hectáreas equivalente a un aproximado del 6% de la superficie de la Tierra, sin embargo, según un estudio de la COP_7 de 1999, se indicó también que la estimación mundial mínima oscilaría entre 748 y 778 millones de hectáreas (Secretaría de la Convención Ramsar, 2016).

Los humedales incluyen una amplia variedad de hábitats interiores (áreas continentales como pantanos, llanuras de inundación, ríos, lagos, entre otros), costeras (marismas, manglares, arrecifes de coral, entre otros) y artificiales (presas, embalses, estanques, piletas de tratamiento de aguas residuales, entre otros). En estos ecosistemas el agua es el principal factor controlador del medio y la vida silvestre (flora y fauna) asociada a ellos; por lo tanto, los humedales están donde la capa freática se encuentra en la superficie terrestre o cerca de ella o donde la tierra está cubierta por aguas pocas profundas. Debido a sus características, los humedales son considerados los sistemas naturales más productivos del mundo y fungen como fuentes de diversidad biológica, de agua y de productividad primaria de la que dependen para subsistir diversas especies de flora y fauna (Secretaría de la Convención Ramsar, 2016).

Las funciones de los humedales son variadas, resultado de las interacciones de los componentes biológicos físicos y químicos que los integran; entre estas se encuentran: almacenamiento de agua; protección contra tormentas; mitigación de crecidas; amortiguamiento de sequías; estabilización de la costa y control de la erosión; recarga y descarga de acuíferos; depuración de aguas; retención de nutrientes; regulación de temperatura; entre otros. Algunas funciones de estos ecosistemas generan beneficios directos para los seres vivos, incluyendo a los humanos, a los cuales se les denomina servicios ambientales o ecosistémicos; entre estos destacan: fuente de agua dulce; función como sitios de cultivo; amortiguan inundaciones; sitios de

reproducción de especies comerciales; fuente de madera, aceite vegetal, plantas medicinales y forraje para animales, entre otros (Secretaría de la Convención Ramsar, 2015).

Asimismo, los humedales desempeñan funciones que contribuyen con la mitigación y adaptación de los efectos del Cambio Climático (CC). La mitigación se relaciona con la reducción del nivel total de Gases de Efecto Invernadero (GEI´s) que se liberan a la atmósfera; por ello, aquellos humedales (turberas, manglares y marismas) que fungen como almacenes o "sumideros" de carbono, contribuyen a mitigar los efectos del CC. Por otro lado, la adaptación se lleva a cabo por medio de acciones o funciones que minimizan los impactos perjudiciales que se generan con el CC; es así que algunos humedales como los costeros (manglares, bajos mareales y marismas) contribuyen con la adaptación al CC al absorber parte de la energía de las mareas de tormenta y las olas de marea, así como al estabilizar la costa y reducir la erosión, asimismo, en zonas donde se prevé el aumento de frecuencia e intensidad de precipitaciones, los humedales continentales contribuirán a frenar crecidas de forma natural (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2011).

Dentro de este contexto, los servicios ambientales de los humedales generan grandes beneficios a los seres humanos, lo que incluye enormes beneficios económicos por el abastecimiento de agua, la pesca, la agricultura, el mantenimiento de las capas freáticas, la retención de nutrientes, el aprovisionamiento de madera y otros materiales de construcción, recursos de vida silvestre, entre otros. Además, en los humedales se pueden desarrollar deportes y actividades recreativas, lo cual impacta positivamente en el sector turístico (Secretaría de la Convención Ramsar, 2016). Aunado a ello, en los humedales artificiales es posible establecer sistemas productivos, almacenar agua, tener canales de transportación, entre otros, que de forma simultánea crean nuevos hábitats para especies silvestres de una zona determinada.

Por todos los atributos de los humedales, en la actualidad son considerados ecosistemas de gran importancia para el mantenimiento de otros ecosistemas naturales y el desarrollo de distintos seres vivos, entre ellos el humano. No obstante, gran parte de estos sistemas se encuentran amenazados por diversas actividades humanas y cambios en procesos naturales derivados de fenómenos como el CC e hidrometeorológicos, lo que ha propiciado el deterioro de algunos de estos sistemas. Ante ello, se han emitido medidas de manejo orientadas a la protección, conservación o restauración de los humedales, a través de las cuales se previenen, reducen y/o mitigan los impactos sobre este tipo de ambientes. Asimismo, la protección de dichos ecosistemas es de interés mundial, lo que ha resultado en acuerdos y directrices internacionales.

El tratado intergubernamental de mayor relevancia a nivel internacional es el denominado *Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional*, conocido como la *Convención Ramsar*, el cual promueve la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos, centrándose únicamente en este tipo de ecosistemas. La *Convención* se firmó en la ciudad de Iraní de Ramsar en 1971 y entró en vigor en 1975;

actualmente cuenta con 172 Partes Contratantes (Estados adheridos al tratado). Mediante este acuerdo se han establecido compromisos de los países para cooperar en materia de conservación y aprovechamiento racional de los humedales; asimismo, se han designado sitios como "Humedales de Importancia Internacional" también denominados *Sitios Ramsar*, los cuales son incluidos en la Lista Ramsar por su gran valor para el país de dichos ecosistemas y para el mundo por los beneficios y servicios que brindan.

De acuerdo con el sitio oficial de la *Convención Ramsar* (ramsar.org/es), en la actualidad están designados 2,493 Humedales de Importancia Internacional a nivel mundial, lo que representa una superficie total de 256,779,670 ha de sitios protegidos. En México el tratado entró en vigor el 4 de noviembre de 1986, desde entonces se han designado sitios Ramsar en el país resultando en 144 Humedales de Importancia Internacional hasta la fecha, lo que representa una superficie total de 8,721,911 ha; en Quintana Roo actualmente existen 12 sitios Ramsar. La inclusión de humedales en la Lista Ramsar representa el compromiso de los Estados en adoptar las medidas necesarias para garantizar que se mantengan sus características ecológicas, respondiendo así a las amenazas de dichos sistemas.

Si bien, los humedales de la Lista Ramsar son sitios de atención prioritaria internacional para su protección, esto no significa que los humedales no listados como Sitios Ramsar no sean atendidos, protegidos y conservados. En virtud de los beneficios ecológicos, económicos y sociales que brindan estos ecosistemas, el sector público y el privado de las naciones, como México, deben cooperar para implementar medidas de manejo que permitan reducir las amenazas sobre los humedales de todo el país aún estos no estén en la Lista Ramsar, con el objeto de mantener la integridad de dichos sistemas naturales. En consecuencia, la protección de los humedales contribuye con la protección de otros ecosistemas naturales, a mantener los recursos y servicios ambientales que directa e indirectamente propician el desarrollo de la vida silvestre y los seres humanos, además de mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático.

Dentro de este contexto, es de suma relevancia que, previo al diseño y desarrollo de un proyecto en un sistema natural, se identifique la presencia de humedales dentro del predio seleccionado o colindantes a este, con la finalidad de detectar los posibles impactos ambientales que se producirían sobre ellos y, así, proponer las medidas de manejo ambiental más adecuada para prevenir, reducir, mitigar y/o compensar dichos efectos sobre los humedales existentes. Asimismo, el conocer oportunamente la existencia de humedales en un predio permite diseñar proyectos más amigables con el ambiente, dentro de los cuales se contempla la distribución de los mismos y se integran como elementos naturales que aportarán beneficios ecológicos, estéticos, culturales, sociales e, inclusive, económicos con la protección de los recursos naturales del predio.

Considerando lo previamente señalado, con la finalidad de detectar los posibles impactos ambientales sobre los sistemas vulnerables del predio en el que se establecerá *"Proyecto Venado*", se realizó la caracterización

de los humedales que se distribuyen en el sitio seleccionado. La descripción de las condiciones de dichos sistemas naturales permitirá identificar los posibles efectos derivados del desarrollo del proyecto y, con ello, se podrá realizar la propuesta de las medidas de manejo ambiental más adecuadas para prevenir, reducir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales sobre estos.

Cabe mencionar que, desde el diseño del proyecto los humedales fueron considerados para integrarlos al mismo, basándose en su ubicación, dimensiones y características, para distribuir y orientar las obras que integrarán al "*Proyecto Venado*". De este modo, el promovente del proyecto reitera su compromiso con la protección de sistemas vulnerables como los humedales, los cuales aportarán beneficios ecológicos al ecosistema de la zona, así como servicios ambientales que de forma directa e indirecta beneficiará al proyecto, tanto a usuarios como a sus estructuras, por lo siguiente: regulación de la temperatura atmosférica; barrera contra vientos; amortiguamiento de inundaciones; purificación del aire; belleza escénica; espacios que mantendrán vida silvestre la cual es apreciada por los visitantes; y espacios para senderismo y fotografía.

Humedales del predio en el que se establecerá "*Proyecto Venado*"

"Proyecto Venado" se desarrollará en un predio ubicado en la región turística conocida como la Riviera Maya, en el estado de Quintana Roo; específicamente se localiza en el municipio de Solidaridad, aproximadamente a 9 km de la ciudad de Playa del Carmen. El territorio municipal es plano como en gran parte de la Península de Yucatán y cuenta con una pendiente suave hacia el mar, de Oeste a Este, con una altitud máxima de 25 msnmm. En particular, el predio de interés se encuentra sobre una planicie kárstica costera, parcialmente emergida; debido al sustrato calcáreo presente, el terreno y áreas colindantes cuentan con oquedades y desniveles en los cuales se han formado cenotes, petenes, esteros y ojos de agua, los cuales forman parte de un sistema hidrológico complejo dominado por flujos subterráneos.

La plataforma emergida de la Península de Yucatán es descrita como una plataforma masiva de calizas horizontalmente estratificadas y subdividida por varios autores en dos regiones fisiográficas, una planicie al norte y una región de colinas al sur que se extiende hasta el norte de Guatemala. En esta plataforma no existe drenaje superficial, por lo tanto, el agua de lluvia se evapora en la superficie del terreno o se infiltra a través de las dolinas u otras aberturas que se encuentren en el terreno rocoso; el suelo se encuentra en pequeños y delgados manchones y como relleno en las fisuras de las rocas. La cobertura vegetal se conforma de vegetación tropical densa compuesta de árboles, hierbas y plantas trepadoras (IDEAS, 2022).

Por lo tanto, al encontrarse en una plataforma emergida, en el predio seleccionado para el proyecto no se aprecian corrientes de agua superficiales como ríos o arroyos intermitentes. El sistema hidrológico del área se integra por corrientes de aguas subterráneas, las cuales se "asoman" en el terreno a través de las depresiones del mismo; estas corrientes descargan en el mar. De acuerdo con la *Caracterización*

hidrogeológica de la zona este del predio, llevado a cabo por la empresa IDEAS (Investigación y Desarrollo de Acuíferos y Ambiente) en 2022, el terreno presenta zonas con elevaciones por debajo del nivel medio del mar, alcanzando elevaciones mínimas de -1.0 m, y máximas de 9 msnmm; además, existe una barrera topográfica en la línea de costa, donde se alcanzan elevaciones de 4.5 m snmm. Por lo anterior, en las depresiones del terreno existen afloramientos de agua, las cuales integran los cenotes. En la zona de manglar de cuenca de fisonomía baja del predio, la interacción del agua de este humedal con el agua subterránea es limitada, como se describirá más adelante.

El sistema hidrológico de la región, conformado por el acuífero costero y las corrientes subterráneas, presenta zonas de descarga con una mezcla de agua subterránea continental con agua marina proveniente del Mar Caribe, lo que genera una zona geoquímica altamente reactiva y deriva en un proceso geomórfico importante en el desarrollo de cuevas y playas en forma de media luna a lo largo de la costa de la región. La conexión hidrológica entre los acuíferos costeros y el mar representa una fuente importante de nutrientes para los ecosistemas costeros, además de aportar agua dulce al mar y otros sistemas de la costa como los humedales. En particular, en la zona marina frente al predio para el *Proyecto Venado* se identificaron ojos de agua con descarga de agua dulce; asimismo, debido a que se identificó que el agua de los cenotes del predio es salobre, se determina que el sistema hidrológico subterráneo del área tiene una conexión e intercambio constante de agua con el mar.

La recarga del acuífero costero de la zona y la renovación del agua subterránea se lleva a cabo principalmente por la elevada precipitación pluvial estacional de la región, aunada a la gran capacidad de infiltración del terreno y la reducida pendiente topográfica, por lo que prácticamente toda el área funciona como zona de recarga propiciando que los escurrimientos superficiales sean escasos o de muy corto recorrido en la Península. IDEAS (2022) realizó el análisis hidrográfico del predio, utilizando la base del modelo digital de elevación de la topografía de detalle, a través del cual obtuvo la dirección de los escurrimientos superficiales. Como resultado, las curvas de nivel indican que en el predio existe una pendiente topográfica baja, por lo que se considera como zona de inundación, y no existen cárcavas de cauces naturales, sustentando la carencia de corrientes de agua superficiales por la naturaleza kárstica del terreno y la topografía plana de alta permeabilidad.

Los suelos del estado de Quintana Roo tienen su origen en la roca madre, siendo que en las fracturas de estas se acumula abundante arcilla y humus, lo que, aunado a su fertilidad, permite el desarrollo de la vegetación. Así, de acuerdo con la CONABIO, en la región denominada Corredor Cancún-Tulum predominan los suelos de tipo Litosol, Rendzina y Solonchak, caracterizados por el abundante humus que descansan sobre roca caliza. Sin embargo, con base en el INEGI, el cual toma como referencia la base

referencial mundial del recurso suelo de la FAO, en el estado predominan los Solonchak, Arenosoles y los Leptosoles, siendo este último conocido en clasificaciones previas como lisotoles y rendzinas. En específico, en el predio para *Proyecto Venado* predomina el tipo de suelo Leptosol, encontrando Arenosol en la franja más cercana a la costa, la cual colinda con la costa rocosa (roca continua) de la zona.

Los Leptosoles (del griego *leptos*, fino) son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos, con menos de 20% (en volumen) de tierra fina. Este tipo de suelos incluye a los Litosoles del Mapa de Suelos del Mundo (FAO–UNESCO, 1971–1981); además, en muchos sistemas nacionales, los Leptosoles sobre roca calcárea pertenecen a las Rendzinas. La roca continua en la superficie se considera no suelo en muchos sistemas de clasificación de suelos (FAO, 2008). Debido a que, la zona se encuentra en una planicie kárstica de roca caliza, con una capa poco profunda de suelo orgánico, es congruente encontrar el tipo de suelo leptosol en el predio. Cabe señalar que, en el terreno se aprecian dolinas, creadas por la infiltración del agua de lluvia a través de las hendiduras del suelo lo que ha provocado que la roca caliza se disuelva poco a poco y colapse el techo de cavernas por debilidad, resultando en la formación de zonas de colapso (depresiones sin agua) y dolinas inundadas (cenotes).

Entonces, debido a las características y configuración del terreno con pendiente suave, roca caliza expuesta, suelos someros pedregosos, con depresiones en la superficie y poca o nula profundidad para llegar a las corrientes de agua subterráneas; en el predio para el desarrollo del proyecto se distribuyen distintos sistemas naturales como dolinas (cenotes y zonas de colapso), áreas inundables (intermitentes) y depresiones inundadas. Estos sistemas poseen características que coinciden con la definición de humedales dada por la *Convención sobre los humedales Ramsar,* por lo tanto, se clasifican como humedales. Entre los humedales del predio identificaron los cenotes, zonas inundables estacionales, fracturas kársticas inundadas y depresiones inundadas con manglar (manglar de cuenca con fisonomía baja).

Los humedales se consideran como ambientes claves del predio debido a la diversidad biológica que albergan; por ser fuentes de agua salobre; por ser afloramientos de agua subterránea y, a la vez, ser sitios que contribuyen con la recarga del acuífero; por brindar diversos servicios ambientales y ser sistemas que permiten mitigar y adaptarse a los efectos del cambio climático, lo cual beneficiará directamente al sistema ambiental regional y al proyecto (tanto a usuarios, empleados y promovente, como a las obras civiles). Sin embargo, estos ecosistemas más vulnerables a las amenazas por actividades humanas e, incluso, por ciertos fenómenos naturales. Las constantes presiones hacia esos sistemas aceleran el deterioro del ambiente, en este caso, el costero, lo que repercute en otros sistemas como la selva, la duna costera, la playa y el mar.

Es por ello que, para el proyecto se identificó la ubicación de las fracturas inundadas, cenotes, zonas inundables y comunidades de manglar, para realizar el diseño del proyecto estableciendo la distribución de

las obras sin que estas se construyan sobre dichos humedales, garantizando de esta manera su conservación. Se destaca que, las características de dichos sistemas se contemplaron para integrarlos al proyecto como componentes paisajísticos. Como nota adicional, la distribución, orientación y diseño de las obras también se basó en las disposiciones jurídicas de los instrumentos en materia ambiental aplicables.

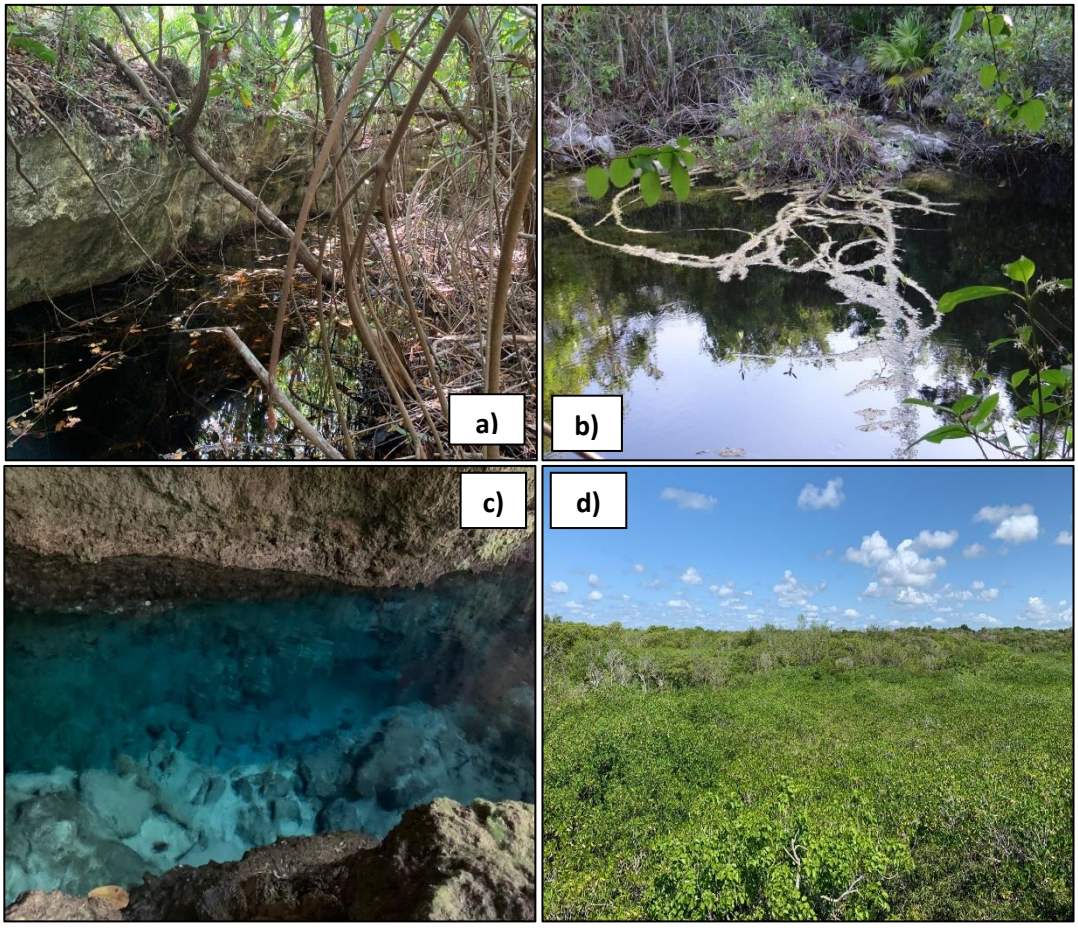


Imagen IV.1. Humedales presentes en el predio del proyecto: a) cenote abierto vertical con vegetación de manglar; b) cenote abierto en la superficie del suelo; c) cenote abierto; d) comunidad de manglar de cuenca de fisonomía baja.

Los humedales del predio se concentran casi en su totalidad en el sureste del predio, la cual corresponde a la zona más cercana a la línea de costa. En dicha superficie destacan la presencia del manglar de cuenca con fisonomía baja dominado por el mangle rojo (*Rhizophora mangle*) distribuido en forma de una franja irregular continua y la presencia de cenotes (dolinas inundadas o parcialmente inundadas con zonas de colapso). Es importante aclarar que, se detectaron cenotes con presencia de comunidades de manglar, establecidos a manera de parches de manglar irregulares que no necesariamente cuentan con una

comunicación entre sí. En menor cantidad se detectaron las fracturas inundadas y las zonas inundables dentro de la comunidad de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

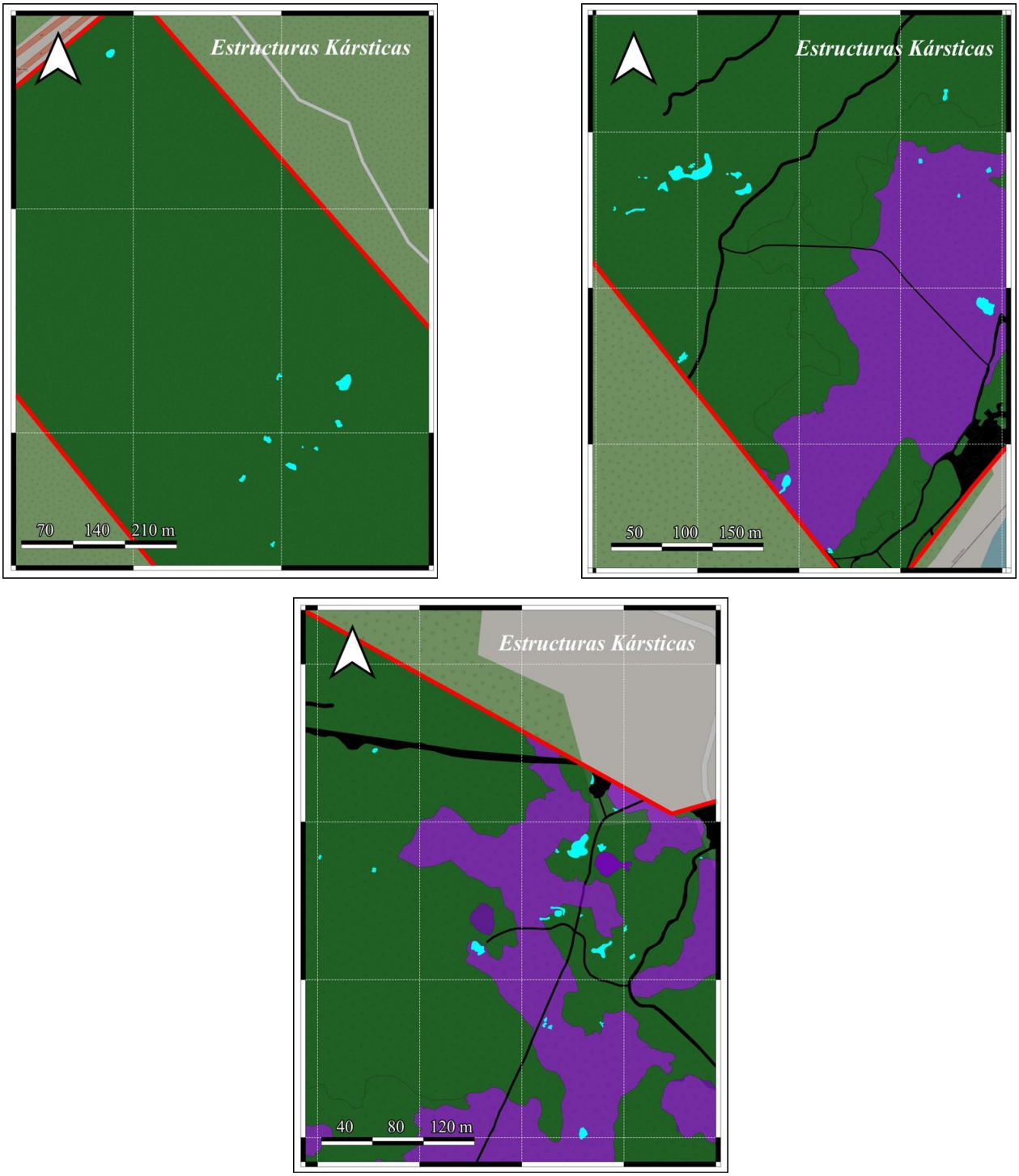


Lámina IV.43. Identificación de estructuras naturales en el predio que representan humedales (el manglar es el polígono morado).

Cabe mencionar que, se observó que los cenotes y fracturas inundadas se conectan entre sí por medio de las corrientes de agua subterránea y que, en realidad, toda esa zona es una depresión a nivel o por debajo del nivel medio del mar, en el que se aprecia afloramientos de roca caliza con formaciones de dolinas inundadas (cenotes de paredes verticales) y, en algunos casos, ha formado dolinas que actualmente no están inundadas (posiblemente cenotes secos que se azolvaron por la materia orgánica y desgaste de las paredes, derivando en una formación hundida denominada en este documento como "zona de colapso"). En esta misma depresión se identifica un área sin cavernas o cenotes verticales, en su caso, se distribuye una comunidad de manglar de fisonomía baja la cual se asienta sobre un suelo de piedra caliza inundado de agua salobre, en este sentido, esta comunidad es alimentada por la corriente de agua subterránea del sitio.

Si bien, toda la zona de depresión del predio se distribuye a manera de franja, conectada por corrientes de agua subterránea o superficial (zonas de encharcamiento e inundables), existen áreas donde la roca caliza no se encuentra totalmente colapsada, conformando los suelos someros donde se distribuyen parches de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. Lo anterior, hace posible la existencia de diversos senderos en esa parte del predio, los cuales han sido utilizados en años previos (ajenos al promovente) como rutas de ciclismo de brecha. Dichos senderos fungen como los accesos hacia los cenotes del terreno los cuales parecen sistemas independientes, sin embargo, como ya se ha mencionado, están conectados por corrientes subterráneas.



Imagen IV.2. Comunidades de manglar presentes en el predio: **a**-manglar de cuenca de fisonomía baja de *Rhizophora mangle*; **b**-comunidad de *Rhizophora mangle* de cuenca; **c**-comunidad de *Rhizophora mangle* en cenote A1; **d-** manglar negro *Avicennia germinans* en zonas inundables colindante a camino existente.

A continuación, se presenta la descripción de los humedales existentes en el predio, los cuales son considerados sistemas claves y vulnerables. Para presentar la información de forma clara, primero se exhibe la clasificación de los humedales detectados, con base en la *clasificación de tipos de humedales de la Convención Ramsar*. Se presenta una caracterización ambiental general de estos sistemas por grupo, acorde con el tipo de humedal identificado, sin embargo, se priorizará en este apartado la caracterización del humedal con presencia de manglar para realizar la vinculación con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Clasificación de los humedales _____

La Convención sobre los humedales Ramsar cuenta con un sistema de clasificación de tipos de humedales aprobado en la Recomendación 4.7, enmendada por las Resoluciones VI.5 y VII.11 de la conferencia de las Partes Contratantes; a través de esta se identifican tres tipos divididos en categorías que tienen por objeto aportar un marco muy amplio para facilitar la identificación rápida de los principales hábitat de humedales. En total se identifican 32 categorías, clasificadas en tres tipos:

- **Humedales marinos y costeros** con 12 categorías.
- **Humedales continentales** con 20 categorías.
- **Humedales artificiales** con 10 categorías.

Sistema de clasificación de tipos de humedales de Ramsar:

- **Humedales marinos y costeros**

A-Aguas marinas someras permanentes.

B-Lechos marinos submareales.

C-Arrecifes de coral.

D-Costas marinas rocosas.

E-Playas de arena o de guijarros.

F-Estuarios.

G-Bajos intermareales de lodo, arena o con suelos salinos.

H-Pantanos y esteros.

I-Humedales intermareales arbolados.

J-Lagunas costeras salobres/saladas.

K-Lagunas costeras de agua dulce.

Zk(a)-Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos.

- **Humedales continentales**

L-Deltas interiores.

M-Ríos/arroyos permanentes.

N-Ríos/arroyos estacionales/intermitentes/irregulares.

O-Lagos permanentes de agua dulce.

P-Lagos estacionales/intermitentes de agua dulce.

Q-Lagos permanentes salinos/salobres/alcalinos.

R-Lagos y zonas inundadas estacionales/intermitentes salinos/salobres/alcalinos.

Sp-Pantanos/esteros/charcas permanentes salinas/salobres/alcalinos.

Ss-Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes salinos/salobres/salinos.

Tp-Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce.

Ts-Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes de agua dulce sobre suelos inorgánicos.

U-Turberas no arboladas.

Va-Humedales alpinos/de montaña.

Vt-Humedales de la tundra.

W-Pantanos con vegetación arbustiva.

Xf-Humedales boscosos de agua dulce.

Xp-Turberas arboladas.

Y-Manantiales de agua dulce, oasis.

Zg-Humedales geotérmicos.

Zk(b)-Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos.

- **Humedales artificiales**

1. Estanques de acuicultura.
2. Estanques artificiales.
3. Tierras de regadío.
4. Tierras agrícolas inundadas estacionalmente.
5. Zonas de explotación de sal.
6. Áreas de almacenamiento de agua.
7. Excavaciones.
8. Áreas de tratamiento de aguas servidas.
9. Canales de transportación y de drenaje, zanjas.

Zk(c)-Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos.

Este sistema de clasificación presentado fue establecido para identificar el tipo de humedal al que corresponden los humedales de los ecosistemas designados como *sitios Ramsar*. No obstante, debido a la importancia de la *Convención sobre los humedales Ramsar,* su clasificación puede ser utilizada como marco de referencia para designar los humedales del mundo, aunque estos no sean designados como *sitios Ramsar*.

Por lo tanto, y con base en dicho sistema de clasificación otorgada por la *Convención de los Humedales*, se identificó que en el predio para establecer el *Proyecto Venado* existen sistemas naturales que recaen en los tipos *Humedales marinos y costeros* y *Humedales continentales*. Asimismo, en área colindantes al predio también se identificaron humedales de tipo *marinos y costeros* y *continentales*.

En la siguiente tabla se presenta la clasificación de los humedales presentes en el predio para el proyecto. Cabe aclarar que, el predio desarrollar *Proyecto Venado* no se encuentra dentro de ningún *sitio Ramsar*, ni colindante a alguno. En este sentido, **ninguno** de los humedales presentes en el predio está catalogado como *sitios Ramsar*. No obstante, su clasificación se estableció con base en la clasificación de la *Convención*, solo como marco de referencia (esto no los incluye como *sitios Ramsar*).

Tabla IV.68. Humedales presentes en el predio del proyecto.

Sistema natural[1]	Tipo de humedal[2]	Categoría del humedal [2]	Descripción del sistema	Justificación
Manglar de cuenca de fisonomía baja	Marinos y costeros	I- Humedales intermareales arbolados	Esta comunidad de manglar se identificó al sureste del total del predio. Este se distribuye a través de una franja irregular, en la que predomina la especie de *Rhizophora mangle* (mangle rojo) en estrato arbustivo, con una altura de 2 a 3 metros; por debajo del mangle se distribuye de forma dominante una especie de ciperácea (*Cladium mariscus*-Cortadera). Esta comunidad se encuentra en una depresión con un suelo rocoso inundado, con una profundidad del espejo de agua de 10 cm en promedio. En este ambiente no se detectó fango; se aprecia la roca, el espejo de agua y materia orgánica. Los individuos de manglar extienden sus raíces de forma horizontal sobre la roca. El agua del humedal es salobre, por lo tanto, se evidencia que las corrientes de agua subterránea tienen interacción con el sistema, sin embargo, este es limitado, la principal fuente de alimentación de agua es por el depósito de agua pluvial en temporada de lluvias, al caer directamente y por escurrimientos cortos del terreno.	La clasificación de Ramsar incluye en esta categoría *"…manglares, pantanos de nipa, bosques inundados o inundables mareales de agua dulce".* La comunidad de manglar del predio se considera un bosque de manglar por la predominancia del mangle rojo; este sistema está inundado. Si bien, el humedal no conecta con el mar y posee características muy particulares por el tipo de sustrato encontrado en el área, además de que está en una depresión y se conecta con aguas subterráneas, de forma general se puede categorizar como Humedal intermareal arbolado. Asimismo, podría catalogarse dentro del sistema kárstico(Zk(a)), sin embargo, en contraste con documentos técnicos justificativos para designar *sitios Ramsar* en el estado de Quintana Roo, el manglar chaparro y de cuenca con fisonomía baja se incluye en esta categoría.

Sistema natural[1]	Tipo de humedal[2]	Categoría del humedal [2]	Descripción del sistema	Justificación
Manglar de borde y de cuenca	Marinos y costeros	I-Humedales intermareales arbolados	Se identificaron comunidades de mangle dentro del predio, que no corresponden a la comunidad de fisonomía baja. La especie *R. mangle* se observó que es la especie con mayor abundancia en la superficie ocupada por estas comunidades las cuales están presentes en dos cenotes con agua en la superficie (sujeta a la dinámica de las mareas de la zona) y en depresiones donde el nivel freático no es muy profundo (menos de 5 m) lo que mantiene vivos los ejemplares de mangle rojo que viven en ambientes acuáticos por sus demandan biológicas, con altura de 6 a 7 m; de igual forma se identificaron comunidades de *Avicennia germinans* que es representativa de las zonas con terrenos inundables, ya que sus raíces con geotropismo negativo le facilitan la respiración radicular. *Conocarpus erectus*, se localizó en las zonas de mayor altura, esta última especie es invasora de las zonas no inundables, sin embargo, es posible ubicarla de forma esporádica en zonas con *R. mangle*. La especie *Laguncularia racemosa* se localizó tanto en las zonas con presencia de agua, así como en donde hay inundaciones estacionales.	Debido a su ubicación en un ecosistema costero, estas comunidades de manglar de cuenca, de cenotes y de zonas inundables, se catalogan como humedales marinos y costeros. Además, aunque no de forma directa, la existencia de especies como el mangle rojo depende de la disponibilidad del agua, la cual queda sujeta a la dinámica de las mareas, propiciando el incremento del agua subterránea en las depresiones del terreno. Por ello, se categoriza como un humedal intermareal arbolado.
Petén (dentro de manglar de cuenca de fisonomía baja)	Marinos y costeros	I-Humedales intermareales arbolados	Dentro de la comunidad de manglar de cuenca con fisonomía baja se identificó la presencia de un petén, rodeando un cuerpo de agua superficial a nmdm. La vegetación que integra sus bordes son especies entre manglar y de selva mediana subperennifolia que se han adecuado a la disponibilidad del agua presente.	Debido a su ubicación dentro de la comunidad de manglar de cuenca de fisonomía baja, también está sujeto a condiciones similares a las que presenta aquel, es por ello que se categoriza como humedal intermareal arbolado.
Cenotes	Marinos y costeros	Zk(a)-Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos	Debido a las características del suelo del predio, se encontraron cavernas y dolinas inundadas (cenotes), de estas últimas se identificaron 12 cenotes principales abiertos con presencia	Debido a la ubicación de estos cenotes en un ecosistema costero y por la interacción del agua subterránea con el agua marina, propiciando un

Sistema natural[1]	Tipo de humedal[2]	Categoría del humedal [2]	Descripción del sistema	Justificación
			de agua, que de acuerdo a las pruebas se conforman en la mayor parte del tiempo de agua salobre, por la interacción del agua de mar con el sistema de aguas subterráneas debajo del predio. En temporadas de lluvias, el agua pluvial alimenta estos cuerpos de agua. Los cenotes son fuentes de biodiversidad y están conformados por vegetación de selva mediana subperennifolia en los bordes y vegetación acuática en su interior, así como aquellos con existencia de manglar rojo (2) o rodeado de mangle rojo de cuenca baja de fisonomía baja. Estos cenotes cuentan con especies de peces asociados a cenotes costeros de agua salobre, como el bagre de agua dulce y los poecílidos.	tirante de agua salobre, se consideran como humedales marinos y costeros, categorizados como sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos.
Fracturas kársticas inundadas	Marinos y costeros	Zk(a)-Sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos	El sistema kárstico se caracteriza por presentar el proceso de karstificación mediante el cual las rocas sedimentarias relativamente solubles se disuelven y se desarrollan en otras formas, como conductos y fracturas a través del cual fluye el agua subterránea. Debido a las características del terreno del predio, en la zona sureste se identificó un sistema kárstico conformado por dolinas secas, dolinas inundadas (cenotes) y fracturas con agua, en éstas últimas se aprecian paredes de roca caliza y la vegetación se encuentra sobre la roca en los bordes de la superficie, es decir, dentro de estos no cuenta con vegetación. Es posible encontrar peces transitando estas fracturas, con lo que se evidencia nuevamente la comunicación entre los cenotes y fracturas del área.	Debido a la ubicación de estas fracturas en un ecosistema costero y por la interacción del agua subterránea con el agua marina, propiciando un tirante de agua salobre, se consideran como humedales marinos y costeros, categorizados como sistemas kársticos y otros sistemas hídricos subterráneos.
Zonas inundables estacionales	Continentales	Ts-Pantanos/ esteros/ charcas/ estacionales/ intermitentes de agua dulce	Dentro del predio, principalmente en zona de vegetación secundaria de selva mediana subperennfolia, se identificaron zonas inundables estacionales, es decir, que quedan	Debido a que la fuente de agua de estas zonas es el agua pluvial principalmente, se consideran humedales

Sistema natural[1]	Tipo de humedal[2]	Categoría del humedal [2]	Descripción del sistema	Justificación
		sobre suelos inorgánicos	sujetas a las temporadas de luvias; debido al tipo de partículas del suelo y a la baja permeabilidad en algunas zonas, el agua se estanca, conformando dichas zonas con vegetación que tolera la presencia de espejos agua poco profundos. Asimismo, se encontraron zonas inundables con presencia de mangle negro, no obstante, estos se clasificaron dentro de las comunidades de manglar.	continentales, categorizados como Ts al ser charcas estacionales e intermitentes de agua dulce sobre suelos sin cobertura vegetal y suelos como permeables.

[1] Sistemas naturales identificados dentro del predio en el que se desarrollará el proyecto.
[2] De acuerdo con el Sistema de clasificación de Tipos de Humedales de Ramsar.

Descripción de las comunidades de manglar y el humedal en el predio

La comunidad de manglar en general (manglar de cuenca de fisonomía baja, manglar de cuenca y manglar de cenotes) ocupan una superficie de 12.94 ha lo que representa un 11.60% de la superficie total del predio. Esta superficie se designó como área de conservación en la que no se podrá remover, extraer, cortar o podar las especies de manglar presentes. Cabe mencionar que, existe una comunidad de selva de transición en la que se encuentran elementos aislados de manglar, por ello, aunque no fue designada como área de conservación, se mantendrá sin impacto ya que no se prevé establecer obras dentro de esta comunidad, con la finalidad de no afectar los ejemplares aislados de manglar que se encuentran en ella.

En los muestreos y recorridos de las comunidades de manglar en el predio fue posible la identificación de las cuatro especies de manglar presentes en la península: *Rhizophora mangle, Avicennia germinans, Laguncularia racemosa y Conocarpus erectus*, las cuales no serán afectadas por la ejecución del proyecto. Asimismo, en este tipo de vegetación se observó la presencia de estas especies: orquídeas (*Brassavola nodosa, Myrmecophila tibicinis, Oeceoclades maculata, Prosthechea boothiana, Rhyncholaelia digbyana, Trichocentrum ascendens*), bromelias (*Aechmea bracteata*, *T. balbisiana*, *T. schiedeana, T. utriculata, T. variabilis*) y tule (*Cladium mariscus*).

La especie *R. mangle* se observó que es la especie con mayor abundancia en la superficie ocupada por esta comunidad, de igual forma *Avicennia germinans* es representativa en las zonas con terrenos inundables, ya que sus raíces con geotropismo negativo le facilitan la respiración radicular. *Conocarpus erectus*, se localizó en las zonas de mayor altura, esta última especie es invasora de las zonas no inundables, sin embargo, es posible ubicarla de forma esporádica en zonas con *R. mangle*. La especie *Laguncularia racemosa* se localizó tanto en las zonas con presencia de agua, así como en donde hay inundaciones estacionales.

Una característica importante de la comunidad de manglar en el predio, es la presencia de mangle en una cuenca en donde la dominancia es de *R. mangle*. Se realizó un recorrido por esta zona de manglar y se observó que el suelo no es fangoso, por el contrario, se asienta en un suelo más firme y rocoso. La altura promedio del mangle en la comunidad de cuenca de fisonomía baja está entre 2 a 3 m, y coexiste con la especie *Cladium mariscus,* una especie de hierba conocida como cortadera adaptada al agua, con las hojas y tallos fuera del agua y los rizomas subterráneos. En esta en la zona de manglar, el nivel piezométrico del agua subterránea está muy próximo al nivel del terreno natural, aproximadamente a unos 20-50 cm por debajo del terreno según el Lidar.

Específicamente en los puntos de mangle 1 y mangle 2 (de muestra) el nivel piezométrico está a 13 y 3 cm, respectivamente, por encima del nivel piezométrico proyectado de los barrenos exploratorios. Esto sugiere que los lodos calcáreos del manglar aunado al confinamiento natural propician que la interacción del agua del manglar con el agua subterránea sea limitada. Se infiere que la cuenca del manglar podría aportar agua al acuífero funcionando como una zona de recarga, en las temporadas en las que el nivel piezométrico del agua subterránea está por debajo del nivel del terreno natural. Los escenarios de inundación parecen apoyar esta idea al mostrar microcuencas en el área de manglar que almacenan agua de lluvia mezclada con agua marina del acuífero generando inundaciones, que durante las temporadas en las que el nivel piezométrico del acuífero se del nivel de terreno del manglar, quedan colgados y expuestos a la evaporación que ha sido evidenciada en las muestras de agua recolectadas en el manglar que presentan altas concentraciones de cloruros y sodios.

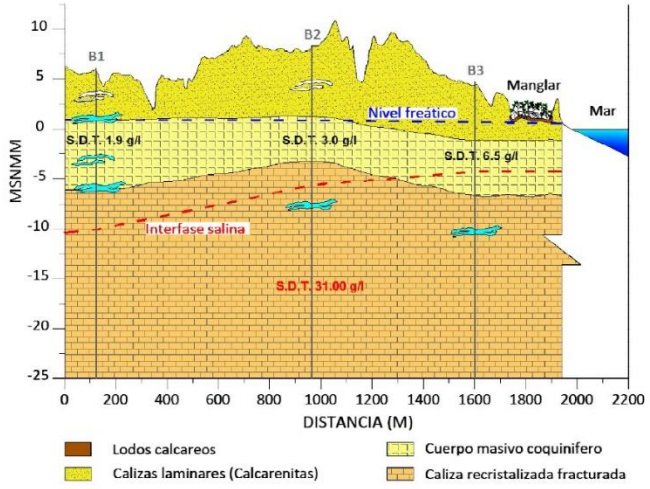


Figura IV.8. Modelo Conceptual del acuífero del predio *Proyecto Venado*. Fuente: *Estudio geohidrológico de caracterización y cuantificación del agua superficial y subterránea del predio del proyecto.*

En el manglar se tiene un ambiente anóxico en donde los microorganismos y materia orgánica han consumido el oxígeno confiriéndole al agua un olor desagradable. El agua subterránea en el área de estudio corresponde a la familia de aguas cloruradas sódica de origen marino. La parte más somera del acuífero tienden a estar más cerca de agua de mezcla marina con agua continental que la muestra de fondo en donde se tiene agua totalmente de origen marino. El nivel piezométrico registrado en el manglar se encuentra por arriba del nivel piezométrico proyectado del agua subterránea.

Se infiere que la cuenca del manglar podría aportar agua al acuífero funcionando como una zona de recarga, en las temporadas en las que el nivel piezométrico del agua subterránea está por debajo del nivel del terreno natural. Los lodos calcáreos del manglar aunado al confinamiento natural propician que la interacción del agua del manglar con el agua subterránea sea limitada. Los escenarios de inundación muestran microcuencas en el área de manglar que almacenan agua de lluvia mezclada con agua marina del acuífero. Durante la temporada de secas, quedan colgados y expuestos a la evaporación que ha sido evidenciada en las muestras de agua recolectadas en el manglar que presentan altas concentraciones de cloruros y sodios.



Imagen IV.3. Condiciones del suelo y la vegetación en el manglar de cuenca de fisonomía baja.

De acuerdo con las definiciones brindadas por especialistas, el *manglar de cuenca* se localiza en depresiones topográficas, detrás de manglares riverinos y de franja, dominado por una mezcla de especies, se inundan sólo durante mareas muy altas, además, presentan condiciones de alto estrés debido a la poca cantidad de suelo y alta salinidad. Por su parte, el *manglar chaparro,* de fisonomía baja, son manglares de baja altura (<4m), presentan alta densidad de árboles, sin embargo, en ocasiones la densidad es tan baja que conforman comunidades con pastos a manera de sabanas; por lo general son monoespecíficos de *Rizhophora mangle* o *Avicennia germinans* y homogéneos en el paisaje; el régimen hidrológico está asociado con la época de lluvias y la hidrología y los sedimentos favorecen condiciones de estrés como alta salinidad intersticial o

déficit de nutrimentos como fósforo (Cisneros, 2019). Los manglares chaparros son considerados poco productivos.

De acuerdo con las descripciones, se determina que la comunidad de manglar presente en la franja sureste del predio es de tipo cuenca con fisonomía baja, también denominado en algunos estudios como chaparro, lo cual es congruente al encontrar ejemplares de menos de 4 m de altura, monoespecífica de *R. mangle* y asociado a una comunidad de pasto a manera de sabana, en este caso con la especie *Cladium mariscus.*

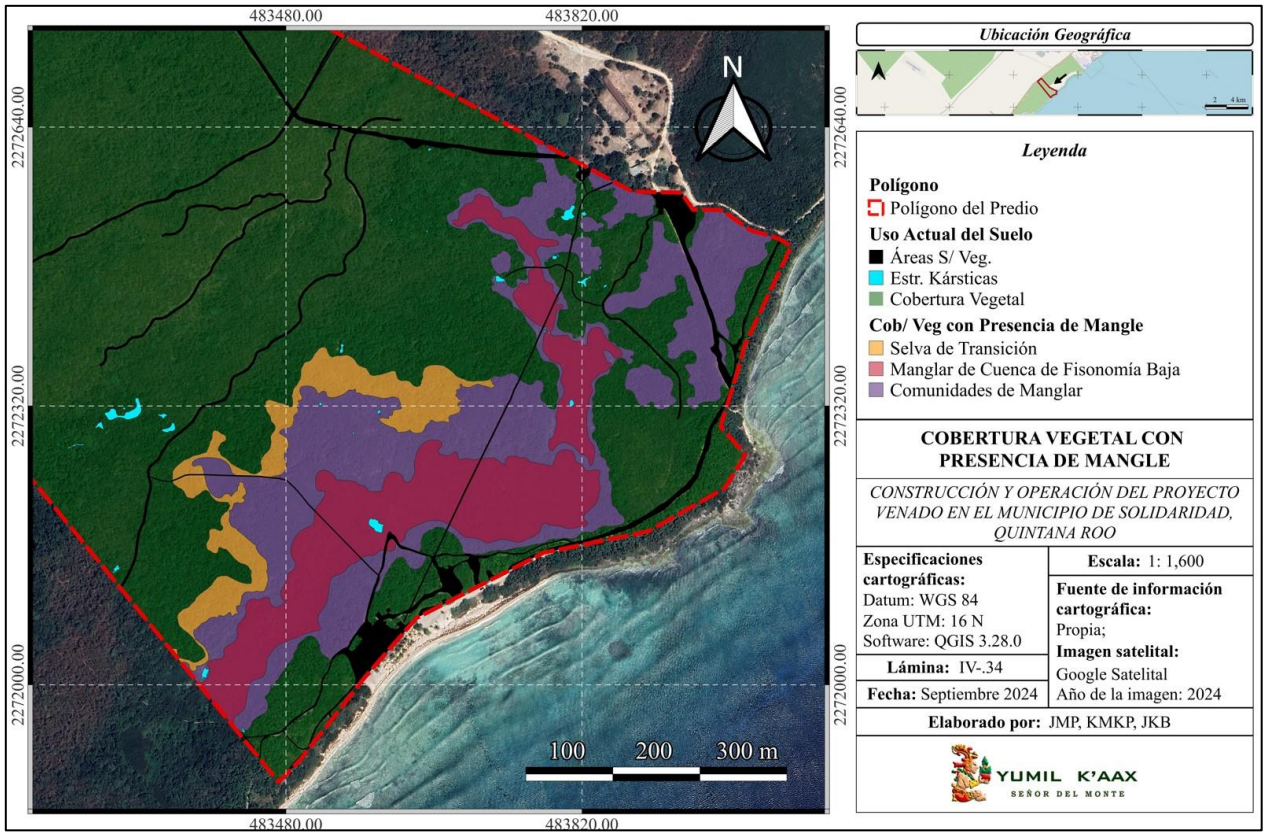


Lámina IV.44. Distribución del manglar de cuenca de fisonomía baja en el predio.

Tabla IV.69. Superficie de manglar de cuenca de fisonomía baja con respecto a la superficie total de manglar del predio.

SUPERFICIE MANGLAR			
Nombre	**Área (m^2)**	**Área (ha)**	**%**
Comunidad de Manglar	79338.721	7.93	61.28
Manglar de Cuenca de Fisionomía Baja	50148.709	5.01	38.72
Total	**129487.430**	**12.94**	**100**

Esta comunidad de manglar, al igual que el resto de comunidades de mangle detectados en el predio, se designaron como áreas de conservación, en los que se mantendrá la distribución actual de los individuos registrados de manglar, evitando así su extracción, poda, corte o remoción. Esta área de conservación es importante por los servicios ambientales que brinda. Específicamente, el manglar de cuenca de fisonomía baja, a pesar de ser considerado un ambiente poco productivo con respecto a los otros tipos de comunidades de manglar, brinda servicios ecosistémicos y ambientales como ser sumideros de carbono, regulación de temperatura, recarga de acuífero, sitios de observación (cultural) y hábitat de diversa vida silvestre.

En 2015, Gutiérrez-Mendoza Janitzín y Herrera-Silveira Jorge A., publicaron un estudio sobre *Almacenes de carbono en manglares de tipo chaparro en un escenario cárstico*. Señalan que las comunidades de manglar chaparro a pesar de ser bastante homogéneos en el paisaje, son heterogéneos entre sí, ya que existen diferentes tipos de estructuras en la Península de Yucatán, siendo esta donde el manglar chaparro es sumamente importante por su extensión. Para determinar los almacenes de carbono en sus distintos componentes sobre el suelo (árboles vivos y muertos en pie) y bajo el suelo (raíces y suelos), y el total del ecosistema de diferentes tipos de manglares Chaparros, realizaron muestreos en ocho localidades entre los estados de Yucatán y Quintana Roo; de este último, una localidad fue Puerto Morelos, siendo el punto más cercano al área del proyecto de Punta Venado.

Mediante el estudio levantaron datos estructurales y muestras de sedimento en parcelas circulares. Los resultados indicaron que hay diferencias en el los almacenes de carbono entre tipos de manglares Chaparros: el suelo es el componente más importante de almacén (82-477.8 Mg ha-1), luego las raíces gruesas (4.68-26.7 Mg ha-1), y finalmente los árboles (1.9-19.7 Mg ha-1). El nitrógeno y fósforo disponible en el suelo son las variables que mejor explican el almacén de Carbono en este tipo de manglares. Por lo tanto, se concluye que el manglar chaparro es un importante almacenador de Carbono a pesar de su fisionomía baja y poca productividad. Se reconoce que el manglar chaparro ocupa el segundo lugar en importancia en almacenamiento de Carbono en un ecosistema kárstico, con un promedio de 636 Mg ha-1 y el de mayor extensión espacial en la Península de Yucatán.

Se destaca que la especie *R. mangle* se distribuye en sitios con mayores periodos de inundación que *A. germinans*, lo que sugiere que periodos de inundación largos propician condiciones de anoxia en los sedimentos permitiendo desarrollar una mayor capa orgánica del suelo. El hidroperíodo en el manglar define el tipo ecológico, la salinidad y las condiciones de oxidación/reducción del suelo (Mitsch y Gosselink, 2000), importantes en mantenimiento de estructura y funcionamiento de estos ecosistemas. El hidroperíodo afecta factores como la acumulación de materia orgánica, la anaerobiosis del suelo, la disponibilidad de nutrientes, la riqueza y composición de especies, así como su productividad primaria (Flores-Verdugo et al.,

2007), lo que resulta un importante componente para el almacenamiento de C en los manglares. El mismo estudio de Gutiérrez y Herrera, señala que el almacén de CT del agrupamiento CH3 (que es el agrupamiento donde se situó el manglar chaparro de Puerto Morelos, más cercano al proyecto y con condiciones similares) es comparable a la selva alta perennifolia (altura de árboles > 30 m) con 403 Mg ha-1 (Hughes et al., 2000). Con esta información se puede concluir que los manglares Chaparros en México son sistemas importantes como almacenadores de Carbono. Por ello, es importante conservar esta comunidad presentes en el predio.

Otro servicio ambiental de suma relevancia es la de contribuir con la recarga del acuífero, que, como se ha mencionado en párrafos previos, la comunidad del predio posee un nivel piezométrico registrado por arriba del nivel piezométrico proyectado del agua subterránea. Se infiere que la cuenca del manglar podría aportar agua al acuífero funcionando como una zona de recarga, en las temporadas en las que el nivel piezométrico del agua subterránea está por debajo del nivel del terreno natural.

Derivado de la información obtenida (lo muestreos de vegetación realizados en esta comunidad se presentan en apartados posteriores de este documento de actualización), se concluye que la comunidad de manglar de cuenca de fisonomía baja del predio se encuentra en buenas condiciones, en un buen estado de desarrollo y conservación al identificar una cobertura vegetal homogénea con individuos vivos y con las características que se le atribuyen a este tipo de comunidad de manglar. Asimismo, se observó que este sistema natural es aprovechado por diversas especies de fauna silvestre, principalmente por aves de hábitos acuáticos y terrestres, quienes encuentran refugio y sitios de alimentación en el área. Aunado a ello, se observaron individuos de peces de poecílidos, por lo que esta comunidad inundada también funge como sitio de reproducción de especies acuáticas, las cuales también fungen como alimento de otras especies como las ya mencionadas aves. También esta comunidad es aprovechada por algunos mamíferos como los mapaches y venados registrados en el predio para el proyecto.



Imagen IV.4. Evidencia de fauna silvestre en la comunidad de manglar de cuenca de fisonomía baja. De izquierda a derecha: huella de venado cola blanca; huella de mapache; garza tigre.

Además de la comunidad de manglar de cuenca de fisonomía baja dominado por *R. mangle,* también se observó manglar desarrollándose en algunos cuerpos de agua identificados como cenotes, en éstos se localizó la especie *R. mangle* con alturas promedios de 6 a 7 m. Es importante mencionar, que el mapa de distribución de vegetación del INEGI señala una franja ancha de mangle en el predio, sin embargo, con base en los recorridos en el manglar, se pudo observar que presenta una superficie irregular y está delimitada por la vegetación de selva de transición y por comunidad de matorral costero.



Fotografía IV.44. Cenote A1 con presencia de manglar.

En este cenote se registró la presencia de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus)*, mangle rojo (*Rhizophora mangle)* y Mangle negro (*Avicennia germinans)*. En el cuerpo de agua se detectaron peces de la especie *Poecilia velifera*. Ese cenote es de tipo semiabierto, con agua color café rojizo lo que indica la presencia de taninos por la distribución del mangle rojo. Este cenote se incluye dentro del área de conservación al poseer la comunidad de manglar mixta señalada; cuenta con un área aproximada de 304.6514 m^2. Este sitio funge como zona de recarga del acuífero; hábitat de especies de fauna silvestre terrestre y acuáticas; regulación de temperatura; barrera contra vientos y amortiguamiento de inundaciones.

Asimismo, se detectó otro cenote que queda inmerso en la zona de manglar de cuenca, en la que se reportaron varias especies de plantas, pero con la particularidad de poseer también la presencia de especies de manglar mangle rojo (*Rhizophora mangle)*, mangle botoncillo (*Conocarpus erectus)* y Mangle negro (*Avicennia germinans)*, siendo el rojo de mayor presencia. A diferencia del otro cenote, no se notaba un cuerpo de agua con delimitación clara, por el contrario, se observaba el suelo húmedo y con zonas con espejos de agua de pocos centímetros. Este cenote cuenta con una superficie aproximada de 471.24 m^2.



Fotografía IV.45. Cenote B1 con presencia de manglar.

Tabla b-3. Datos de referencia de los cenotes con manglar.

Elemento	Clave	Dimensiones			Coordenadas (UTM)	
		Largo (m)	Ancho (m)	Área (m2)	X	Y
Cenote con Manglar	A1	28.843	19.3168	304.6514	483828.71	2272527.82
Cenote con Manglar	B1	34.1871	25.9592	471.2427	483795.93	2272557.52

Como se mencionó, estos cenotes estarán designados como parte del área de conservación debido a que cuentan con comunidad de manglar, la cual fue determinada como área de conservación del proyecto. Es importante destacar que los cenotes en general serán protegidos y no se realizará la modificación de sus estructuras originales. No obstante, los cenotes se mantienen como zonas de aprovechamiento restringido en el que acudirán los usuarios a actividades de contemplación y recreación, excepto aquellos donde se encuentre el manglar registrado. ***La descripción de los cenotes se presentó en el apartado de factores abióticos del presente capítulo IV.***

Además de estas zonas, también se registraron superficies con presencia de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus)* y Mangle negro (*Avicennia germinans)*, en los bordes de caminos existentes. Esto permite concluir que dichas zonas son inundables en temporadas de lluvias, debido a la presencia de neumatóforos (raíces aéreas) ya que estas crecen hacia arriba para permitir la aireación en zonas con agua; por ello, en zonas donde se observan grandes extensiones secas con abundantes neumatóforos y presencia de mangle negro, indica que el sitio permanece inundado en una parte del año y la altura indicaría el nivel de inundación que se alcanza. Esta comunidad de mangle negro con mangle botoncillo se apreció principalmente en los bordes de caminos y brechas existentes en el predio, así como otras zonas intermedias de la comunidad de manglar, las cuales no superaron los 8 metros de alto. También se detectó zonas de mangle rojo con presencia de

mangle botoncillo en zonas donde no se registró cenotes o dolinas, sin embargo, por la depresión del terreno, tiene acceso al agua subterránea que es poca profunda en la zona.



Imagen IV.5. Presencia de mangle negro asociado con mangle botoncillo (izquierda) y mangle rojo asociado con mangle botoncillo (derecha).

En resumen, en el predio el manglar ocupa una superficie de 12.94 ha y la mayor extensión se ubica cercana a la costa. Esta comunidad no presentó comunicación directa con la costa (no tiene contacto directo con el mar), ya que limita con el matorral costero y con el chital. En este sentido, el manglar en el predio está formando como una isla rodeada por vegetación costera y vegetación de selva. La comunidad de manglar se designó como área de conservación en la que se conservará el desplante del manglar existente, evitando su remoción, extracción o corte.

Para determinar su productividad y capacidad de carga del manglar tendrán que realizarse monitoreos implementando un programa de conservación del manglar en el predio seleccionado, el cual aporte datos que permitan conocer el desarrollo de la comunidad de mangle existente a través del tiempo, para identificar si la presencia de las obras propuestas la afecta que, si bien, no se prevé su afectación con las obras a establecer, es importante tener un referente que ayude a sustentar y garantizar que esto sea así; en caso de detectar alguna afectación en la calidad del manglar, ya sea por calidad visual, calidad del agua (contaminación) o cobertura, tendrán que proponerse medidas de manejo ambiental a ejecutar de forma prioritaria, previa autorización de la Secretaría.

Como ya se mencionó, en el área del proyecto se localizó manglar de borde, manglar de cuenca y manglar chaparro en combinación con petenes (Granados-Sánchez *et al*, 1998). Debido a las condiciones edafológicas del predio se presentan zonas inundables, así como cuerpos de agua permanentes como cenotes. Por lo anterior, fue posible localizar comunidades de manglar que han logrado desarrollarse en

aquellas áreas en la que existen hundimientos (manglar de cuenca), en las periferias de los cuerpos de agua (manglar de borde) y en las zonas inundables más cercanas a la costa. Es importante mencionar que esta comunidad no será afectada por el diseño del proyecto, tomando como sustento la normatividad ambiental que protege el manglar.

Para la composición del manglar, gracias al trabajo de campo se identificaron los siguientes estratos:

- **Arbóreo**

El estrato arbóreo para la vegetación de manglar dentro del área del Proyecto está representado por las especies *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* las cuales se encuentran con categoría de Amenazada (A), de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

- **Arbustivo**

El estrato arbustivo en este ecosistema se compone por cuatro especies, de las cuales *Rhizophora mangle* y *Conocarpus erectus* se encuentran listadas bajo riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, ambas con categoría de Amenazada (A).

- **Epífitas**

Las epifitas observadas en este tipo de comunidad pertenecen a la familia Bromeliaceae (*Aechmea bracteata*, *T. balbisiana*, *T. schiedeana, T. utriculata, T. variabilis*) y Orchidaceae (*Brassavola nodosa, Myrmecophila tibicinis, Oeceoclades maculata, Prosthechea boothiana, Rhyncholaelia digbyana, Trichocentrum ascendens*) de las cuales ninguna se encuentra listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010.

Entre las especies de plantas asociadas a las comunidades de manglar se encuentran las siguientes:

Tabla IV.70. Flora registrada en la comunidad de manglar.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia/ ha	Altura promedio
Acanthaceae	*Avicennia germinans*	Mangle negro	A	250	6.7
Orchidaceae	*Brassavola nodosa*	Dama de noche	-	50	1.5
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	A	25	2.5
Sapotaceae	*Manilkara zapota*	Chicozapote	-	13	2.3
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechen prieto	-	13	2.5
Orchidaceae	*Myrmecophila tibicinis*	Lirio	-	50	0.3
Rhizophoraceae	*Rhizophora mangle*	Mangle rojo	A	1,925	4.1

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia/ ha	Altura promedio
Arecaceae	*Sabal yapa*	Palma de guano	-	13	1.4
Cactaceae	*Selenicereus grandiflorus subsp. donkelaarii*	Pitayita nocturna	-	25	0.5
Bromeliaceae	*Tillandsia utriculata*	Magueyito	-	1,875	0.4
A = Amenazada					

Del mismo modo, los resultados obtenidos del muestreo de la vegetación de manglar en el área del Proyecto, refieren que el estrato con mayor riqueza es el arbustivo con cuatro especies, a este le sigue el estrato arbóreo y de epifitas con tres y por último, el estrato de cactáceo/rosetófilo conformado por únicamente una especie.

Las siguientes fotografías muestran las condiciones en que se encuentra la vegetación de manglar que se distribuye en el predio.



Imagen IV.6. Condiciones de la vegetación de Manglar en predio donde se construirá el proyecto.

FAUNA

En cuanto a la fauna de Quintana Roo, ocupa el puesto 11 entre los 32 estados a nivel nacional en cuanto a biodiversidad de fauna silvestre, aunque es relativamente abundante, en comparación con otros estados no se encuentra distribuida de manera homogénea. El hecho de que Quintana Roo se encuentre localizado en la región zoogeográfica neotropical, al igual que Yucatán y Campeche, le permite contar con una variedad de especies de flora y fauna. Con lo anterior, para el caso se tiene reportado y evidenciado que la entidad representada casi el 43% de la avifauna que habita en México; el 35% de las especies de mamíferos voladores y el 16% de los mamíferos marinos presentes en el territorio nacional. De las especies que presentan algún estatus de conservación ya sea por estar probablemente extintas en el medio silvestre, en peligro de extinción, amenazadas o sujetas a protección especial, hay: 66 mamíferos, 8 anfibios, 31 reptiles y 108 aves (Chavez, 1980).

Dentro de este contexto, Solidaridad es uno de los 11 municipios que integran el estado mexicano de Quintana Roo y uno de los más jóvenes en el país al haberse formado, por ende, muchos de los recientes estudios relacionado con los registros y evidencia de la fauna silvestre para el municipio, van directamente relacionados con las especies registradas dentro del mimo estado, con ello, se realizó un proceso de consenso y valoración de las especies potenciales presentes, así como de la distribución de los mismos. Lo anterior, evidencia el tipo de fauna silvestre en potencial presencia para nuestro sitio de desplante de proyecto. Anudado a lo anterior, es importante mencionar que dentro de un ambiente biótico hay un conjunto de factores que determinan la presencia o ausencia, así como la localización de las especies, entre las más relevantes se pueden en listar a las especies migratorias, así como a las especies competidoras, depredadoras y patógenas; la disponibilidad de recursos y la dinámica demográfica de las poblaciones tienen influencia sobre la presencia o ausencia de los diferentes grupos.

Debido a que todas estas interacciones entre factores bióticos y abióticos mantienen una estabilidad en un sistema natural, cualquier interferencia o modificación abrupta puede llegar a ser perjudicial, aunque no forzosamente tenga que ser así, porque dependerá de la naturaleza y velocidad del cambio y la resiliencia del ambiente. Sin embargo, los sistemas se enfrentan de manera natural a procesos de cambio, por lo que después de un cambio los sistemas tienden a recuperar y estabilizarse a través del tiempo por medio de una capacidad denominada resiliencia.

Por lo anterior, los proyectos de desarrollos y distintas actividades antrópicas generan diferentes impactos sobre el sistema ambiental, así también, existen medidas humanas que ayudan a los sistemas a recuperar su estabilidad después de estas perturbaciones y otra de origen natural. Si bien, un análisis de las características ambientales permitirá proponer medidas de mitigación ante las perturbaciones que se le pudieran causar al

medio, lo anterior con el objetivo de recuperar su estabilidad e incluso que permita el desarrollo de nuevas características que permitan a los grupos hacer uso de nuevos recursos disponibles para satisfacer sus requerimientos y subsistencia.

La caracterización de fauna silvestre es relevante, ya que proporciona información sobre la presencia o ausencia de las especies, así como de las acciones y medidas que permitan mantener una estabilidad en el ambiente, y que, en conjunto, la vida silvestre como los proyectos de desarrollo humano coexista sin ser mutuamente perjudiciales. Por lo ello, es importante conocer y obtener listados con información de las especies que se distribuyen en la zona, especies migratorias y su temporalidad, comportamiento de esas especies, sus requerimientos, su uso de recursos, su ciclo de vida, las razones de su presencia y uso de hábitat: zona de paso, de percha, descanso, alimentación, refugio, reproducción o anidamiento, que pueden ser temporales o permanentes. entre muchos otros factores.

Para ello, la descripción y análisis de la fauna silvestre presente en el SAR y predio de proyecto se siguió una metodología dividida en dos fases:

La primera, consistió en hacer una recopilación de información bibliográfica de estudios y listados anteriores elaborados en el municipio de trabajo como: Vásquez-Ibarra, V., Álvarez-Cárdenas, S. 1995. MacGregor–Fors et al. 2010, Álvarez-Castañeda, S. T. y E. Ríos. 2011. Principalmente, se utilizaron bases de datos como ENCICLOVIDA, CONANP (2016), y CONABIO para determinar la distribución de las especies, así como páginas de la CONABIO como; https://www.biodiversidad.gob.mx/monitoreo/monitoreo-biodiversidad, https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/catRiesmexico.html y http://geoportal.conabio.gob.mx/. En donde se recabo información sobre la presencia o ausencia de fauna silvestre en el sitio de estudio.

En complemento, se prosiguió a identificar a las especies sujetas bajo alguna categoría de protección por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, así como, 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). Las citas anteriores, contribuyeron de manera notable a la identificación de las especies con distribución potencial en el sitio, evitaron la duplicación de información y aportaron datos para mejorar de la metodología propuesta para el rastreo en campo de los grupos presentes.

La segunda, se basa en pequeños censos visuales realizados durante las visitas preliminares del proyecto, lo anterior fue complementado con la caracterización de la fauna silvestre a través de la implementación de técnicas de muestreos efectuados de acuerdo con cada grupo faunístico. La caracterización biológica de

fauna silvestre para el SAR y predio del proyecto se llevó a cabo mediante los métodos de muestreo siguientes:

- Transectos lineales, en cuanto a la herpetofauna fueron utilizadas las técnicas de rastreo intensivo mediante la búsqueda de ejemplares dentro de transectos lineales seleccionados con base a la vegetación del sitio, ya que la para la búsqueda y rastreo de este grupo es determinada por sus habilidades de camuflaje y sus diversos hábitos reptantes. Para el rastreo de anfibios, se priorizaron los sitios de cenotes presentes en el predio, esto debido a los hábitos que presenta este grupo.
- Puntos de conteo, para el grupo de aves se llevó a cabo por la observación directa de las especies, la cual consistió en la búsqueda e identificación de especies (visual y auditiva), por medio de recorridos y selección de sitios específicos de puntos de conteo dentro del SAR y predio del proyecto. Lo anterior, con el fin de detectar a los individuos y especies presentes en el área, la observación se llevó a cabo por medio del uso del binoculares y cámaras fotográficas debido a su rápido desplazamiento y agilidad, estas herramientas sirvieron para evidenciar la presencia de los ejemplares por medio del registro fotográfico de las mismas.

  La mayoría de las especies, se encuentran en el dosel de los árboles, en vuelo o a grandes distancias lo que hace en algunos casos difícil la identificación de algunos los ejemplares, por lo que para este método se priorizaron a todas las especies dentro de un radio no mayor a los 5 metros dentro del punto de muestreo seleccionado. Lo que nos facilitó identificar a todo ejemplar dentro del radio y su actividad en el mismo.
- La colocación de cámaras trampa, fue fundamental para la identificación de los mamíferos terrestres, lo anterior, debido a que en algunos casos el avistamiento de manera directa de este grupo suele ser muy difícil. Por ello, esta técnica fue complementada con la búsqueda intensiva de huellas, rastros, excretas y otros índices de presencia de mamíferos. Es importante señalar que, en los sitios en los que se encontraban rastros o presencia de este grupo, se priorizo a la colocación de las cámaras trampa, debido a la potencial incidencia del grupo en el sitio localizado. En el sitio del proyecto, se localizaron cenotes y cuevas subterráneas, en los que también se priorizo la colocación de las cámaras, lo anterior, debido a que muchas especies suelen utilizar estos sitios como resguardo o madrigueras naturales.

La caracterización de la fauna silvestre mediante las anteriores metodologías tiene por objetivo de determinar la presencia, riqueza y abundancia de las especies que se encuentran en el hábitat del SAR y del predio del proyecto, con el propósito de conocer a las especies y el hábitat en el que se cuentan, así, como determinar las modificaciones del sitio por el desplante del proyecto con el fin de implementar las medidas

necesarias para prevenir la perturbación de las especies que ahí habitan. De acuerdo con lo anterior y la elaboración de la MIA-R, se integra las coordenadas UTM de los sitios seleccionados de muestreo, memorias de cálculo de acuerdo con los índices de diversidad, así como lo anterior descrito para el presente proyecto.

Fauna silvestre potencial en el SAR del proyecto

A continuación, se presenta de manera general la descripción de las especies de fauna, con base a fuentes de información consultadas durante la elaboración del presente documento, de igual forma, se presenta una descripción y listado de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos potenciales para el SAR y predio del proyecto.

Debido a lo anterior, para la verificación de la presencia de estos grupos la información será complementada con técnicas de muestreos antes mencionadas, así como la clasificación de estas especies de acuerdo con el estatus de protección, dándole importancia a la conservación de las especies sujetas bajo alguna categoría riesgo de acuerdo con la NOM 059 SEMARNAT-2010. La incorporación de estos listados nos ayuda al registro de los ejemplares de fauna silvestre en peligro, esta información permite proponer acciones y medidas que ayudan a incentivar diferentes alternativas para la coexistencia entre la vida silvestre y las actividades antrópicas.

Para lo anterior, se describen la fauna silvestre potencial en el sitio y sus zonas circundantes.

Tabla IV.71. Descripción general de la fauna silvestre en el SAR.

Fauna	Descripción	Especies reportadas en el SA y sus zonas circundantes
Anfibios y reptiles	La herpetofauna que comparte el municipio de solidaridad, con la ubicación actual de nuestro SAR es de gran similitud, debido a los tipos de ambiente que comparten, mismos que representan a casi toda la península el estado de Quintana Roo. Por lo anterior, se puede mencionar que la herpetofauna de la región está representada por un total de 111 especies agrupadas en 77 géneros, pertenecientes a 35 familias de anfibios y reptiles, destacando la escasa representación de anfibios y la ausencia del grupo de las salamandras. De igual forma, dentro del grupo de los reptiles sobresalen las serpientes de la familia Colubridae. De los cuales según la CONABIO; tiene catalogado a los anfibios con 2 especies endémicas, 1 catalogadas como exótica-invasora y el resto catalogadas como especies nativas. En cuanto a los reptiles se tienen 6 especies endémicas, 1 como exótica-invasora y el resto catalogadas como nativas.	Para el municipio de Solidaridad y sus zonas circundantes, se reportan 23 especies de anfibios, las más comunes son: *Incilius valliceps* (Sapo Costero) es una de las especies más comunes para la zona. Algunas otras especies repostadas para el sitio son: *Rhinella horribilis* (Sapo Gigante), *Eleutherodactylus planirostris* (Rana Chirriadora de Invernadero) entre otras. Por su parte algunos de los reptiles registrados para la zona del municipio de solidaridad y sus zonas aledañas son: *Ctenosaura similis* (Iguana Negra de Cola Espinosa), *Boa imperator* (Boa/Mazacuata), *Spilotes pullatus* (Serpiente Tigre), *Oxybelis fulgidus (*Culebra Bejuquilla Verde), *Coleonyx elegans* (Geco Yucateco de Bandas), *Hemidactylus frenatus* (Besucona

Fauna	Descripción	Especies reportadas en el SA y sus zonas circundantes
		Asiática). Otras serpientes han sido observadas se encuentran ejemplares de: *Holcosus undulatus* (Lagartija Arcoiris, A*spidoscelis angusticeps* (Huico Yucateco), *Bothrops asper* (Terciopelo), Rhinoclemmys areolata (Tortuga mojina de monte), Chelonia mydas (Tortuga Verde), Eretmochelys imbricata (Tortuga Carey), *Trachemys venusta* (Jicotea Mesoamericana), *Trachemys scripta* (Tortuga Gravada) entre otras especies. Para la fauna reportada es importante señalar, que la presencia de muchas de las especies mencionadas se encuentra estrechamente relacionadas a su temporalidad de anidación, como lo es el caso de las tortugas marinas, que para la zona y a nivel estatal se encuentra localizados sitios importantes para la nidificación de estos, a los cuales se les da seguimiento y protección para la conservación de estas especies.
Aves	Para el grupo de las aves, existe una similitud en cuanto a las especies que se distribuyen en los sitios, sin embargo, para ellas puede existir diferencias mayores de acuerdo con sus hábitos de distribución, ya que tiene la capacidad de desplazarse con mayor facilidad que otros grupos. Muchas de ellas, se pueden encontrar de acuerdo con su temporalidad de nidificación, estar de paso por cuestiones de migración etc. Por ello, su presencia puede estar influenciada por sus siclos biológicos. En este contexto, para esto se han registrado un total de 146 especies de aves residentes entre endémicas y no endémicas para la zona. Particularmente en las asociaciones vegetales. Entre las aves residentes, algunas realizan desplazamientos estacionales, e inclusive dentro de la misma estación o zonas. Para este grupo durante la época de invierno, contempladas para el estado de municipio de Solidaridad puede favorecer a la presencia o ausencia de nuevas especies ya que algunas se encuentran de manera permanente, pero otras, por la estacionalidad bajan a lugares más cálidos en comparación de sus sitios de residencia natales en este caso, las catalogamos como especies migratorias. De los cuales según la CONABIO; 1 es catalogada como especie endémica, 3 catalogadas como exóticas-invasoras y el resto catalogadas como especies nativas.	Para los registros de avifauna presente en el sitio, fue recopilada información de CONABIO, Enciclovida, Naturalista y otras bases de datos en las que se obtuvo un listado de las siguientes especies que comparten entre el municipio de solidaridad, mismo al que pertenece el SAR del predio del proyecto, así como de sus zonas aledañas: *Megaceryle torquata* (Martín Pescador de Collar), *Spatula discors* (Cerceta Alas Azules), *Dendrocygna autumnalis* (Pijije Alas Blancas) *Aythya collaris* (Pato Pico Anillado), *Aythya affinis (*Pato Boludo Menor), *Chaetura pelágica* (Vencejo de Chimenea), *Aramus guarauna* (Carrao), *Butorides virescens* (Garcita Verde), *Ardea alba* (Garza Blanca), *Ardea herodias* (Garza Morena), *Egretta thula* (Garza Dedos Dorados), *Egretta tricolor* (Garza Tricolor), *Egretta caerulea (*Garza Azul), *Tigrisoma mexicanum* (Garza Tigre Mexicana), *Cathartes aura* (Zopilote Aura), *Coragyps atratus* (Zopilote Común), *Columba livia* (Paloma Doméstica), *Columbina passerina* (Tortolit Pico Rojo), Entre otras especies.
Mamíferos	En cuestión de la mastofauna potencial para el SAR y predio del proyecto, así como de sus zonas aledañas, se recabo información gracias a bases de datos	De acuerdo con estudios, se determina que dentro de la presencia de mamíferos

Fauna	Descripción	Especies reportadas en el SA y sus zonas circundantes
	mencionados con anterioridad. Sin embargo, para este grupo de vida silvestre es importante recalcar que mucha de ella es particularmente susceptible a los cambios antrópicos presentes a su alrededor, ya que al igual que los anfibios lo anterior puede determinar su desplazamiento definitivo de un sitio. Por lo que la búsqueda de información bibliográfica puede cambiar de acuerdo con lo monitoreado en campo y con lo reportado en los años recientes. Lo anterior, con particular énfasis a los grandes mamíferos, por ello, la presencia o ausencia de algunas especies pertenecientes a este grupo estará estrictamente determinada a los sitios en los que se encuentren las actividades antrópicas o a sitios conservados. Se ha demostrado que puede existir un nivel de coexistencia entre el humano y los ejemplares, muchos de ellos se han adaptado y aclimatado las actividades del hombre, lo anterior, debido a las propuestas y mejoras en sus medidas de conservación que estos proyectos puedan proponer. De acuerdo con la información recabada, se tiene un registro aproximado de 55 mamíferos terrestres los cuales pertenecen a 51 géneros y 25 familias. De los cuales según la CONABIO; 1 es catalogada como especie endémica, 3 catalogadas como exóticas-invasoras y el resto catalogadas como especies nativas.	terrestres para el municipio de solidaridad se encuentran las siguientes especies: *Urocyon cinereoargenteus* (Zorra Gris), *Odocoileus virginianus* (Venado de Cola Blanca), *Peromyscus yucatanicus* (Ratón Yucateco), *Ototylomys phyllotis* (Rata Trepadora Orejas Grandes), *Sigmodon toltecus* (Ratas Algodonera), *Cuniculus paca* (Tepezcuintle), *Dasypus novemcinctus* (Armadillo de Nueve Bandas), *Dasyprocta punctata* (Guaqueque Centroamericno), *Nasua narica* (Coatí), *Procyon lotor* (Mapache), *Sciurus deppei* (Ardilla Tropical), *Sciurus yucatanensis* (Ardilla Yucateca), *Trichechus manatus* (Manatí del Caribe), *Lasiurus ega* (Murciélago Cola Peluda Amarillo), *Rhogeessa aeneus* (Murciélago Amarillo Yucateco). Entre otras especies de fauna silvestre registrada para el municipio.

De acuerdo con lo anterior descrito. A continuación, se presenta un listado de las especies potenciales para el SAR y predio del proyecto. De acuerdo con lo anterior, en la siguiente tabla se reflejan los 4 grupos de fauna silvestre en los cuales se desglosa un total de 399 géneros correspondientes a 596 especies potenciales para el SAR y predio del proyecto. En la cual, se señalan con base a los datos obtenidos de la CONABIO, el estatus de distribución de la fauna silvestre potencial en el sitio.

Tabla IV.72. Registro de fauna potencial para el SAR y Predio del proyecto

Grupos	Familias	Géneros	Especies
Anfibios	10	16	23
Reptiles	25	61	88
Aves	71	271	430
Mamíferos	25	51	55
Total	131	399	**596**

Tabla IV.73. Distribución de la fauna silvestre, datos obtenidos con base a la CONABIO. (Fuente: EnciclovVida).

Grupo	Nativas	Endémicas	Exótica	Exótica-Invasora	Sin Distribución
Anfibios	19	3	0	1	0
Reptiles	74	7	1	4	2
Aves	420	1	0	6	3

Grupo	Nativas	Endémicas	Exótica	Exótica-Invasora	Sin Distribución	
Mamíferos	50	1	0	4	0	
Total	563	12	1	15	5	**596**

Tabla IV.74. Listado de fauna silvestre potencial para el SAR y predio del proyecto y su distribución (fuente: CONABIO).

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
1	**Anfibios**	Bufonidae	*Incilius valliceps*	Sapo Costero	N
2		Bufonidae	*Rhinella horribilis*	Sapo Gigante	N
3		Eleutherodactylidae	*Eleutherodactylus planirostris*	Rana Chirriadora de Invernadero	EI
4		Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana Arborícola Mexicana	N
5		Craugastoridae	*Craugastor yucatanensis*	Rana Ladradora Yucateca	E
6		Hylidae	*Trachycephalus typhonius*	Rana Arborícola Lechosa	N
7		Hylidae	*Tlalocohyla picta*	Ranita Grillo	N
8		Hylidae	*Scinax staufferi*	Rana Arborícola Trompuda	N
9		Hylidae	*Trachycephalus vermiculatus*	Rana Arborícola Vermiculada	N
10		Hylidae	*Triprion petasatus*	Rana Cabeza de Pala	N
11		Hylidae	*Dendropsophus microcephalus*	Rana de Árbol Amarilla	N
12		Hylidae	*Tlalocohyla loquax*	Rana Arbórea Locuaz	N
13		Hylidae	*Dendropsophus ebraccatus*	Rana Arbórea Amarillenta	N
14		Hylidae	*Triprion spatulatus*	Rana Pico de Pato del Pacífico	E
15		Leptodactylidae	*Leptodactylus melanonotus*	Ranita Hojarasca	N
16		Leptodactylidae	*Leptodactylus fragilis*	Rana de Bigotes	N
17		Microhylidae	*Hypopachus variolosus*	Rana Termitera	N
18		Phyllomedusidae	*Agalychnis taylori*	Rana de Árbol de Ojos Rojos	N
19		Plethodontidae	*Bolitoglossa yucatana*	Salamandra Lengua de Hongo Yucateca	N
20		Ranidae	*Lithobates vaillanti*	Rana Verde	N
21		Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana Leopardo	N
22		Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo Excavador Mexicano	N
23		Craugastoridae	*Craugastor yucatanensis*	Rana ladradora yucateca	E
24	**Reptiles**	Boidae	*Boa imperator*	Boa/Mazacuata	N
25		Cheloniidae	*Chelonia mydas*	Tortuga Verde	N
26		Cheloniidae	*Eretmochelys imbricata*	Tortuga Carey	N
27		Cheloniidae	*Caretta caretta*	Tortuga caguama	N
28		Colubridae	*Mastigodryas melanolomus*	Culebra Lajartijera Común	N
29		Colubridae	*Spilotes pullatus*	Serpiente Tigre	N
30		Colubridae	*Oxybelis fulgidus*	Culebra Bejuquilla Verde	N
31		Colubridae	*Drymarchon melanurus*	Culebra Arroyera de Cola Negra	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
32		Colubridae	*Conophis lineatus*	Culebra Guardacaminos Lineada	N
33		Colubridae	*Ninia sebae*	Culebra de Cafetal Espalda Roja	N
34		Colubridae	*Dipsas brevifacies*	Culebra Caracolera Chata	N
35		Colubridae	*Drymobius margaritiferus*	Culebra Corredora de Petatillos	N
36		Colubridae	*Coniophanes imperialis*	Culebra Rayas Negras	N
37		Colubridae	*Pseudelaphe phaescens*	Culebra Ratonera Yucateca	E
38		Colubridae	*Masticophis mentovarius*	Culebra Chirriadora Neotropical	N
39		Colubridae	*Pseudelaphe flavirufa*	Culebra Ratonera Amarillo-Rojiza	N
40		Colubridae	*Coniophanes schmidti*	Culebra Rayada Yucateca	N
41		Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra Perico Mexicana	N
42		Colubridae	*Imantodes cenchoa*	Culebra Cordelilla Chata	N
43		Colubridae	*Imantodes tenuissimus*	Culebra cordelilla yucateca	N
44		Colubridae	*Coniophanes meridanus*	Culebra Sin Rayas Peninsular	E
45		Colubridae	*Tantilla moesta*	Culebra Ciempiés de Panza Negra	N
46		Colubridae	*Symphimus mayae*	Culebra Labios Blancos Maya	N
47		Colubridae	*Geophis sanniolus*	Culebra Caracolera Pigmea	N
48		Colubridae	*Geophis sartorii*	Culebra Caracolera de Oriente	N
49		Colubridae	*Oxybelis aeneus*	Culebra Bejuquilla Mexicana	-
50		Colubridae	*Lampropeltis abnorma*	Falsa Coralillo Real Centroamericana	N
51		Colubridae	*Phrynonax poecilonotus*	Culebra Resoplona Norteña	N
52		Colubridae	*Tantillita canula*	Culebra Ciempiés Yucateca	N
53		Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra Acuática Centroamérica	N
54		Colubridae	*Ficimia publia*	Culebra Naricilla Manchada	N
55		Colubridae	*Stenorrhina freminvillei*	Culebra Alacranera de Sangre	N
56		Colubridae	*Senticolis triaspis*	Culebra Ratonera	N
57		Colubridae	*Leptodeira frenata*	Culebra Ojo de Gato de Selva	N
58		Colubridae	*Leptodeira polysticta*	Culebra Ojo de Gato	N
59		Colubridae	*Leptophis ahaetulla*	Ranera Perico	N
60		Colubridae	*Coniophanes bipunctatus*	Culebra Dos Puntos	N
61		Colubridae	*Pliocercus elapoides*	Culebra imita coral común	N
62		Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque Rayado	N
63		Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Toloque coronado	N
64		Corytophanidae	*Corytophanes hernandesii*	Turipache de montaña	N
65		Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de Río	N
66		Crocodylidae	*Crocodylus moreletti*	Cocodrilo de Pantano	N
67		Dactyloidae	*Anolis sagrei*	Abaniquillo Pardo del Caribe	EI
68		Dactyloidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis Liso del Sureste	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
69		Dactyloidae	*Anolis lemurinus*	Anolis Fantasma	N
70		Dactyloidae	*Anolis ustus*	Abaniquillo de Yuctán	N
71		Dactyloidae	*Anolis tropidonotus*	Abaniquillo escamoso mayor	N
72		Dactyloidae	*Anolis beckeri*	Abaniquillo	N
73		Dactyloidae	*Anolis cristatellus*	Abaniquillo crestado	EX
74		Dermochelyidae	*Dermochelys coriacea*	Tortuga laúd	N
75		Elapidae	*Micrurus diastema*	Serpiente Coralillo del Sureste	N
76		Emydidae	*Trachemys venusta*	Jicotea Mesoamericana	N
77		Emydidae	*Trachemys scripta*	Tortuga Gravada	N
78		Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Geco Yucateco de Bandas	N
79		Escincidos	*Scincella cherriei*	Eslizón pardo	N
80		Escincidos	*Marisora lineola*	Eslizón Maya	N
81		Gekkota	*Hemidactylus frenatus*	Besucona Asiática	EI
82		Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga mojina de monte	N
83		Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana Negra de Cola Espinosa	N
84		Iguanidae	*Iguana Iguana*	Iguana Verde	N
85		Kinosternidae	*Kinosternon creaseri*	Tortuga de Pantano Yucateca	E
86		Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga Pecho Quebrado Escorpión	N
87		Kinosternidae	*Kinosternon leucostomum*	Tortuga Pecho Quebrado Labios Blancos	N
88		Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija Espinosa de Cozumel	E
89		Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija Espinosa de Puntos Amarillos	N
90		Phrynosomatidae	*Sceloporus lundelli*	Lagartija Espinosa Yucateca	N
91		Phrynosomatidae	*Sceloporus serrifer*	Lagartija Espinosa Azul	N
92		Phyllodactylidae	*Thecadactylus rapicauda*	Geco Cola de Nabo	N
93		Natricidae	*Thamnophis marcianus*	Sochuate	N
94		Scincidae	*Mesoscincus schwartzei*	Eslizón Yucateco	N
95		Sphaerodactylidae	*Sphaerodactylus glaucus*	Geco Enano Collarejo	N
96		Teiidae	*Aspidoscelis rodecki*	Huico de Quintna Roo	E
97		Teiidae	*Holcosus undulatus*	Lagartija Arcoiris	E
98		Teiidae	*Aspidoscelis angusticeps*	Huico Yucateco	N
99		Typhlopidae	*Indotyphlops braminus*	Serpiente Ciega Afrodisiática	EI
100		Typhlopidae	*Amerotyphlops microstomus*	Culebra Ciega Yucateca	N
101		Viperidae	*Bothrops asper*	Terciopelo	N
102		Viperidae	*Crotalus tzabcan*	Cascabel yucateca	N
103		Viperidae	*Porthidium yucatanicum*	Nauyaca nariz de cerdo yucateca	N
104		Sphaerodactylidae	*Aristelliger georgeensis*	Geco pestañudo	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
105		Teiidae	*Aspidoscelis cozumela*	Huico de cozumel	E
106		Gekkonidae	*Hemidactylus turcicus*	Geco del mediterraneo	EI
107		Dipsadidae	*Leptodeira septentrionalis*	Culebra ojo de gato norteña	N
108		Scincidae	*Plestiodon sumichrasti*	Eslizón listado del sureste	N
109		Emydidae	*Terrapene carolina*	Tortuga de Carolina	-
110		Dipsadidae	*Tropidodipsas sartorii*	Coralillo falso	N
111		Dipsadidae	*Xenodon rabdocephalus*	Culebra engañosa norteña	N
112		Accipitridae	*Rupornis magnirostris*	Aguililla Caminera	N
113		Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	N
114		Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla Gris	N
115		Accipitridae	*Buteo brachyurus*	Aguililla Cola Corta	N
116		Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Águila Aura	N
117		Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla Cola Blanca	N
118		Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán Caracolero	N
119		Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	N
120		Accipitridae	*Geranospiza caerulescens*	Gavilám Zancón	N
121		Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano Tijereta	N
122		Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano Cola Blanca	N
123		Accipitridae	*Circus hudsonius*	Gavilán Rastreto	N
124		Accipitridae	*Ictinia mississippiensis*	Milano de Mississippi	N
125		Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguililla Cola Roja	N
126		Accipitridae	*Leptodon cayanensis*	Gavilán Cabeza Gris	N
127	**Aves**	Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	N
128		Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	N
129		Accipitridae	*Spizaetus tyrannus*	Águila Tirana	N
130		Alcedinidae	*Megaceryle alcyon*	Martín Pescador Norteño	N
131		Alcedinidae	*Chloroceryle americana*	Martín Pescador Verde	N
132		Alcedinidae	*Chloroceryle aenea*	Martín Pescador Enano	N
133		Alcedinidae	*Megaceryle torquata*	Martín Pescador de Collar	N
134		Anatidae	*Spatula discors*	Cerceta Alas Azules	N
135		Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas	N
136		Anatidae	*Aythya collaris*	Pato Pico Anillado	N
137		Anatidae	*Aythya affinis*	Pato Boludo Menor	N
138		Anatidae	*Mareca americana*	Pato Chalcuán	N
139		Anatidae	*Spatula clypeata*	Pato Cucharón Norteño	N
140		Anatidae	*Cairina moschata*	Pato Real	N
141		Anatidae	*Anas acuta*	Pato Golondrino	N
142		Anatidae	*Mergus serrator*	Mergo Copetón	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
143		Anatidae	*Lophodytes cucullatus*	Mergo Cresta Blanca	N
144		Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Aninga americana	N
145		Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux	N
146		Apodidae	*Chaetura pelagica*	Vencejo de Chimenea	N
147		Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao	N
148		Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	N
149		Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	N
150		Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza Morena	N
151		Ardeidae	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados	N
152		Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor	N
153		Ardeidae	*Egretta caerulea*	Garza Azul	N
154		Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza Tigre Mexicana	N
155		Ardeidae	*Bubulcus ibis*	Garza Ganadera	EI
156		Ardeidae	*Nyctanassa violacea*	Garza Nocturna Corona Clara	N
157		Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza Rojiza	N
158		Ardeidae	*Cochlearius cochlearius*	Garza Cucharón	N
159		Ardeidae	*Ixobrychus exilis*	Avetoro Menor	N
160		Ardeidae	*Nycticorax nycticorax*	Garza Nocturna Corona Negra	N
161		Ardeidae	*Botaurus lentiginosus*	Avetoro Norteño	N
162		Bombycillidae	*Bombycilla cedrorum*	Chinito	N
163		Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor	N
164		Caprimulgidae	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras Pauraque	N
165		Caprimulgidae	*Chordeiles minor*	Chotacabras Zumbón	N
166		Caprimulgidae	*Antrostomus badius*	Tapacaminos Yucateco	N
167		Caprimulgidae	*Nyctiphrynus yucatanicus*	Tapacaminos Huil	N
168		Cardinalidae	*Piranga rubra*	Piranga Roja	N
169		Cardinalidae	*Passerina cyanea*	Colorín Azul	N
170		Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	N
171		Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo Azul	N
172		Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal Rojo	N
173		Cardinalidae	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo Degollado	N
174		Cardinalidae	*Piranga olivacea*	Piranga Escarlata	N
175		Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Piranga Hormiguera Garganta Roja	N
176		Cardinalidae	*Piranga roseogularis*	Piranga Yucateca	N
177		Cardinalidae	*Cyanocompsa parellina*	Colorín Azulnegro	N
178		Cardinalidae	*Piranga ludoviciana*	Piranga Capucha Roja	N
179		Cardinalidae	*Granatellus sallaei*	Granatelo Yucateco	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
180		Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	N
181		Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	N
182		Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	Zopilote Sabanero	N
183		Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo Tildío	N
184		Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo Gris	N
185		Charadriidae	*Charadrius semipalmatus*	Chorlo Semipalmeado	N
186		Charadriidae	*Charadrius wilsonia*	Chorlo de Pico Grueso	N
187		Charadriidae	*Charadrius nivosus*	Chorlo Nevado	N
188		Charadriidae	*Charadrius melodus*	Chorlo Chiflador	N
189		Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña Americana	N
190		Coccyzus	*Coccyzus minor*	Cuclillo Manglero	N
191		Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	EI
192		Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	N
193		Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	N
194		Columbidae	*Patagioenas flavirostris*	Paloma Morada	N
195		Columbidae	*Columba livia*	Paloma Doméstica	EI
196		Columbidae	*Columbina passerina*	Tortolit Pico Rojo	N
197		Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma Arroyera	N
198		Columbidae	*Zenaida aurita*	Huilota caribeña	N
199		Columbidae	*Leptotila jamaicensis*	Paloma Caribeña	N
200		Columbidae	*Zenaida macroura*	Huilita Común	N
201		Columbidae	*Patagioenas leucocephala*	Paloma Corona Blanca	N
202		Columbidae	*Geotrygon montana*	Paloma Canela	N
203		Columbidae	*Claravis pretiosa*	Tórtola Azul	N
204		Columbidae	*Patagioenas speciosa*	Paloma Escamosa	N
205		Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca	N
206		Corvidae	*Psilorhinus morio*	Chara Pea	N
207		Corvidae	*Cyanocorax yncas*	Chara Verde	N
208		Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	N
209		Cracidae	*Crax rubra*	Hocofaisán	N
210		Cracidae	*Penelope purpurascens*	Pava Cojolita	N
211		Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero Pijuy	N
212		Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	N
213		Cuculidae	*Coccyzus americanus*	Cuclillo Pico Amarillo	N
214		Cuculidae	*Crotophaga ani*	Garrapatero Pico Liso	N
215		Falconidae	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón Guaco	N
216		Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	N
217		Falconidae	*Falco columbarius*	Halcón Esmerejón	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
218		Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo Americano	N
219		Falconidae	*Falco rufigularis*	Halcón Murcielguero	N
220		Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	N
221		Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	N
222		Fringillidae	*Euphonia hirundinacea*	Eufonia Garganta Amarilla	N
223		Fringillidae	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico	N
224		Furnariidae	*Xiphorhynchus flavigaster*	Trepatroncos Bigotudo	N
225		Furnariidae	*Sittasomus griseicapillus*	Trepatroncos Cabeza Gris	N
226		Furnariidae	*Dendrocincla homochroa*	Trepatroncos Canelo	N
227		Furnariidae	*Dendrocincla anabatina*	Trepatroncos Sepia	N
228		Furnariidae	*Dendrocolaptes sanctithomae*	Trepatroncos Barrado	N
229		Haematopodidae	*Haematopus palliatus*	Ostrero Americano	N
230		Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina Tijereta	N
231		Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	N
232		Hirundinidae	*Tachycineta albilinea*	Golondrina Manglera	N
233		Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris	N
234		Hirundinidae	*Progne subis*	Golondrina Azulnegra	N
235		Hirundinidae	*Tachycineta bicolor*	Golondrina Bicolor	N
236		Hirundinidae	*Petrochelidon fulva*	Golondrina Pueblera	N
237		Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor/Mexicno	N
238		Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	N
239		Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	N
240		Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	N
241		Icteridae	*Icterus auratus*	Calandria Dorso Naranja	N
242		Icteridae	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos	N
243		Icteridae	*Icterus prosthemelas*	Calandria Caperuza Negra	N
244		Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo Sargento	N
245		Icteridae	*Icterus chrysater*	Calandria Dorso Amarillo	N
246		Icteridae	*Icterus spurius*	Calandria Castaña	N
247		Icteridae	*Icterus mesomelas*	Calandria Cola Amarilla	N
248		Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique Pico Claro	N
249		Icteridae	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore	N
250		Icteridae	*Icteria virens*	Chipe Grande	N
251		Icteridae	*Dolichonyx oryzivorus*	Tordo Arrocero	N
252		Jacanidae	*Jacana spinosa*	Jacana Norteña	N
253		Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	N
254		Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán Real	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
255		Laridae	*Thalasseus sandvicensis*	Charrán de Sandwich	N
256		Laridae	*Larus delawarensis*	Gaviota Pico Anillado	N
257		Laridae	*Sterna hirundo*	Charrán Común	N
258		Laridae	*Sterna forsteri*	Charrán de Forster	N
259		Laridae	*Larus argentatus*	Gaviota Plateada	N
260		Laridae	*Anous stolidus*	Charrán Café	N
261		Laridae	*Gelochelidon nilotica*	Charrán Pico Grueso	N
262		Laridae	*Chlidonias niger*	Charrán Negro	N
263		Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán Minimo	N
264		Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	N
265		Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador Gris	N
266		Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador Negro	N
267		Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejas Azules	N
268		Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto Corona Negra	N
269		Nyctibiidae	*Nyctibius jamaicensis*	Pájaro Estaca Norteño	N
270		Odontophoridae	*Colinus nigrogularis*	Codorniz Yucateca	N
271		Oxyruncidae	*Onychorhynchus coronatus*	Mosquero Real	N
272		Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	N
273		Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe Amarillo	N
274		Parulidae	*Setophaga dominica*	Chipe Garganta Amarilla	N
275		Parulidae	*Parkesia noveboracensis*	Chipe Charquero	N
276		Parulidae	*Setophaga palmarum*	Chipe Playero	N
277		Parulidae	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio	N
278		Parulidae	*Setophaga americana*	Chipe Pecho Manchado	N
279		Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita Común	N
280		Parulidae	*Setophaga magnolia*	Chipe de Magnolias	N
281		Parulidae	*Mniotilta varia*	Chipe Trepador	N
282		Parulidae	*Setophaga citrina*	Chipe Encapuchado	N
283		Parulidae	*Seiurus aurocapilla*	Chipe Suelero	N
284		Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe Rabadilla Amarilla	N
285		Parulidae	*Setophaga virens*	Chipe Dorso Verde	N
286		Parulidae	*Setophaga discolor*	Chipe de Pradera	N
287		Parulidae	*Protonotaria citrea*	Chipe Dorado	N
288		Parulidae	*Leiothlypis peregrina*	Chipe Peregrino	N
289		Parulidae	*Parkesia motacilla*	Chipe Arroyero	N
290		Parulidae	*Setophaga tigrina*	Chipe Atigrado	N
291		Parulidae	*Setophaga castanea*	Chipe Castaño	N
292		Parulidae	*Setophaga pensylvanica*	Chipe Flancos Castaños	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
293		Parulidae	*Setophaga caerulescens*	Chipe Azulnegro	N
294		Parulidae	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita Pico Grueso	N
295		Parulidae	*Setophaga fusca*	Chipe Garganta Naranja	N
296		Parulidae	*Geothlypis formosa*	Chipe Patilludo	N
297		Parulidae	*Leiothlypis celata*	Chipe Oliváceo	N
298		Parulidae	*Vermivora cyanoptera*	Chipe Alas Azules	N
299		Parulidae	*Setophaga cerulea*	Chipe Celeste	N
300		Parulidae	*Vermivora chrysoptera*	Chipe Alas Amarillas	N
301		Parulidae	*Helmitheros vermivorum*	Chipe Gusanero	N
302		Parulidae	*Setophaga pinus*	Chipe Pinero	-
303		Parulidae	*Cardellina canadensis*	Chipe de Collar	N
304		Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador Oliváceo	N
305		Passerellidae	*Arremonops chloronotus*	Rascador Dorso Verde	N
306		Passerellidae	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión Sabanero	N
307		Passerellidae	*Spizella pallida*	Gorrión Pálido	N
308		Passerellidae	*Chondestes grammacus*	Gorrión Arlequín	N
309		Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano Café	N
310		Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelícano Blanco Americno	N
311		Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritus*	Cormorán Orejón	N
312		Phalacrocoracidae	*Nannopterum brasilianum*	Carmorán Neotropical	N
313		Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Pavo o Guajolote Ocelado	N
314		Phoenicopteridae	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco Americano	N
315		Pipridae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero Cheje	N
316		Pipridae	*Colaptes rubiginosus*	Carpintero Olivo	N
317		Pipridae	*Dryocopus lineatus*	Carpintero Lineado	N
318		Pipridae	*Dryobates scalaris*	Carpintero Mexicano	N
319		Pipridae	*Sphyrapicus varius*	Carpintero Moteado	N
320		Pipridae	*Dryobates fumigatus*	Carpintero Café	N
321		Pipridae	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero Pico Plateado	N
322		Pipridae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero Yucateco	N
323		Pipridae	*Ceratopipra mentalis*	Saltarín Cabeza Roja	N
324		Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	N
325		Podilymbus	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor Pico Grueso	N
326		Polioptilidae	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris	N
327		Polioptilidae	*Ramphocaenus melanurus*	Saltón Picudo	N
328		Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico Pecho Sucio	N
329		Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Frente Blanca	N
330		Psittacidae	*Amazona autumnalis*	Loro Cachetes Amarillos	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
331		Psittacidae	*Amazona xantholora*	Loro Yucateco	N
332		Rallidae	*Laterallus ruber*	Polluela Canela	N
333		Rallidae	*Gallinula galeata*	Gallineta Frente Roja	N
334		Rallidae	*Aramides albiventris*	Rascón Nuca Canela	N
335		Rallidae	*Fulica americana*	Gallareta Americana	N
336		Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela Sora	N
337		Rallidae	*Porphyrio martinicus*	Gallineta Morada	N
338		Rallidae	*Aramides axillaris*	Rascón Cuello Canela	N
339		Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán Pico Canoa	N
340		Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo Collarejo	N
341		Recurvirostridae	*Himantopus mexicanus*	Monjita Americana	N
342		Scolopacidae	*Arenaria interpres*	Vuelvepiedras Rojizo	N
343		Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero Alzacolita	N
344		Scolopacidae	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto	N
345		Scolopacidae	*Calidris alba*	Playero Blanco	N
346		Scolopacidae	*Tringa solitaria*	Playero Solitario	N
347		Scolopacidae	*Tringa semipalmata*	Playero Pihuiuí	N
348		Scolopacidae	*Tringa melanoleuca*	Patamarilla Mayor	N
349		Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero Occidental	N
350		Scolopacidae	*Calidris pusilla*	Playero Semipalmeado	N
351		Scolopacidae	*Limnodromus griseus*	Costurero Pico Corto	N
352		Scolopacidae	*Gallinago delicata*	Agachona Norteamericana	N
353		Scolopacidae	*Tringa flavipes*	Patamarilla Menor	N
354		Scolopacidae	*Calidris fuscicollis*	Playero Rabadilla Blanca	N
355		Scolopacidae	*Calidris himantopus*	Playero Zancón	N
356		Scolopacidae	*Calidris alpina*	Playero Dorso Rojo	N
357		Scolopacidae	*Bartramia longicauda*	Zarapito Ganga	N
358		Scolopacidae	*Calidris melanotos*	Playero Pectoral	N
359		Scolopacidae	*Numenius phaeopus*	Zarapito Trinador	N
360		Strigidae	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote Bajeño	N
361		Strigidae	*Bubo virginianus*	Búho Cornudo	N
362		Strigidae	*Megascops guatemalae*	Tecolote Sapo	N
363		Strigidae	*Ciccaba virgata*	Búho Café	N
364		Strigidae	*Ciccaba nigrolineata*	Búho Barrado Albinegro	N
365		Sulidae	*Sula leucogaster*	Bobo Café	N
366		Thamnophilidae	*Thamnophilus doliatus*	Bataá Barrado	N
367		Thraupidae	*Sporophila morelleti*	Semillero de Collar	N
368		Thraupidae	*Saltator atriceps*	Saltador Cabeza Negra	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
369		Thraupidae	*Thraupis episcopus*	Tangara Azulgrís	N
370		Thraupidae	*Coereba flaveola*	Reinita Mielera	N
371		Thraupidae	*Tiaris olivaceus*	Semillero Oliváceo	N
372		Thraupidae	*Volatinia jacarina*	Semillero Brincador	N
373		Thraupidae	*Cyanerpes cyaneus*	Mielero Patas Rojas	N
374		Thraupidae	*Thraupis abbas*	Tangara Alas Amarillas	N
375		Thraupidae	*Eucometis penicillata*	Tangara Cabeza Gris	N
376		Threskiornithidae	*Eudocimus albus*	Ibis Blanco	N
377		Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula Rosada	N
378		Threskiornithidae	*Plegadis falcinellus*	Ibis Cara Oscura	N
379		Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú Canelo	N
380		Tityridae	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado	N
381		Tityridae	*Tityra semifasciata*	Titira Puerquito	N
382		Tityridae	*Tityra inquisitor*	Titira Pico Negro	N
383		Tityridae	*Pachyramphus major*	Cabezón Mexicano	N
384		Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	N
385		Trochilidae	*Anthracothorax prevostii*	Colibrí Garganta Negra	N
386		Trochilidae	*Cynanthus canivetii*	Esmeralda Tijereta	N
387		Trochilidae	*Amazilia yucatanensis*	Colibrí Vientre Canelo	N
388		Trochilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí Garganta Rubí	N
389		Trochilidae	*Chlorestes candida*	Colibrí Cándido	N
390		Trochilidae	*Pampa curvipennis*	Fandanguero Mexicano/Cola Cuña	N
391		Trochilidae	*Amazilia tzacatl*	Colibrí Cola Canela	N
392		Trochilidae	*Doricha eliza*	Colibrí Tijereta Mexicano	E
393		Troglodytidae	*Pheugopedius maculipectus*	Saltapared Moteado	N
394		Troglodytidae	*Uropsila leucogastra*	Saltapared Vientre Blanco	N
395		Troglodytidae	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común	N
396		Troglodytidae	*Thryothorus ludovicianus*	Saltapared de Carolina	N
397		Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	N
398		Trogonidae	*Trogon caligatus*	Coa Violácea Norteña	N
399		Trogonidae	*Trogon collaris*	Coa de Collar	N
400		Turdidae	*Turdus grayi*	Mirlo Café	N
401		Turdidae	*Hylocichla mustelina*	Zorzal Moteado	N
402		Turdidae	*Catharus ustulatus*	Zorzal de Anteojos	N
403		Turdidae	*Catharus fuscescens*	Zorzal Canelo	N
404		Turdidae	*Catharus minimus*	Zorzal Cara Gris	N
405		Turdidae	*Turdus migratorius*	Mirlo Primavera	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
406		Turdidae	*Catharus guttatus*	Zorzal Cola Canela	N
407		Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	N
408		Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	N
409		Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	N
410		Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tiano Cuir	N
411		Tyrannidae	*Megarynchus pitangua*	Luis Pico Grueso	N
412		Tyrannidae	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas Triste	N
413		Tyrannidae	*Tyrannus tyrannus*	Tirano Dorso Negro	N
414		Tyrannidae	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón	N
415		Tyrannidae	*Myiarchus yucatanensis*	Papamoscas Yucateco	N
416		Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas Cardenalito	N
417		Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común	N
418		Tyrannidae	*Contopus cinereus*	Papamoscas Tropical	N
419		Tyrannidae	*Tyrannus dominicensis*	Tirano Gris	N
420		Tyrannidae	*Contopus virens*	Papamoscas del Este	N
421		Tyrannidae	*Tyrannus forficatus*	Tirano Tijereta Rosado	N
422		Tyrannidae	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico	N
423		Tyrannidae	*Elaenia flavogaster*	Mosquero Elaenia Copetón	N
424		Tyrannidae	*Attila spadiceus*	Mosquero Atila	N
425		Tyrannidae	*Todirostrum cinereum*	Mosquerito Espatulilla Común	N
426		Tyrannidae	*Myiarchus crinitus*	Papamoscas Viajero	N
427		Tyrannidae	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón	N
428		Tyrannidae	*Myiopagis viridicata*	Mosqueterito Verdoso	N
429		Tyrannidae	*Oncostoma cinereigulare*	Mosquerito Pico Curvo	N
430		Tyrannidae	*Legatus leucophaius*	Papamoscas Rayado Chico	N
431		Tyrannidae	*Tyrannus savana*	Tirano Tijereta Gris	N
432		Tyrannidae	*Platyrinchus cancrominus*	Mosquerito Pico Chato	N
433		Tyrannidae	*Myiodynastes maculatus*	Papamoscas Rayado Cheje	N
434		Tyrannidae	*Empidonax flaviventris*	Papamoscas Vientre Amarillo	N
435		Tyrannidae	*Contopus cooperi*	Papamoscas Boreal	N
436		Tyrannidae	*Rhynchocyclus brevirostris*	Mosquerito Pico Plano	N
437		Tyrannidae	*Poecilotriccus sylvia*	Mosquerito Espatulilla Gris	N
438		Tyrannidae	*Tolmomyias sulphurescens*	Mosquerito Ojos Blancos	N
439		Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	N
440		Vireonidae	*Vireo magister*	Vireo Yucateo	N
441		Vireonidae	*Vireo griseus*	Vireo Ojos Blancos	N
442		Vireonidae	*Cyclarhis gujanensis*	Vireón Cejas Canela	N
443		Vireonidae	*Vireo flavifrons*	Vireo Garganta Amarilla	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
444		Vireonidae	*Vireo flavoviridis*	Vireo Verdeamarillo	N
445		Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo Ojos Rojos	N
446		Vireonidae	*Pachysylvia decurtata*	Vireocillo Cabeza Gris	N
447		Vireonidae	*Vireo philadelphicus*	Vireo de Filadelfia	N
448		Accipitridae	*Accipiter bicolor*	Gavilán bicolor	N
449		Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán pecho canela	N
450		Anatidae	*Aix sponsa*	Pato arcoíris	N
451		Passerellidae	*Ammodramus savannarum*	Gorrión chapulín	N
452		Anatidae	*Anas crecca*	Cerceta alas verdes	N
453		Laridae	*Anous minutus*	Charrán corona blanca	-
454		Motacillidae	*Anthus rubescens*	Bisbita norteamericana	N
455		Anatidae	*Aythya americana*	Pato cabeza roja	N
456		Ardeidae	*Botaurus pinnatus*	Avetoro neotropical	N
457		Accipitridae	*Busarellus nigricollis*	Aguililla canela	N
458		Scolopacidae	*Calidris bairdii*	Playero de Baird	N
459		Scolopacidae	*Calidris canutus*	Playero canuto	N
460		Corvidae	*Calocitta colliei*	Urraca cara negra	N
461		Parulidae	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra	N
462		Cardinalidae	*Caryothraustes poliogaster*	Picogordo cara negra	N
463		Icteridae	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano	N
464		Picidae	*Celeus castaneus*	Carpintero castaño	N
465		Alcedinidae	*Chloroceryle amazona*	Martín pescador amazónico	N
466		Cuculidae	*Coccyzus erythropthalmus*	Cuclillo pico negro	N
467		Columbidae	*Columbina minuta*	Tortolita pecho liso	N
468		Tinamidae	*Crypturellus soui*	Tinamú menor	N
469		Cardinalidae	*Cyanoloxia cyanoides*	Picogordo negro	N
470		Odontophoridae	*Dactylortyx thoracicus*	Codorniz silbadora	N
471		Anatidae	*Dendrocygna bicolor*	Pijije canelo	N
472		Cuculidae	*Dromococcyx phasianellus*	Cuclillo faisán	N
473		Tyrannidae	*Elaenia martinica*	Elenia caribeña	N
474		Fringillidae	*Euphonia affinis*	Eufonia garganta negra	N
475		Cuculidae	*Geococcyx velox*	Correcaminos tropical	N
476		Cardinalidae	*Habia rubica*	Piranga hormiguera corona roja	N
477		Accipitridae	*Harpagus bidentatus*	Gavilán bidentado	N
478		Troglodytidae	*Henicorhina leucosticta*	Saltapared pecho blanco	N
479		Laridae	*Hydroprogne caspia*	Charrán del caspio	N
480		Accipitridae	*Ictinia plumbea*	Milano plomizo	N
481		Ciconiidae	*Jabiru mycteria*	Cigüeña jabirú	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
482		Thraupidae	*Lanio aurantius*	Tangara capucha negra	N
483		Laridae	*Larus fuscus*	Gaviota sombría	N
484		Parulidae	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe cabeza gris	N
485		Tyrannidae	*Leptopogon amaurocephalus*	Mosquerito gorra café	N
486		Columbidae	*Leptotila plumbeiceps*	Paloma cabeza gris	N
487		Laridae	*Leucophaeus pipixcan*	Gaviota de Franklin	N
488		Parulidae	*Limnothlypis swainsonii*	Chipe corona café	N
489		Scolopacidae	*Limosa fedoa*	Picopando canelo	N
490		Estrildidae	*Lonchura punctulata*	Capuchino pecho escamoso	EI
491		Pipridae	*Manacus candei*	Saltarín cuello blanco	N
492		Anatidae	*Mareca strepera*	Pato friso	N
493		Thamnophilidae	*Microrhopias quixensis*	Hormiguero ala punteada	N
494		Tyrannidae	*Mionectes oleagineus*	Mosquerito ocre	N
495		Icteridae	*Molothrus oryzivorus*	Tordo gigante	N
496		Onychorhynchidae	*Myiobius sulphureipygius*	Mosquerito rabadilla amarilla	N
497		Bucconidae	*Notharchus hyperrhynchus*	Buco de collar	N
498		Scolopacidae	*Numenius americanus*	Zarapito pico largo	N
499		Laridae	*Onychoprion anaethetus*	Charrán embridado	N
500		Laridae	*Onychoprion fuscatus*	Charrán albinegro	N
501		Apodidae	*Panyptila cayennensis*	Vencejo tijereta menor	N
502		Rallidae	*Pardirallus maculatus*	Rascón pinto	N
503		Cardinalidae	*Passerina leclancherii*	Colorín pecho naranja	N
504		Columbidae	*Patagioenas cayennensis*	Paloma colorada	N
505		Columbidae	*Patagioenas nigrirostris*	Paloma triste	N
506		Hirundinidae	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera	N
507		Phaethontidae	*Phaethon lepturus*	Rabijunco cola blanca	-
508		Trochilidae	*Phaethornis striigularis*	Colibrí ermitaño enano	N
509		Phalacrocoracidae	*Nannopterum auritum*	Cormorán orejudo	N
510		Scolopacidae	*Phalaropus tricolor*	Falaropo pico largo	N
511		Psittacidae	*Pionus senilis*	Loro corona blanca	N
512		Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis cara blanca	N
513		Charadriidae	*Pluvialis dominica*	Chorlo dominico	N
514		Icteridae	*Psarocolius montezuma*	Oropéndola de Moctezuma	N
515		Psittaculidae	*Psittacula krameri*	Cotorra de Kramer	EI
516		Psittacidae	*Pyrilia haematotis*	Loro cabeza oscura	N
517		Rallidae	*Rallus crepitans*	Rascón costero del atlántico	N
518		Thraupidae	*Ramphocelus sanguinolentus*	Tangara rojinegra	N
519		Recurvirostridae	*Recurvirostra americana*	Avoceta americana	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
520		Hirundinidae	*Riparia riparia*	Golondrina ribereña	N
521		Laridae	*Rynchops niger*	Rayador americano	N
522		Thraupidae	*Saltator maximus*	Saltador garganta ocre	N
523		Cathartidae	*Sarcoramphus papa*	Zopilote rey	N
524		Tyrannidae	*Sayornis phoebe*	Papamoscas fibí	N
525		Tityridae	*Schiffornis veraepacis*	Flautín cabezón mesoamericano	N
526		Parulidae	*Setophaga striata*	Chipe cabeza negra	N
527		Anatidae	*Spatula cyanoptera*	Cerceta canela	N
528		Cardinalidae	*Spiza americana*	Arrocero americano	N
529		Accipitridae	*Spizaetus ornatus*	Águila elegante	N
530		Stercorariidae	*Stercorarius parasiticus*	Salteador parásito	N
531		Laridae	*Sterna dougallii*	Charrán rosado	N
532		Sturnidae	*Sturnus vulgaris*	Estornino pinto	EI
533		Sulidae	*Sula dactylatra*	Bobo enmascarado	N
534		Cuculidae	*Tapera naevia*	Cuclillo rayado	N
535		Onychorhynchidae	*Terenotriccus erythrurus*	Mosquerito cola castaña	N
536		Vireonidae	*Tunchiornis ochraceiceps*	Vireocillo corona canela	N
537		Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza de campanario	N
538		Vireonidae	*Vireo altiloquus*	Vireo bigotudo	N
539		Vireonidae	*Vireo solitarius*	Vireo anteojillo	N
540		Furnariidae	*Xenops minutus*	Picolezna común	N
541		Passerellidae	*Zonotrichia leucophrys*	Gorrión corona blanca	N
542	**Mamíferos**	Atelidae	*Ateles geoffroyi*	Mono Araña Centroamericano	N
543		Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra Gris	N
544		Canidae	*Canis familiaris*	Perro doméstico	EI
545		Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de Cola Blanca	N
546		Cricetidae	*Peromyscus yucatanicus*	Ratón Yucateco	E
547		Cricetidae	*Ototylomys phyllotis*	Rata Trepadora Orejas Grandes	N
548		Cricetidae	*Sigmodon toltecus*	Ratas Algodonera	N
549		Cuniculidae	*Cuniculus paca*	Tepezcuintle	N
550		Dasyproctidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo de Nueve Bandas	N
551		Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque Centroamericno	N
552		Didelphide	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño	N
553		Didelphide	*Didelphis marsupialis*	Tlacuache Sureño	N
554		Didelphide	*Philander opossum*	Tlacuache Cuatrojos Gris	N
555		Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	N
556		Heteromyidae	*Heteromys gaumeri*	Ratón de Abazones	N
557		Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo de Espalda Blanca Sureño	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
558		Molossidae	*Molossus rufus*	Murciélago Mastín Negro	N
559		Molossidae	*Eumops auripendulus*	Murciélago con Bonete Negro	N
560		Mormoopidae	*Pteronotus fulvus*	Murciélago Lomo Pelón Menor	N
561		Mormoopidae	*Pteronotus mesoamericanus*	Murciélago Bigotudo Mesoamericano	N
562		Mormoopidae	*Mormoops megalophylla*	Murciélago Barba Arrugada	N
563		Muridae	*Rattus rattus*	Rata Negra	EI
564		Muridae	*Mus musculus*	Ratón Casero Eurasiático	EI
565		Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja Cola Larga	N
566		Mustelidae	*Eira barbara*	Viejo de Monte	N
567		Myrmecophagidae	*Tamandua mexicana*	Tamandúa Mexicano/Norteño	N
568		Phyllostomidae	*Artibeus jamaicensis*	Murciélago Frutero	N
569		Phyllostomidae	*Artibeus lituratus*	Muerciélago Frugívoro Gigante	N
570		Phyllostomidae	*Dermanura phaeotis*	Murciélago Furgívoro Pigmeo	N
571		Phyllostomidae	*Lonchorhina aurita*	Murciélago Nariz de Espada	N
572		Phyllostomidae	*Glossophaga soricina*	Murciélago Lengüetón	N
573		Phyllostomidae	*Centurio senex*	Murciélago Cara Arrugada	N
574		Phyllostomidae	*Sturnira parvidens*	Murciélago de Charreteras Menor	N
575		Phyllostomidae	*Chiroderma villosum*	Murciélago Ojón Peludo	N
576		Phyllostomidae	*Desmodus rotundus*	Murciélago Vampiro	N
577		Phyllostomidae	*Carollia perspicillata*	Murciélago Cola Corta de Sebas	N
578		Phyllostomidae	*Micronycteris microtis*	Murciélago Orejón Brasileño	N
579		Procynidae	*Nasua narica*	Coatí	N
580		Procynidae	*Procyon lotor*	Mapache	N
581		Sciuridae	*Sciurus deppei*	Ardilla Tropical	N
582		Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla Yucateca	N
583		Trichechidae	*Trichechus manatus*	Manatí del Caribe	N
584		Vespertilionidae	*Lasiurus ega*	Murciélago Cola Peluda Amarillo	N
585		Vespertilionidae	*Rhogeessa aeneus*	Murciélago Amarillo Yucateco	N
586		Phyllostomidae	*Chrotopterus auritus*	Vampiro falso lanudo	N
587		Equidae	*Equus caballus*	Caballo	EI
588		Mustelidae	*Galictis vittata*	Grisón	N
589		Cricetidae	*Handleyomys rostratus*	Rata arrocera hocicona	N
590		Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Yaguarundí	N
591		Geomyidae	*Heterogeomys hispidus*	Tuza crespa	N
592		Didelphidae	*Marmosa mexicana*	Tlacuache ratón mexicano	N
593		Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Miotis pata peluda	N
594		Natalidae	*Natalus mexicanus*	Murciélago orejas de embudo	N

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución CONABIO
595		Emballonuridae	*Peropteryx macrotis*	Murciélago perro menor	N
596		Cricetidae	*Reithrodontomys gracilis*	Ratón cosechero delgado	N

CONABIO: Nativas=N, Endémicas=E, Exótica = EX, Exótica invasora= EI.

De acuerdo con el listado anterior, se localizaron un total de 140 especies listadas por la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la cual, se distinguen 37 especies dentro de la categoría (A)=Amenazada, 84 dentro de la categoría de (Pr)=Protección especial, y 19 dentro de (P)=Peligro. De acuerdo al listado siguiente, se identificaron las especies dentro de alguna otra categoría de protección de acuerdo con la IUCN y CITES.

Tabla IV.75. Fauna silvestre listada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. (A= Amenazada, Pr= Sujeta a Protección Especial, P= En peligro de extinción, E= Probablemente extinta en el medio silvestre).

Grupo	A	Pr	P	E	
Anfibios	0	12	0	0	
Reptiles	10	19	5	0	
Aves	23	53	10	0	
Mamíferos	4	0	4	0	
Total	**37**	**84**	**19**	**0**	**140**

Tabla IV.76. Listado de fauna silvestre potencial para el SAR y predio del proyecto dentro de la NOM-SEMARNAT-2010.

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Conservación		
					NOM-059	IUCN	CITES
1	**Anfibios**	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana Arborícola Mexicana	Pr	LC	-
2		Craugastoridae	*Craugastor yucatanensis*	Rana Ladradora Yucateca	Pr	NT	-
3		Hylidae	*Tlalocohyla picta*	Ranita Grillo	Pr	LC	-
4		Hylidae	*Scinax staufferi*	Rana Arborícola Trompuda	Pr	LC	-
5		Hylidae	*Triprion petasatus*	Rana Cabeza de Pala	Pr	LC	-
6		Hylidae	*Dendropsophus microcephalus*	Rana de Árbol Amarilla	Pr	LC	-
7		Hylidae	*Tlalocohyla loquax*	Rana Arbórea Locuaz	Pr	LC	-
8		Hylidae	*Dendropsophus ebraccatus*	Rana Arbórea Amarillenta	Pr	LC	-
9		Plethodontidae	*Bolitoglossa yucatana*	Salamandra Lengua de Hongo Yucateca	Pr	LC	-
10		Ranidae	*Lithobates brownorum*	Rana Leopardo	Pr	LC	-
11		Rhinophrynidae	*Rhinophrynus dorsalis*	Sapo Excavador Mexicano	Pr	LC	-
12		Craugastoridae	*Craugastor yucatanensis*	Rana ladradora yucateca	Pr	NT	-

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Conservación		
					NOM-059	IUCN	CITES
13	**Reptiles**	Boidae	*Boa imperator*	Boa/Mazacuata	A	LC	AII
14		Cheloniidae	*Chelonia mydas*	Tortuga Verde	P	EN	AI
15		Cheloniidae	*Eretmochelys imbricata*	Tortuga Carey	P	CR	AI
16		Cheloniidae	*Caretta caretta*	Tortuga caguama	P	LC	AI
17		Colubridae	*Dipsas brevifacies*	Culebra Caracolera Chata	Pr	LC	-
18		Colubridae	*Pseudelaphe phaescens*	Culebra Ratonera Yucateca	Pr	-	-
19		Colubridae	*Leptophis mexicanus*	Culebra Perico Mexicana	A	LC	-
20		Colubridae	*Imantodes cenchoa*	Culebra Cordelilla Chata	Pr	LC	-
21		Colubridae	*Imantodes tenuissimus*	Culebra cordelilla yucateca	Pr	LC	-
22		Colubridae	*Symphimus mayae*	Culebra Labios Blancos Maya	Pr	LC	-
23		Colubridae	*Thamnophis proximus*	Culebra Acuática Centroamérica	A	LC	-
24		Colubridae	*Leptophis ahaetulla*	Ranera Perico	A	LC	-
25		Colubridae	*Pliocercus elapoides*	Culebra imita coral común	A	LC	-
26		Corytophanidae	*Laemanctus serratus*	Toloque coronado	Pr	LC	-
27		Corytophanidae	*Corytophanes hernandesii*	Turipache de montaña	Pr	LC	-
28		Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de Río	Pr	VU	AII
29		Crocodylidae	*Crocodylus moreletti*	Cocodrilo de Pantano	Pr	LC	AII
30		Dermochelyidae	*Dermochelys coriacea*	Tortuga laúd	P	CR	AI
31		Elapidae	*Micrurus diastema*	Serpiente Coralillo del Sureste	Pr	LC	AIII
32		Eublepharidae	*Coleonyx elegans*	Geco Yucateco de Bandas	A	LC	-
33		Geoemydidae	*Rhinoclemmys areolata*	Tortuga mojina de monte	A	NT	AII
34		Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana Negra de Cola Espinosa	A	LC	AII
35		Iguanidae	*Iguana Iguana*	Iguana Verde	Pr	LC	AII
36		Kinosternidae	*Kinosternon scorpioides*	Tortuga Pecho Quebrado Escorpión	Pr	-	AII
37		Kinosternidae	*Kinosternon leucostomum*	Tortuga Pecho Quebrado Labios Blancos	Pr	-	AII
38		Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija Espinosa de Cozumel	Pr	-	-
39		Phyllodactylidae	*Thecadactylus rapicauda*	Geco Cola de Nabo	Pr	LC	-
40		Natricidae	*Thamnophis marcianus*	Sochuate	A	LC	-
41		Sphaerodactylidae	*Sphaerodactylus glaucus*	Geco Enano Collarejo	Pr	LC	-
42		Teiidae	*Aspidoscelis rodecki*	Huico de Quintna Roo	P	NT	-
43		Viperidae	*Porthidium yucatanicum*	Nauyaca nariz de cerdo yucateca	Pr	LC	-
44		Sphaerodactylidae	*Aristelliger georgeensis*	Geco pestañudo	Pr	LC	-

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Conservación		
					NOM-059	IUCN	CITES
45		Teiidae	*Aspidoscelis cozumela*	Huico de cozumel	A	LC	-
46		Emydidae	*Terrapene carolina*	Tortuga de Carolina	Pr	VU	-
47	Aves	Accipitridae	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	LC	AII
48		Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Águila Aura	Pr	LC	AII
49		Accipitridae	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla Cola Blanca	Pr	LC	AII
50		Accipitridae	*Rostrhamus sociabilis*	Gavilán Caracolero	Pr	LC	AII
51		Accipitridae	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	Pr	LC	AII
52		Accipitridae	*Geranospiza caerulescens*	Gavilám Zancón	A	LC	AII
53		Accipitridae	*Elanoides forficatus*	Milano Tijereta	Pr	LC	AII
54		Accipitridae	*Ictinia mississippiensis*	Milano de Mississippi	Pr	LC	AII
55		Accipitridae	*Leptodon cayanensis*	Gavilán Cabeza Gris	Pr	LC	AII
56		Accipitridae	*Chondrohierax uncinatus*	Gavilán Pico de Gancho	Pr	LC	AII
57		Accipitridae	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr	LC	AII
58		Accipitridae	*Spizaetus tyrannus*	Águila Tirana	P	LC	AII
59		Anatidae	*Cairina moschata*	Pato Real	P	LC	-
60		Aramidae	*Aramus guarauna*	Carrao	A	LS	-
61		Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza Tigre Mexicana	Pr	LC	-
62		Ardeidae	*Egretta rufescens*	Garza Rojiza	P	NT	-
63		Ardeidae	*Ixobrychus exilis*	Avetoro Menor	Pr	LC	-
64		Ardeidae	*Botaurus lentiginosus*	Avetoro Norteño	A	LC	-
65		Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín Sietecolores	Pr	LC	-
66		Cathartidae	*Cathartes burrovianus*	Zopilote Sabanero	Pr	LC	-
67		Charadriidae	*Charadrius nivosus*	Chorlo Nevado	A	NT	-
68		Charadriidae	*Charadrius melodus*	Chorlo Chiflador	P	NT	-
69		Ciconiidae	*Mycteria americana*	Cigüeña Americana	Pr	LC	-
70		Columbidae	*Zenaida aurita*	Huilota caribeña	Pr	-	-
71		Columbidae	*Leptotila jamaicensis*	Paloma Caribeña	Pr	LC	-
72		Columbidae	*Patagioenas leucocephala*	Paloma Corona Blanca	A	NT	-
73		Columbidae	*Patagioenas speciosa*	Paloma Escamosa	Pr	LC	-
74		Cracidae	*Crax rubra*	Hocofaisán	A	VU	AIII
75		Cracidae	*Penelope purpurascens*	Pava Cojolita	A	NT	AIII
76		Falconidae	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	LC	AI
77		Falconidae	*Micrastur semitorquatus*	Halcón Selvático de Collar	Pr	LC	AII

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Conservación		
					NOM-059	IUCN	CITES
78		Furnariidae	*Dendrocincla anabatina*	Trepatroncos Sepia	Pr	LC	-
79		Furnariidae	*Dendrocolaptes sanctithomae*	Trepatroncos Barrado	Pr	LC	-
80		Laridae	*Sternula antillarum*	Charrán Minimo	Pr	LC	-
81		Mimidae	*Melanoptila glabrirostris*	Maullador Negro	Pr	NT	-
82		Oxyruncidae	*Onychorhynchus coronatus*	Mosquero Real	P	-	-
83		Phasianidae	*Meleagris ocellata*	Pavo o Guajolote Ocelado	A	NT	AII I
84		Phoenicopteridae	*Phoenicopterus ruber*	Flamenco Americano	A	LC	AII
85		Pipridae	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero Pico Plateado	Pr	LC	-
86		Podicipedidae	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	Pr	LC	-
87		Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico Pecho Sucio	Pr	-	AII
88		Psittacidae	*Amazona albifrons*	Loro Frente Blanca	Pr	LC	AII
89		Psittacidae	*Amazona autumnalis*	Loro Cachetes Amarillos	A	LC	AII
90		Psittacidae	*Amazona xantholora*	Loro Yucateco	A	LC	AII
91		Rallidae	*Aramides axillaris*	Rascón Cuello Canela	A	LC	-
92		Ramphastidae	*Ramphastos sulfuratus*	Tucán Pico Canoa	A	NT	-
93		Ramphastidae	*Pteroglossus torquatus*	Tucancillo Collarejo	Pr	LC	-
94		Scolopacidae	*Calidris mauri*	Playero Occidental	A	LC	-
95		Strigidae	*Ciccaba nigrolineata*	Búho Barrado Albinegro	A	LC	AII
96		Thraupidae	*Eucometis penicillata*	Tangara Cabeza Gris	Pr	LC	-
97		Tinamidae	*Crypturellus cinnamomeus*	Tinamú Canelo	Pr	LC	-
98		Trochilidae	*Anthracothorax prevostii*	Colibrí Garganta Negra	Pr	LC	-
99		Trochilidae	*Doricha eliza*	Colibrí Tijereta Mexicano	P	NT	AII
100		Trogonidae	*Trogon collaris*	Coa de Collar	Pr	LC	-
101		Tyrannidae	*Platyrinchus cancrominus*	Mosquerito Pico Chato	Pr	LC	-
102		Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo Manglero	Pr	LC	-
103		Vireonidae	*Pachysylvia decurtata*	Vireocillo Cabeza Gris	Pr	LC	-
104		Accipitridae	*Accipiter bicolor*	Gavilán bicolor	A	LC	AII
105		Accipitridae	*Accipiter striatus*	Gavilán pecho canela	Pr	LC	AII
106		Ardeidae	*Botaurus pinnatus*	Avetoro neotropical	A	LC	-
107		Accipitridae	*Busarellus nigricollis*	Aguililla canela	Pr	LC	AII
108		Picidae	*Celeus castaneus*	Carpintero castaño	Pr	LC	-
109		Tinamidae	*Crypturellus soui*	Tinamú menor	A	LC	-
110		Odontophoridae	*Dactylortyx thoracicus*	Codorniz silbadora	Pr	LC	

No.	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Conservación		
					NOM-059	IUCN	CITES
111		Accipitridae	*Harpagus bidentatus*	Gavilán bidentado	Pr	LC	AII
112		Accipitridae	*Ictinia plumbea*	Milano plomizo	Pr	LC	AII
113		Ciconiidae	*Jabiru mycteria*	Cigüeña jabirú	P	LC	AI
114		Thraupidae	*Lanio aurantius*	Tangara capucha negra	Pr	LC	-
115		Parulidae	*Limnothlypis swainsonii*	Chipe corona café	Pr	LC	-
116		Scolopacidae	*Limosa fedoa*	Picopando canelo	A	LC	-
117		Pipridae	*Manacus candei*	Saltarín cuello blanco	Pr	LC	-
118		Thamnophilidae	*Microrhopias quixensis*	Hormiguero ala punteada	Pr	LC	-
119		Bucconidae	*Notharchus hyperrhynchus*	Buco de collar	A	LC	-
120		Apodidae	*Panyptila cayennensis*	Vencejo tijereta menor	Pr	LC	-
121		Columbidae	*Patagioenas nigrirostris*	Paloma triste	Pr	LC	-
122		Trochilidae	*Phaethornis striigularis*	Colibrí ermitaño enano	Pr	LC	AII
123		Psittacidae	*Pionus senilis*	Loro corona blanca	A	LC	AII
124		Icteridae	*Psarocolius montezuma*	Oropéndola de Moctezuma	Pr	LC	-
125		Psittacidae	*Pyrilia haematotis*	Loro cabeza oscura	P	LC	AII
126		Rallidae	*Rallus crepitans*	Rascón costero del atlántico	A	LC	-
127		Cathartidae	*Sarcoramphus papa*	Zopilote rey	P	LC	AIII
128		Accipitridae	*Spizaetus ornatus*	Águila elegante	P	NT	AII
129		Laridae	*Sterna dougallii*	Charrán rosado	A	LC	-
130		Onychorhynchidae	*Terenotriccus erythrurus*	Mosquerito cola castaña	Pr	LC	-
131		Vireonidae	*Tunchiornis ochraceiceps*	Vireocillo corona canela	Pr	LC	-
132		Furnariidae	*Xenops minutus*	Picolezna común	Pr	-	-
133	**Mamíferos**	Atelidae	*Ateles geoffroyi*	Mono Araña Centroamericano	P	EN	AII
134		Felidae	*Leopardus pardalis*	Ocelote	P	LC	AI
135		Mustelidae	*Eira barbara*	Viejo de Monte	P	LC	AIII
136		Phyllostomidae	*Lonchorhina aurita*	Murciélago Nariz de Espada	A	LC	-
137		Trichechidae	*Trichechus manatus*	Manatí del Caribe	P	VU	AI
138		Phyllostomidae	*Chrotopterus auritus*	Vampiro falso lanudo	A	LC	-
139		Mustelidae	*Galictis vittata*	Grisón	A	LC	-
140		Felidae	*Herpailurus yagouaroundi*	Yaguarundí	A	LC	AI

NOM-059-SEMARNAT-2010: A= Amenazada, Pr= Sujeta a Protección Especial, P= En peligro de extinción, E= Probablemente extinta en el medio silvestre**. IUCN:** LC= Preocupación menor, EN= En peligro, EX= Extinto, EW= Extinto en estado Silvestre, DD= Datos Insuficientes, NT= Casi amenazado, CR= Peligro Crítico, VU= Vulnerable, NE= No Evaluado. **CITES:** AI= Apéndice I, AII= Apéndice II, AIII = Apéndice III.

Los listados anteriores se generaron para no omitir ninguna especie potencial. Esto es importante debido a que, en cualquier muestreo, no es posible encontrar la totalidad de las especies de un área, además de que la representatividad de algunas especies puede cambiar según la época del año. Con base en lo anterior, se utilizaron trabajos, guías, estudios previos y otras revisiones bibliográficas que mostraran listados de las especies más frecuentes y abundantes de la subcuenca, y en la región de Quintana Roo, especialmente para el municipio de Solidaridad en donde actualmente se encuentra el proyecto. Es importante señalar que debido a que la fauna transita de forma libre por el SAR, y considerando que esta información es bibliográfica, el listado de especies de probable ocurrencia es válido tanto para el SAR y como para el Área del Proyecto. Tomando como referencia los mapas de distribución disponibles en https://enciclovida.mx/ y https://www.naturalista.mx, tomando como referencia la Lista actualizada de especies y nombres comunes Actualización AOS (Berlanga et al, 2019), así como la taxonomía que maneja CONABIO en https://enciclovida.mx/, se construyó el listado potencial de fauna para el Sistema Ambiental Regional.

CARACTERIZACIÓN DE FAUNA SILVESTRE EN EL SAR Y PREDIO DEL PROYECTO

La caracterización biológica de fauna silvestre para el SAR y predio del proyecto se llevó a cabo mediante las técnicas de censos visuales, transectos lineales, puntos de conteo, colocación de trampas Sherman y técnicas de foto-trampeo. El monitoreo de fauna silvestre tiene por objetivo de estimar de la presencia, riqueza y abundancia de las especies que se encuentran en el hábitat del SAR y predio del proyecto delimitado, con el propósito de reconocer a estas especies y el hábitat en el que se cuentan.

La fauna silvestre puede hacer uso de diferentes hábitat y ambientes, entre ellos, podemos encontrar especies con adaptaciones específicas como a hábitats costeros, como lo es el sitio en donde se localiza nuestro proyecto. Por ello, la presencia de la fauna silvestre puede estar condicionada a la estacionalidad del sitio, ya que los hábitats costeros representan importancia del paso de muchas especies migratorias y de estacionalidad reproductiva, lo que reconoce el sitio como zona de transición para muchas especies. Es por lo anterior que, es recomendable dos monitoreos mínimos por ciclo anual, ya que los cambios fisiológicos de los individuos, así como los cambios ambientales en el hábitat pueden influir en la presencia o ausencia de las especies en el área de estudio. Cabe recalcar que, debido a la naturaleza del presente estudio, únicamente se realizará un muestreo en la temporada.

Para la carnetización de la fauna silvestre en el SAR del proyecto, se seleccionaron sitios de muestreos aleatorios para el monitoreo de la fauna silvestre, los cuales se realizaron mediante los siguientes criterios:

1. Sitios que se encuentran dentro del SAR delimitado con base al proyecto.
2. Presencia de mayor cobertura vegetal posible.
3. Vegetación con buen estado de salud dentro de la superficie de muestreo.

4. Sitios de muestreo fueran representativos, en comparación con el sitio de muestreo del predio.
5. Sitios de muestreo con de libre acceso.
6. Sitios de muestreo, abarquen los diferentes tipos de vegetación presentes en el SAR y predio del proyecto de acuerdo con los recorridos en campo.

Una vez considerando los criterios anteriores, procedimos a localizar los puntos mediante imagen satelital a través del Programa Google Earth, el cual nos arrojó los sitios y procedimos a establecer los puntos de muestreo. En la siguiente lámina, se aprecian 61 sitios de muestreo en los que se aplicaron los metodos de puntos de conteo, colocación de camaras trampa, colocación de trampas sherman y transectos lineales, para la identificación y rastreo de la precencia de especies en el predio del proyecto y áreas circundantes.

Es importante señalar que, dentro de nuestro SAR se ecuentran zonas se asentamiento humano, así como sitios de propiedad privada, por lo que el acceso a lugares para la implementación de otras tecnicas de muestreo no es factible. Sin embargo, se aplicaron tecnicas de muestreo eficientes para el senso de las especies del SAR, como la implementación de puntos de muestreo. A continuación, se señala en el mapa la ubicación y coordenadas geográficas de los puntos de muestreo seleccionados de manera aleatoria para el SAR del proyecto.

Tabla IV.77. Coordenadas geográficas y ubicación de los puntos de muestreo para fauna silvestre.

Sitio	X	Y	Localización
P1	483927	2272541	Predio
P2	484004	2272310	Predio
P3	483953	2272188	SAR
P4	483831	2272295	Predio
P5	483818	2272560	Predio
P6	483833	2272441	Predio
P7	483702	2272519	Predio
P8	483588	2272538	Predio
P9	483558	2272636	Predio
P10	483487	2272411	Predio
P11	483376	2272309	Predio
P12	483312	2272286	Predio
P13	483277	2272316	Predio
P14	483183	2272290	Predio
P15	483335	2272379	Predio
P16	482747	2273619	SAR
P17	483122	2273201	SAR
P18	483575	2272797	SAR
P19	483830	2272729	SAR
P20	483710	2272128	Predio

Sitio	X	Y	Localización
P21	483599	2272171	Predio
P22	483660	2272131	Predio
P23	483648	2272052	SAR
P24	483568	2271973	SAR
P25	483494	2271875	SAR
P26	483407	2271777	SAR
P27	483550	2272045	Predio
P28	483448	2271904	Predio
P29	483344	2271747	Predio
P30	483230	2271633	Predio
P31	483093	2271586	Predio
P32	483413	2271860	Predio
P33	483414	2272908	SAR
P34	483202	2273006	Predio
P35	483088	2273148	SAR
P36	482850	2273040	Predio
P37	482708	2273019	Predio
P38	482661	2272928	Predio
P39	482996	2273307	Predio
P40	482946	2273408	SAR
P41	483652	2272950	SAR
P42	483641	2273102	SAR
P43	483651	2273203	SAR
P44	479726	2269533	SAR
P45	482565	2273029	Predio
P46	482768	2273137	Predio
P47	482886	2273078	Predio
P48	483047	2273127	Predio
P49	483203	2273020	Predio
P50	478530	2269054	SAR
P51	479114	2269420	SAR
P52	479702	2270138	SAR
P53	480236	2270859	SAR
P54	480865	2271721	SAR
P55	481802	2272979	SAR
P56	482965	2274006	SAR
P57	483794	2274656	SAR
P58	484466	2275211	SAR
P59	485263	2275865	SAR
P60	485597	2276154	SAR
P61	485913	2276394	SAR

En la tabla anterior, se listan los sitios de muestreo localizados dentro del SAR y predio del proyecto. De acuerdo con lo anterior, se representaron los sitos con los diferentes tipos de vegetación dentro del predio del proyecto. En cuanto al SAR, debido a los sitios de propiedad privada existentes no se pudo acceder a estos, por lo que se situaron puntos en todo el camino al que si había accesibilidad.

La distribución de fauna silvestre es naturalmente un mecanismo de supervivencia para los diferentes grupos, ya que, pueden desplazarse hacia diferentes ecosistemas en búsqueda de alimento y resguardo, lo anterior, para cumplir con sus siclos biológicos naturales. Sin embargo, la influencia humana hacia el ambiente tiene como consecuencia la modificación en los ecosistemas, dentro de los cuales la fauna silvestre tiene gran importancia biológica. Por ello, la importancia de monitoreos, censos entre otros, ya que ayudan a verificar y evaluar los cambios biológicos causados bajo influencia humana.

La presencia de ciertas especies puede resultar indicadoras al estado de conservación o perturbación de los sitios, por ello, los patrones de distribución de las especies de fauna silvestre pueden resultar excelentes métodos de evaluación y evidencia ante ecosistemas sanos. En este sentido, una de las características importantes de las especies migratorias es su incapacidad para adaptarse a los cambios que surgen en el entorno en el cual se encuentra en ese momento, por lo general estas migraciones se llevan a cabo debido las estaciones que obligan a aquellas aves que no pueden soportar los cambios climáticos y se ven obligados a trasladarse en entornos con características similares a su ambiente anterior, lo que provoca cambios en sus patrones de distribución natural.

No obstante, esta no es la única razón ya que en alguna ocasión las aves se ven obligadas a migrar por la ausencia de alimento, agua o en muchos casos debido a la intervención del hombre y a pesar de que las aves migratorias no son capaces de resistir los nuevos cambios deben contar con la fuerza y habilidad necesario para poder recorrer grandes distancias para llegar a lo que será su nuevo hábitat ya sea permanente o temporal. Por lo general, estas migraciones se llevan a cabo debido las estaciones que obligan a aquellas aves que no pueden soportar los cambios climáticos y se ven obligados a trasladarse a entornos con características similares a su ambiente anterior.

En este contexto, es importantes señalar que el SAR del proyecto funge como una zona de influencia ante la propuesta para la ejecución del proyecto mismo que propone la implementación de obras y diseño con criterios de funcionalidad y correlativa al sistema ambiental que existe en el mismo. para ello, se llevó a cabo la caracterización del medio biótico, en el que se describe la fauna presente en el sitio, su distribución, así como el estatus de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Predio del proyecto

Para la caracterización de la fauna silvestre dentro del predio del proyecto, se visitó la zona de estudio del mes de mayo, en donde, se establecieron sitios de muestreos seleccionados de acuerdo con el tipo de vegetación del predio, para ello se seleccionaron diferentes técnicas que se aplicaron para el monitoreo de fauna silvestre.

Lécnicas de muestro empleadas para los diferentes grupos: transectos lineales para anfibios, reptiles y mamíferos, puntos de conteo para aves y colocación de cámaras trampa para mamíferos terrestres. Por lo anterior, se obtuvo un listado total de 33 sitios de muestreo, en correspondiente se anexan las coordenadas geográficas en formato UTM correspondiente para a cada una de las técnicas de muestreo aplicadas, así como de los sitios de muestreo seleccionados.

En relación con lo anterior, se presenten la siguientes láminas identificando cada método de muestreo, los cuales se describen de acuerdo con la fauna registrada en los sitios. Para llevar a cabo la metodología siguiente, se utilizaron 6 días efectivos durante los cuales se aplicaron las diferentes técnicas de muestreo, comenzó en horario matutino de 8:30 am, con un horario de descanso entre 1:00 pm y 3:00 pm, reiniciando el horario de monitoreo a las 3:30 pm y en horario de termino a las 6:30 pm.

Transectos lineales

Para la técnica de transectos lineales, se aplicó el método para la búsqueda y rastreo intensivo de anfibios, reptiles y mamíferos terrestres. Durante los recorridos, se priorizo la búsqueda de senderos naturales, así como sitios potenciales en los que la fauna pudiera circundar con facilidad, sitios de resguardo y protección ante los depredadores. Se seleccionaron en total 23 transectos lineales, de los cuales únicamente 9 de ellos caen en el SAR y zonas circundantes al predio, representados en la siguiente lámina. Debido a que, los grupos monitoreados mediante este método tienen diferentes hábitos, fue importante basarnos en la composición de la vegetación para el rastreo de estos.

En cuanto al grupo de los anfibios, los anfibios son especies vertebradas y en su ciclo de vida combinan tanto ecosistemas acuáticos como terrestres. Por lo anterior, se priorizo la zona cercana a los cenotes localizados dentro del predio del proyecto, así como a las cavernas existentes en el mismo debido a que dentro de su siclo de vida el sistema acuático representa un paso siclo elemental para este proceso.

Para el rastreo y búsqueda de los reptiles, se priorizaron los horarios vespertinos, en los que la actividad del grupo es en mayor frecuencia para ello, se procedió de la misma manera que en los demás grupos, de observaban a las especies fotografiaban para su identificación.



Fotografía IV.46.- Especie *Basiliscus vittatus.* (Toloque rayado).



Fotografía IV.47.- Especie *Lithobates brownorum* (Rana leopardo), sujeta bajo Protección especial (Pr) por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para el grupo de los mamíferos, se priorizaron sitios abiertos y con senderos naturales, ya que, gracias a sus hábitos de desplazamiento, tienden a utilizar brechas y senderos de otros animales, lo que nos facilitó el rastreo de los ejemplares. En el sitio, también se encuentran localizados cenotes, cuerpos de agua dulceacuícolas, lo que facilita la búsqueda de la fauna silvestre, ya que la fauna busca el recurso hídrico para su consumo, lo que nos asegura el avistamiento de la fauna silvestre en los cuerpos de agua cercanos. La presencia de huellas, pelo, madrigueras y excretas fue un factor determinante para determinar la presencia o ausencia de los individuos. En las siguientes fotografías, podemos observar la presencia de algunas especies captadas durante los recorridos.



Fotografía IV.48.- Especie *Odocoileus virginianus.* (Venado cola blanca), huella de ejemplar.



Fotografía IV.49.- Especie *Procyon lotor.* (Mapache), huella de ejemplar.

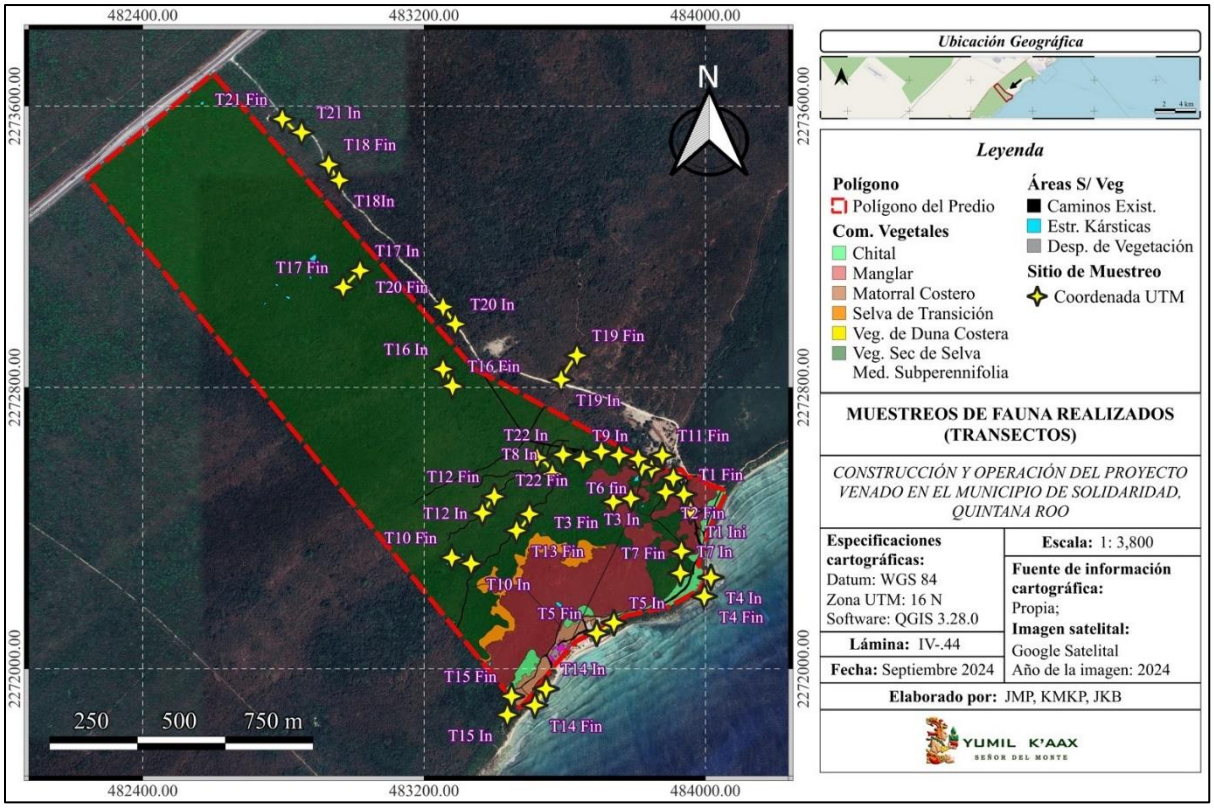


Lámina IV.45.- Transectos realizados..

Tabla IV. 78. Coordenada UTM de transectos.

TRANSECTOS			
Clave	**Punto**	**Coordenadas (UTM)**	
		X	**Y**
Transecto 1	Inicio	483,958.00	2,272,448.00
	Final	483,939.00	2,272,496.00
Transecto 2	Inicio	483,909.00	2,272,543.00
	Final	483,887.00	2,272,502.00
Transecto 3	Inicio	483,788.00	2,272,484.00
	Final	483,738.00	2,272,475.00
Transecto 4	Inicio	484,016.00	2,272,260.00
	Final	483,997.00	2,272,206.00
Transecto 5	Inicio	483,740.00	2,272,131.00
	Final	483,691.00	2,272,101.00
Transecto 6	Inicio	483,847.00	2,272,568.00
	Final	483,819.00	2,272,573.00
Transecto 7	Inicio	483,932.00	2,272,334.00
	Final	483,929.00	2,272,272.00
Transecto 8	Inicio	483,565.00	2,272,554.00

TRANSECTOS			
	Final	483,522.00	2,272,600.00
Transecto 9	Inicio	483,755.00	2,272,607.00
	Final	483,704.00	2,272,618.00
Transecto 10	Inicio	483,334.00	2,272,299.00
	Final	483,279.00	2,272,316.00
Transecto 11	Inicio	483,809.00	2,272,597.00
	Final	483,878.00	2,272,607.00
Transecto 12	Inicio	483,366.00	2,272,443.00
	Final	483,400.00	2,272,490.00
Transecto 13	Inicio	483,500.00	2,272,440.00
	Final	483,463.00	2,272,393.00
Transecto 14	Inicio	483,547.00	2,271,943.00
	Final	483,515.00	2,271,896.00
Transecto 15	Inicio	483,437.00	2,271,869.00
	Final	483,449.00	2,271,922.00
Transecto 16	Inicio	483,254.00	2,272,852.00
	Final	483,281.00	2,272,804.00
Transecto 17	Inicio	483,018.00	2,272,852.00
	Final	482,970.00	2,273,085.00
Transecto 18	Inicio	482,959.00	2,273,389.00
	Final	482,929.00	2,273,434.00
Transecto 19	Inicio	483,590.00	2,272,822.00
	Final	483,635.00	2,272,891.00
Transecto 20	Inicio	483,289.00	2,272,980.00
	Final	483,254.00	2,273,029.00
Transecto 21	Inicio	482,852.00	2,273,525.00
	Final	482,797.00	2,273,563.00
Transecto 22	Inicio	483,595.00	2,272,609.00
	Final	483,652.00	2,272,595.00

Puntos de conteo

Para la técnica de puntos de conteo, se aplicó el método para el avistamiento del grupo de las aves silvestres. Durante los recorridos se localizaron sitos de aproximadamente 250 metros entre sí, en los que se permanecían 15 minutos en cada sitio, las aves eran censadas e identificadas de manera visual y auditiva. En total, se registraron 33 puntos de conteo pertenecientes al predio del proyecto, de los cuales únicamente 28 puntos se encuentran fuera del predio, pero dentro del SAR.

El registro y avistamiento, de las diferentes especies avifaunisticas dentro del predo del proyecto fue realizado con base a la vegetación presente en el sitio, ya que, algunas especies pueden estar asociada de acuerdo con los servicios que estas les ofrecen. Si bien, las especies fueron localizadas en los diferentes tipos de vegetación, se identificaron los sitios de en los que se encontraban cenotes.

De acuerdo con el tipo de vegetación, se identificó avifauna en los diferentes sitios; representados por la duna costera, matorral costero, petar, manglar, selva de transición, vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia. En los sitios, se pudieron observar especies como: *Chaetura vauxi* (Vencejo vaux), *Habia fuscicauda* (Tangara rojisucia fuscicauda), *Cathartes aura* (Zopilote Aura), *Coragyps atratus* (Zopilote Común), *Trogon melanocephalus* (Trogon), *Tigrisoma mexicanum* (Garza tigre mexicana), entre otras. Si bien, la presencia de las especies en su mayoría se cuenta sujeta al hábitat, y al tipo de vegetación presente, por lo que muchas de las especies presentes en el SAR y predio del proyecto de distribuyen de manera homogénea y se comparten con el municipio de Solidaridad.

Tabla IV.79. Coordenadas geográficas y ubicación de los puntos de muestreo para fauna silvestre del predio del proyecto.

Sitio	X	Y
P1	483927	2272541
P2	484004	2272310
P4	483831	2272295
P5	483818	2272560
P6	483833	2272441
P7	483702	2272519
P8	483588	2272538
P9	483558	2272636
P10	483487	2272411
P11	483376	2272309
P12	483312	2272286
P13	483277	2272316
P14	483183	2272290
P15	483335	2272379
P20	483710	2272128
P21	483599	2272171
P22	483660	2272131
P27	483550	2272045
P28	483448	2271904
P29	483344	2271747
P30	483230	2271633
P31	483093	2271586

Sitio	X	Y
P32	483413	2271860
P34	483202	2273006
P36	482850	2273040
P37	482708	2273019
P38	482661	2272928
P39	482996	2273307
P45	482565	2273029
P46	482768	2273137
P47	482886	2273078
P48	483047	2273127
P49	483203	2273020

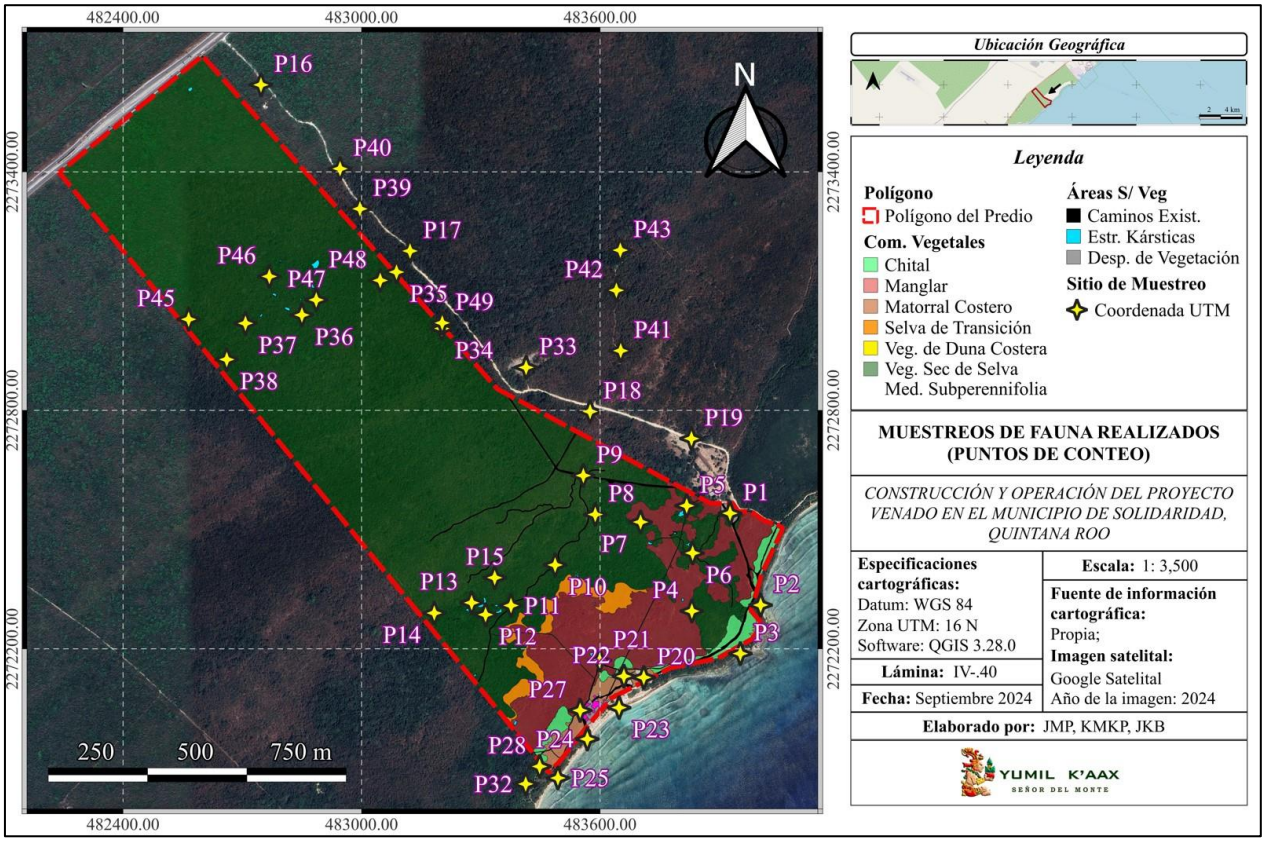


Lámina IV.46. Distribución de puntos de conteo de fauna.



Fotografía IV.50. Especie *Trogon melanocephalus* (Trogon).



Fotografía IV.51. Especie *Tigrisoma mexicanum* (Garza tigre mexicana). sujeta bajo Protección especial (Pr) por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Cámaras trampa

Una de las formas más sencillas de registrar la presencia de especies en un área determinada es por medio de observaciones directas de la fauna silvestre a lo largo de transectos establecidos, los cuales se pueden realizar durante el día o en la noche, mediante caminatas etc. (Wilson et al., 1996, Trolle 2003). Sin embargo, la observación directa de muchas especies son eventos raros y ocasionales en especial de mamíferos terrestres. Por lo tanto, para la técnica de transectos lineales será complementada con muestreos más asertivos, como lo es la colocación de las cámaras trampa, con ello, podremos comprobar la identificación de nuestros rastros realizados en los transectos anteriores.

Las trampas-cámara, fueron utilizadas para documentar y estudiar la presencia de ejemplares de mamíferos silvestre, así como los patrones de actividad de diversas especies, en nuestra área de estudio. Para esta técnica, se localizaron sitios con base a las técnicas de rastreo anteriores, ya que la presencia de rastros es esencial para la efectividad de evidencia fotográfica. Por lo anterior, se instalaron 5 cámaras trampa, en sitios clave en los que se dejaron instaladas durante 6 días, fueron programadas para su funcionamiento por 24 horas. En el siguiente mapa, podemos ubicar los sitos en donde se colocaron las cámaras, abarcando los sitios donde se localizaron rastros y presencia de ejemplares de fauna silvestre. Para la colocación de las caramas trampa, también se priorizó la instalación en los cenotes existentes en el predio, esto debido a la importancia ecológica que representan estos cuerpos de agua para la biodiversidad y el ecosistema.

De acuerdo con lo anterior, los sitios 1 y 2 fueron colocados de acuerdo con la evidencia de rastros, huellas y demás evidencia de presencia de fauna silvestre. Las cámaras colocadas, fueron distribuidas de manera estrategia en los sitios con disponibilidad de agua dulce, esto con la intención de capturar a las especies que

se acerquen a abastecer las necesidades biológicas para su supervivencia. El rastreo de los senderos naturales, así como los cenotes y cavernas fueron un factor importante para la colocación de las cámaras trampa ya que permiten una visibilidad adecuada para la cámara y evita la remoción de vegetación para la colocación de este, también representan sitios importantes de alimentación y abastecimiento lo que aumenta la incidencia de presencia de la fauna silvestre.



Fotografía IV.52. Cenote ubicado dentro del predio del proyecto.



Fotografía IV.53. Entrada al cenote ubicado dentro del predio.



Fotografía IV.54. Especie *Odocoileus virginianus.* (Venado cola blanca), avistamiento de ejemplares en cámara trampa.

Si bien, la evidencia fotográfica nos demuestra no solo la presencia de los ejemplares, sino también del tipo de actividad en la que estos pueden estar asociados. Para el grupo de los mamíferos, se identificaron por medio de las cámaras trampa un total de 5 especies pertenecientes *Procyon lotor* (Mapache). *Odocoileus virginianus* (Venado cola blanca), *Didelphis virginiana* (Tlacuache Norteño), *Streptopelia decaocto,* (Paloma Turca de Collar) y *Ortalis vetula* (Chachalaca). Cabe mencionar que las cámaras trampa complementan lo observado directamente en campo, por ejemplo, en 5 ocasiones se avistaron directamente

monos araña en el predio, y en 4 al viejo de monte (*Eira Barbara*) sin embargo, en ninguna de las cámara trampa se avistaron.

Tabla IV.80. Coordenadas geográficas y ubicación de las cámara trampa.

CÁMARAS TRAMPA		
Número	**Coordenadas (UTM)**	
	X	**Y**
Cámara 1	483,808.00	2,272,541.00
Cámara 2	483,645.00	2,272,530.00
Cámara 3	483,803.00	2,272,642.00
Cámara 4	483,158.23	2,272,594.13
Cámara 5	483,088.00	2,272,603.00

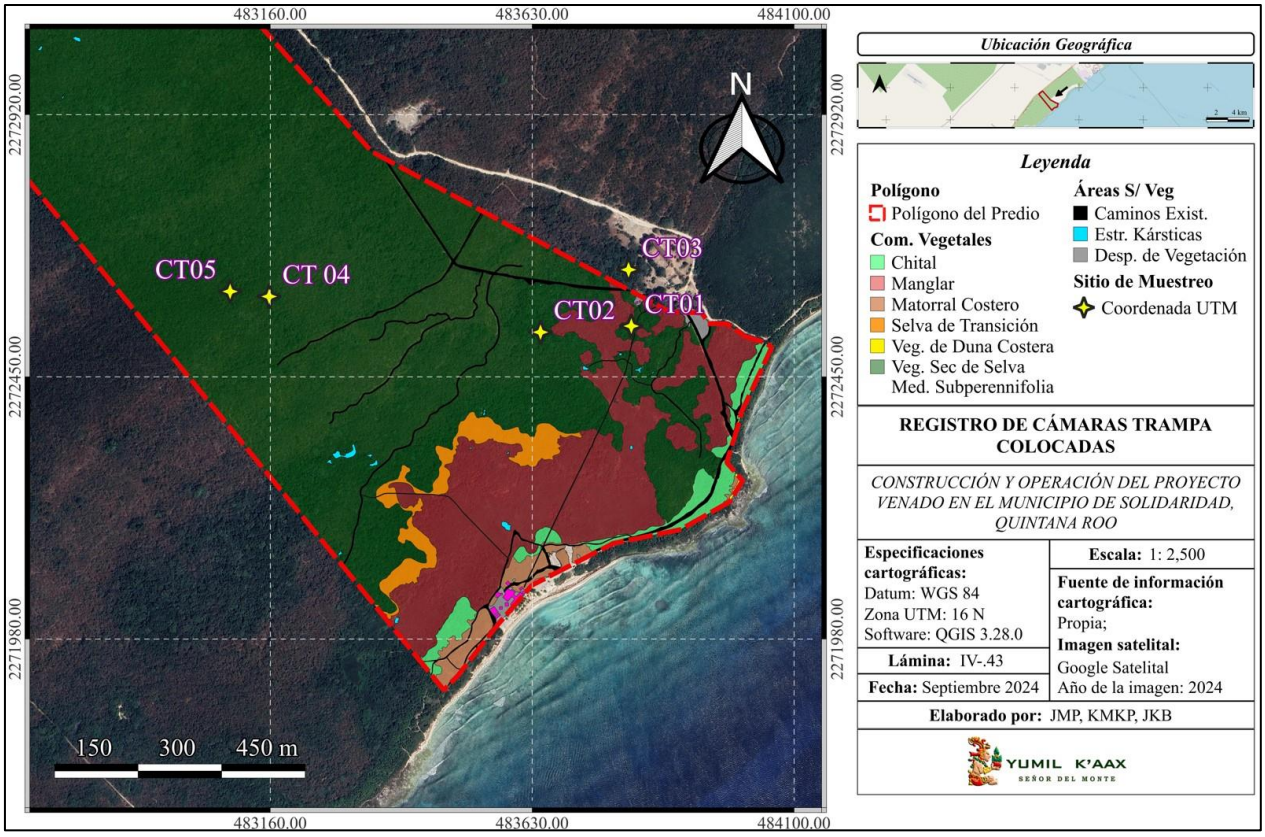


Lámina IV.47. Distribución de las cámara trampa.

La técnica de fototrampeo nos permite corroborar de manera eficaz la presencia de estas especies, así como la obtención de datos como hábitos, distribución y desplazamiento. De esta forma, podemos proponer medidas de mitigación, compensación, manejo y conservación para las especies que se encuentra en los

sitios propuestos para el proyecto, evaluando y mejorado las actividades que se tendrán dentro del mismo con el objetivo de favorecer la coexistencia entre las actividades humanas y de la vida silvestre.

- **Listados de muestreos**

A continuación, se presentan los listados de fauna silvestre avistada con base a los muestreos realizados en campo para la caracterización del sistema biótico del SAR y predio del proyecto. Debido a la importancia de las especies de fauna silvestre en el entorno de los ecosistemas, los registros fueron listados de acuerdo con la su categoría según las normas oficiales mexicanas, así como la NOM-059-SEMARNAT-2010, IUCN y CITES.

Las características en cuanto a los ecosistemas y condiciones ambientales mencionadas con anterioridad, han generado que para la zona cincundante al predio del proyecto se contemple un listado de 82 especies de vertebrados terrestres, es decir. De estas 82 especies, 9 son considerados reptiles, 1 anfibios, 58 son aves, 9 son mamíferos y 5 peces. Tambien, se consideró en los listados correspondientes información de la base de datos de CONABIO, otras fuentes como Enciclovida y Naturalista opteniendo información técnica para el listado, con un total de 81 especies catalogadas como nativas en la republica mexicana y solamente 1 como exotica invasora.

Tabla IV.81. Listado de especies registradas en el SAR y predio del proyecto.

N°	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución
1	Anfibios	Ranidae	*Lithobates brownorum**	Rana Leopardo	N
2	Reptiles	Colubridae	*Stenorrhina freminvillei*	Culebra Alacranera de Sangre	N
3	Reptiles	Corytophanidae	*Basiliscus vittatus*	Toloque Rayado	N
4	Reptiles	Crocodylidae	*Crocodylus moreletti**	Cocodrilo de Pantano	N
5	Reptiles	Dactyloidae	*Anolis rodriguezii*	Anolis Liso del Sureste	N
6	Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura similis*°	Iguana Negra de Cola Espinosa	N
7	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae**	Lagartija Espinosa de Cozumel	N
8	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija Espinosa de Puntos Amarillos	N
9	Reptiles	Colubridae	*Drymarchon melanurus*	Culebra Arroyera de Cola Negra	N
10	Reptiles	Teiidae	*Holcosus undulatus spp. Gaigeae*	Lagartija Arcoiris	N
11	Aves	Accipitridae	*Buteo albonotatus**	Aguililla aura	N
12	Aves	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	N
13	Aves	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	N
14	Aves	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	N

N°	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución
15	Aves	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza Morena	N
16	Aves	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados	N
17	Aves	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor	N
18	Aves	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum**	Garza Tigre Mexicana	N
19	Aves	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo vaux	N
20	Aves	Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Tangara rojisucia fuscicauda	N
21	Aves	Cardinalidae	*Pheutictus ludovicianos*	Picogordo degollado	N
22	Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	N
23	Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	N
24	Aves	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo Gris	N
25	Aves	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	EI
26	Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	N
27	Aves	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	N
28	Aves	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	N
29	Aves	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca	N
30	Aves	Cuculidae	*Crotophaga ani*	Garrapatero pico liso	N
31	Aves	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	N
32	Aves	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	N
33	Aves	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	N
34	Aves	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Fruterito de garganta negra	N
35	Aves	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	N
36	Aves	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris	N
37	Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor/Mexicno	N
38	Aves	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	N
39	Aves	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	N
40	Aves	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	N
41	Aves	Icteridae	*Icterus prosthemelas*	Calandria caperuza negra	N
42	Aves	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique piquiclaro	N
43	Aves	Icteridae	*Icteria virens*	Chipe Grande	N
44	Aves	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	N
45	Aves	Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán Real	N
46	Aves	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	N
47	Aves	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejas Azules	N
48	Aves	Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto Corona Negra	N
49	Aves	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	N
50	Aves	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	N
51	Aves	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano Café	N
52	Aves	Picidae	*Campephilus guatemalensis**	Carpintero pico plateado	N
53	Aves	Psittacidae	*Eupsittula nana**	Perico Pecho Sucio	N
54	Aves	Psittacidae	*Amazona xantholora°*	Loro yucateco	N
55	Aves	Rallidae	*Aramides albiventris*	Chilacoa colinegra	N

N°	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Distribución
56	Aves	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	N
57	Aves	Trochilidae	*Anthracothorax prevosti*	Colibrí garganta negra	N
58	Aves	Trochilidae	*Cynanthus caniventii*	Esmeralda tijereta	N
59	Aves	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	N
60	Aves	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	N
61	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	N
62	Aves	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	N
63	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tiano Cuir	N
64	Aves	Tyrannidae	*Todirostrum cinereum*	Mosquerito Espatulilla Común	N
65	Aves	Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común	N
66	Aves	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo Ojos Rojos	N
67	Aves	Vireonidae	*Pachysylvia decurtata**	Vireocillo Cabeza Gris	N
68	Aves	Vireonidae	*Vireo pallens**	Vireo manglero	N
69	Mamíferos	Atelidae	*Ateles geoffroyi***	Mono Araña Centroamericano	N
70	Mamíferos	Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado de Cola Blanca	N
71	Mamíferos	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque Centroamericno	N
72	Mamíferos	Didelphide	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño	N
73	Mamíferos	Mephitidae	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo de espalda blanca sureño	N
74	Mamíferos	Mustelidae	*Eira barbara***	Viejo de Monte	N
75	Mamíferos	Procynidae	*Nasua narica*	Coatí	N
76	Mamíferos	Procynidae	*Procyon lotor*	Mapache	N
77	Mamíferos	Sciuridae	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla Yucateca	N
78	Peces	Heptaptéridos	*Rhamdia guatemalensis**	Juil descolorido	N
79	Peces	Poeciliidae	*Poecilia velifera°*	Topote aleta grande	N
80	Peces	Poeciliidae	*Poecilia orri*	Topote de manglar	N
81	Peces	Ciclidos	*Mayaheros urophthalmus*	Mojarra del sureste	N
82	Peces	Gerreidae	*Eusinostomus jonesii*	Mojarra flaca	N

Distribución CONABIO; Nativas=N, Endémicas=E, Exótica = EX, Exótica invasora= EI. **NOM-059-SEMARNAT-2010**: Protección especial (Pr)=*, Amenazada (A)=**, Peligro de extinción (P)=°

De estas especies, 15 se encuentran suejtas bajo algún estatus de conservación de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010; 3 se encuentran como amenazadas (A), 10 bajo protección especial (Pr) y 2 como Peligro de extinción (P). Además, todas las especies son consideradas como especies nativas del país.

Tabla IV.82. Especies registradas en el SAR y predio del proyecto sujetas bajo alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

N°	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Conservación		
					NOM-059	IUCN	CITES
1	Anfibios	Ranidae	*Lithobates brownorum**	Rana Leopardo	Pr	LC	-
2	Reptiles	Crocodylidae	*Crocodylus moreletti**	Cocodrilo de Pantano	Pr	LC	AII
3	Reptiles	Iguanidae	*Ctenosaura similis°*	Iguana Negra de Cola Espinosa	A	LC	AII
4	Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae**	Lagartija Espinosa de Cozumel	Pr	-	-
5	Aves	Accipitridae	*Buteo albonotatus**	Aguililla aura	Pr	LC	AII
6	Aves	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum**	Garza Tigre Mexicana	Pr	LC	-
7	Aves	Picidae	*Campephilus guatemalensis**	Carpintero pico plateado	Pr	LC	-
8	Aves	Psittacidae	*Eupsittula nana**	Perico Pecho Sucio	Pr	-	AII
9	Aves	Psittacidae	*Amazona xantholora°*	Loro yucateco	A	LC	AII
10	Aves	Vireonidae	*Pachysylvia decurtata**	Vireocillo Cabeza Gris	Pr	LC	-
11	Aves	Vireonidae	*Vireo pallens**	Vireo manglero	Pr	LC	-
12	Mamíferos	Atelidae	*Ateles geoffroyi***	Mono Araña Centroamericano	P	EN	AII
13	Mamíferos	Mustelidae	*Eira barbara***	Viejo de Monte	P	LC	AIII
14	Peces	Heptaptéridos	*Rhamdia guatemalensis**	Juil descolorido	Pr	LC	-
15	Peces	Poeciliidae	*Poecilia velifera°*	Topote aleta grande	A	VU	-

NOM-059-SEMARNAT-2010: A= Amenazada, Pr= Sujeta a Protección Especial, P= En peligro de extinción, E= Probablemente extinta en el medio silvestre. **IUCN**: LC= Preocupación menor, EN= En peligro, EX= Extinto, EW= Extinto en estado Silvestre, DD= Datos Insuficientes, NT= Casi amenazado, CR= Peligro Crítico, VU= Vulnerable, NE= No Evaluado. **CITES:** AI= Apéndice I, AII= Apéndice II, AIII = Apéndice III.

De acuerdo con los listados anteriores, se presenta el listado de la avifauna con base a la estacionalidad de las especies. Misma, elaborada con información recabada de la base de datos de CONABIO y EncicloVida. La cual, de acuerdo con el listado de las especies presentes en el SAR y predio del proyecto arroj un total 42 especies que se encuentran catalogadas como Residentes, 2 como Migratorias, 10 como Parcial migratoria y 4 como Visitante invernal. De igual forma, únicamente se encontró una especie catalogada como Exótica Invasora, las demás se encuentran catalogadas como Nativas para la República Mexicana.

Tabla IV.83. Especies registradas en el SAR y predio del proyecto según su estatus de distribución (Fuente: CONABIO y EncicloVida).

N°	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	CONABIO	
					D	E
1	Aves	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	N	R
2	Aves	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	N	R
3	Aves	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita Verde	N	R
4	Aves	Ardeidae	*Ardea alba*	Garza Blanca	N	PM
5	Aves	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza Morena	N	PM

N°	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	CONABIO	
					D	E
6	Aves	Ardeidae	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados	N	R
7	Aves	Ardeidae	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor	N	PM
8	Aves	Ardeidae	*Tigrisoma mexicanum*	Garza Tigre Mexicana	N	PM
9	Aves	Apodidae	*Chaetura vauxi*	Vencejo vaux	N	R
10	Aves	Cardinalidae	*Habia fuscicauda*	Tangara rojisucia fuscicauda	N	PM
11	Aves	Cardinalidae	*Pheutictus ludovicianos*	Picogordo degollado	N	VI
12	Aves	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	N	R
13	Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	N	R
14	Aves	Charadriidae	*Pluvialis squatarola*	Chorlo Gris	N	R
15	Aves	Columbidae	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	EI	R
16	Aves	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	N	R
17	Aves	Columbidae	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	N	R
18	Aves	Columbidae	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera	N	R
19	Aves	Corvidae	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca	N	R
20	Aves	Cuculidae	*Crotophaga ani*	Garrapatero pico liso	N	M
21	Aves	Cuculidae	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo	N	R
22	Aves	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	N	R
23	Aves	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	N	R
24	Aves	Fringillidae	*Euphonia affinis*	Fruterito de garganta negra	N	R
25	Aves	Hirundinidae	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	N	PM
26	Aves	Hirundinidae	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris	N	PM
27	Aves	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor/Mexicno	N	R
28	Aves	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	N	R
29	Aves	Icteridae	*Dives dives*	Tordo Cantor	N	R
30	Aves	Icteridae	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	N	R
31	Aves	Icteridae	*Icterus prosthemelas*	Calandria caperuza negra	N	R
32	Aves	Icteridae	*Amblycercus holosericeus*	Cacique piquiclaro	N	R
33	Aves	Icteridae	*Icteria virens*	Chipe Grande	N	VI
34	Aves	Laridae	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	N	VI
35	Aves	Laridae	*Thalasseus maximus*	Charrán Real	N	VI
36	Aves	Mimidae	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	N	R
37	Aves	Momotidae	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejas Azules	N	R
38	Aves	Momotidae	*Momotus lessonii*	Momoto Corona Negra	N	R
39	Aves	Passerellidae	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	N	R
40	Aves	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	N	R
41	Aves	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano Café	N	PM
42	Aves	Picidae	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero pico plateado	N	R
43	Aves	Psittacidae	*Eupsittula nana*	Perico Pecho Sucio	N	R
44	Aves	Psittacidae	*Amazona xantholora°*	Loro yucateco	N	R
45	Aves	Rallidae	*Aramides albiventris*	Chilacoa colinegra	N	R
46	Aves	Trochilidae	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	N	R
47	Aves	Trochilidae	*Anthracothorax prevosti*	Colibrí garganta negra	N	PM
48	Aves	Trochilidae	*Cynanthus caniventii*	Esmeralda tijereta	N	PM
49	Aves	Trogonidae	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	N	R

N°	Grupo	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	CONABIO	
					D	E
50	Aves	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	N	R
51	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí	N	R
52	Aves	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	N	R
53	Aves	Tyrannidae	*Tyrannus couchii*	Tiano Cuir	N	R
54	Aves	Tyrannidae	*Todirostrum cinereum*	Mosquerito Espatulilla Común	N	R
55	Aves	Tyrannidae	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común	N	R
56	Aves	Vireonidae	*Vireo olivaceus*	Vireo Ojos Rojos	N	M
57	Aves	Vireonidae	*Pachysylvia decurtata*	Vireocillo Cabeza Gris	N	R
58	Aves	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	N	R

CONABIO: Distribución (D); Nativas=N, Endémicas=E, Exótica = EX, Exótica invasora= EI. Estacionalidad (E); Residente=R, Visitante Invernal=VI, Migratorias=M, Transitorias=T.

Métodos estadísticos.

Para este punto, se anexarán las memorias de cálculo en formato Excel correspondientes al esfuerzo de muestreo, así como los cálculos correspondientes al índice de diversidad, abundancia y riqueza de fauna silvestre. A continuación, se menciona la metodología de los análisis realizados para la fauna silvestre de la zona circundante y predio del proyecto, con estos métodos se sustenta el análisis y resultaos de los métodos de muestreos mencionados anteriormente. Por ello, es importante considerar las siguientes especificaciones.

1. El número de especies o riqueza que pueden expresarse como la cantidad de tipo (variedades, especies, categorías) de uso de suelo por unidad de espacio.
2. El número de individuos y abundancia de individuos de cada especie que existen en un determinado lugar.

La biodiversidad no depende sólo de la riqueza de especies sino también de la dominancia relativa de cada una de ellas. Las especies, en general, se distribuyen según jerarquías de abundancias, desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras. Cuanto mayor es el grado de dominancia de algunas especies y de rareza de las demás, menor es la biodiversidad de la comunidad. Entender el problema de la biodiversidad implica, entonces, discutir el problema de la rareza biológica. La conservación de la biodiversidad es principalmente un problema vinculado al comportamiento ecológico de las especies raras.

Por lo que, los índices de diversidad son herramientas que nos permiten sustentar los registros que podemos obtener en campo y el análisis de estos.

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:

$H=-\Sigma_{(i=1)}{}^{S}\ [Pi*\ln Pi]$

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).

$$\lambda = 1 - \sum_{i=1}^{S} Pi^2$$

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

Por lo anterior descrito, a continuación, se presentan los siguientes análisis y resultados efectuados para el SA y predio del proyecto.

Análisis estadísticos del SAR y predio del proyecto

Aves

De acuerdo con el levantamiento en campo, se obtuvo un listado de 45 especies para los análisis siguientes: se registraron un total de 376 individuos de fauna silvestre correspondiente al grupo de las aves. A continuación, se anexan los cálculos correspondientes a Shannon-Wenner en donde se desglosa el análisis correspondiente a la fauna observada, con base a la técnica de muestreo por punto de conteo.

- **Análisis de Shannon**

Tabla IV.84. Cálculo de Índice de Shannon-Wenner

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON-WIENNER (H')						
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	*Buteo albonotatus**	Aguililla aura	2	0.005319149	-5.236441963	-0.027853415
2	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	1	0.002659574	-5.929589143	-0.015770184
3	*Butorides virescens*	Garcita Verde	1	0.002659574	-5.929589143	-0.015770184
4	*Ardea alba*	Garza Blanca	25	0.066489362	-2.710713319	-0.180233598
5	*Ardea herodias*	Garza Morena	2	0.005319149	-5.236441963	-0.027853415
6	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados	2	0.005319149	-5.236441963	-0.027853415
7	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor	1	0.002659574	-5.929589143	-0.015770184
8	*Tigrisoma mexicanum**	Garza Tigre Mexicana	1	0.002659574	-5.929589143	-0.015770184
9	*Chaetura vauxi*	Vencejo vaux	1	0.002659574	-5.929589143	-0.015770184
10	*Habia fuscicauda*	Tangara rojisucia fuscicauda	3	0.007978723	-4.830976855	-0.038545028
11	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	6	0.015957447	-4.137829674	-0.066029197
12	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	4	0.010638298	-4.543294782	-0.048332923
13	*Pluvialis squatarola*	Chorlo Gris	3	0.007978723	-4.830976855	-0.038545028
14	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	3	0.007978723	-4.830976855	-0.038545028
15	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	35	0.093085106	-2.374241082	-0.221006484
16	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	4	0.010638298	-4.543294782	-0.048332923
17	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca	36	0.095744681	-2.346070205	-0.224623743
18	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	14	0.037234043	-3.290531814	-0.122519802
19	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	4	0.010638298	-4.543294782	-0.048332923
20	*Euphonia affinis*	Fruterito de garganta negra	2	0.005319149	-5.236441963	-0.027853415
21	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	2	0.005319149	-5.236441963	-0.027853415
22	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris	5	0.013297872	-4.320151231	-0.05744882
23	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor/Mexicno	43	0.114361702	-2.168389028	-0.24798066
24	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	3	0.007978723	-4.830976855	-0.038545028
25	*Dives dives*	Tordo Cantor	5	0.013297872	-4.320151231	-0.05744882
26	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	8	0.021276596	-3.850147602	-0.081918034
27	*Amblycercus holosericeus*	Cacique piquiclaro	3	0.007978723	-4.830976855	-0.038545028
28	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	12	0.031914894	-3.444682494	-0.109936675
29	*Thalasseus maximus*	Charrán Real	3	0.007978723	-4.830976855	-0.038545028

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON-WIENNER (H')						
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
30	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	16	0.042553191	-3.157000421	-0.134340443
31	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejas Azules	11	0.029255319	-3.531693871	-0.103320831
32	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	23	0.061170213	-2.794094927	-0.170915381
33	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	4	0.010638298	-4.543294782	-0.048332923
34	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano Café	9	0.02393617	-3.732364566	-0.089338514
35	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero pico plateado	2	0.005319149	-5.236441963	-0.027853415
36	*Eupsittula nana**	Perico Pecho Sucio	4	0.010638298	-4.543294782	-0.048332923
37	*Aramides albiventris*	Chilacoa colinegra	1	0.002659574	-5.929589143	-0.015770184
38	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	1	0.002659574	-5.929589143	-0.015770184
39	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	15	0.039893617	-3.221538942	-0.128518841
40	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	32	0.085106383	-2.463853241	-0.209689637
41	*Tyrannus melancholicus*	Tirano melancolico	8	0.021276596	-3.850147602	-0.081918034
42	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	3	0.007978723	-4.830976855	-0.038545028
43	*Tyrannus couchii*	Tiano Cuir	4	0.010638298	-4.543294782	-0.048332923
44	*Vireo olivaceus*	Vireo Ojos Rojos	2	0.005319149	-5.236441963	-0.027853415
45	*Pachysylvia decurtata**	Vireocillo Cabeza Gris	7	0.018617021	-3.983678994	-0.074164237
45		***N***	**376**	1		**-3.226529677**
					I. Shannon H	**3.2265**
					Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**3.8067**
					Equitatividad (J) H/H' max =	**0.84760067**

Resultados

Para el cálculo del índice de Shannon-Wiener se tomaron los datos obtenidos a partir de los sitios de muestreados en el SAR y predio del proyecto. De manera general se obtuvo una diversidad alta y condiciones ambientales moderadas de acuerdo con el índice de Shannon que obtuvo un valor de 3.2265, una H max=3.8067 representadas por una riqueza de 45 especies y un valor de equitatividad de 0.8476 el cual indica que existen algunas especies destacadas, en este caso podemos definir a *Cyanocorax yucatanicus*, *Zenaida asiática, Pitangus sulphuratus y Ardea alba* como especies destacadas. En la siguiente tabla se presentan los resultados del índice de Shannon-Wiener para el SAR y predio del proyecto.

- **Análisis de Simpson**

Tabla IV.85.- Cálculo de Índice de Simpson

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Buteo albonotatus**	Aguililla aura	2	0.007782101	6.05611E-05

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
2	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris	4	0.015564202	0.000242244
3	*Butorides virescens*	Garcita Verde	14	0.054474708	0.002967494
4	*Ardea alba*	Garza Blanca	2	0.007782101	6.05611E-05
5	*Ardea herodias*	Garza Morena	15	0.058365759	0.003406562
6	*Egretta thula*	Garza Dedos Dorados	28	0.108949416	0.011869975
7	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor	3	0.011673152	0.000136262
8	*Tigrisoma mexicanum**	Garza Tigre Mexicana	2	0.007782101	6.05611E-05
9	*Chaetura vauxi*	Vencejo vaux	1	0.003891051	1.51403E-05
10	*Habia fuscicauda*	Tangara rojisucia fuscicauda	17	0.06614786	0.004375539
11	*Cathartes aura*	Zopilote Aura	3	0.011673152	0.000136262
12	*Coragyps atratus*	Zopilote Común	3	0.011673152	0.000136262
13	*Pluvialis squatarola*	Chorlo Gris	1	0.003891051	1.51403E-05
14	*Streptopelia decaocto*	Paloma Turca de Collar	3	0.011673152	0.000136262
15	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas	2	0.007782101	6.05611E-05
16	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela	14	0.054474708	0.002967494
17	*Cyanocorax yucatanicus*	Chara Yucateca	2	0.007782101	6.05611E-05
18	*Ortalis vetula*	Chachalaca Oriental	1	0.003891051	1.51403E-05
19	*Fregata magnificens*	Fragata Tijereta	10	0.038910506	0.001514027
20	*Euphonia affinis*	Fruterito de garganta negra	16	0.062256809	0.00387591
21	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas	3	0.011673152	0.000136262
22	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris	2	0.007782101	6.05611E-05
23	*Quiscalus mexicanus*	Zanate Mayor/Mexicno	11	0.042801556	0.001831973
24	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor	7	0.027237354	0.000741873
25	*Dives dives*	Tordo Cantor	2	0.007782101	6.05611E-05
26	*Icterus gularis*	Calandria Dorso Negro Mayor	8	0.031128405	0.000968978
27	*Amblycercus holosericeus*	Cacique piquiclaro	2	0.007782101	6.05611E-05
28	*Leucophaeus atricilla*	Gaviota Reidora	2	0.007782101	6.05611E-05
29	*Thalasseus maximus*	Charrán Real	6	0.023346304	0.00054505
30	*Mimus gilvus*	Centzontle Tropical	14	0.054474708	0.002967494
31	*Eumomota superciliosa*	Momoto Cejas Azules	1	0.003891051	1.51403E-05
32	*Arremonops rufivirgatus*	Rascador oliváceo	4	0.015564202	0.000242244
33	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora	2	0.007782101	6.05611E-05
34	*Pelecanus occidentalis*	Pelícano Café	1	0.003891051	1.51403E-05
35	*Campephilus guatemalensis*	Carpintero pico plateado	1	0.003891051	1.51403E-05
36	*Eupsittula nana**	Perico Pecho Sucio	1	0.003891051	1.51403E-05
37	*Aramides albiventris*	Chilacoa colinegra	7	0.027237354	0.000741873
38	*Amazilia rutila*	Colibrí Canelo	2	0.007782101	6.05611E-05
39	*Trogon melanocephalus*	Coa Cabeza Negra	2	0.007782101	6.05611E-05
40	*Pitangus sulphuratus*	Luis Bienteveo	4	0.015564202	0.000242244
41	*Tyrannus melancholicus*	Tirano melancolico	1	0.003891051	1.51403E-05
42	*Myiozetetes similis*	Luisito Común	9	0.035019455	0.001226362
43	*Tyrannus couchii*	Tiano Cuir	6	0.023346304	0.00054505

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
44	*Vireo olivaceus*	Vireo Ojos Rojos	3	0.011673152	0.000136262
45	*Pachysylvia decurtata**	Vireocillo Cabeza Gris	13	0.050583658	0.002558706
45		***N***	**257**	**1**	**0.045496525**
				I. Simpson λ	**0.954503475**
				Dominancia	**0.045496525**

Resultados

En cuanto a los resultados del índice de Simpson calculado para el predio muestran que, la diversidad es alta con un valor de 0.9545, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia baja (0.0454) por lo que se puede observar que, aunque no existe una gran cantidad de especies dentro del área muestreada son pocas las especies que dominantes, en este caso la especie con mayor número de individuos presentes en el área del proyecto es *Cyanocorax yucatanicus*, *Zenaida asiática*, *Pitangus sulphuratus y Ardea alba*, estos individuos se localizaron en los diferentes sitios de muestreo contemplados para del SAR y predio del proyecto.

Análisis estadísticos del Predio del proyecto

En cuestión de los métodos y técnicas de muestreo realizadas para el levantamiento de evidencias en campo en el predio del proyecto, se aplicaron diferentes técnicas de muestreo enfocadas para los diferentes grupos de vida silvestre, en los cuales se describen los resultados de acuerdo con el método. A continuación, se presentan los datos y análisis obtenidos.

Herpetofauna

De acuerdo con el levantamiento en campo, para la descripción faunística predio del proyecto, por medio de la técnica de transectos se obtuvo el registro de 10 especies diferentes, pertenecientes a 2 diferentes grupos de fauna silvestre anfibios y reptiles. A continuación, se anexan los cálculos de Shannon-Wenner en donde se desglosa el análisis correspondiente para el método empleado.

- **Análisis de Shannon**

Tabla IV.86- Cálculo de Índice de Shannon-Wienner

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON-WIENNER (H')						
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	*Lithobates brownorum*	Rana Leopardo	7	0.1147541	-2.16496	-0.248438459
2	*Stenorrhina freminvillei*	Culebra Alacranera de Sangre	1	0.0163934	-4.11087	-0.067391375

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON-WIENNER (H')						
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
3	*Basiliscus vittatus*	Toloque Rayado	6	0.0983607	-2.31911	-0.228109613
4	*Crocodylus moreletti*	Cocodrilo de Pantano	1	0.0163934	-4.11087	-0.067391375
5	*Anolis rodriguezii*	Anolis Liso del Sureste	10	0.1639344	-1.80829	-0.296440782
6	*Ctenosaura similis*	Iguana Negra de Cola Espinosa	15	0.2459016	-1.40282	-0.344956638
7	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija Espinosa de Cozumel	3	0.0491803	-3.01226	-0.148144012
8	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija Espinosa de Puntos Amarillos	5	0.0819672	-2.50144	-0.205035734
9	*Drymarchon melanurus*	Culebra arroyera	1	0.0163934	-4.11087	-0.067391375
10	*Holcosus undulatus spp. Gaigeae*	Ameiva arcoiris	12	0.1967213	-1.62597	-0.319862403
10		***N***	**61**	**1**		**-1.993161765**
					I. Shannon H	**1.9932**
					Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**2.3026**
					Equitatividad (J) H/H' max =	**0.865619156**

Resultados

Para el cálculo del índice de Shannon-Wiener se tomaron los datos obtenidos a partir de los sitios de muestreados en el predio del proyecto. De manera general se obtuvo una diversidad baja y condiciones ambientales moderadas de acuerdo con el índice de Shannon que obtuvo un valor de 1.9932, una H max=2.3026 representadas por una riqueza de 10 especies y un valor de equitatividad de 0.8656 el cual indica que existen algunas especies con mayor incidencia, en este caso podemos definir a *Ctenosaura similis* como especie destacada. En la siguiente tabla se presentan los resultados del índice de Shannon-Wiener.

- **Análisis de Simpson**

Tabla IV.87. Cálculo de Índice de Simpson

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Lithobates brownorum*	Rana Leopardo	7	0.114754098	0.013168503
2	*Stenorrhina freminvillei*	Culebra Alacranera de Sangre	1	0.016393443	0.000268745
3	*Basiliscus vittatus*	Toloque Rayado	6	0.098360656	0.009674819
4	*Crocodylus moreletti*	Cocodrilo de Pantano	1	0.016393443	0.000268745
5	*Anolis rodriguezii*	Anolis Liso del Sureste	10	0.163934426	0.026874496
6	*Ctenosaura similis*	Iguana Negra de Cola Espinosa	15	0.245901639	0.060467616
7	*Sceloporus cozumelae*	Lagartija Espinosa de Cozumel	3	0.049180328	0.002418705
8	*Sceloporus chrysostictus*	Lagartija Espinosa de Puntos Amarillos	5	0.081967213	0.006718624

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
9	*Drymarchon melanurus*	Culebra arroyera	1	0.016393443	0.000268745
10	*Holcosus undulatus spp. Gaigeae*	Ameiva arcoiris	12	0.196721311	0.038699274
10		***N***	**61**	**1**	**0.158828272**
				I. Simpson λ	**0.841171728**
				Dominancia	**0.158828272**

Resultados

Los resultados del índice de Simpson calculado para el predio muestran que, la diversidad es alta con un valor de 0.8411, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia media (0.1588) por lo que se puede observar que, aunque no existe una gran cantidad de especies dentro del área, son pocas las especies dominantes, en este caso la especie con mayor número de individuos presentes en el área del proyecto es *Ctenosaura similis* y *Holcosus undulatus spp. Gaigeae*, estos individuos se encuentran transitando en el área del predio del proyecto. Para el caso de *Ctenosaura similis*, actualmente se encuentra sujeta como Amenazada por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Mamíferos

Durante el monitoreo en campo, se priorizó el rastreo de estos ejemplares por medio de transectos lineales a la par, se colocaron cámaras trampa para mayor probabilidad de registros. Durante los recorridos, se pudieron observar de manera directa diferentes especies de mamíferos, lo anterior puede estar relacionado a la presencia de sitios naturales con disponibilidad de agua dulce. Por otro lado, en cuanto a la colocación de las cámaras trampa, se instalaron 5 cámaras trampa de las cuales se obtuvieron un total de 1212 fotografías. Para lo anterior, la cámara identificada como No. 2 fue la que obtuvo el mayor número de fotografías efectivas con la cantidad de 45 fotos, la cámara No 5 obtuvo 15 fotografías, la cámara No 1 obtuvo únicamente 5 fotografías efectivas y las cámaras identificadas como No. 3 y No4 no obtuvieron ninguna foto.

- **Análisis de Shannon**

Tabla IV.88. Cálculo de Índice de Shannon-Wienner

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SHANNON-WIENNER (H')						
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**LN p(i)**	**p(i)*LN p(i)**
1	*Ateles geoffroyi*	Mono Araña Centroamericano	1	0.037037	-3.29584	-0.122068032

2	*Odocoileus virginianus*	Venado de Cola Blanca	6	0.2222222	-1.50408	-0.334239422
3	*Dasyprocta punctata*	Agutí centroamericano	2	0.0740741	-2.60269	-0.192791829
4	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño	2	0.0740741	-2.60269	-0.192791829
5	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo de espalda blanca sureño	2	0.0740741	-2.60269	-0.192791829
6	*Eira barbara*	Viejo de Monte	1	0.037037	-3.29584	-0.122068032
7	*Nasua narica*	Coatí	6	0.2222222	-1.50408	-0.334239422
8	*Procyon lotor*	Mapache	3	0.1111111	-2.19722	-0.244136064
9	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla Yucateca	4	0.1481481	-1.90954	-0.282895186
9		***N***	**27**	**1**		**-2.018021643**
					I. Shannon H	**2.0180**
					Máxima diversidad del ecosistema H' max =	**2.1972**
					Equitatividad (J) H/H' max =	**0.91844123**

Resultados

Para el cálculo del índice de Shannon-Wiener se tomaron los datos obtenidos a partir de los sitios de muestreo de transectos lineales y cámaras trampa en el predio del proyecto. De manera general se obtuvo una diversidad media y condiciones ambientales moderadas de acuerdo con el índice de Shannon que obtuvo un valor de 2.0180, una H max=2.1972 representadas por una riqueza de 9 especies y un valor de equitatividad de 0.91844 el cual indica que existen algunas especies destacadas, en este caso podemos definir a *Odocoileus virginianus* y *Nasua narica* como especie destacada. En la siguiente tabla se presentan los resultados del índice de Shannon-Wiener.

- **Análisis de Simpson**

Tabla IV.89. Cálculo de Índice de Simpson

CÁLCULO DEL ÍNDICE DE SIMPSON					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**n**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Ateles geoffroyi*	Mono Araña Centroamericano	1	0.037037037	0.001371742
2	*Odocoileus virginianus*	Venado de Cola Blanca	6	0.222222222	0.049382716
3	*Dasyprocta punctata*	Agutí centroamericano	2	0.074074074	0.005486968
4	*Didelphis virginiana*	Tlacuache Norteño	2	0.074074074	0.005486968
5	*Conepatus semistriatus*	Zorrillo de espalda blanca sureño	2	0.074074074	0.005486968
6	*Eira barbara*	Viejo de Monte	1	0.037037037	0.001371742
7	*Nasua narica*	Coatí	6	0.222222222	0.049382716
8	*Procyon lotor*	Mapache	3	0.111111111	0.012345679
9	*Sciurus yucatanensis*	Ardilla Yucateca	4	0.148148148	0.021947874
9		***N***	**27**	**1**	**0.152263374**
				I. Simpson λ	**0.847736626**
				Dominancia	**0.152263374**

Resultados

Los resultados del índice de Simpson calculado para el predio muestran que, la diversidad es alta con un valor de 0.8477, y es inversamente proporcional al valor de dominancia, en este caso el valor indica una dominancia baja (0.1522) por lo que se puede observar que, aunque no existe una gran cantidad de especies dentro del área muestreada son pocas las especies que dominantes, en este caso la especie con mayor número de individuos presentes en el área del proyecto es *Odocoileus virginianus* y *Nasua narica*, estos individuos se encuentran transitando en el área del predio del proyecto.

Conclusiones

Después de la caracterización biótica de la fauna silvestre del presente proyecto, se determinó que el estado actual del sitio se encuentra estable y en un flujo interesante y de gran importancia para el ecosistema que se cuenta actualmente. La presencia de cenotes, manglar, humedal y los diferentes tipos de vegetación dentro de nuestra área de estudio, determina que existe un importante flujo de energía y materia natural el cual representa el estado de conservación actual del sitio. De igual manera, se espera que, a partir del programa de monitoreo de la fauna, se complemente progresivamente el listado de especies identificadas, sin embargo, es importante resaltar que la distribución de especies en el predio está representada en el SAR, por lo que no se pone en riesgo la permanencia de estas.

Dentro de este contexto, las medidas de mitigación propuestas para la fauna silvestre se llevarán a cabo de acuerdo con los lineamientos y programas ambientales aplicables, dentro de los que destaca el rescate y reubicación de fauna silvestre mismo que podrá ser aplicado para las especies presentes en el sitio de las obras del proyecto, en especial a las especies de sésil y lento desplazamiento, así como a las que se cuenten sujetas bajo alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

CARACTERIZACIÓN DEL ECOSISTEMA COSTERO DEL SAR DEL PROYECTO

El sistema costero es muy importante, pues representa conectividad entre distintos hábitats, como los sistemas marinos y el ambiente terrestre. En el caso de Quintana Roo, el sistema de costa distribuido de manera general por todo el estado tiene presencia de suelo kárstico, flujo de ríos subterráneos, terrenos inundables, manglares y debido a su cercanía con el mar Caribe, la franja marina tiene presencia de arrecifes coralinos, mayormente de tipo bordeante, (Hernández-Arana *et al*, 2015).

Dentro del SAR (Sistema Ambiental Regional), es posible distinguir entre hábitats de diversos tipos, esto se debe a una de las características más importante de la zona, y es que pertenece al Sistema Arrecifal Mesoamericano (SAM), el cual de acuerdo con Ardisson *et al* (2011) es la segunda barrera arrecifal más grande del mundo, esta inicia en el norte de Quintana Roo en Cabo Catoche y termina en Cayos Cochinos

en Honduras, comprendiendo así 1000 km de extensión, en donde se pueden reportar hábitats como los observados en el SAR tales como como playas arenosas, praderas marinas, costas marinas rocosas y destacando principalmente sistemas arrecifales.

Según autores como Alcérreca-Huerta y colaboradores (2022), se puede apreciar que al igual que muchas zonas costeras del estado de Quintana Roo principalmente entre el tramo de Puerto Morelos y Tulum, el fondo marino está ocupado en su mayoría por un sustrato de tipo rocoso mayoritariamente de tipo coralino, aunque no de forma continua, más bien en forma de parches, esto por su parte también coincide con el hecho de que a partir de esa zona empieza el Sistema Arrecifal Mesoamericano.

Se recalca también que las características del predio están en concordancia con lo reportado por Cerdeira-Estrada *et al* (2018) puesto que en esa misma zona se localizaron hábitats tales como arrecifes rocosos, los cuales son un tipo específico de comunidad arrecifal en el cual predomina el sustrato duro asentado en el fondo marino donde se instalan diversos tipos de fauna, desde invertebrados sésiles (corales, anémonas y esponjas), hasta comunidades de peces. A su vez también fueron observados parches de tipo coralino, destacando colonias de *Acropora palmata*; pastos marinos, blooms algales y sedimentos, en este caso, arena.

De acuerdo con Graham *et al* (2013), el lugar posee un ecosistema relativamente sano debido a que se encontraron indicadores como una complejidad estructural dada por los corales masivos, en este caso *A. palmata*, *Porites astreoides* o *Siderastrea siderea*, por poseer cantidades considerables de equinodermos y en general por tener una comunidad arrecifal que mantiene un control en cuanto la proliferación de macroalgas. Es por esto por lo que se recomienda tener medidas de protección y mitigación de impacto a la zona, para poder tener una zona más sostenible.

Finalmente se recomienda tener precaución debido a que en el sitio se reportaron especies de importancia médica como el coral de fuego *M. complanata* el cual al ser tocado puede provocar irritabilidad o la sensación de quemadura, incluso una breve laceración, esto como indican Field-Cortázares y Calderón-Campos (2010). También es posible encontrar al gusano de fuego *Eurythoe complanata* el cuál es llamado así debido a la producción de toxinas que esta especie produce y que, al contacto con este, se puede producir la sensación de quemadura (Chan-Quijano, 2015).

Es gracias a las características que tiene el predio que se optó por realizar un muestreo que cumpliera con la obtención de datos necesarios para que el sitio se pudiese caracterizar de manera adecuada, es por lo mismo que la metodología se dividió en dos partes, una para poder registrar la parte bentónica y su composición abiótica (como roca o arena) y biótica (algas, corales y esponjas).

Metodología

Justificación de la metodología

El área marina frente al predio cuenta con una línea de costa de 961.2480 metros y un área de 4.974 hectáreas, de las cuales 1.9 ha son zonas de potencial aprovechamiento turístico debido a su composición de suelo arenoso, por lo que se hizo más énfasis en la prospección de dicha zona. En términos generales se realizaron 10 muestreos de 50 m cada uno y dos muestreos extras en el SAR, cubriendo una intensidad del 1% en relación del área total de la zona marina frente al predio, ya que según las visitas prospectivas previas indican que el sitio es relativamente homogéneo y por lo tanto tal porcentaje cubre la representatividad adecuada.

De acuerdo con las características de la zona marina frente al predio, se optó por seguir la metodología adaptada del manual de monitoreo de arrecifes de coral en el Caribe y el Atlántico publicado por Rogers y Garrison (2001) y el Protocolo para el monitoreo ecosistémico de arrecifes de coral propuesto por Botello *et al* (2022), las cuales consistieron en:

Para el muestreo de cobertura coralina y del bento se realizó un total de 12 transectos lineales de 50 metros por 2 metros de ancho cada uno, en los cuales desde inicio a fin se obtuvo un video-transecto con cámaras GoPro modelos 5 HERO y 7 HERO, esto con el fin de posteriormente estimar la abundancia coralina y la estructura del bento. Con las fotos obtenidas se obtuvieron las coordenadas de los lugares visitados y la geolocalización de especies de importancia.

Para el muestreo de peces y sus abundancias se extendieron 12 transectos de 50 m de línea recta y 2 m de ancho dentro de los cuáles se contaron y registraron el número de peces encontrados y a la especie a la que pertenecen, esto a lo largo de las zonas de muestreo, a su vez se complementó lo observado en el campo con fotos tomadas con cámaras GoPro modelos 5 HERO y 7 HERO.

Tabla IV.90. Coordenadas de inicio y final de los 10 transectos realizados y de los dos realizados en el SAR

TRANSECTOS MARINOS REALIZADOS EN EL SAR FRENTE AL PREDIO			
Transecto	Punto	Coordenada	
		X	Y
1	Inicio	483647.82	2272040.25
	Final	483656.67	2271991.03
2	Inicio	483667.99	2271996.95
	Final	483629.76	2271964.72
3	Inicio	483597.09	2271988.65
	Final	483608.95	2271940.82

TRANSECTOS MARINOS REALIZADOS EN EL SAR FRENTE AL PREDIO			
4	Inicio	483559.82	2271941.60
	Final	483572.82	2271893.51
5	Inicio	483621.74	2272017.23
	Final	483624.69	2271967.27
6	Inicio	484030.44	2272319.98
	Final	484062.39	2272281.95
7	Inicio	484068.88	2272367.43
	Final	484050.53	2272321.79
8	Inicio	484078.66	2272393.97
	Final	484055.43	2272348.11
9	Inicio	484090.20	2272436.12
	Final	484063.74	2272394.23
10	Inicio	484100.77	2272460.02
	Final	484071.20	2272419.71

TRANSECTOS MARINOS REALIZADOS EN EL SAR			
Transecto	Punto	Coordenada	
		X	Y
1C	Inicio	483460.74	2271825.38
	Final	483489.70	2271783.90
2C	Inicio	484133.84	2272508.12
	Final	484099.96	2272472.07

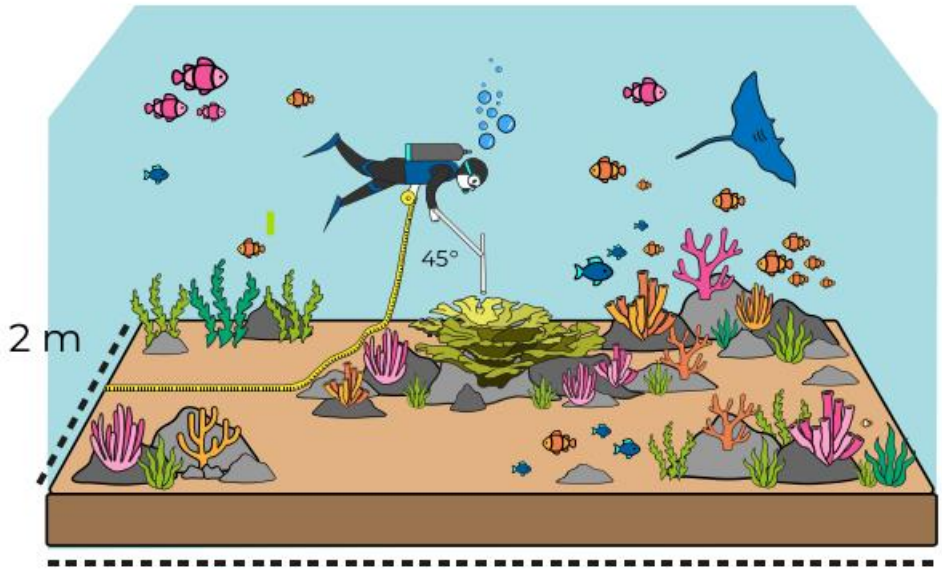


Figura IV.17. En la imagen se aprecia el esquema básico de la técnica de muestreo que se empleópara registrar los datos de peces. Fuente: Botello, 2022.

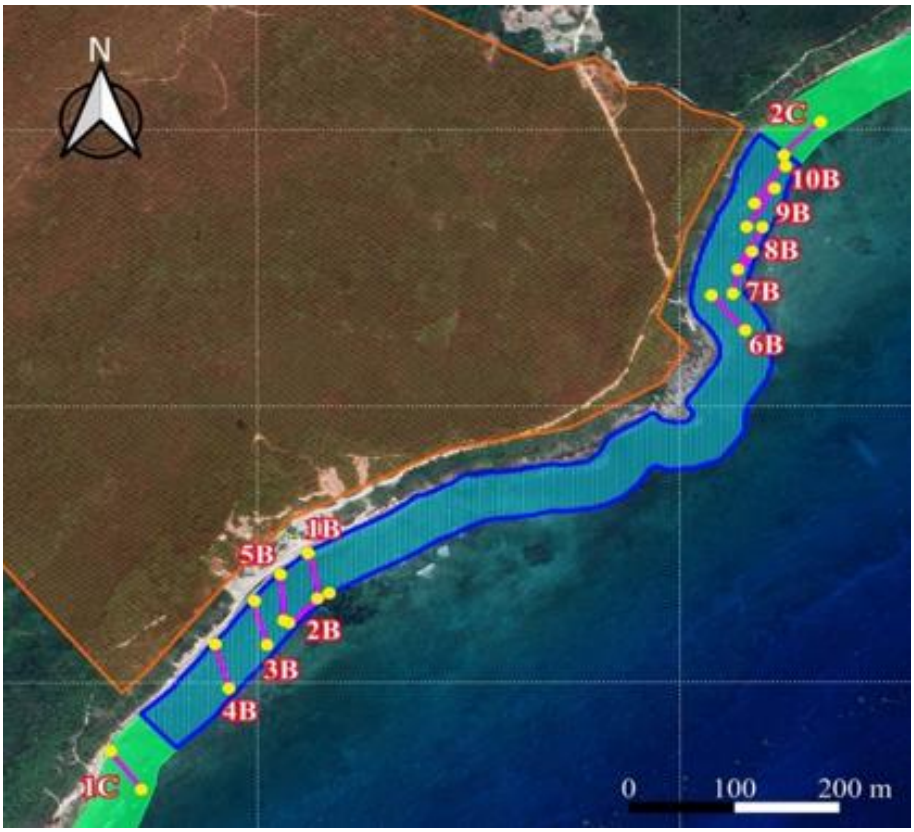


Lámina IV.47. Mapa de los transectos marinos realizados en el SAR con vista general del predio.

Análisis de resultados

Para la estimación de cobertura arrecifal, se obtuvo un total de 12 video-transectos con las cuáles se estimó la cobertura por cada transecto cubierto por cada especie o por el tipo de sustrato.

Se realizó un análisis de diversidad de especies tanto de corales como de peces con el índice de Shannon-Wiener (H´) el cuál combina el número de especies y la abundancia relativa.

$$H' = -\Sigma(\, p_i \ln(p_i))$$

H´ es el resultado del índice de Shannon-Wiener

P_i es la proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos

Para complementar los resultados obtenidos por el índice de Shannon-Wiener, también se realizó el índice de Pielou (J´) el cual mide la proporción entre la diversidad observada y su relación con la diversidad esperada. Los resultados también van del 0 al 1, el 0 significa que hay ausencia de uniformidad y el 1 significa que todas las especies son igual de abundantes.

$$J' = H'/H\ máx$$

J´ es el índice de Pielou

H´ es el índice de Shannon-Wiener

H máx. es igual al logaritmo natural (ln) de S, siendo S el número total de especies presentes

Como último índice para el análisis de datos también se realizó un análisis de equidad de especies tanto de corales como de peces con el índice de Simpson, cuyos resultados van del 0 al 1, interpretándose el 1 como menor diversidad de especies respecto a su abundancia y el 0 como la diversidad máxima,

$$D = 1 - \Sigma(p_i 2)$$

D es el índice de Simpson

P_i la proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos

Equipo

1 cámara GoPro versión 6 HERO

1 cámara GoPro versión 5HERO

50 m de cuerdas para transecto

2 tablas de trovicel

Lápices

Computadoras

Resultados

Cobertura general del SAR

En términos generales el SAR marino con un área de 71.676 hectáreas cuenta con siete tipos de cobertura bentónica, siendo el mayor porcentaje para las macroalgas con un 34.16%, aunque cabe aclarar que estas comunidades están sobre cobertura arenosa, pese a que esta solo represente el 11.77% del total de la zona, esto es debido a que las algas tienden a ocupar un porcentaje mayor en los cuadrantes debido a su cobertura. Los arrecifes rocosos como era de esperarse por las características del SAR presentan también un porcentaje significativo de 22.06%.

Tabla IV.91. Porcentajes de los sietes distintos tipos de cobertura en el SAR.

Caracterización del Ecosistema Marino del Sistema Ambiental Regional			
Nombre	Área (m^2)	Área (ha)	%
Arrecife Rocoso	158125.625	15.813	22.06
Macroalgas	244847.447	24.485	34.16
Octocorales	3383.070	0.338	0.47
Pastos Marinos y Macroalgas	3010.386	0.301	0.42
Estructura Coralina	271.015	0.027	0.04
Arena	84357.534	8.436	11.77
Sin Información	222764.365	22.276	31.08
Total	**716759.441**	71.676	**100.00**

Cobertura general del área marina frente al predio

A pesar de que en términos generales existe una mayor cobertura de las macroalgas con el 61.33% de dominancia, es importante recalcar que este tipo de algas están ligadas al sustrato arenoso, es por esto que en los muestreos se pudo apreciar una mayor cobertura arenosa.

Tabla IV.92. porcentaje de cobertura marina en el ecosistema marino frente al predio

Caracterización del Ecosistema Marino Frente al Predio			
Nombre	Área (m^2)	Área (ha)	%
Arrecife Rocoso	9282.088	0.928	18.66
Arena	5414.133	0.541	10.88
Macroalgas	30508.311	3.051	61.33
Sin Información	4537.947	0.454	9.12
Total	**49742.479**	**4.974**	**100**

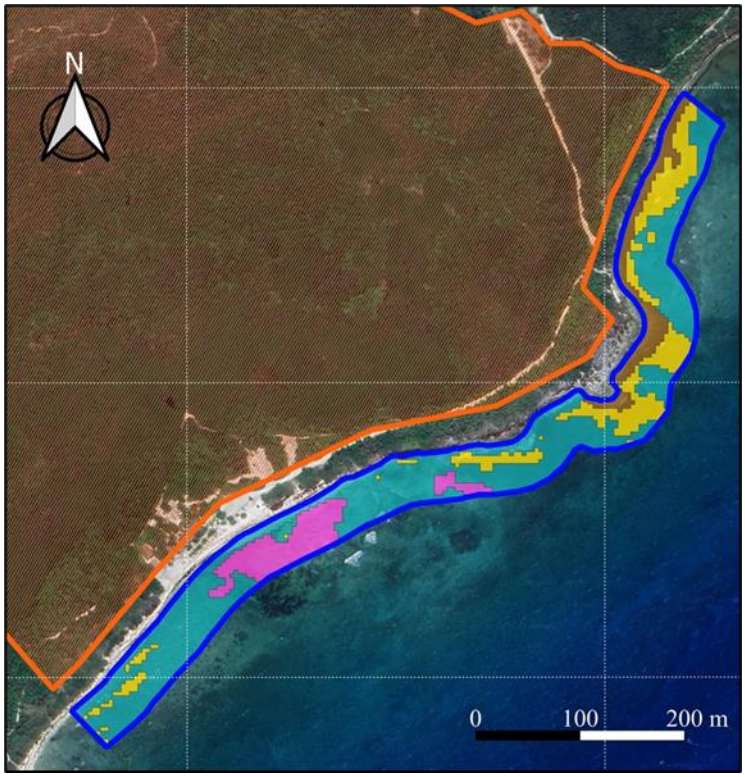


Lámina IV.48. Mapa de los tipos de cobertura presentes en la zona marina frente al predio.

Dentro de la flora marina hallada, el pasto de tortuga (*Thalassia testudinum*) cuenta con una categoría de protección, esto es debido a que provee de una cantidad importante de servicios ambientales como reducción de la energía proveniente del oleaje, reducción de exceso de iluminación, ser zonas de refugio para diversos animales, lugares de forrajeo, entre otros servicios, CONABIO (2022). En cuanto a términos de riqueza, se encontraron ocho familias con 12 especies repartidas entre macroalgas y flora marina.

Flora marina y macroalgas

Tabla IV.93. Listado de Flora Marina Macroalgas avistadas en la zona marina frente al predio.

Familia	No	Especies de Algas	NOM-059	CITES	IUCN
Caulerpaceae	1	*Caulerpa cupressoides*	NA	NA	-
Dichotomosiphonaceae	2	*Avrainvillea longicaulis*	NA	NA	-
Dictyotaceae	3	*Padina sanctae-crucis*	NA	NA	-
	4	*Stypopodium zonale*	NA	NA	-
Halimedaceae	5	*Halimeda opuntia*	NA	NA	-
	6	*Halimeda tuna*	NA	NA	-
Hydrocharitaceae	7	*Thalassia testudinum*	Pr	NA	Pr (CONABIO)

Familia	No	Especies de Algas	NOM-059	CITES	IUCN
Rhodomelaceae	8	*Alsidium triquetrum*	NA	NA	-
Sargassaceae	9	*Sargassum fluitans*	NA	NA	-
	10	*Turbinaria turbinata*	NA	NA	-
Uduteaceae	11	*Penicillus capitatus*	NA	NA	-
	12	*Rhipocephalus phoenix*	NA	NA	-

Sargassum fluitans, llegó ahí por arribazón, aunque su presencia fue relativamente menor si se compara con playas cercanas a la zona. En cuanto al alga roja *Alsidium triquetrum* se encontró en la zona en cantidades significativas, esto puede ser debido a su relación con los sistemas arrecifales y en particular con el frente arrecifal, Ferreira *et al* (2022).

Fauna marina

En los muestreos marinos llevados a cabo en la zona marina frente al predio se contabilizaron 20 especies de coral, agrupados en 10 familias, 13 de los cuales son formadores de arrecifes o escleractinios y en cuanto a términos de manejo solamente 8 no aparecen al algún listado de protección.

Tabla IV.94. Listado de corales avistados en la zona marina frente al predio.

Familia	No	Especies de Coral	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
Agariciidae	1	*Agaricia agaricites*	Coral lechuga	NA	Apéndice II	VU
	2	*Agaricia humilis*	Coral plato	NA	Apéndice II	CR
Acroporidae	3	*Acropora palmata*	Coral cuerno de alce	Pr	Apéndice II	CR
Briareidae	4	*Briareum asbestinum*	Coral dedo blando	NA	NA	-
Gorgoniidae	5	*Gorgonia flabellum*	Abanico de mar	NA	NA	-
	6	*Gorgonia mariae*	Abanico de mar	NA	NA	-
	7	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	NA	NA	-
Milleporidae	8	*Millepora complanata*	Coral de fuego	NA	Apéndice II	CR
Mussidae	9	*Diploria labyrinthiformis*	Coral cerebro estriado	NA	Apéndice II	CR
	10	*Pseudodiploria clivosa*	Coral cerebro	NA	Apéndice II	NT

Familia	No	Especies de Coral	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
	11	*Pseudodiploria strigosa*	Coral cerebro	NA	Apéndice II	CR
Plexauridae	12	*Eunicea clavigera*	Coral blando	NA	NA	-
	13	*Eunicea flexuosa*	Coral blando	NA	NA	-
	14	*Eunicea laxispica*	Coral blando	NA	NA	-
	15	*Plexaura homomalla*	Abanico de mar	Pr	NA	-
Pocilloporidae	16	*Madracis auretenra*	-	NA	Apéndice II	LC
Poritidae	17	*Porites astreoides*	Coral mostaza	NA	Apéndice II	LC
	18	*Porites furcata*	Coral de dedos	NA	Apéndice II	LC
	19	*Porites porites*	Coral de dedos	NA	Apéndice II	LC
Rhizangiidae	20	*Siderastrea siderea*	Coral estrella masiva	NA	Apéndice II	CR

Si bien los corales son de suma importancia, es necesario recalcar que estos a su vez dependen de sus interacciones con otros animales, una de estas interacciones más importantes es la que tienen con el erizo de mar *Diadema antillana*, pues como reporta Lessios (2016) la relevancia de los erizos diadema se halla en la forma de control biológico de algas y por ende en la reducción de competencia de los corales, así como una mayor tasa de supervivencia en los juveniles.

En el caso de la demás fauna marina, fueron hallados 24 especies de peces óseos, dos de estos están bajo protección especial de la NOM-059; se divisaron también tres especies de erizos de mar, un gusano de fuego, una anémona y una langosta haciendo un total de 30 especies ubicadas en la zona además de los corales. Dentro de los peces más importantes en el sitio, se puede resaltar a la familia Scaridae, representado por *Scarus iseri* y por *Sparisoma viride*, los cuales se ha demostrado por varios autores que sirven como controladores de macroalgas y así prevenir la conquista de estas frente a los arrecifes coralinos, y pese a que se ha comprobado que algunas especies como *S. iseri* pueden llegar a alimentarse de corales, esto no es significativo hacia un efecto negativo con los corales, Mumby (2009).

Tabla IV.95. Listado de peces hallados en la zona marina frente al predio.

Familia	No	Especies de Peces	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
Acanthuridae	1	*Acanthurus bahianus*	Cirujano pardo	-	-	-

Familia	No	Especies de Peces	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
	2	*Acanthurus coeruleus*	Cirujano azul	NA	NA	LC
	3	*Acanthurus guttatus*	Cirujano de puntos blancos	NA	NA	LC
	4	*Acanthurus tractus*	Cirujano	-	-	-
Chaetodontidae	5	*Chaetodon ocellatus*	Mariposa perla amarilla	NA	NA	LC
Haemulidae	6	*Haemulon aurolineatum*	Ronco jeníguaro	NA	NA	LC
	7	*Haemulon flavolineatum*	Ronco condenado	NA	NA	LC
	8	*Haemulon melanurum*	Ronco lomo manchado	NA	NA	LC
Monacanthidae	9	*Cantherhines pullus*	Lija colorada	NA	NA	LC
Labridae	10	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	NA	NA	LC
	11	*Halichoeres radiatus*	Doncella azulada	NA	NA	LC
	12	*Thalassoma bifasciatum*	Señorita caribeña cabeza azul	NA	NA	LC
	13	*Xyrichtys martinicensis*	Cuchillo llorón	NA	NA	LC
Lophiidae	14	*Lophiodes reticulatus*	Rape hocicón	NA	NA	LC
Lutjanidae	15	*Lutjanus apodus*	Pargo canchix	NA	NA	LC
Ostraciidae	16	*Acanthostracion quadricornis*	Torito cornudo	NA	NA	LC
	17	*Lactophrys bicaudalis*	Chapín pintado	NA	NA	LC
	18	*Lactophrys trigonus*	Chapín búfalo	NA	NA	LC
	19	*Lactophrys triqueter*	Pez cofre	NA	NA	LC
Pomacentridae	20	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	NA	NA	LC
	21	*Stegastes diencaeus*	Chopita mostaza	NA	NA	LC
Pomacanthidae	22	*Pomacanthus paru*	Gallineta negra	NA	NA	LC
Scaridae	23	*Scarus iseri*	Loro listado	Pr	NA	LC
	24	*Sparisoma viride*	Loro verde azul	Pr	NA	LC

Tabla IV.96. Listado de otras especies faunísticas halladas en el sitio.

Familia	No	Especies de Invertebrados	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
Actiniiidae	1	*Bunodosoma granuliferum*	Anémona	NA	NA	-
Amphinomidae	2	*Eurythoe complanata*	Gusano de fuego	NA	NA	-
Diadematidae	3	*Diadema antillana*	Erizo de mar	NA	NA	-
Echinometriadea	4	*Echinometra lucunter*	Erizo de las rocas	NA	NA	-
Palinuridae	5	*Panulirus argus*	Langosta del Caribe	NA	NA	-
Toxopneustidae	6	*Tripneustes ventricosus*	Erizo del mar blanco	NA	NA	-

En la región el cuerno de alce se ha visto mermado en cuanto a población, esto en parte a la enfermedad conocida como blanqueamiento de coral y el gran cambio que está teniendo su hábitat, ya que se reporta que necesita ciertas condiciones específicas para poder reproducirse asexual o sexualmente, como la constancia de tormentas, una situación basten alarmante pues se recalca que ningún otro organismo coralino podría reemplazar su rol ya que ningún otro crece a los ritmos que este y brinda la complejidad estructural adecuada, (Bruckner, 2002).

Para el caso de la familia Scaridae, dos especies cuentan con protección por parte de la NOM-059, esto es debido a que cuentan con una pérdida de hábitat al estar asociados al coral cuerno de alce, lo que ha llevado que se pierdan grandes densidades de estas dos especies, a su vez, también existe el riesgo de un impacto antropológico por lo cual se dictaminó la conservación de estas dos especies (DOF,2018).

Tabla IV.97. Listado de organismos sujetos a la NOM-059

Familia	No	Especie	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
Acroporidae	1	*Acropora palmata*	Coral cuerno de alce	Pr	Apéndice II	CR
Plexauridae	*2*	*Plexaura homomalla*	Abanico de mar	Pr	NA	LC
Scaridae	3	Scarus iseri	Loro listado	Pr	NA	LC
	4	Sparisoma viride	Loro verde azul	Pr	NA	LC

Familia	No	Especie	Nombre común	NOM-059	CITES	IUCN
Hydrocharitaceae	5	Thalassia testudinum	Hierba de tortuga	Pr	NA	Pr (CONABIO)

Fauna potencial

Se presenta una serie de listas de fauna potencial con datos obtenidos de la CONABIO (2023) que recopila información de especies sujetas a protección de la NOM-059, la IUCN y el CITES. LC significa preocupación menor, VU, especie vulnerable; EN, especie en peligro; DD, falta de datos; P, en peligro de extinción y NT significa casi amenazado.

La tabla siguiente muestra información de tiburones y rayas con potencial distribución en el sistema ambiental marino, de las siete especies potenciales todas están bajo alguna categoría de vulnerabilidad y el tiburón cabeza de pala está en el acuerdo del CITES apéndice II.

Tabla IV.98. Fauna potencial de Peces condrictios en la zona marina.

Familia	No	Nombre científico	Nombre común principal	Norma Oficial Mexicana NOM-059	IUCN	CITES
Carcharhinidae	1	*Carcharhinus leucas*	Tiburón toro	-	VU	-
Dasyatidae	2	*Hypanus americanus*	Raya látigo	-	NT	-
	3	*Hypanus sabinus*	Raya látigo de espina	-	LC	-
Ginglymostomatidae	4	*Ginglymostoma cirratum*	Tiburón gata	-	VU	-
Potamotrygonidae	5	*Styracura schmardae*	Levisa	-	EN	-
Sphyrnidae	6	*Sphyrna tiburo*	Cornuda cabeza de pala	-	EN	Apéndice II
Urotrygonidae	7	*Urobatis jamaicensis*	Raya redonda de estero	-	LC	-

Debido a que enfrente del predio se identificó una zona de anidación de la tortuga verde *Chelonia mydas*; se recalca la fauna potencial de los reptiles marinos en los cuales también se engloba a la tortuga caguama *Caretta caretta*. Ambas especies cuentan con la categoría de en peligro de extinción (P) de la IUCN y ambas aparecen en el Apéndice I del CITES lo que significa que se prohíbe su comercio internacional.

Tabla IV.99. Fauna potencial de herpetofauna marina.

Familia	No	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	IUCN	CITES
Cheloniidae	1	*Caretta caretta*	Tortuga caguama	-	P	Apéndice I
	2	*Chelonia mydas*	Tortuga verde	-	P	Apéndice I

Se estima que para la zona hay potencialmente 96 especies de peces además de las ya registradas en los transectos, de estas cuatro están sujetas a la protección de la NOM-059, dos de estas siendo especies de peces loro que cuentan con protección especial esto debido a su relación con los arrecifes.

Tabla IV.100. Fauna potencial de peces óseos.

Familia	No	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Acanthuridae	1	Acanthurus chirurgus	Cirujano rayado	-	LC	-
Antennariidae	2	Histrio histrio	Pez sargazo	-	LC	-
Apogonidae	3	Apogon binotatus	Cardenal rayado	-	LC	-
	4	Apogon maculatus	Cardenal manchado	-	LC	-
	5	Astrapogon stellatus	Cardenal del cobo	-	LC	-
Atherinidae	6	Atherinomorus stipes	Tinícalo cabezón	-	LC	-
Aulostomidae	7	Aulostomus maculatus	Pez trompeta	-	LC	-
Belonidae	8	Tylosurus acus	Agujón del Atlántico	-	LC	-
	9	Tylosurus crocodilus	Agujón lisero	-	LC	-
Blenniidae	10	Parablennius marmoreus	Borracho marmóreo	-	LC	-
	11	Scartella cristata	Borracho peineta	-	LC	-
Bothidae	12	Bothus lunatus	Lenguado lunado	-	LC	-
Carangidae	13	Caranx crysos	Cojinuda negra	-	LC	-
	14	Caranx hippos	Jurel amarillo común	-	LC	-
	15	Caranx latus	Jurel blanco	-	LC	-
	16	Caranx ruber	Cojinuda carbonera	-	LC	-
	17	Selene vomer	Jorobado penacho	-	LC	-
	18	Trachinotus falcatus	Pámpano palometa	-	LC	-
	19	Trachinotus goodei	Palometa	-	LC	-
Centropomidae	20	Centropomus undecimalis	Robalo blanco	-	LC	-
Chaenopsidae	21	Acanthemblemaria spinosa	Tubícola cabeza espinosa	-	LC	-
Chaetodontidae	22	Chaetodon capistratus	Pez mariposa de cuatro ojos	-	LC	-
	23	Chaetodon striatus	Mariposa rayada	-	LC	-
Cichlidae	24	Petenia splendida	Tenguayaca	-	LC	-
	25	Thorichthys meeki	Mojarra boca de fuego	-	LC	-
	26	Rocio octofasciata	Cíclido de ocho bandas	-	NT	-
	27	Mayaheros urophthalmus	Mojarra del sureste	-	LC	-
Clupeidae	28	Harengula humeralis	Sardinita de ley	-	LC	-
Diodontidae	29	Diodon hystrix	Pez erizo pecoso	-	LC	-
Eleotridae	30	Eleotris perniger	Guavina espinosa	-	LC	-
	31	Gobiomorus dormitor	Guavina bocón	-	LC	-
	32	Guavina guavina	Guavina	-	LC	-
Elopidae	33	Elops saurus	Machete del Atlántico	-	LC	-
Ephippidae	34	Chaetodipterus faber	Chabela	-	LC	-
Fistulariidae	35	Fistularia commersonii	Corneta pintada	-	LC	-
Gerreidae	36	Eucinostomus melanopterus	Mojarra de ley	-	LC	-
	37	Gerres cinereus	Mojarra trompetera	-	LC	-
Gobiesocidae	38	Acyrtops beryllinus	Chupapiedra esmeralda	-	LC	-
Gobiidae	39	Bathygobius soporator	Mapo aguado	-	LC	-

Familia	No	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
	40	Lophogobius cyprinoides	Gobio gallo	-	LC	-
	41	Barbulifer ceuthoecus	Bearded goby	-	LC	-
Haemulidae	42	Anisotremus virginicus	Burro payaso	-	LC	-
	43	Haemulon carbonarium	Ronco carbonero	-	LC	-
	44	Haemulon parra	Boquilla	-	LC	-
	45	Haemulon sciurus	Ronco carité	-	LC	-
Heptapteridae	46	Rhamdia guatemalensis	Juil descolorido	Pr	LC	-
Holocentridae	47	Holocentrus rufus	Candil rufo	-	LC	-
	48	Neoniphon vexillarium	Carajuelo oscuro	-	LC	-
Ictaluridae	49	Ictalurus furcatus	Bagre azul	-	LC	-
Kyphosidae	50	Kyphosus sectatrix	Chopa blanca	-	LC	-
	51	Kyphosus vaigiensis	Chopa	-	LC	-
Labridae	52	Halichoeres garnoti	Doncella cabeciamarilla	-	LC	-
Labrisomidae	53	Labrisomus nuchipinnis	Trambollo peludo	-	LC	-
	54	Malacoctenus versicolor	Trambollo multicolor	-	LC	-
	55	Paraclinus fasciatus	Trambollito ocelado	-	LC	-
	56	Paraclinus nigripinnis	Trambollito aletinegra	-	LC	-
	57	Gobioclinus bucciferus	Trambollo fumador	-	LC	-
	58	Brockius nigricinctus	Trambollo lunado	-	LC	-
	59	Gobioclinus kalisherae	Trambollo velloso	-	LC	-
Lutjanidae	60	Lutjanus analis	Pargo criollo	-	LC	-
	61	Lutjanus apodus	Pargo canchix	-	LC	-
	62	Lutjanus griseus	Pargo mulato	-	LC	-
	63	Lutjanus mahogoni	Pargo ojón	-	LC	-
Megalopidae	64	Megalops atlanticus	Sábalo	-	VU	-
Monacanthidae	65	Aluterus scriptus	Pez lija pintado	-	LC	-
	66	Monacanthus tuckeri	Lija reticulada	-	LC	-
Muraenidae	67	Echidna catenata	Morena cadena	-	LC	-
	68	Echidna nocturna	Morena pecosa	-	LC	-
	69	Gymnothorax funebris	Morena verde	-	LC	-
	70	Gymnothorax miliaris	Morena dorada	-	LC	-
	71	Gymnothorax moringa	Morena manchada	-	LC	-
Ostraciidae	72	Acanthostracion polygonius	Torito hexagonal	-	LC	-
Poeciliidae	73	Gambusia affinis	Guayacón mosquito	-	LC	-
	74	Gambusia yucatana	Guayacón yucateco	-	LC	-
	75	Poecilia mexicana	Topote del Atlántico	-	LC	-
	76	Poecilia orri	Topote de manglar	-	LC	-
	77	Poecilia reticulata	Gupi africano	-	LC	-
	78	Poecilia velifera	Topote aleta grande	A	VU	-
Pomacanthidae	79	Pomacanthus arcuatus	Gallineta café	-	LC	-
	80	Abudefduf taurus	Petaca toro	-	LC	-
	81	Microspathodon chrysurus	Jaqueta coliamarilla	-	LC	-
	82	Stegastes adustus	Jaqueta prieta	-	-	-
	83	Stegastes leucostictus	Jaqueta bonita	-	-	-
	84	Stegastes planifrons	Jaqueta de tres puntos	-	-	-
Rivulidae	85	Cynodonichthys tenuis	Almirante del hule	-	DD	-

Familia	No	Nombre científico	Nombre común	NOM-059	IUCN	CITES
Scaridae	86	Sparisoma aurofrenatum	Loro manchado	Pr	LC	-
	87	Sparisoma rubripinne	Loro coliamarilla	Pr	LC	-
Sciaenidae	88	Pareques acuminatus	Payasito largo	-	LC	-
	89	Pogonias cromis	Tambor negro	-	LC	-
Scorpaenidae	90	Pterois volitans	Pez león asiático	-	-	-
Serranidae	91	Rypticus subbifrenatus	Jabonero punteado	-	LC	-
	92	Serranus tigrinus	Serrano arlequín	-	LC	-
Sparidae	93	Archosargus probatocephalus	Sargo chopa	-	LC	-
Sphyraenidae	94	Sphyraena barracuda	Barracuda gigante	-	LC	-
	95	Synbranchus marmoratus	Anguila de lodo	-	LC	-
Tetraodontidae	96	Canthigaster rostrata	Tamborín narizón	-	LC	-
	97	Sphoeroides pachygaster	Botete chato	-	LC	-

Diversidad y estimación bentónica

Transecto 1

En el primer transecto se obtuvieron tres tipos de cobertura marina, siendo el más abundante el sustrato arenoso, llegando a cubrir hasta el 50% de todo el transecto, después le sigue la cobertura algal, en este caso la especie de alga roja *Alsidium triquetrum* con un 30% de cobertura, como último tipo de suelo marino encontrado estuvo el de tipo rocoso con un 20% de cobertura.

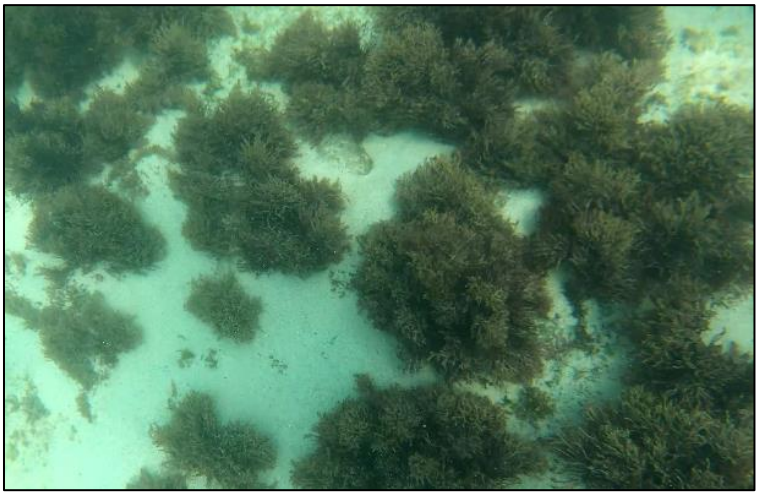


Imagen IV.7. Alga roja presente en el transecto 1.

Respecto a la diversidad en este transecto, solo se realizó el análisis de datos de los peces hallados en el sitio ya que no se encontraron corales presentes, en este caso solo fueron dos especies de peces las presenciadas.

Como resultados del análisis, se confirma que el índice H' fue relativamente alto con un valor de 0.610, esto se explica porque la máxima diversidad posible (H máx) del transecto es de 0.693, por lo tanto, al ser la H´

cercana a la H máx se interpreta que se obtuvo un valor alto, por otro lado, la equidad (J´) observada fue de 0.881 lo cual indica que esta es alta debido a que, al ser solo dos especies con frecuencias relativamente similares, se obtiene por lo tanto una abundancia relativa parecida entre las dos . Para el caso de índice de Simpson, el resultado fue de 0.42, esto significa que existe una dominancia mediana entre las dos especies, favoreciendo al *Abudefduf saxatilis*.

Tabla IV.101. Índice del Shannon-Wiener para el transecto 1, en este caso solo se pudieron observar dos especies de peces

Transecto 1-Peces-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener (H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	7	0.7	-0.356674944	-0.249672461
2	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	3	0.3	-1.203972804	-0.361191841
2						
		N	10	1		-0.6109
					Índice de Shannon-Wiener	0.6109
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	0.6931
					Equidad (J´)	0.8813

Tabla IV.102. Índice de Simpson en el Transecto 1

Transecto 1-Cálculo del índice de Simpson					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	7	0.7	0.49
2	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	3	0.3	0.09
2		*N*	10	1	0.58
				Índice de Simpson λ	0.42
				Dominancia	0.58

Transecto 2

En este recorrido solo se pudieron apreciar dos tipos de coberturas, siendo la principal la arena con un 60% de cobertura, el otro porcentaje restante es debido a la presencia de arrecife rocoso que se presentó en forma de parches arrecifales de distintos tamaños en los cuales estaban asociadas algunas colonias de corales, principalmente los blandos.



Imagen IV.8. Parche de arrecife rocoso visto en el transecto 2.

Para el caso de este recorrido sí se pudo obtener datos tanto de peces como de corales, en cuanto a estos últimos solos tres especies fueron encontradas de estas tres, la más abúndate fue la *Gorgonia ventalina*. Para el caso de los peces, cuatro aparecieron en el recorrido, siendo el más abundante el *Thalassoma bifasciatum*.

El índice H´ indicó que la diversidad del sitio fue alta para los corales dando un resultado de 0.997 con respecto al H máx siendo este de 1.098, por lo cual, ambos se aproximan a un valor similar. A su vez la J´ reflejó una equidad alta de 0.9077 reflejando así que existe una abundancia relativa similar entre todas las especies. Por otro lado, el Índice de Simpson reflejó un resultado de 0.595, esto quiere decir que sí existe un coral con mayor dominancia, siendo este el Abanico de mar.

Tabla IV.103. Índice de Shannon-Wiener del transecto 2, resultados de corales

Transecto 2-Corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Porites astreoides*	Coral mostaza	4	0.2	-1.609437912	-0.321887582
2	*Eunicea flexuosa*	Eunicea	5	0.25	-1.386294361	-0.34657359
3	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	11	0.55	-0.597837001	-0.32881035
3						
		N	20	1		-0.997271523
Índice de Shannon-Wiener						0.997271523
Máxima diversidad del ecosistema (H máx)						1.098612289
Equidad (J´)						0.90775566

Tabla IV.104. Índice de Simpson para los corales del transecto 2.

Transecto 2-Cálculo del índice de Simpson- corales					
N°	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	$p(i)^2$
1	*Porites astreoides*	Coral mostaza	4	0.2	0.04
2	*Eunicea flexuosa*	Eunicea	5	0.25	0.0625
3	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	11	0.55	0.3025
3		*N*	20	1	
				Índice de Simpson λ	0.595
				Dominancia	0.405

Los datos de los peces observados arrojaron resultados como una diversidad relativa también alta al igual que los corales, siendo H' de 1.236 con respecto al de máxima diversidad del ecosistema con 1.386, la equidad también fue alta arrojando el valor de 0.892 y con respecto a la dominancia de alguna especie, el índice de Simpson indica que existen una dominancia moderada, puesto que dos especies tienen una frecuencia elevada en comparación con las otras dos restantes.

Tabla IV.105. Índice de Shannon-Wiener del transecto 2, resultados de peces

Transecto 2-Peces-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	2	0.166666667	-1.791759469	-0.298626578
2	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	5	0.416666667	-0.875468737	-0.364778641
3	*Stegastes diencaeus*	Jaqueta Miel	4	0.333333333	-1.098612289	-0.366204096
4	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	1	0.083333333	-2.48490665	-0.207075554
4						
		N	12	1		-1.236684869
					Índice de Shannon-Wiener	1.236684869
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.386294361
					Equidad (J´)	0.892079564

Tabla IV.106. Índice de Simpson para los peces del transecto 2

Transecto 2-Cálculo del índice de Simpson-peces					
N°	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	p(i)2
1	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	2	0.166666667	0.027777778
2	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	5	0.416666667	0.173611111
3	*Stegastes diencaeus*	Jaqueta Miel	4	0.333333333	0.111111111
4	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	1	0.083333333	0.006944444
4		*N*	12	1	
				Índice de Simpson λ	0.680555556
				Dominancia	0.319444444

Transecto 3

Este recorrido también contó con solo dos tipos de suelo, el más dominante siendo la arena en un 70% y el 30% que quedó es perteneciente a los parches de arrecife rocoso y debido a que este sitio en términos generales es parecido al transecto anterior, también se obtuvieron datos tanto de peces como de corales.



Imagen IV.9. Transecto 3 en el cual se puede apreciar otro parche arrecifal

Durante el recorrido de este transecto, se pudo confirmar la presencia cinco corales, la mayoría de estos siendo los corales duros, destacando al coral dedo por su abundancia y al coral de fuego, debido a que, al contacto con la piel, se puede sentir urticaria. En cuanto a los peces solo cinco fueron reportados, en este caso *Thalassoma bifasciatum* fue el que mayor abundancia tuvo, obteniendo casi la mitad de la frecuencia total.

Para los corales, sí existió una diferencia considerable entre el índice de Shannon-Wiener y la máxima diversidad del ecosistema, esto debido a que en el índice se obtuvo el valor de 1.311 y en el H máx un resultado de 1.609, este resultado es explicado porque la frecuencia afecta directamente a la diversidad

relativa y en este caso el coral *Porites porites* obtuvo la mitad del total de la frecuencia. Por su parte el valor de la equidad fue de 0.814, esto indica que la distribución no fue tan uniforme, esto debido por su puesto al coral antes mencionado. Finalmente, con el índice de Simpson se obtuvo el valor de 0.670, lo cual se afirma que sí existe cierta dominancia en el transecto.

Tabla IV.107. Índice de Shannon-Wiener del transecto 3, resultados de corales.

Transecto 3-Corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Gorgonia ventalina	Abanico de mar	5	0.208333333	-1.568615918	-0.326794983
2	Millepora complanata	Coral de fuego	4	0.166666667	-1.791759469	-0.298626578
3	Porites porites	Coral dedo	12	0.5	-0.693147181	-0.34657359
4	Porites astreoides	Coral mostaza	2	0.083333333	-2.48490665	-0.207075554
5	Siderastrea siderea	Coral estrella masiva	1	0.041666667	-3.17805383	-0.13241891
5						
		N	24	1		-1.311489615
					Índice de Shannon-Wiener	1.311489615
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.609437912
					Equidad (J´)	0.814874314

Tabla IV.108. Índice de Simpson para los corales del transecto 3

Transecto 3-Cálculo del índice de Simpson-Corales					
N°	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	p(i)2
1	Gorgonia ventalina	Abanico de mar	5	0.208333333	0.043402778
2	Millepora complanata	Coral de fuego	4	0.166666667	0.027777778
3	Porites porites	Coral dedo	12	0.5	0.25
4	Porites astreoides	Coral mostaza	2	0.083333333	0.006944444
5	Siderastrea siderea	Coral estrella masiva	1	0.041666667	0.001736111
5		*N*	24	1	
				Índice de Simpson λ	0.670138889
				Dominancia	0.329861111

Los análisis de datos de los peces presentaron al igual que con los corales una diversidad relativa mermada con respecto a la H máx (1.119 y 1.386 respectivamente), esto porque hubo una notoria diferencia entre la frecuencia de abundancia entre las especies, siendo el *T. bifasciatum* el que mayor aparición tuvo, con un poco más de la mitad de la abundancia total, esto por consiguiente impactó en la equitatividad con un resultado de 0.807. En cuanto al índice de Simpson, el resultado fue una diversidad moderada esto porque como dicho anteriormente, un pez tiene una alta frecuencia.

Tabla IV.109. Índice de Shannon-Wiener del transecto 3, resultados de peces.

Transecto 3-Peces-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Thalassoma bifasciatum	Cara de cotorra	11	0.523809524	-0.646627165	-0.338709467
2	Stegastes diencaeus	Jaqueta Miel	3	0.142857143	-1.945910149	-0.277987164
3	Halichoeres bivittatus	Doncella rayada	1	0.047619048	-3.044522438	-0.144977259
4	Abudefduf saxatilis	Sargento mayor de las Antillas	6	0.285714286	-1.252762968	-0.357932277
4						
		N	21	1		-1.119606167
					Índice de Shannon-Wiener	1.119606167
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.386294361
					Equidad (J´)	0.807625133

Tabla IV.110. Índice de Simpson para los peces del transecto 3

Transecto 3-Cálculo del índice de Simpson-peces					
N°	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	p(i)2
1	Thalassoma bifasciatum	Cara de cotorra	11	0.523809524	0.274376417
2	Stegastes diencaeus	Jaqueta Miel	3	0.142857143	0.020408163
3	Halichoeres bivittatus	Doncella rayada	1	0.047619048	0.002267574
4	Abudefduf saxatilis	Sargento mayor de las Antillas	6	0.285714286	0.081632653
		N	21	1	
				Índice de Simpson λ	0.621315193
				Dominancia	0.378684807

Transecto 4

El muestreo realizado para esta zona indicó que a pesar de que la dominancia en cuanto cobertura para la arena fue del 50%, también hubo un porcentaje considerable del 40% perteneciente a pequeños parches de arrecifes rocosos, lo cual a su vez ayudó a la proliferación de algas calcáreas, las cuales también ayudan en la formación de los arrecifes, sin embargo, en el transecto estas solo cubrían el 10% de cobertura.

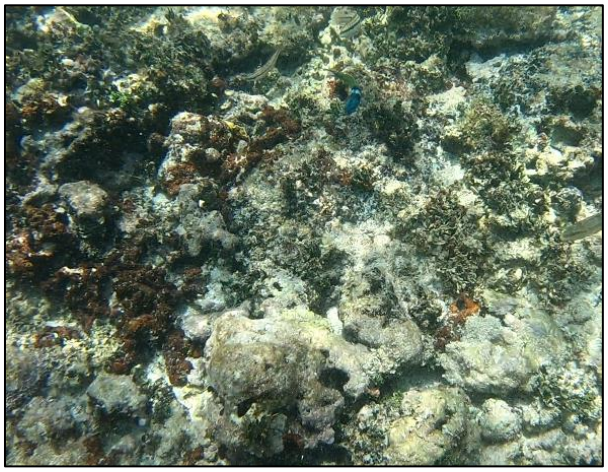


Imagen IV.10. Se observa un pequeño parche de arrecife rocoso en el cual se pueden encontrar algas calcáreas.

En cuanto al análisis de datos para este transecto, en términos generales, los resultados mostraron que, debido al tipo de composición de esa zona, no hubo tanta riqueza de especies de corales, tan solo dos fueron halladas, por otro lado, en cuanto a los peces, se observaron seis especies, siendo el *Abudefduf saxatilis* el más abundade e incluso se vio la presencia de un pez mediano conocido comúnmente como ronco o *Haemulon melanurum*.

También en este recorrido se pudo apreciar al coral de fuego, siendo incluso el más abundante en esta ocasión, dicho lo anterior, el índice de diversidad relativa dio como resultado 0.598, esto se puede interpretar como una diversidad mediana, primero porque solo se encontraron dos especies y segundo porque de esas dos, hubo una dominancia por parte de una, esto es reafirmado con el H máx de 0693. En cuanto a la equidad, es relativamente alta, aunque se debe tomar la consideración de que solo fueron dos especies y para el índice de Simpson el valor reflejado es de 0.4081, esto es que la existe una diversidad medianamente alta pero que no es del todo óptima debido a que hay una cierta dominancia por parte de una especie.

Tabla IV.111. Índice de Shannon-Wiener del transecto 4, resultados de corales.

Transecto 4-corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Millepora complanata*	Coral de fuego	5	0.714285714	-0.336472237	-0.240337312
2	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	2	0.285714286	-1.252762968	-0.357932277
2		N	7	1		-0.598269589
					Índice de Shannon-Wiener	0.598269589
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	0.693147181
					Equidad (J´)	0.863120569

Tabla IV.112. Índice de Simpson del transecto 4, resultados de corales.

Transecto 4-Cálculo del índice de Simpson-corales					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**p(i)^2**
1	*Millepora complanata*	Coral de fuego	5	0.714285714	0.510204082
2	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	2	0.285714286	0.081632653
		N	7	1	
				Índice de Simpson λ	0.408163265
				Dominancia	0.591836735

El caso de los peces es distinto esto porque fueron seis especies las observadas, de las cuales tres presentaron una mayor abundancia, esto se deja en claro en el Índice de Simpson dando un valor de 0.777 o en otras palabras que tres especies fueron más abundantes en comparación con las restantes. Por otro lado, la H' también se vio afectada por esto, ya que es el resultado obtenido fue de 1.602 en contraste con el H máx de 1.7917, lo cual significa que a pesar de que sí existe algo de diversidad, esta se ve afectada por la dominancia de algunas especies.

Tabla IV.113. Índice de Shannon-Wiener del transecto 4, resultados de peces.

Transecto 4-peces-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Stegastes diencaeus*	Jaqueta Miel	2	0.066666667	-2.708050201	-0.18053668
2	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	7	0.233333333	-1.455287233	-0.339567021
3	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	9	0.3	-1.203972804	-0.361191841
4	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	7	0.233333333	-1.455287233	-0.339567021
5	*Halichoeres radiatus*	Doncella azulada	4	0.133333333	-2.014903021	-0.268653736
6	*Haemulon melanurum*	Ronco de lomo prieto	1	0.033333333	-3.401197382	-0.113373246
6		*N*	30	1		-1.602889545
					Índice de Shannon-Wiener	1.602889545

Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.791759469
Equidad (J´)	0.894589688

Tabla IV.114. Índice de Simpson del transecto 4, resultados de peces.

Transecto 4-Cálculo del índice de Simpson-peces					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**p(i)^2**
1	*Stegastes diencaeus*	Jaqueta Miel	2	0.066666667	0.004444444
2	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	7	0.233333333	0.054444444
3	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	9	0.3	0.09
4	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	7	0.233333333	0.054444444
5	*Halichoeres radiatus*	Doncella azulada	4	0.133333333	0.017777778
6	*Haemulon melanurum*	Ronco de lomo prieto	1	0.033333333	0.001111111
6		*N*	30	1	
				Índice de Simpson λ	0.777777778
				Dominancia	0.222222222

Transecto 5

Como en otras locaciones anteriores, este recorrido también tuvo una dominancia de la arena con el 55% de cobertura, no obstante, esto no impidió que en los parches arrecifales también observados (cobertura del 30%), hayan proliferados otro tipo de coberturas como coral duro con especies como el *Porites porites* (5%), octocorales (5%), algas rojas (5%) y algas calcáreas (5%).



Imagen IV.11. Parche arrecifal visto en el transecto 5

En este transecto se pudieron ver al menos nueve especies de animales, repartidos en tres especies de corales en donde una vez más se hace la consideración de que también se hallaron corales de fuego, aunque en menor medida que en transecto anterior. En cuanto a los peces, seis especies fueron las observadas.

La diversidad de este recorrido fue relativamente alta si se compara con la H máx con valores de 1.078 y 1.098 respectivamente, esto es explicado porque las tres especies tuvieron una frecuencia muy similar lo cual también derivó a que J' fuera también alta con 0.982. El índice de Simpson arrojó el resultado de 0.6530, esto quiere decir que hubo una diversidad moderadamente alta

Tabla IV.115. Índice de Shannon-Wiener del transecto 5, resultados de corales.

Transecto 5-corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Millepora complanata*	Coral de fuego	3	0.428571429	-0.84729786	-0.363127654
2	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	2	0.285714286	-1.252762968	-0.357932277
3	*Porites astreoides*	Coral mostaza	2	0.285714286	-1.252762968	-0.357932277
3		*N*	7	1		-1.078992208
					Índice de Shannon-Wiener	1.078992208
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.098612289
					Equidad (J´)	0.982141033

Tabla IV.116. Índice de Simpson del transecto 5, resultados de corales.

Transecto 5-Cálculo del índice de Simpson-corales					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	Millepora complanata	Coral de fuego	3	0.428571429	0.183673469
2	Gorgonia ventalina	Abanico de mar	2	0.285714286	0.081632653
3	Porites astreoides	Coral mostaza	2	0.285714286	0.081632653
3		N	7	1	
				Índice de Simpson λ	0.653061224
				Dominancia	0.346938776

A pesar de que hubo una considerable riqueza con la aparición de seis especies, su frecuencia sí fue dispar, esto porque tan solo dos especies tuvieron más de la mitad de la frecuencia total, esto dio como valores de H´ de 1.575 y un valor de 1.791 de H máx en donde se puede apreciar con claridad una notable diferencia entre esos dos valores, a pesar de ellos la equidad se mantuvo relativamente alta (0.879). En cuanto el índice de Simpson era de esperase que fuera bajo (0.775) porque como dicho anteriormente, unas pocas especies poseían una gran abundancia con respecto a las demás.

Tabla IV.117. Índice de Shannon-Wiener del transecto 5, resultados de peces.

Transecto 5-corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Stegastes diencaeus*	Jaqueta Miel	8	0.186046512	-1.681758574	-0.312885316
2	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	9	0.209302326	-1.563975538	-0.327343717
3	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	11	0.255813953	-1.363304843	-0.348752402
4	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	12	0.279069767	-1.276293466	-0.356174921
5	*Xyrichtys martinicensis*	Cuchillo llorón	1	0.023255814	-3.761200116	-0.08746977
6	*Halichoeres radiatus*	Doncella azulada	2	0.046511628	-3.068052935	-0.142700137
6		N	43	1		-1.575326262
					Índice de Shannon-Wiener	1.575326262
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.791759469
					Equidad (J´)	0.879206327

Tabla IV.118. Índice de Simpson del transecto 5, resultados de peces.

Transecto 5-Cálculo del índice de Simpson-peces					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	Stegastes diencaeus	Jaqueta Miel	8	0.186046512	0.034613304
2	Halichoeres bivittatus	Doncella rayada	9	0.209302326	0.043807463
3	Thalassoma bifasciatum	Cara de cotorra	11	0.255813953	0.065440779
4	Abudefduf saxatilis	Sargento mayor de las Antillas	12	0.279069767	0.077879935
5	Xyrichtys martinicensis	Cuchillo llorón	1	0.023255814	0.000540833
6	Halichoeres radiatus	Doncella azulada	2	0.046511628	0.002163332
6		N	43	1	
				Índice de Simpson λ	0.775554354
				Dominancia	0.224445646

Transecto 6

A diferencia de los demás sitios, aquí la dominancia se dio para el sustrato rocoso (55%), siendo este también del tipo arrecife rocoso y en consecuencia a esto, hubo cierta abundancia de octocorales, específicamente del género *Gorgonia*, también conocidos como abanicos de mar con un porcentaje de dominancia del 12%, aunque también se vieron corales duros (3%) y el porcentaje restante es atribuido a la arena con el 30%.



Imagen IV.12. Comunidad de abanicos de mar sobre el arrecife rocoso.

A pesar de que hubo una variedad en el tipo de sustrato, esto no se reflejó en la aparición de los peces, ya que apenas se vio un solo ejemplar del *Abudefduf saxatilis* o mejor conocido como sargento mayor, por otro lado, en el caso de los corales sí hubo una variedad de estos, al menos seis especies, en donde de nuevo el coral de fuego fue observado.

Pese a que hubo cierta riqueza de especies en el sitio, la diversidad relativa tuvo una diferencia significativa con la H máx esto porque una solo especie de coral (*Gorgonia ventalina*) dominó ampliamente con 24 apariciones del total de 36, esto obviamente afectó al índice de Simpson ya que el resultado obtenido fue de 0.521.

Tabla IV.119. Índice de Shannon-Wiener del transecto 6, resultados de corales.

Transecto 6-corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	24	0.666666667	-0.405465108	-0.270310072
2	*Porites porites*	Coral dedo	4	0.111111111	-2.197224577	-0.244136064
3	*Gorgonia mariae*	Abanico de mar	1	0.027777778	-3.583518938	-0.099542193
4	*Porites astreoides*	Coral mostaza	5	0.138888889	-1.974081026	-0.27417792
5	*Millepora complanata*	Coral de fuego	1	0.027777778	-3.583518938	-0.099542193
6	*Acropora palmata*	Coral cuerno de alce	1	0.027777778	-3.583518938	-0.099542193

6		*N*	36	1		-1.087250635
					Índice de Shannon-Wiener	1.087250635
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.791759469
					Equidad (J´)	0.606806133

Tabla IV.120. Índice de Simpson del transecto 6, resultados de corales.

Transecto 6-Cálculo del índice de Simpson-corales					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	24	0.666666667	0.444444444
2	*Porite porites*	Coral dedo	4	0.111111111	0.012345679
3	*Gorgonia mariae*	Abanico de mar	1	0.027777778	0.000771605
4	*Porites astreoides*	Coral mostaza	5	0.138888889	0.019290123
5	*Millepora complanata*	Coral de fuego	1	0.027777778	0.000771605
6	*Acropora palmata*	Coral cuerno de alce	1	0.027777778	0.000771605
6		*N*	36	1	
				Índice de Simpson λ	0.521604938
				Dominancia	0.478395062

Transecto 7

Este recorrido estuvo compuesto en su mayoría por los octocorales, siendo de hecho el que mayor porcentaje de este tipo de cobertura tuvo con respecto a los demás transectos con una cobertura del 30%, en su mayoría los corales fueron pertenecientes al género *Gorgonia*, también hubo un porcentaje de algas presentes en el bento con un 10% de cobertura, un 30% de la cobertura fue arena y el porcentaje restante pertenece a rocas.



Imagen IV.12. Coral de fuego junto a una comunidad de octocorales

Al igual que con el anterior transecto no fue necesario realizar un análisis de resultados para los peces ya que en este caso no fue observado ninguno, aunque de este transecto sí se destaca la gran disparidad de frecuencia esto porque la especie de coral *Gorgonia ventalina* obtuvo 179 registros del total de 228.

Como mencionado en el párrafo anterior, la presencia de este abanico de mar logró que con respecto a la máxima diversidad posible del sitio con valor de 1.609 la diversidad relativa fuese baja con un valor de 0.683, esto obviamente también impactó en la equidad pues se alcanzó un valor de 0.424 considerado como un resultado bajo. Pese a lo anterior, el índice de Simpson indica que sí existe algo de diversidad, tal vez sea debido a que hay otro coral que compite por la dominancia del sitio.

Tabla IV.121. Índice de Shannon-Wiener del transecto 7, resultados de corales.

Transecto 7-corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	179	0.785087719	-0.241959823	-0.189959686
2	*Millepora complanata*	Coral de fuego	1	0.004385965	-5.429345629	-0.023812919
3	*Gorgonia flabellum*	Abanico de Venus	37	0.162280702	-1.818427716	-0.295095726
4	*Porites porites*	Coral dedo	8	0.035087719	-3.349904087	-0.117540494
5	*Eunicea flexuosa*	Eunicea	3	0.013157895	-4.33073334	-0.056983333
5		*N*	228	1		-0.683392159
Índice de Shannon-Wiener						0.683392159
Máxima diversidad del ecosistema (H')						1.609437912
Equidad (J´)						0.424615422

Tabla IV.122. Índice de Simpson del transecto 7, resultados de corales.

Transecto 7-Cálculo del índice de Simpson-corales					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	Gorgonia ventalina	Abanico de mar	179	0.785087719	0.616362727
2	Millepora complanata	Coral de fuego	1	0.004385965	1.92367E-05
3	Gorgonia flabellum	Abanico de Venus	37	0.162280702	0.026335026
4	Porites porites	Coral dedo	8	0.035087719	0.001231148
5	Eunicea flexuosa	Eunicea	3	0.013157895	0.00017313
5		*N*	228	1	
Índice de Simpson λ					0.355878732
Dominancia					0.644121268

Transecto 8

En este recorrido se observaron cinco tipos de coberturas marinas, siendo las algas las menos recurrentes con un 5%, y los arrecifes rocosos los más dominantes con una cobertura del 50%, dando como resultado la aparición de coral duro (10%) y los octocorales (10%) debido a que se situaban encima de la roca, a su vez también fue posible observar arena con un 25% de dominancia.

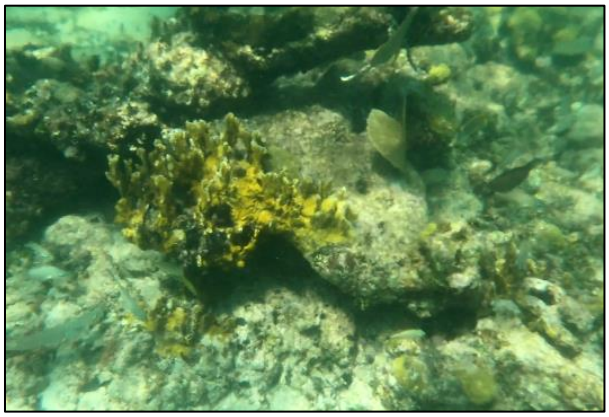


Imagen IV.13. Se aprecia al coral *Millepora complanata* o también conocido como coral de fuego.

Es necesario mencionar que dos especies de animales observados en esta zona están bajo sujetos a protección especial, siendo el primero un coral blando de la especie *Plexaura homomalla*, y el otro un pez loro de la especie *Sparisoma viride*. Cabe destacar que en los dos recuentos se obtuvo una riqueza de seis especies de corales y siete de peces.

Una vez más el coral dominante es la *Gorgonia ventalina* con una frecuencia de aparición de 19 del total de 33, esto da como consecuencia un índice de Shannon-Wiener de 1.265 que, si bien puede considerarse un valor moderadamente alto, existe cierta diferencia con la H máx porque este parámetro arroja el valor de 1.791. La equidad en el lugar es moderadamente alta y el valor de Simpson es relativamente bajo (0.615).

Tabla IV.123. Índice de Shannon-Wiener del transecto 8, resultados de corales.

Transecto 8-corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Gorgonia ventalina*	Coral abanico	19	0.575757576	-0.552068582	-0.317857669
2	*Porites astreoides*	Coral mostaza	4	0.121212121	-2.1102132	-0.255783418
3	*Millepora complanata*	Coral de fuego	6	0.181818182	-1.704748092	-0.309954199
4	*Eunicea flexuosa*	Eunicea	1	0.03030303	-3.496507561	-0.105954775
5	*Plexaura homomalla*	Coral abanico	2	0.060606061	-2.803360381	-0.169900629
6	*Porites porites*	Coral dedo	1	0.03030303	-3.496507561	-0.105954775
6		*N*	33	1		-1.265405464
					Índice de Shannon-Wiener	1.265405464

Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.791759469
Equidad (J´)	0.706236236

Tabla IV.124. Índice de Simpson del transecto 8, resultados de corales.

Transecto 8-Cálculo del índice de Simpson-corales					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Gorgonia ventalina*	Coral abanico	19	0.575757576	0.331496786
2	*Porites astreoides*	Coral mostaza	4	0.121212121	0.014692378
3	*Millepora complanata*	Coral de fuego	6	0.181818182	0.033057851
4	*Eunicea flexuosa*	Eunicea	1	0.03030303	0.000918274
5	*Plexaura homomalla*	Coral abanico	2	0.060606061	0.003673095
6	*Porites porites*	Coral dedo	1	0.03030303	0.000918274
6		*N*	33	1	
				Índice de Simpson λ	0.615243343
				Dominancia	0.384756657

Con este transecto se recalca que fue el único donde la riqueza de peces alcanzó el valor de 7, por lo cual la H máx de este sitio fue de 1.9459, en contraposición el índice de Shannon-Wiener fue de 1.7418 resultado que pudo ser debido a que tan solo dos especies poseen la mitad de la frecuencia reportada en el sitio, a pesar de ello la equidad fue alta (0.895) y esto en parte porque las especies restantes tienen una frecuencia similar. El índice de Simpson fue de 0.794, esto puede ser interpretado como que a pesar de que sí existe diversidad, hay una clara dominancia por una o más especies.

Tabla IV125. Índice de Shannon-Wiener del transecto 8, resultados de peces.

Transecto 8-peces-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Stegastes diencaeus*	Jaqueta Miel	3	0.09375	-2.367123614	-0.221917839
2	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	2	0.0625	-2.772588722	-0.173286795
3	*Sparisoma viride*	Pez loro	2	0.0625	-2.772588722	-0.173286795
4	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	5	0.15625	-1.85629799	-0.290046561
5	*Pomacanthus paru*	Gallineta negra	2	0.0625	-2.772588722	-0.173286795
6	*Haemulon aurolineatum*	Ronco jeníguaro	8	0.25	-1.386294361	-0.34657359
7	*Acanthurus tractus*	Cirujano pardo	10	0.3125	-1.16315081	-0.363484628

7		*N*	32	1		-1.741883004
					Índice de Shannon-Wiener	1.741883004
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.945910149
					Equidad (J´)	0.895150788

Tabla IV.126. Índice de Simpson del transecto 8, resultados de peces.

Transecto 8-Cálculo del índice de Simpson-peces					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Stegastes diencaeus*	Jaqueta Miel	3	0.09375	0.008789063
2	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	2	0.0625	0.00390625
3	*Sparisoma viride*	Pez loro	2	0.0625	0.00390625
4	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	5	0.15625	0.024414063
5	*Pomacanthus paru*	Gallineta negra	2	0.0625	0.00390625
6	*Haemulon aurolineatum*	Ronco jeníguaro	8	0.25	0.0625
7	*Acanthurus tractus*	Cirujano pardo	10	0.3125	0.09765625
7		*N*	32	1	
				Índice de Simpson λ	0.794921875
				Dominancia	0.205078125

Transecto 9

En esta zona de muestreo también se vieron parches arrecifales (cobertura del 35%) de distintos tamaños en los cuales no se observó ningún octocoral en contraste con los dos transectos anteriores, sin embargo, sí fue posible comprobar la presencia de corales duros (cobertura del 10%) como los *Porites porites* o los corales cerebro, a pesar de ello la mayor parte del transecto tuvo la dominancia de la arena (cobertura del 55%).



Imagen IV.14. Pez sargento interactuando en el arrecife rocoso.

Este sitio estuvo mayormente representado por el coral de fuego *Millepora complanata* el cual tuvo 10 reportes del total de 17, esto por su lado condujo a un resultado en la diversidad relativa de 1.091 que, en contraste, se ve disminuido comparado con la H máx de 1.386 para este sitio, esto es debido a que como dicho con anterioridad una solo especie obtuvo una frecuencia muy alta. Por otro lado, la equidad obtenida fue de 0.786, indicando una equidad media y con respecto al índice de Simpson el resultado fue de 0.588, interpretado como que a pesar de que existe diversidad en el sitio, claramente hay una especie dominante.

Tabla IV.127. Índice de Shannon-Wiener del transecto 9, resultados de corales.

Transecto 9-corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Millepora complanata*	Coral de fuego	10	0.588235294	-0.530628251	-0.312134265
2	*Porites porites*	Coral dedo	3	0.176470588	-1.734601055	-0.306106069
3	*Pseudodiploria strigosa*	Coral cerebro	1	0.058823529	-2.833213344	-0.166659608
4	*Porites astreoides*	Coral mostaza	3	0.176470588	-1.734601055	-0.306106069
4		*N*	17	1		-1.091006011
Índice de Shannon-Wiener						1.091006011
Máxima diversidad del ecosistema (H')						1.386294361
Equidad (J´)						0.786994481

Tabla IV.128. Índice de Simpson del transecto 9, resultados de corales.

Transecto 9-Cálculo del índice de Simpson-corales					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Millepora complanata*	Coral de fuego	10	0.588235294	0.346020761
2	*Porites porites*	Coral dedo	3	0.176470588	0.031141869
3	*Pseudodiploria strigosa*	Coral cerebro	1	0.058823529	0.003460208
4	*Porites astreoides*	Coral mostaza	3	0.176470588	0.031141869
4		*N*	17	1	
Índice de Simpson λ					0.588235294
Dominancia					0.411764706

Con los peces se observó una disparidad significativa en cuanto a sus abundancias esto porque de los 51 avistamientos reportados entre las seis especies, el pez sargento mayor obtuvo 30 de estos, dando como resultado una H' de 1.2391 que en contraposición con la H máx de 1.7917, se ve una diferencia significativa, esto también se reflejó en la J' porque se obtuvo el valor de 0.6915 considerando así que sí hay cierta disparidad en la distribución de las especies. Finalmente, en el índice de Simpson el valor obtenido fue de

0.6059, lo que indica que la diversidad fue relativamente alta pero se nota la presencia de una especie dominante.

Tabla IV.129. Índice de Shannon-Wiener del transecto 9, resultados de peces.

Transecto 9-peces-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	30	0.588235294	-0.530628251	-0.312134265
2	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	7	0.137254902	-1.985915484	-0.272576635
3	*Pomacanthus paru*	Gallineta negra	1	0.019607843	-3.931825633	-0.07709462
4	*Stegastes diencaeus*	Jaqueta Miel	5	0.098039216	-2.32238772	-0.227685071
5	*Haemulon aurolineatum*	Ronco jeníguaro	7	0.137254902	-1.985915484	-0.272576635
6	*Halichoeres radiatus*	Doncella azulada	1	0.019607843	-3.931825633	-0.07709462
6		*N*	51	1		-1.231618466
					Índice de Shannon-Wiener	1.231618466
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.791759469
					Equidad (J´)	0.691589395

Tabla IV.130. Índice de Simpson del transecto 9, resultados de peces.

Transecto 9-Cálculo del índice de Simpson-peces					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	30	0.588235294	0.346020761
2	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	7	0.137254902	0.018838908
3	*Pomacanthus paru*	Gallineta negra	1	0.019607843	0.000384468
4	*Stegastes diencaeus*	Jaqueta Miel	5	0.098039216	0.009611688
5	*Haemulon aurolineatum*	Ronco jeníguaro	7	0.137254902	0.018838908
6	*Halichoeres radiatus*	Doncella azulada	1	0.019607843	0.000384468
6		N	51	1	

Índice de Simpson λ	0.6059208
Dominancia	0.3940792

Transecto 10

Este último transecto realizado en el predio estuvo compuesto en su mayoría por estrato rocoso (60%) y por arena (30%) dejando un pequeño espacio para ser ocupado por algas tanto verdes como rojas, siendo estas últimas de la especie *Alsidium triquetrum*. Por otro lado, en este recorrido se pudo apreciar una especie de pez loro protegida por la NOM-059.



Imagen IV.15. Estrato arenoso observado durante el transecto 10.

La riqueza obtenida en los corales fue muy escasa ya que solo se pudieron observar cuatro especies de estos, mientras que en el caso de los peces seis especies distintas fueron reportadas, destacando a la especie *Lactophrys trigonis* también conocido como chaín búfalo, el cual es una especie de pez cofre que únicamente fue observado en ese transecto.

El índice Shannon-Wiener es de 1.214 y el de H máx de 1.386, esta diferencia significativa se debe a que de la frecuencia total registrada para ese transecto fue de nueve y de ese registro el coral *Porites astreoides* obtuvo tres reportes y el abanico de mar cuatro, sumando casi la totalidad de la frecuencia acumulada, esta también tuvo impacto en el resultado de la equidad con un valor de 0.876 lo que significa que la equidad no es tan alta debido a estas dos especies. Por otro lado, se observa un valor para el índice de Simpson de 0.666 indicando una diversidad con presencia de dos especies dominantes.

Tabla IV.131. Índice de Shannon-Wiener del transecto 10, resultados de corales.

Transecto 10-corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Porites astreoides*	Coral mostaza	3	0.333333333	-1.098612289	-0.366204096
2	*Siderastrea siderea*	Coral estrella masiva	1	0.111111111	-2.197224577	-0.244136064
3	*Porites porites*	Coral dedo	1	0.111111111	-2.197224577	-0.244136064
4	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	4	0.444444444	-0.810930216	-0.360413429
4		*N*	9	1		-1.214889654
					Índice de Shannon-Wiener	1.214889654
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.386294361
					Equidad (J´)	0.876357639

Tabla IV.132. Índice de Simpson del transecto 10, resultados de corales.

Transecto 10-Cálculo del índice de Simpson-corales					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Porites astreoides*	Coral mostaza	3	0.333333333	0.111111111
2	*Siderastrea siderea*	Coral estrella masiva	1	0.111111111	0.012345679
3	*Porites porites*	Coral dedo	1	0.111111111	0.012345679
4	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	4	0.444444444	0.197530864
4		*N*	9	1	
				Índice de Simpson λ	0.666666667
				Dominancia	0.333333333

Al igual que con los corales, pocas especies fueron las que tuvieron mucha abundancia, alterando así el resultado obtenido para la H' dando un valor de 1.44 y que comparándose con la H máx de 1.791 se puede ver que sí hay una diferencia significativa, también la equidad se ve afectada por el motivo de la distribución de las frecuencias ya que el resultado es de 0.804. El índice de Simpson también fue relativamente bajo indicando que hay presencia de algunas especies más dominantes que otras.

Tabla IV.133. Índice de Shannon-Wiener del transecto 10, resultados de peces.

Transecto 10-peces-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	5	0.277777778	-1.280933845	-0.355814957

Transecto 10-peces-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
2	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	8	0.444444444	-0.810930216	-0.360413429
3	*Sparisoma viride*	Pez loro	1	0.055555556	-2.890371758	-0.160576209
4	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	2	0.111111111	-2.197224577	-0.244136064
5	*Halichoeres radiatus*	Doncella azulada	1	0.055555556	-2.890371758	-0.160576209
6	*Lactophrys trigonis*	Chaín búfalo	1	0.055555556	-2.890371758	-0.160576209
6		*N*	18	1		-1.442093077
					Índice de Shannon-Wiener	1.442093077
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.791759469
					Equidad (J´)	0.804847471

Tabla IV.134. Índice de Simpson del transecto 10, resultados de peces.

Transecto 10-Cálculo del índice de Simpson-peces					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	5	0.277777778	0.077160494
2	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	8	0.444444444	0.197530864
3	*Sparisoma viride*	Pez loro	1	0.055555556	0.00308642
4	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	2	0.111111111	0.012345679
5	*Halichoeres radiatus*	Doncella azulada	1	0.055555556	0.00308642
6	*Lactophrys trigonis*	Chaín búfalo	1	0.055555556	0.00308642
6		*N*	18	1	
				Índice de Simpson λ	0.703703704
				Dominancia	0.296296296

Transecto 1 realizado en el SAR

Este primer transecto realizado en el sistema ambiental regional indicó que solo hubo un pequeño porcentaje de rocas como cobertura (15%), en este caso no fue arrecife rocoso, por otro lado, la mayor dominancia de

la cobertura la tuvo la arena con el 50% y el porcentaje restante fue atribuido a la comunidad de algas rojas de la especie *Alsidium triquetrum*.



Imagen IV.16. Concentración de algas rojas en el transecto en el SAR

En este caso la riqueza encontrada para corales y peces fue muy poca, sumando apenas cinco especies, tres de coral, entre los cuales se pudo observar a un coral de fuego; y dos especies de pez fueron observadas. En términos generales este transecto presentó poca diversidad.

Con los corales, la frecuencia total fue de cuatro, la equidad en este caso fue muy alta con 0.946 porque no hubo diferencia significaba entre la abundancia de las tres especies presentes, esto como resultado también arrojó un valor para el índice de Shannon-Wiener de 1.039 que se puede considerar bajo, pero no tan alejado del H máx de 1.098 para este sitio. Con el índice de Simpson el resultado obtenido fue de 0.625, que indica que hubo una leve dominancia por parte de uno de estos tres corales

Tabla IV.135. Índice de Shannon-Wiener del transecto 1 en el SAR, resultados de corales.

Transecto en el SAR 1C-corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Pseudodiploria clivosa*	Coral cerebro nudoso	1	0.25	-1.386294361	-0.34657359
2	*Millepora complanata*	Coral de fuego	1	0.25	-1.386294361	-0.34657359
3	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	2	0.5	-0.693147181	-0.34657359
3		*N*	4	1		-1.039720771
					Índice de Shannon-Wiener	1.039720771
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.098612289
					Equidad (J´)	0.94639463

Tabla IV.136. Índice de Simpson del transecto 1 en el SAR, resultados de corales.

Transecto en el SAR 1C-Cálculo del índice de Simpson-corales					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Pseudodiploria clivosa*	Coral cerebro nudoso	1	0.25	0.0625
2	*Millepora complanata*	Coral de fuego	1	0.25	0.0625
3	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	2	0.5	0.25
3		N	4	1	
				Índice de Simpson λ	0.625
				Dominancia	0.375

El análisis de resultados para este transecto en cuanto a los peces es sencillo esto porque solo se observaron dos especies de peces, cada uno con tan solo una observación, por lo cual la equidad dio como resultado 1, y la H´ y la H máx coincidieron con un valor de 0.693, a su vez el índice de Simpson arrojó el valor de 0.5 pero esto es debido a los resultados tan pobres obtenidos en ese transecto.

Tabla IV.137. Índice de Shannon-Wiener del transecto 1C en el SAR, resultados de peces.

Transecto en el SAR 1-peces-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Thalassoma bifasciatum	Cara de cotorra	1	0.5	-0.693147181	-0.34657359
2	Halichoeres bivittatus	Doncella rayada	1	0.5	-0.693147181	-0.34657359
2		*N*	2	1		-0.693147181
					Índice de Shannon-Wiener	0.693147181
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	0.693147181
					Equidad (J´)	1

Tabla IV.138. Índice de Simpson del transecto 1C en el SAR, resultados de peces.

Transecto en el SAR 1-Cálculo del índice de Simpson-peces					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Thalassoma bifasciatum*	Cara de cotorra	1	0.5	0.25
2	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	1	0.5	0.25
2		*N*	2	1	
				Índice de Simpson λ	0.5
				Dominancia	0.5

Transecto 2 realizado en el SAR

Este segundo transecto realizado en el SAR arrojó una composición de tan solo tres tipos de sustratos, siendo el menos dominante la roca con un 10% de cobertura, siguiéndole la comunidad de algas rojas *Alsidium triquetrum* con una cobertura del 35% y finalmente el sustrato más dominante fue la arena con el 55% restante.



Imagen IV.17. Comunidad de algas rojas asentada en el sustrato arenoso.

Debido a la composición béntica, no se pudo observar durante el transecto ningún tipo de coral, solamente peces, dominando por mucho por los *Halichoeres bivittatus* o también conocidos como doncellas rayadas, seguidos de estos los que también tuvieron una abundancia considerable fueron los sargentos.

Como explicado en el párrafo anterior, la abundancia fue muy dispar en el transecto por lo que el resultado obtenido de la H´ es de 1.120 y el de la H máx de 1.791, por lo cual se considera que la diversidad relativa sí fue impacta por esta diferencia significativa entre las frecuencias. En cuanto al índice de Simpson el resultado fue 0.582 con el cual se asume que también hay una clara dominancia, en este caso por dos especies.

Tabla IV.139. Índice de Shannon-Wiener del transecto 2C en el SAR, resultados de peces.

Transecto en el SAR 2C-corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	10	0.3125	-1.16315081	-0.363484628
2	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	18	0.5625	-0.575364145	-0.323642332
3	*Acanthurus tractus*	Cirujano pardo	1	0.03125	-3.465735903	-0.108304247

4	*Stegastes diencaeus*	Jaqueta Miel	1	0.03125	-3.465735903	-0.108304247
5	*Lactophrys bicaudalis*	Chapín pintado	1	0.03125	-3.465735903	-0.108304247
6	*Chaetodon ocellatus*	Mariposa perla amarilla	1	0.03125	-3.465735903	-0.108304247
6		*N*	32	1		-1.120343947
					Índice de Shannon-Wiener	1.120343947
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	1.791759469
					Equidad (J´)	0.625275862

Tabla IV.140. Índice de Simpson del transecto 2C en el SAR, resultados de peces.

Transecto en el SAR 2 -Cálculo del índice de Simpson-corales					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Abudefduf saxatilis*	Sargento mayor de las Antillas	10	0.3125	0.09765625
2	*Halichoeres bivittatus*	Doncella rayada	18	0.5625	0.31640625
3	*Acanthurus tractus*	Cirujano pardo	1	0.03125	0.000976563
4	*Stegastes diencaeus*	Jaqueta Miel	1	0.03125	0.000976563
5	*Lactophrys bicaudalis*	Chapín pintado	1	0.03125	0.000976563
6	*Chaetodon ocellatus*	Mariposa perla amarilla	1	0.03125	0.000976563
6		*N*	32	1	
				Índice de Simpson λ	0.58203125
				Dominancia	0.41796875

Diversidad de la zona marina frente al predio

La riqueza total observada en los 12 transectos fue de 12 especies de coral, de los cuales el más abundante fue el abanico de mar (*Gorgonia ventalina*) con un poco más del 64% de toda la frecuencia acumulada, a su vez, también se destaca que el coral de fuego también fue relativamente común de ver, por lo cual se insta a tener precauciones en esa zona al momento de realizar actividades como snorkeling.

Se tomó registro de 385 corales repartidos en 12 especies, de estas, los octocorales obtuvieron la mayor dominancia sumando casi el 75% de todos los registros, esto derivó en un resultado para el Índice de Shannon-Wiener de 1.278 el cual puede considerarse como bajo teniendo en cuenta que la máxima diversidad posible en esa zona es de 2.484, casi el doble de la H', por consecuencia se obtuvo una equidad de 0.514 indicando que hay una distribución moderada en todo el sitio. El valor del índice de Simpson es de 0.559 el cual se interpreta como una diversidad moderada, pero con clara dominancia de una o dos especies.

Tabla IV.141. Índice de Shannon-Wiener de la zona marina frente al predio, resultados de corales.

Diversidad de la zona marina frente al predio-corales-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	*Porites astreoides*	Coral mostaza	23	0.05974026	-2.817749118	-0.168333064
2	*Eunicea flexuosa*	Eunicea	9	0.023376623	-3.756018757	-0.087803036
3	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	248	0.644155844	-0.439814588	-0.283309137
4	*Millepora complanata*	Coral de fuego	31	0.080519481	-2.51925613	-0.202849195
5	*Porites porites*	Coral dedo	29	0.075324675	-2.585947504	-0.194785656
6	*Siderastrea siderea*	Coral estrella masiva	2	0.005194805	-5.260096154	-0.027325175
7	*Gorgonia mariae*	Abanico de mar	1	0.002597403	-5.953243334	-0.01546297
8	*Acropora palmata*	Coral cuerno de alce	1	0.002597403	-5.953243334	-0.01546297
9	*Gorgonia flabellum*	Abanico de Venus	37	0.096103896	-2.342325422	-0.225106599
10	*Plexaura homomalla*	Coral abanico	2	0.005194805	-5.260096154	-0.027325175
11	*Pseudodiploria clivosa*	Coral cerebro	1	0.002597403	-5.953243334	-0.01546297
12	*Pseudodiploria strigosa*	Coral cerebro	1	0.002597403	-5.953243334	-0.01546297
12		*N*	385	1		-1.278688916
					Índice de Shannon-Wiener	1.278688916
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	2.48490665
					Equidad (J´)	0.514582275

Tabla IV.142. Índice de Simpson la zona marina frente al predio, resultados de corales.

Diversidad de la zona marina frente al predio-Cálculo del índice de Simpson-corales					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	*Porites astreoides*	Coral mostaza	23	0.060209424	0.003625175
2	*Eunicea flexuosa*	Eunicea	9	0.023560209	0.000555083
3	*Gorgonia ventalina*	Abanico de mar	246	0.643979058	0.414709027
4	*Millepora complanata*	Coral de fuego	30	0.078534031	0.006167594
5	*Porites porites*	Coral dedo	29	0.07591623	0.005763274
6	*Siderastrea siderea*	Coral estrella masiva	2	0.005235602	2.74115E-05
7	*Gorgonia mariae*	Abanico de mar	1	0.002617801	6.85288E-06
8	*Acropora palmata*	Coral cuerno de alce	1	0.002617801	6.85288E-06

Diversidad de la zona marina frente al predio-Cálculo del índice de Simpson-corales					
9	*Gorgonia flabellum*	Abanico de Venus	37	0.096858639	0.009381596
10	*Plexaura homomalla*	Coral abanico	2	0.005235602	2.74115E-05
11	*Pseudodiploria strigosa*	Coral cerebro	1	0.002617801	6.85288E-06
12	*Pseudodiploria strigosa*	Coral cerebro	1	0.002617801	6.85288E-06
12		*N*	382	1	
				Índice de Simpson λ	0.559716017
				Dominancia	0.440283983

Por parte de los peces hubo un registro de 250 organismos distribuidos en 14 especies, al igual que con los corales la dominancia se concentró en pocas especies, en este caso siendo cuatro las más representativas del sitio, de estos peces el más abúndate fue el sargento mayor. Derivado de lo dicho anteriormente el valor de la H máx fue considerablemente más alto que el de la H' con resultados de 2.639 y 1.849 respectivamente, a pesar de estos una equitatividad mayor de peces que de corales, debido a que los fueron cuatros especies las dominantes y no solo dos como el caso anterior. El valor del índice de Simpson es considerado como bajo debido a que esas cuatro especies representan el 82% de todos los registros.

Tabla IV.143. Índice de Shannon-Wiener de la zona marina frente al predio, resultados de corales.

Diversidad de la zona marina frente al predio-peces-Cálculo del Índice de Shannon-Wiener(H')						
Número	Nombre científico	Nombre común	Frecuencia	p(i)=n/N	LN p(i)	p(i)*LN p(i)
1	Abudefduf saxatilis	Sargento mayor de las Antillas	89	0.356	-1.03282455	-0.367685539
2	Halichoeres bivittatus	Doncella rayada	42	0.168	-1.7837913	-0.299676938
3	Thalassoma bifasciatum	Cara de cotorra	49	0.196	-1.62964062	-0.319409561
4	Stegastes diencaeus	Jaqueta Miel	25	0.1	-2.30258509	-0.230258509
5	*Halichoeres radiatus*	Doncella azulada	8	0.032	-3.44201938	-0.11014462
6	*Haemulon melanurum*	Ronco de lomo prieto	1	0.004	-5.52146092	-0.022085844
7	Xyrichtys martinicensis	Cuchillo llorón	1	0.004	-5.52146092	-0.022085844
8	*Sparisoma viride*	Pez loro	3	0.012	-4.42284863	-0.053074184
9	*Pomacanthus paru*	Gallineta negra	3	0.012	-4.42284863	-0.053074184
10	*Haemulon aurolineatum*	Ronco jeníguaro	15	0.06	-2.81341072	-0.168804643
11	*Lactophrys bicaudalis*	Chapín pintado	1	0.004	-5.52146092	-0.022085844
12	*Chaetodon ocellatus*	Mariposa perla amarilla	1	0.004	-5.52146092	-0.022085844
13	*Acanthurus tractus*	Cirujano pardo	11	0.044	-3.12356565	-0.137436888
14	*Lactophrys trigonis*	Chaín búfalo	1	0.004	-5.52146092	-0.022085844
14		*N*	250	1		-1.849994285
					Índice de Shannon-Wiener	1.849994285
					Máxima diversidad del ecosistema (H máx)	2.63905733
					Equidad (J´)	0.701005721

Tabla IV.144. Índice de Simpson la zona marina frente al predio, resultados de peces.

Diversidad de la zona marina frente al predio-Cálculo del índice de Simpson-peces					
N°	**Nombre científico**	**Nombre común**	**Frecuencia**	**p(i)=n/N**	**$p(i)^2$**
1	Abudefduf saxatilis	Sargento mayor de las Antillas	89	0.356	0.126736
2	Halichoeres bivittatus	Doncella rayada	42	0.168	0.028224
3	Thalassoma bifasciatum	Cara de cotorra	49	0.196	0.038416
4	Stegastes diencaeus	Jaqueta Miel	25	0.1	0.01
5	*Halichoeres radiatus*	Doncella azulada	8	0.032	0.001024
6	*Haemulon melanurum*	Ronco de lomo prieto	1	0.004	0.000016
7	*Xyrichtys martinicensis*	Cuchillo llorón	1	0.004	0.000016
8	*Sparisoma viride*	Pez loro	3	0.012	0.000144
9	*Pomacanthus paru*	Gallineta negra	3	0.012	0.000144
10	*Haemulon aurolineatum*	Ronco jeníguaro	15	0.06	0.0036
11	*Lactophrys bicaudalis*	Chapín pintado	1	0.004	0.000016
12	*Chaetodon ocellatus*	Mariposa perla amarilla	1	0.004	0.000016
13	*Acanthurus tractus*	Cirujano pardo	11	0.044	0.001936
14	*Lactophrys trigonis*	Chaín búfalo	1	0.004	0.000016
14		*N*	250	1	
				Índice de Simpson λ	0.789696
				Dominancia	0.210304

Conclusión

La fauna sésil reportada fue de tanto octocorales como corales hermatípicos , se destacan por cuestiones de vulnerabilidad a *A. palmata*, *P. clivosa*, *P. strigosa*, *M. complanata*, *M. striata*, *S. sidera* y *A. agaricites* por estar en alguna categoría de riesgo según la IUCN (2022). Por otro lado, la NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2019) hace hincapié que el coral cuerno de alce o *Acropora palmata* está bajo la categoría de protección especial en el país, siendo este el único con esta categoría encontrado en esa zona.

En cuanto la fauna potencial de esa zona es posible reportar otras especies de importancia arrecifal como *Sparisoma rubripinne* y *Sparisoma* aurofrenatum, esto según el trabajo de Torres (2021). Por otro lado, debido a la cercanía del predio con el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, es posible que el sitio sea zona potencial de forrajeo de la tortuga carey (*Eretmochelys imbricata*) ya que 7 ejemplares fueron reportados por Juárez-Sánchez (2012) comiendo en las costas del Parque Nacional que están frente al SAR a menos de 30 km de este.

El erizo *Echinometra lucunter*, fue observado en la zona costal rocosa, el cual tiene aporte al ecosistema debido a la bio-erosión de las zonas rocosas creando complejidad estructural en el área y subsecuentemente

haciendo de estos nuevos espacios microhábitats habitables para otros taxones que van desde los crustáceos hasta vertebrados como los peces, siendo de los más relevantes especies como *Stegastes diencaeus* el cual se ha reportado que convive con este erizo y *Thalassoma bifasciatum* el cual está asociado con el erizo diadema, Schoppe y Werding (1996) y Hayes *et al* (2019).

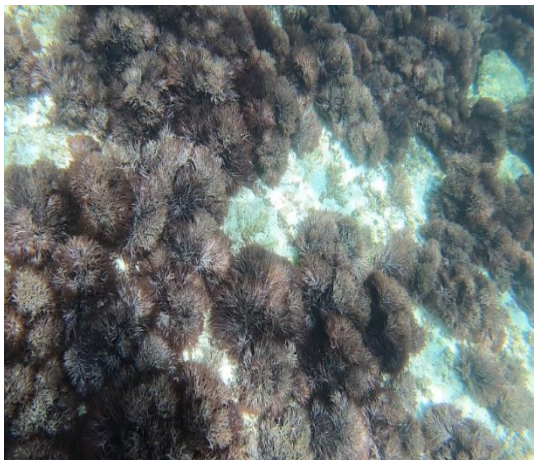
Un pez que fue notablemente avistado en el área fue el *Thalassoma bifasciatum* en conjunto con *Stegastes diencaeus*, lo cual llena de complejidad a la zona, ya que al menos por parte de *T. bifasciatum* es reconocido que durante su fase de juvenil actúan como peces "limpiadores" de otros peces haciendo que el ecosistema sea un lugar más sano debido a algo tan importante como lo es el control de parásitos, (Dunkley *et al*, 2018). Por otra parte, el rol que cumple *S. diencaeus* es el primordialmente el control algas pues se ha reportado que la dieta de *Stegastes* spp. consiste en al menos un 70% del consumo de macroalgas, y en menor medida de la ingesta de pequeños invertebrados, (Feitosa *et al*, 2012; Dromard *et al*, 2013).

Se demostró que el sistema ambiental tiene varios nichos ecológicos lo cual se suma el hecho de que se halló una cantidad significativa de especies, por lo que como es de esperarse, se cuenta con diversos tipos de interacciones ecológicas; aunque dentro de todos los nichos, el que contó con mayor variedad y cantidad de relaciones, fue sin duda el arrecife de coral, esto como reafirman Aguilar y colaboradores (2017) ya que dentro de su trabajo explican que estos son el equivalente a un oasis marino, pues albergan una alto índice de biodiversidad, lo cual a su vez permite la realización de muchas actividades dentro de este nicho haciendo que tenga un papel relevante a la hora de proteger y a de albergar muchas especies.

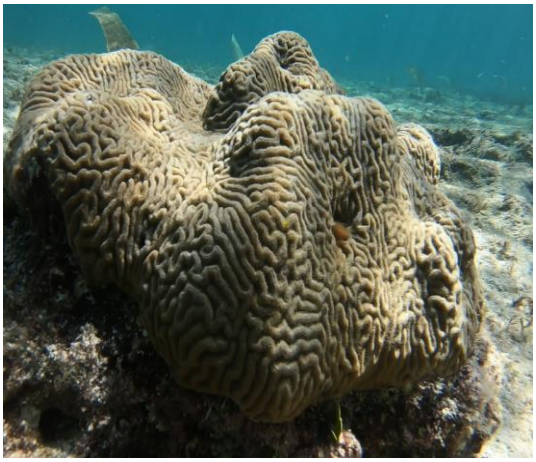
Fotografías tomadas en la zona marina frente al predio



Fotografía IV.50. Presencia de *Sargassum fluitans* en la zona de muestreo.



Fotografía IV.51. Se aprecia la abundancia de *Alsidium triquetrum* en el



Fotografía IV.52. Coral cerebro de la especie *Pseudodiploria clivosa*, de importancia arrecifal.



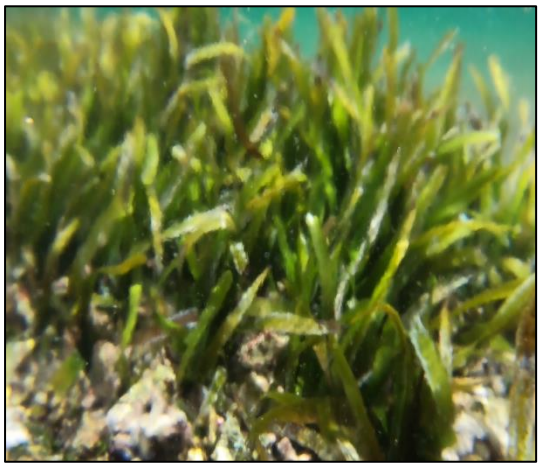
Fotografía IV.53. Aquí se puede notar una comunidad compuesta por octocorales y peces.



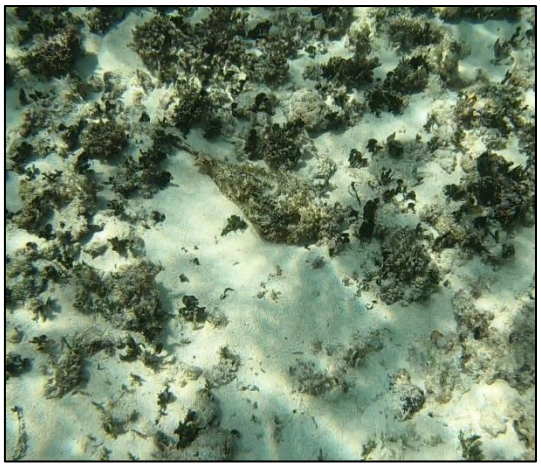
Fotografía IV.54. Colonia del género *Porites* como parte del estrato bentónico.



Fotografía IV.55. Asentamiento de *Gorgonia spp*. en el coral rocoso observado en el área de muestreo.



Fotografía IV.56 Pasto marino (*Thalassia testudinum*) de vital importancia para el



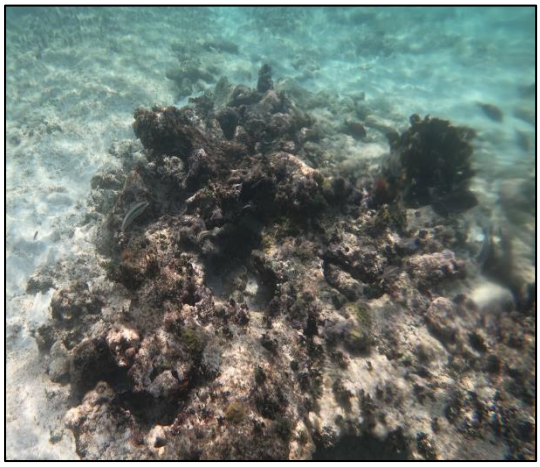
Fotografía IV.57. En el muestro se lograron apreciar especies de importancia médica como el pez piedra.



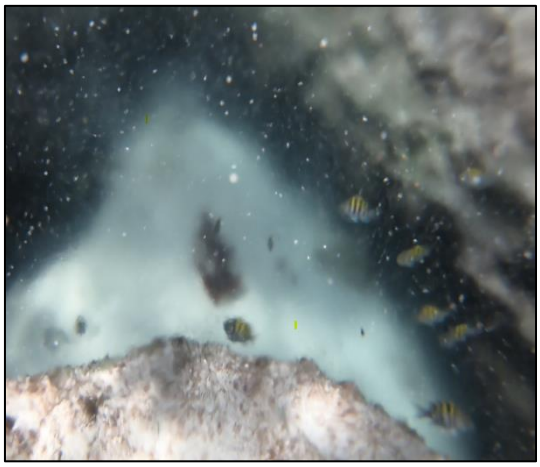
Fotografía IV.58. Ecosistema arrecifal saludable avistado en la zona marina.



Fotografía IV.59. Interacción entre *Millepora complanata* y el erizo *Echinometra lucunter.*



Fotografía IV.60. Se observó una cantidad considerables de parches rococos como el de la imagen.



Fotografía IV.61. Población de *Abudefduf saxatilis* en un ojo de agua dentro de la zona de



Fotografía IV.62. Rastro de nido de tortuga verde observado frente al predio

IV.3 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.

Quintana Roo cuenta con 11 municipios que lo integran, siendo Solidaridad uno de estos y uno de los municipios más jóvenes en el país, ya que, formó parte de la jurisdicción de Cozumel hasta el 28 de julio de 1993 (Ayuntamiento de Solidaridad, 2023). El municipio de Solidaridad se localiza al norte del estado, siendo Playa del Carmen su cabecera municipal; cuenta con una superficie total de 2,205 km^2, representando un 4.33% de la superficie del estado; limita al norte con el municipio de Puerto Morelos, al noroeste con el municipio de Lázaro Cárdenas, al oeste con el estado de Yucatán, al este con el municipio de Cozumel y al sur con el Municipio de Tulum (Ayuntamiento de Solidaridad, 2021). También presenta unos 80 km en la costa del Mar Caribe, lo cual lo convierte en un destino turístico de gran interés tanto nacional como internacional, dado al atractivo de sus playas, actividades de recreación y vida nocturna.

Población

- **Estructura por sexo y edad**

El municipio de Solidaridad, de acuerdo con los censos poblacionales realizados por el INEGI (2020), cuenta con 333,800 habitantes, representando el 18% de la población total del estado de Quintana Roo. Cuenta con una densidad de población 165.7 (hab./km^2), donde el 51.1% son hombres (163,324 habitantes) y 49.9% mujeres (170,476 habitantes). Los rangos de edad donde se concentró concentraron mayor población fueron 25 a 29 años (39,853 habitantes), 30 a 34 años (39,326 habitantes) y 35 a 39 años (33,190 habitantes) (ECONOMÍA, 2024).

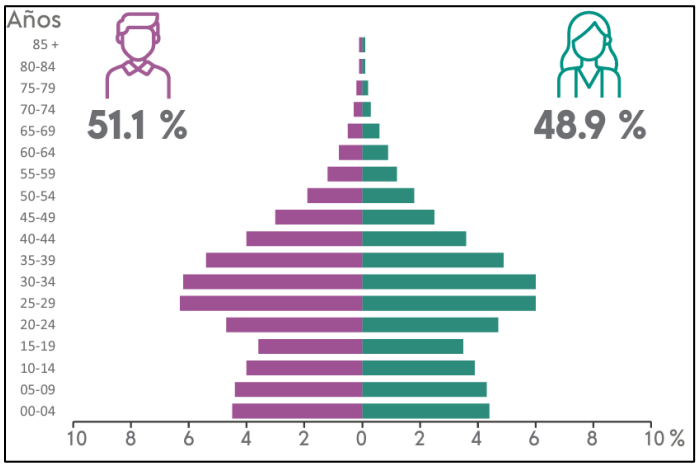


Figura IV.9. Pirámide poblacional del municipio de Solidaridad. Fuente: INEGI, 2020.

De las 136 localidades que presenta en municipio, las tres que presentan una mayor población son Playa del Carmen con 304,942 habitantes, Puerto Aventuras con 22,878 habitantes y Nuevo Noh-Bec con 1,774 habitantes. El 99.15% de la población se encuentra establecida en zonas cercanas a la costa, mientras que al interior del municipio predominan localidades que incluso pueden llegar a tener 10 habitantes o menos. Con estos datos se puede observar la importancia que tiene el turismo a nivel económico y poblacional.

Al momento de su separación de Cozumel (1993), el municipio de Solidaridad contaba con una población de 28,747 habitantes, a partir de esto, inició un incremento acelerado. Esto se observa al comparar los resultados del censo realizado en el 2010 (INEGI) donde se contaba con una población de 159,310 habitantes, mientras que en el 2020 la población aumentó a 333,800 habitantes, lo que da un crecimiento poblacional del 110%.

- **Etnicidad**

En cuanto a la etnicidad, la población indígena es de 31,325 habitantes, lo que representa el 9.38% de la población total del municipio. Las lenguas indígenas más habladas en el municipio son Maya (22,198 habitantes), Tseltal (3,603 habitantes) y Ch'ol (2,173 habitantes), otras lenguas que se hablan en el municipio son Tsotsil, Q'anjob'al, Zoque, Náhuatl, Zapoteco y Mam. (BIENESTAR, 2023ECONOMÍA, 2024).

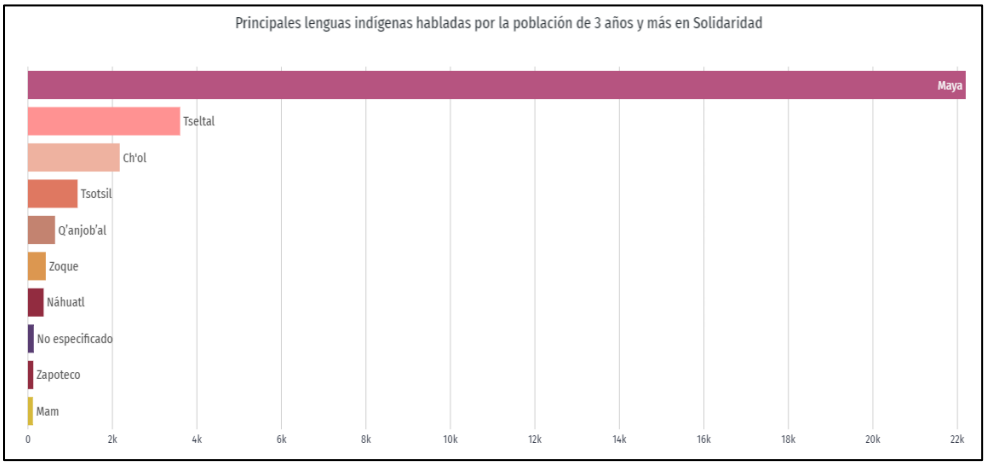


Figura IV.10. Principales lenguas indígenas habladas en Solidaridad. Fuente: ECONOMÍA, 2024.

La población que se considera afromexicana negra o afrodescendiente es de 10,794 habitantes, lo cual representa un 3.23% del total de la población del municipio (BIENESTAR, 2023).

- **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.

Las principales actividades económicas del municipio de Solidaridad se concentran en el sector terciario, servicios ligados en su mayoría a la prestación de productos turísticos y para los habitantes del municipio. En el 2022 se registraron 10,951 unidades económicas; estas son cualquier establecimiento asentado en un lugar de manera permanente y delimitado por construcciones e instalaciones fijas, además se realiza la producción y/o comercialización de bienes y/o servicios; desde una pequeña tienda hasta una gran fábrica (INEGI). De las 10,951 unidades económicas, el 96.43% se dedican a la prestación de servicios, específicamente comercio al por menor y alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, el 5.34% a actividades económicas del sector secundario y menos del 1% a actividades relacionadas al sector primario (Ayuntamiento de Solidaridad, 2023).

Como se ha mencionado, el turismo es la principal actividad económica del municipio, destacando los centros urbanos de Playa del Carmen y Puerto Aventuras, ya que, en 22 años (200-2022) el área urbana incrementó más de 44 km^2 (41.64 km^2 en Playa del Carmen y 3.14 km^2 en Puerto Aventuras), donde una de las causas es la gran migración interna de población proveniente de otros estados del país, así como del extranjero en busca de mejores oportunidades laborales y económicas.

De acuerdo con datos de la SEDETUR (2024), el municipio de Solidaridad cuenta con 294 hoteles y 45,660 cuartos. Siendo Playa del Carmen la localidad más importante del municipio, contó con una afluencia de 403,763 turistas, teniendo una ocupación media anual del 84.9%, con datos reportados hasta marzo 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 73.8%, donde el 59% corresponde a hombres y el 41% se encuentra conformado por las mujeres.

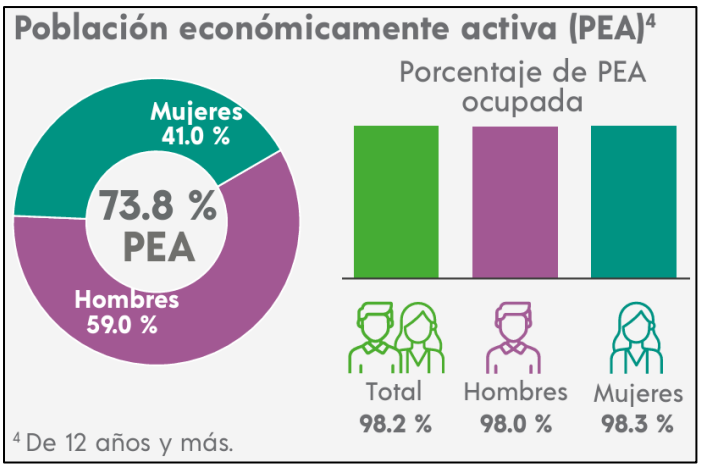


Figura IV.11. PEA en Solidaridad. Fuente: INEGI, 2020.

Por otra parte, la Población No Económicamente Activa (PNEA), presenta un porcentaje del 25.8%, de los cuales el 39.1% son estudiantes, el 44.1% personas dedicadas a los quehaceres de su hogar, el 4.2% pensionadas(os) o jubiladas(os), entre otros.

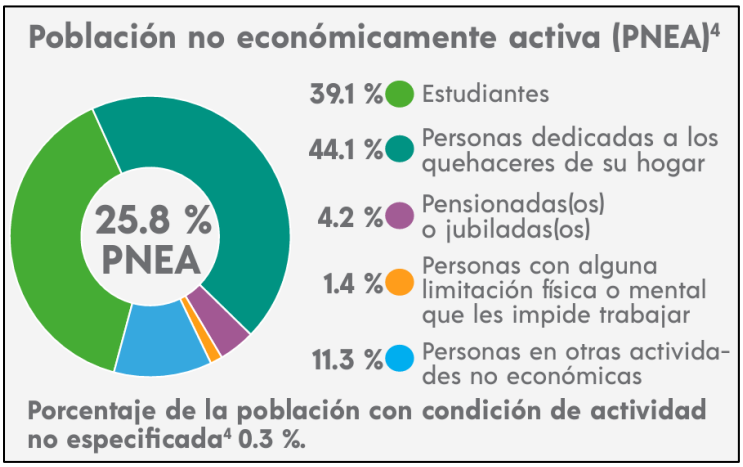


Figura IV.12. PNEA en Solidaridad. Fuente: INEGI, 2020.

- **Migración**

El 61% de la población que radica en el municipio de Solidaridad proviene de otro estado de la República diferente a Quintana Roo, siendo Chiapas, Tabasco, Yucatán, Veracruz y Ciudad de México los estados con mayor número de migrantes al municipio (Ayuntamiento de Solidaridad, 2021).

La mayor cantidad de inmigrantes extranjeros que ingresó a Solidaridad en los últimos 5 años provino de Estados Unidos (1,513 personas), Venezuela (619 personas) y Colombia (206 personas), otros países del cual llegaron migrantes al municipio son Canadá, Emiratos Árabes Unidos, Cuba, Guatemala, entre otros.

Donde el principal motivo de la migración extranjera al municipio son asuntos laborales (1,069 personas), situación económica (770 personas) y asuntos familiares (748 personas).

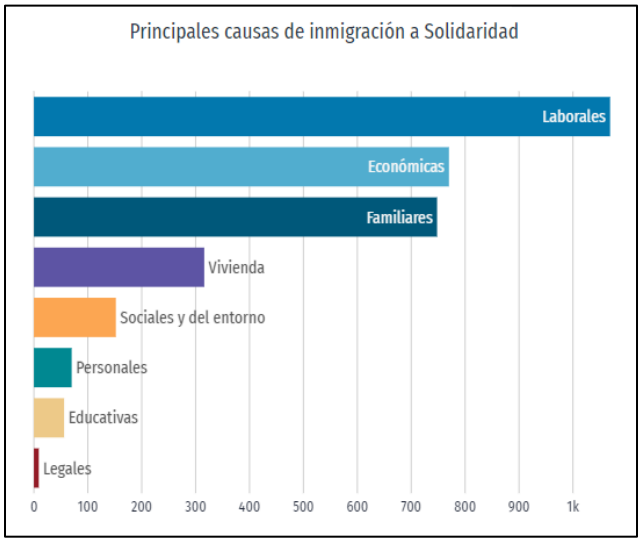


Figura IV.13. Principales causas de inmigración extranjera en Solidaridad. Fuente: ECONOMÍA, 2024.

- **Pobreza**

De acuerdo con el CONEVAL (2020), en el municipio de Solidaridad un 37.3% de la población se encuentra en algún grado de pobreza, de los cuales un 33.1% se encuentra en pobreza moderada y un 4.3% se encuentra en pobreza extrema.

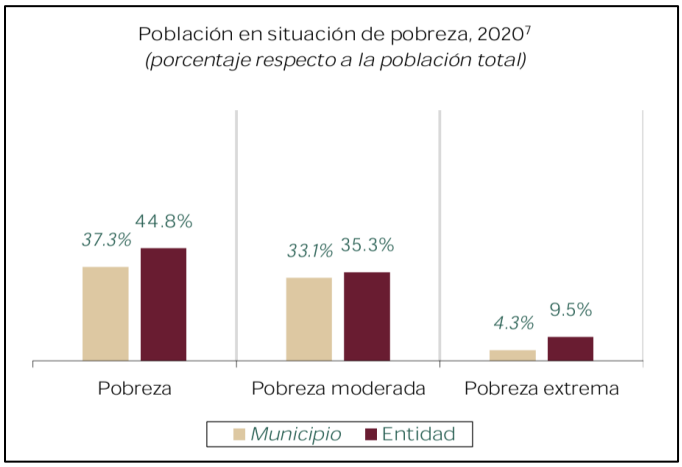


Figura IV.14. Porcentaje de la población en situación de pobreza. Fuente: BIENESTAR, 2023.

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) (ECONOMÍA, 2024).

Las principales carencias sociales de Solidaridad en 2020 fueron carencia por acceso a la seguridad social, carencia por acceso a la alimentación y carencia por acceso a los servicios de salud.

Infraestructura y servicios

- **Salud**

El municipio cuenta con 71 establecimientos de salud, donde el 76.1% son de consulta externa, 12.7% de hospitalización y 11.3% de consulta externa. Así mismo, de los establecimientos encontrado en Solidaridad el 74.6% son urbanas y el 25.4% son rurales.

Las opciones de atención de salud más utilizadas en 2020 fueron IMSS (Seguro social) (154,088 personas), otro lugar (67,713 personas) y Centro de Salud u Hospital de la SSA (Seguro Popular) (53,818 personas). Mientras que el 69% de la población se encuentra afiliada a algún servicio de salud, de los cuales el 73.4% está afiliada el IMMS, el 20.4% al INSABI, el 3.1% a una institución privada y el 3% ISSSTE o ISSSTE estatal.

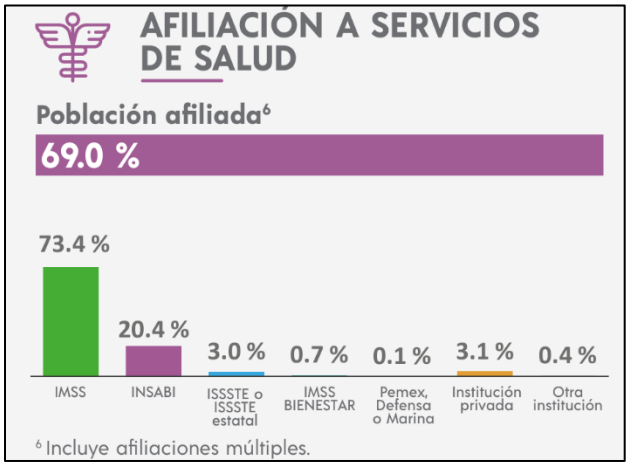


Figura IV.15. Distribución de personas afiliadas a los servicios de salud en Solidaridad. Fuente: INEGI, 2020.

- **Educación**

En cuanto a educación, de acuerdo el Marco geoestadístico municipal se cuenta con 88 planteles educativos, de los cuales 77 corresponden al nivel básico (preescolar, primaria y secundaria), 8 de nivel medio-superior y 3 de nivel superior, sin embargo, considerando los datos del DENUE para noviembre de 2023 se muestran

245 unidades económicas que se desempeñan como centros educativos, de los que 143 se encuentran bajo la gestión pública y 102 a privados (Ayuntamiento de Solidaridad,2023).

Con respecto al nivel de escolaridad, en el 2020 se registró un total de 236,286 personas de 15 años y más que presentaron algún grado académico en Solidaridad, de los cuales, los mayores fueron preparatoria o bachillerato general (32.44%), secundaria (31.14%) y licenciatura (18.40%). En cuanto a preparatoria o bachillerato general, de las 76,657 personas, un 55.02% son hombres y un 44.98% mujeres, para las 73,591 personas que aprobaron secundaria, un 52.72% son hombres y un 47.28% mujeres, y finalmente en licenciatura, de las 43,482 personas un 52.81% son hombres y un 47.19% mujeres.

La tasa de analfabetismo en 2020 fue 1.65%. Del total de población analfabeta (4,445 personas), un 39.8% correspondió a hombres y 60.2% a mujeres.

- **Vivienda**

De acuerdo con los datos de la INEGI (2020), en el municipio existe un total de 110,763 viviendas particulares habitadas, de las cuales el 19.4% cuenta con 1 cuarto, mientras que el 26% con 2 cuartos y un 39.7% con 3 cuartos; así mismo, destacan de las viviendas con 1 y 2 dormitorios, representando el 42.6% y 48.5% del total, respectivamente.

Del total de viviendas particulares habitadas, se tiene un promedio de ocupantes por vivienda de 3, mientras que el promedio de ocupantes por cuarto es de 1.2. De estas, un 1.5% de las viviendas cuentan con pisos de tierra.

En cuanto a disponibilidad de servicios y equipamiento de las viviendas en el municipio, se cuentan con un alto porcentaje, donde se tiene un 91.7% de las viviendas con acceso a agua entubada, un 96% tiene drenaje, 96.3% presentan servicio sanitario, 95.9% tienen acceso a energía eléctrica y un 92% tinaco.

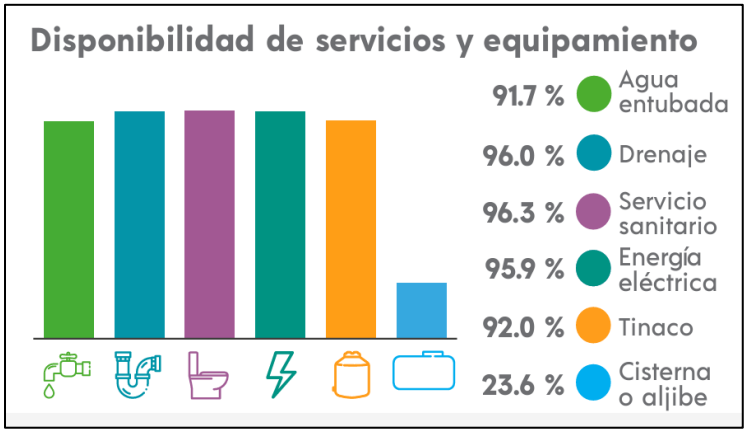


Figura IV.16. Disponibilidad de servicios y equipamiento de las viviendas particulares en Solidaridad. Fuente: INEGI, 2020.

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 le considera como, un recurso que combina elementos físicos, ecológicos y antropogénicos, es decir, es un conjunto que engloba las interrelaciones derivadas de las interacciones entre el clima, geografía, vegetación, fauna y las actividades o modificaciones realizadas por el 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*).

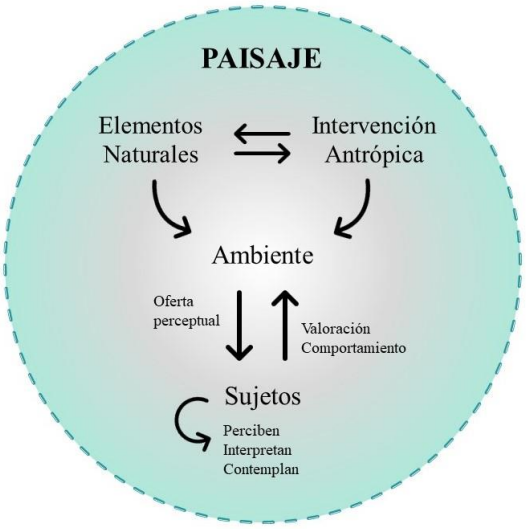


Figura IV.18.- Interrelaciones del paisaje.

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. 145.. – Aspectos que constituyen la calidad paisajística del área de interés.

Aspecto	Descripción
Ubicación	El área de estudio, se ubica aproximadamente a 9 kilómetros de la Localidad de Playa del Carmen y a 8 kilómetros de Puerto Aventuras en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, por lo tanto, el paisaje general de la región presenta modificaciones en sus componentes naturales e integra elementos y obras destinadas al sector turístico. Asimismo, se presentan franjas de vegetación, las cuales, ayudan a mitigar la perturbación del recurso paisajístico, así como humedales donde se distribuyen comunidades de mangle, las cuales agregan valor al recurso.
Dimensiones	El área a aprovechar para el desarrollo del proyecto. Corresponde al 15.120% de la superficie total del proyecto. Lo anterior implica una modificación al paisaje natural del área, sin embargo, no representan un impacto significativo a la calidad paisajística general del predio o del SAR, debido su carácter turístico que no es ajeno al entorno de la región.

Aspecto	Descripción
Actividades Humanas	Como se ha mencionado con anterioridad, el predio se sitúa dentro del corredor turístico Punta-Venado Paamul, en donde se han establecido obras destinadas a actividades turísticas, por lo tanto, las actividades a desarrollar no son ajenas al carácter paisajístico de la región.
Elementos Naturales	El elemento natural más característico de la región son las comunidades de mangle que se dispersan por la zona, formando corredores en buen estado de conservación, Cabe señalar, que el desarrollo del proyecto no afectará a dichas comunidades, por lo que el valor del recurso no se verá reducido con la implementación de las obras. Asimismo, se identifican estructuras kársticas (cenotes, dolinas, fracturas, etc.) a lo largo del corredor, agregando valor al recurso.
Fenómenos Naturales	De acuerdo con, los datos reportados en el Atlas de Riesgo del Estado de Quintana Roo, todos los municipios de la entidad presentan algún grado de riesgo por la presencia de ciclones y tormentas tropicales, debido a las características generales de la región. El área de estudio se ubica en la costa, lo cual aumenta el grado de riesgo por la presencia de tormentas o ciclones tropicales. Sin embargo, la constitución de las obras que se desarrollarán, representa una vulnerabilidad baja ante los fenómenos antes mencionados.

Analizando lo anterior, podemos describir la calidad paisajística del SAR como una zona que presenta fragmentaciones en las comunidades vegetales, debido a, la urbanización constante de la región para fines turísticos y/o habitaciones, se identifican parches de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia y comunidades de mangle con una altura promedio de 4 a 5 metros.

Cabe señalar que, como medida para mitigar el deterioro al recurso paisajístico, la mayoría de los desarrollos turísticos implementan una zona de amortiguamiento (franja de vegetación,), que se incorpora al paisaje, para influenciar los procesos biológicos y proveer una variedad de bienes y servicios.

Los beneficios que las zonas de amortiguamiento incluyen: proteger los recursos del suelo, mejorar la calidad del aire y agua, mejorar el hábitat de las comunidades de fauna silvestres, así como, embellecer el paisaje. La ubicación, estructura y gestión de esta zona depende directamente de las obras y actividades a realizar durante el desarrollo del proyecto.

Debido a las características generales del proyecto y sus dimensiones respecto al área del SAR (3.25 %) no se prevé una disminución en la calidad paisajística actual del predio o del SAR. Cabe señalar, que durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo medidas de mitigación tales como, el manejo integral de los residuos generados, la remoción puntual de vegetación en las áreas seleccionadas y el mantenimiento constante de la maquinaria y vehículo utilizados. Estas medidas reducirán los posibles impactos al recurso evitando así una degradación significativa al mismo.

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 untos 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.

Tabla IV. 146.. – Usos de suelo y vegetación del SAR delimitado para el proyecto.

Uso de suelo	Área (m2)	Área (ha)	%
Veg. Sec. de Selva Mediana Subperennifolia	17,450,802.66	1,745.080	50.952
Selva de Transición	368,693.13	36.869	1.076
Manglar	1,437,675.23	143.768	4.198
Chital	202,449.28	20.245	0.591
Matorral Costero	189,359.80	18.936	0.553
Vegetación de Duna Costera	179,243.13	17.924	0.523
Cuerpos de Agua	5,991.15	0.599	0.017
Caminos y Vialidades	1,489,256.84	148.926	4.348
Urbano construido	269,240.45	26.924	0.786
Áreas Sin Vegetación Aparente	1,175,886.58	117.589	3.433
Desprovisto de Vegetación	10,587,943.38	1,058.794	30.914
Playa Rocosa	109,580.67	10.958	0.320
Playa Arenosa	66,379.77	6.638	0.194

Uso de suelo	Área (m2)	Área (ha)	%
Zona Marina	716,759.44	71.676	2.093
Superficie Total	**34,249,261.51**	**3,424.926**	**100.000**

Considerando lo anterior, el SAR delimitado para el proyecto, establece su unidad de paisaje a la comunidad secundaria de selva mediana subperennifolia, debido a que representa el 50.952 % de su área total, siendo la comunidad vegetal que más representación tiene en toda la región.

Entre las comunidades vegetales con mayor extensión identificadas, se encuentran las comunidades de manglar, distribuidas a lo largo de la zona costera, siendo estas de suma importancia para los elementos ecosistémicos propios del SAR. Por otra parte, las áreas sin vegetación abarcan el 40.012 % de la superficie total del SAR, estas áreas se tratan de áreas desprovistas de vegetación, asentamientos humanos, elementos kársticos (cenotes, fracturas, dolinas, etc.), caminos y vialidades existentes, etc.

No obstante, debido al desarrollo paulatino de infraestructura urbana, en las zonas próximas, la calidad paisajística ha sufrido una degradación y fracturación de sus recursos ambientales, por lo que se implementarán medidas de manejo ambiental, asegurando que las actividades y obras no representarán un factor significativo en la degradación del recurso.

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 es debido a que se toma en cuenta la diversidad de 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*).

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*).

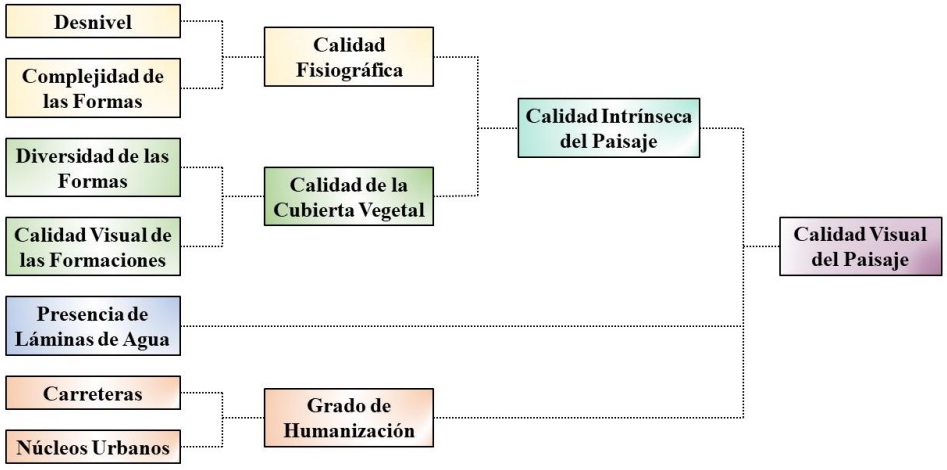


Figura IV. 19.. – Modelo de calidad visual del paisaje. Fuente: Montoya et, al, 2003.

Con base en el modelo anterior y siguiendo los criterios de evaluación presentados por Montoya *et. al.,* 2003, se determinó la calidad visual de la unidad paisajística establecida para el SAR del proyecto.

Tabla IV. 147. – Determinación de la calidad paisajística del SAR.

Variable	Aspecto	Calidad	Clase	Intervalo	Valor	SAR
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	
		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	

Variable	Aspecto	Calidad	Clase	Intervalo	Valor	SAR
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 SAR la suma resulta en 10, por ello, la calidad visual es menor, es decir, baja. Esto es debido a, las características de la comunidad vegetal secundaria de selva mediana subperennifolia (la cual cuenta con la mayor superficie y distribución dentro del polígono del SAR), teniendo alturas promedio de 3 a 4 m lo que brinda homogeneidad al aspecto general del paisaje. Las obras y actividades a proyectar son compatibles con el carácter paisajístico del área, asimismo, mediante las medidas de manejo ambiental establecidas en el presente documento, no se prevén alteraciones en la calidad visual del área.

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).

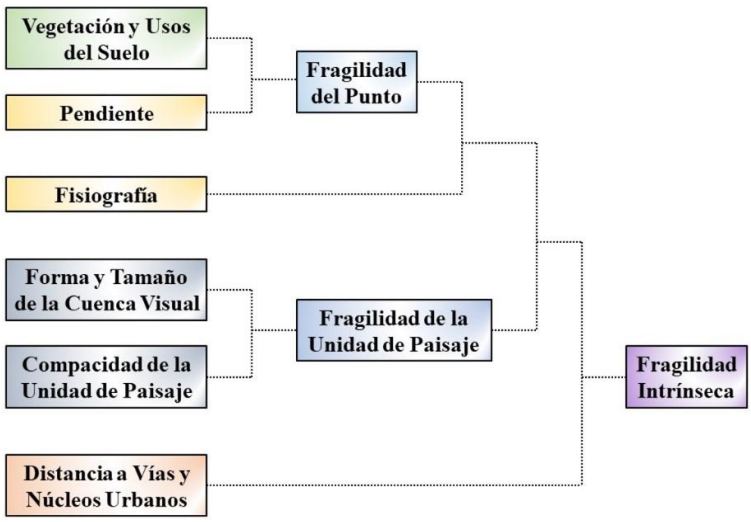


Figura IV.20. – Modelo de fragilidad visual del paisaje. Fuente: Montoya et, al, 2003.

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 se 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 por Montoya et, al., 2003.

Tabla IV. 148.. – Determinación de la calidad paisajística del SAR.

Variable	Calidad	Clase	Intervalo	Valor	SAR
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 SAR es de 15, es decir, la fragilidad visual es alta. 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 SAR es una unidad de paisaje altamente frágil al no tener la capacidad de recibir alteraciones sin que se deteriore la calidad visual.

Esto se aprecia, en la urbanización y el establecimiento de obras civiles cercanas al predio, las cuales afectaron la calidad visual del paisaje natural e influyó en la fragmentación del ecosistema. Por ello, las autoridades municipales por medio de criterios de regulación de las obras civiles, intentan prevenir el continuar con el deterioro de la calidad visual regional. Permitiendo que más observadores puedan apreciar el paisaje focal que funge como atractivo de la zona, las playas y el mar.

El establecimiento de las obras del proyecto, no generará factores que sumen de forma significativa a incrementar la fragilidad visual, debido a que las obras a realizar coinciden con un concepto que integra los elementos naturales del sistema. Además, será de baja densidad, permitiendo conservar mayor superficie de vegetación continua, lo cual absorberá el impacto por presencia de obras en el área. A nivel SAR, si bien, el proyecto será "nuevo" en su tipo en la unidad de paisaje, a nivel municipal es compatible con otras obras, la diferencia, es que este tendrá elementos que contribuirán a proteger los componentes ambientales del sistema, con el objeto de mantener funcional el ecosistema.

IV.5.DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El predio se encuentra en la región "Riviera Maya", por lo que tiene un potencial turístico alto; particularmente, se ubica en el corredor turístico Punta Venado-Paamul delimitado como la UGA 16, la cual, el POEL del municipio de Solidaridad, señala como una unidad con recursos naturales intactos, en estado natural con una superficie afectada muy reducida, en la que se permitirá establecimiento de desarrollos turísticos de baja intensidad que integren el escenario natural y sus recursos en el diseño de los proyectos. La unidad de paisaje entendiéndose como el corredor turístico Punta Venado-Paamul y que integra al SAR del proyecto, mantiene en buen estado sus componentes ambientales, lo que se refleja en la presencia de vegetación continua que forma corredores biológicos que permiten el desplazamiento de la fauna silvestre en toda la unidad.

Regionalmente, este corredor es de gran relevancia porque es uno de los paisajes mejor conservados ambientalmente, con bajo impacto y muy poco cambio uso de suelo; la existencia de este corredor es muy notorio debido a que se encuentra entre un megaproyecto invasivo al norte (Calica) y un corredor turístico con complejos hoteleros y residenciales antiguos con conceptos de desarrollo convencional, los cuales resultaron significativos al fragmentar notoriamente el ecosistema costero. Por ello, el corredor turístico Punta Venado-Paamul eleva su valor ecológico al fungir como un área que, en conjunto con la zona al oriente, amortiguan impactos generados a nivel del sistema ambiental regional, proporcionando diversos servicios ecosistémicos que mantienen en equilibrio el ecosistema costero.

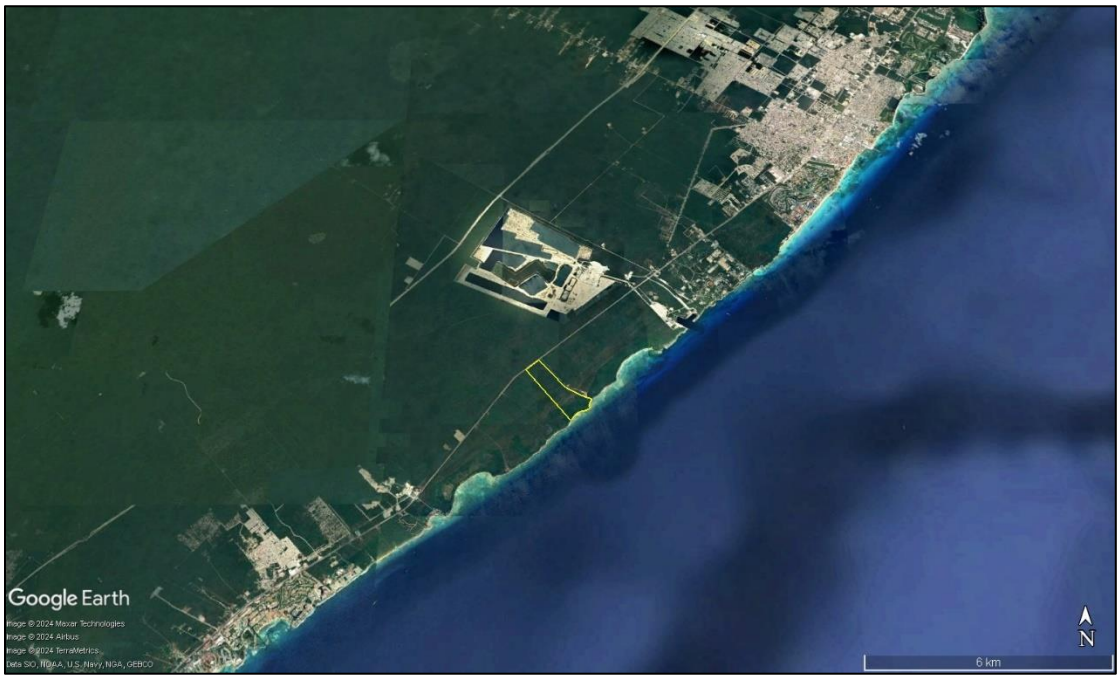


Imagen IV.9. Ubicación del predio en el corredor turístico Punta Venado-Paamul.

Es por ello que, ante la presencia de los componentes ambientales en buen estado que integran el sistema natural, es que resulta muy atractivo y una opción factible para desarrollar un proyecto turístico bajo un concepto que busca, precisamente, integrar elementos naturales a las obras, pues se pretende crear una experiencia de confort rodeada de naturaleza, para brindar a los huéspedes bienestar y comodidad. No obstante, cualquier proyecto que se establezca en la zona, deberá priorizar la protección de los componentes naturales del territorio, con el fin de conservar el equilibrio en el ecosistema costero, para mantener los servicios ambientales que benefician a la vida silvestre y a las poblaciones humanas, así como conservar los recursos naturales a los que puedan acceder tanto los humanos como los mismos seres vivos silvestres que habitan la unidad de paisaje.

Si bien, es cierto que mantener intacto un área conserva servicios ambientales, también es cierto que en regiones que dependen del turismo y que este, a su vez, dependen de la naturaleza, se requiere la inversión y desarrollo de proyectos que contribuyan a sostener ese desarrollo turístico del cual también depende las poblaciones humanas, para mantener una buena calidad de vida. En la región de la Riviera Maya los beneficios socioeconómicos del turismo son notorios, sin embargo, fue la actividad humana no planificada la que generó presión sobre el ecosistema costero y recursos naturales, poniendo bajo amenaza en algunos sectores el desarrollo y permanencia de ciertos componentes ambientales del lugar, siendo esto último de mucha preocupación para aquellas regiones en las que el desarrollo turístico depende de la naturaleza y las

condiciones en las que esté. Es por ello que, el deterioro de los ecosistemas naturales no solo pone en riesgo la fuente de ingresos de una región, sino que compromete la salud de sus poblaciones humanas al reducir la disponibilidad de recursos naturales y de servicios ambientales que mantienen un ambiente sano para su desarrollo social y económico. Por lo anterior, el desarrollo turístico en la actualidad debe ser bajo un modelo sustentable, para encontrar un equilibrio entre el crecimiento económico y la conservación del ambiente.

Con la protección de los ecosistemas y sus componentes naturales en el estado de Quintana Roo, se garantiza la protección de un ambiente sano para el desarrollo de las poblaciones humanas que lo habitan; y asegura el mantenimiento del flujo del turismo que impulsa el desarrollo económico de la entidad. En consecuencia, la actividad turística incrementa y, con ello, la demanda de servicios que motiva la inversión privada en el sector inmobiliario (hotelero, residencial y comercial), así como la inversión pública para la mejora de la infraestructura para el goce de servicios básicos y el mantenimiento de vías de comunicación. Esta inversión pública y privada también benefician el desarrollo social de las poblaciones humanas de la región. En este sentido, tanto la protección del ambiente como la inversión económica son imprescindibles para continuar con el desarrollo de las comunidades de la entidad de Quintana Roo y regiones como la Riviera Maya, razón por la cual las autoridades locales impulsan la inversión y desarrollo de proyectos que amplíen la oferta y variedad de servicios turísticos pero que, actualmente, coincidan con el modelo del desarrollo sustentable.

El desarrollo de proyectos puede situarse en zonas con componentes ambientales en buen estado, ya que esto le brinda un valor agregado a la obra por gozar de bellos paisajes, calidad en el ambiente, acceso a atractivos naturales y culturales, e incluso desarrollar actividades de sol y playa en lugares menos concurridos, lo cual resulta en un beneficio para las personas por la tranquilidad y, al mismo tiempo, evita la sobrecarga del sistema natural, lo que contribuye a realizar actividades en armonía con el ambiente. Por este motivo, el predio seleccionado para el proyecto resulta una buena opción para construir las obras propuestas, por variables como su ubicación, su superficie, sus componentes naturales y los servicios ambientales. No obstante, será importante que, su construcción no comprometa la existencia de elementos naturales nativas de la zona, en especial, componentes vulnerables como especies de vida silvestre en categoría de riesgo y sistema como los humedales costeros.

Por ello, como parte de su diseño, para "*Proyecto Venado*" se consideró los componentes ambientales del predio y la región, así como su situación, con el fin de proponer una obra bajo un concepto de desarrollo sustentable, mediante el cual se mantengan los beneficios sociales y económicos que este tipo de obras genera, sin comprometer la permanencia o existencia de los beneficios ecológicos. Los componentes ambientales contemplados son aquellos descritos a través del presente capítulo IV, con lo cual se evidencia

que el predio se ubica en un sistema ambiental en buen estado, funcional y equilibrado, gracias a las interacciones ecológicas que mantiene.

No obstante, en la región existe una megaobra que por años ha amenazado la zona: un banco de extracción de material pétreo. Esto ha generado una problemática social y ambiental porque ha provocado la deforestación de grandes extensiones de vegetación (aproximadamente 926 ha), cambio en la estructura del suelo, generación de afloramientos de agua subterránea, contaminación del agua, cambio en el paisaje, alteración del flujo hidrológico, interrupción del flujo regional subterráneo hacia la zona costera, pérdida de servicios ambientales y pérdida de hábitats que obligaron a la fauna silvestre a desplazarse.

Por ello, actualmente se considera aún más vulnerable el corredor turístico Punta Venado-Paamul, en el que se permite la construcción de proyectos turísticos pero que, deberán garantizar que no se generarán impactos ambientales como los del proyecto de extracción de material pétreo y que, también, no se producirán impactos acumulativos o sinérgicos que agraven la situación y degraden el ecosistema, pues eso supondría un daño directo a la vida silvestre y a los componentes abióticos del área. Por lo anterior, consciente del escenario, para el diseño de "*Proyecto Venado*" se consideraron elementos, técnicas y medidas ambientales para evitar la generación de impactos sobre el ambiente similares a los ya existentes en la región, reduciendo así la posibilidad de generación de afectaciones acumulativas o sinérgicas. Así, *Proyecto Venado* considera:

Manejo integral de residuos; no rellenar, modificar forma o cerrar cavernas, cenotes o fracturas kársticas; conservar el manglar; realizar el cambio de uso de suelo en los sitios de desplantes de obra, áreas verdes (jardines y camellones) y áreas de aprovechamiento que suman 16.86 ha equivalentes al 15.12% de la superficie total del predio; baja densidad de obras; mantener remanentes de vegetación original del terreno; establecer las obras entre vegetación original del predio pero, a la vez, concentrarlas de manera que se conserven corredores biológicos de la zona; realizar extracción de agua salobre para desalinizar a una profundidad de 15 metros y verter agua de rechazo en pozos de 45 metros de profundidad, ambos para no se afectar el tirante de agua dulce de la zona (de acuerdo con estudio geohidrológico del predio); realizar el tratamiento de aguas residuales mediante una PTAR y reutilizar agua tratada par riego de áreas verdes; implementar un programa de monitoreo de calidad del agua; no se construirán obras que obstruyan el flujo hidrológico del manglar; las obras se establecerán en sitio que no modifiquen zonas de escurrimiento natural y no se obstruirá el flujo subterráneo hacia la costa, incluso, los cuerpos de agua artificiales (lagos artificiales) serán impermeables para no tener contacto con el acuífero y reducir el riesgo de contaminación.

El SAR es, entonces, una región con interacciones ecológicas homogéneas que mantienen en buen estado al ecosistema costero pero que, se encuentran con riesgo de amenaza por la presencia del megaproyecto de extracción de material pétreo, motivo por el que debe asegurarse la conservación de los elementos naturales

aún con la presencia de obras turísticas, las cuales deberán ser de bajo impacto para asegurar la conservación de los recursos naturales y los servicios ambientales.

Las medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales, deberán proponerse considerando los siguientes elementos naturales para asegurar su protección y conservación:

- Un suelo predominante de tipo leptosol.
- Clima cálido subhúmedo con alto grado de humedad, que permite el desarrollo de vegetación tropical, integrada por una gran variedad de especies de plantas nativas que brindan una diversidad significativa de recursos naturales accesibles para la fauna silvestre del sitio.
- Buena calidad del aire al no existir elementos que propicien la suspensión de partículas contaminantes; aunado a ello existe una cubierta forestal representado por seis tipo de comunidades de vegetación que fungen como sumideros de carbono, liberan oxígeno, ayudan a mantener la humedad y reducen la concentración de partículas nocivas.
- Presencia de estructuras kársticas: dolinas secas, cenotes, fracturas inundadas y cavernas, comunes de la región, importantes que fungen como sitios de refugio, alimentación, reproducción y de apoyo para el desarrollo de la vida silvestre.
- La zona corresponde a un paisaje llano, lo que beneficia al fácil desplazamiento de la fauna silvestre entre el ecosistema y evita el aislamiento de poblaciones nativas, manteniendo el flujo genético. Esto a su vez, contribuye a la propagación de las plantas, motivo por el que las especies registradas en el predio también se observaron en el SAR, es decir, están bien representadas.
- No existen corrientes de aguas superficiales, por lo tanto, las fuentes de agua de la vida silvestre se limitan a los cenotes, charcos y el manglar; lo anterior, propicia una mayor concentración de especies animales cerca de las zonas de humedales, como los antes mencionados.
- El manglar se distribuye en una franja paralela a la costa, que funge como corredor biológico.
- Actualmente la zona presenta un bajo grado de ocupación del suelo y aprovechamiento de recursos, lo que ha permitido la conservación de los recursos naturales en la zona casi intactos, a pesar de estar en un área colindante con un megaproyecto de extracción de material pétreo. No obstante, deber frenarse el desarrollo de ciertas actividades en la región, ya que estas ponen bajo amenaza la calidad de los elementos que integran al ecosistema. Por ello, debe priorizarse el desarrollo de proyectos más amigables con el ambiente, de baja densidad.

- Por lo componentes ambientales de la zona, el ecosistema brinda los siguientes servicios ambientales: amortiguamiento y regulación de inundaciones, barrera contra vientos, fijación del suelo y prevención de la erosión costera, captura de carbono, filtración de contaminantes, entre otros.
- El estado del sistema ambiental se evidencia por una cobertura de vegetación sana, sin plagas, que brinda servicios ambientales, con un dosel de hasta 7-8 metros de alto. A su vez, esto sostiene la vida de la fauna silvestre, representada por animales herbívoros, frugívoros, carnívoros, omnívoros, nectarívoros, etc. Asimismo, las interacciones se mantienen sanas por la presencia de especies depredadoras y especies que fungen como presas; aunado a ello, la presencia de especies de fauna especialistas es un indicador del bien estado del ecosistema.
- Por la presencia de recursos naturales disponibles, al predio siguen llegando especies migratorias, como aves de temporada invernal. Esto beneficia al ecosistema por mantener interacciones ecológicas específicas que sostienen su equilibrio, ya que, las especies migratorias juegan un papel importante en la dispersión de plantas y flujo genético de las comunidades de vegetación. Otro indicador es el arribo de tortugas marinas a la playa colindante al predio, las cuales acuden para anidar cada año, manteniendo las poblaciones de esos reptiles marinos.

El desarrollo del proyecto deberá asegurar la protección de los componentes ambientales mencionados, para conservar el equilibrio del sistema ambiental. Para ello, debe garantizarse que los elementos naturales existentes estén representados en el ecosistema aún con la presencia de las obras propuestas, motivo por el que es necesario implementar medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales. En la propuesta de medidas debe considerarse los factores que amenazan el estado del sistema natural descrito, con el objeto de evitar que estos se manifiesten y, así, mantener el equilibrio del ambiente.

Entre los factores que amenazan los componentes ambientales de la región están:

- Fragmentación del hábitat que conlleve a pérdida de corredores biológicos.
- Sobreexplotación de recursos naturales como el agua.
- Cambio de uso de suelo para establecer proyectos de alta densidad que propicien la pérdida de hábitat y con ello el desplazamiento de la fauna silvestre.
- Contaminación del suelo, agua y aire.
- Pérdida de cobertura del manglar y con ello eliminación de servicios ambientales que brinda.
- Interrupción del flujo hidrológico que alimenta al manglar.
- Aprovechamiento extractivo de vida silvestre.

Estos factores deberán considerarse para la propuesta de medidas de manejo ambiental.







CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DEL PROYECTO VENADO, EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO




El capítulo V de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R), 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 regional.

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.

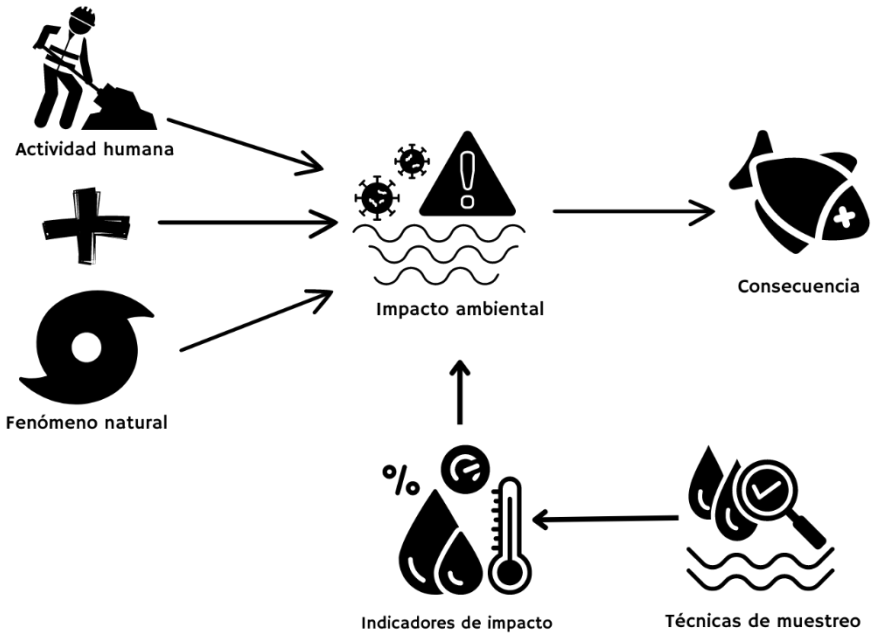


Figura. V.1 Diagrama de generación de impacto ambiental.

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 de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, Quintana Roo, es una obra nueva que se propone desarrollar en un predio particular (propiedad privada) de 1,115,592.66 m^2 (111.55 ha), ubicada en el corredor turístico Punta Venado-Paamul, en la zona costera del municipio de Solidaridad y que, simultáneamente, forma parte de la región denominada Riviera Maya. "*Proyecto Venado*" consiste en un desarrollo inmobiliario turístico, de tipo hotelero residencial, el cual estará integrado por diversas áreas para la oferta de servicios de hospedaje, relajación y recreativos; por lo tanto, el proyecto es de Naturaleza Turística y se cataloga dentro del sector económico terciario (servicios) orientados al área de Turismo. El concepto del diseño de "*Proyecto Venado*" consiste en establecer obras envueltas de naturaleza, que permitan un contacto más cercano con los componentes ambientales del predio, los cuales además de aportar belleza al proyecto, generará bienestar y relajación entre los huéspedes.

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 Regional, 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

"Proyecto Venado" consiste en un desarrollo inmobiliario turístico de tipo hotelero-residencial, integrado por diversos elementos para brindar servicios de alojamiento, recreativos, comerciales, de eventos, de

relajación, entre otro. 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 y demolición de obras existentes	Formación de plataformas	Operación de instalaciones
Acondicionamiento de vivero	Excavaciones	Operación de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)
Topografía	Cimentación	Operación de Planta de Ósmosis Inversa (POI)
Establecimiento de obras temporales	Conformación de cuerpos de agua artificiales	Elaboración de alimentos y bebidas
Desmonte	Establecimiento de pisos	Actividades recreativas
Despalme	Cubiertas y acabado	Uso de energía eléctrica
Excavación	Construcción de pozos	Extracción de agua salobre
Nivelación (compactación)	Establecimiento de áreas verdes	Inyección de agua de rechazo Inyección de excedente de agua tratada
Actividades cotidianas de trabajadores	Reforestación	Mantenimiento preventivo y correctivo de obras
Tránsito de vehículos, volquetes y maquinaria	Desmantelamiento de obras temporales	Tránsito de vehículos y autobuses
	Actividades cotidianas de trabajadores	Conservación de manglar
	Tránsito de vehículos, volquetes y maquinaria	Tránsito de personas de forma permanente
		Uso de sanitarios, lavabos y regaderas.
Obras	**Obras**	**Obras**
Presencia de materiales e insumos	Presencia de edificios	Presencia de edificios
	Colores de acabados en muros	Pisos y caminos principales compactos
	Presencia de caminos	Áreas verdes
	Presencia de cuerpos de agua artificiales	Presencia de pasos de fauna
		Paneles solares
		Presencia de pozos pluviales
		Presencia de cuerpos de agua artificiales

Los factores que posiblemente generarán impactos ambientales, se obtuvieron con base en las actividades que se llevarán a cabo para la construcción y operación de "*Proyecto Venado*" y las obras que se establecerán; lo anterior se describió y presentó en el capítulo II de la presente MIA-R.

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 y demolición de obras existentes	Residuos generados (residuos sólidos, residuo vegetal y escombros)	Suelo Agua Vegetación Fauna
	Acondicionamiento de vivero (sin deforestar)	Residuos generados (materia vegetal)	Vegetación
	Topografía	Abrir brechas	Vegetación
	Desmonte	Deforestación	Vegetación Fauna Suelo Microclima
	Despalme	Eliminación de capa superficial del suelo	Suelo Fauna
	Establecimiento de obras temporales	Ocupación del suelo	Paisaje Fauna Suelo
	Excavación	Hacer zanjas	Suelo
	Nivelación	Compactación Aplanar suelo	Suelo Acuífero
	Actividades cotidianas de trabajadores	Residuos generados (residuos sólidos urbanos y aguas negras) Jornada laboral	Suelo Agua Vegetación Fauna Socioeconómico
	Tránsito de vehículos, volquetes y maquinaria	Desplazamiento de unidades Generación de humo o gases Derrame de aceites o combustible	Suelo/subsuelo Fauna Atmósfera Agua
	Presencia de materiales e insumos	Ocupación de suelo	Paisaje
Construcción	Formación de plataformas	Ocupación del suelo	Suelo Paisaje
	Excavaciones	Hacer zanjas	Suelo
	Cimentación	Echar cimientos	Suelo
	Conformación de cuerpos de agua artificiales	Presencia de huecos Presencia de agua	Suelo Fauna Vegetación Microclima Trayecto de escurrimientos
	Establecimiento de pisos	Poner losa Poner madera Residuos a generar	Suelo Trayecto de escurrimientos
	Cubiertas y acabado	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Atmósfera

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente
			Paisaje
	Construcción de pozos	Abrir pozos	Suelo Acuífero
	Establecimiento de áreas verdes	Plantar especies nativas de flora	Vegetación Suelo Microclima Acuífero
	Reforestación	Plantar especies nativas de flora	Vegetación Paisaje Hábitat
	Desmantelamiento de obras temporales	Residuos a generar	Suelo Agua
	Actividades cotidianas de trabajadores	Elaboración de alimentos y bebidas Consumo de alimentos y bebidas Generación de aguas negras Jornada laboral	Suelo Agua Socioeconómico
	Tránsito de vehículos, volquetes y maquinaria	Desplazamiento de unidades Generación de humo o gases Derrame de aceites o combustible Transporte de materiales finos	Suelo/subsuelo Fauna Atmósfera Agua
	Presencia de edificios	Levantamiento de muros Ocupación del suelo	Paisaje Hábitat Fauna
	Colores de acabados en muros	Empleo de colores que/no armonicen con el entorno	Paisaje
	Presencia de caminos	Ocupación del suelo Compactación	Suelo Fauna Conexión de vegetación
	Presencia de cuerpos de agua artificiales	Presencia de agua	Hábitat Fauna Microclima
Operación y mantenimiento	Operación de instalaciones	Ruido Llegada de turismo	Ambiente Socioeconómico
	Operación de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	Generación de agua tratada	Áreas verdes Suelo Acuífero Agua
	Operación de Planta de Ósmosis Inversa (POI)	Extracción de agua salobre Inyección de agua de rechazo	Acuífero Flujos de agua subterránea Tirante de agua dulce
	Elaboración de alimentos y bebidas	Residuos a generar	Suelo agua
	Actividades recreativas	Actividades humanas en espacios naturales	Fauna Vegetación
	Uso de energía eléctrica	Generación de emisiones de GEI Iluminación	Atmósfera Hábitat Paisaje

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente
	Mantenimiento preventivo y correctivo de obras	Residuos a generar (RSU, RME y RP)	Suelo Agua Vegetación Fauna
	Tránsito de vehículos y autobuses	Desplazamiento de unidades Generación de humo o gases Derrame de aceites o combustible	Suelo Atmósfera Fauna Agua
	Conservación de manglar	Proteger manglar	Vegetación Suelo Acuífero Agua Microclima Atmósfera
	Tránsito de personas de forma permanente	Desplazamiento de humanos	Fauna
	Uso de sanitarios, lavabos y regaderas.	Generación de aguas grises y negras	Suelo Agua Acuífero
	Presencia de edificios	Ocupación de suelo	Paisaje Suelo Hábitat Fauna Corredores biológicos
	Pisos y caminos principales compactos	Compactación de suelo	Suelo Acuífero
	Áreas verdes	Presencia de vegetación nativa	Vegetación Fauna Suelo Microclima Acuífero
	Presencia de pasos de fauna	Espacios seguro de desplazamiento	Fauna
	Paneles solares	Energía limpia y reducción de uso de energía eléctrica de fuente convencional	Ambiente
	Presencia de pozos pluviales	Presencia de huecos en el suelo	Suelo Acuífero Agua subterránea
	Presencia de cuerpos de agua artificiales	Presencia de agua	Fauna Microclima Paisaje Hábitat

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 leptosol.
  - Clima cálido subhúmedo con alto grado de humedad.
  - Buena calidad del aire.
  - Presencia de estructuras kársticas: dolinas secas, cenotes, fracturas inundadas y cavernas.
  - Zonas de selva inundable.
  - Paisaje con interacciones ecológicas homogéneas.
  - Paisaje llano.
  - Pendientes negativas con respecto al nivel medio del mar.
  - Pocas obras civiles en la zona.
  - Bajo grado de ocupación del suelo y aprovechamiento de recursos.
  - Paisaje poco impactado, prácticamente homogéneo.
  - Áreas desprovistas de vegetación y caminos existentes.
  - Ecosistema que brinda servicios ambientales.
  - El predio se encuentra sobre un sistema kárstico, con corrientes de agua subterránea que desembocan en el mar.
- Bióticos
  - Presencia de 6 tipos de vegetación.
  - Presencia de manglar, con las 4 especies de mangle de la región.
  - Presencia de fauna silvestre, con especies en categorías de riesgo.

- Conexión de vegetación y corredores biológicos.
- Dosel de hasta 7-8 metros de alto.
- Presencia de animales herbívoros, frugívoros, carnívoros, omnívoros, nectarívoros, etc.
- Presencia de especies depredadoras y especies presas.
- Presencia de especies generalistas y especialistas.
- Presencia de hierbas, arbustos, árboles y palmas.
- Especies residentes en el predio y especies transeúntes
- Llegan especies de aves migratorias de invierno y verano.
- En la playa colindante arriban tortugas marinas para anidar.

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 SAR.

Tabla V.3. Factores y componentes del SAR.

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 SAR 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 SAR, 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.
	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 SAR, ha sido previamente impactado por obras y actividades anteriores al desarrollo propuesto, sin embargo, este proyecto, mantendrá una armonía entre las construcciones y el sistema ambiental natural.
	Flora terrestre	**Cobertura.** Hace referencia a la cobertura de la vegetación terrestre en el SAR, sin embargo, la construcción en el polígono no afectará la cobertura vegetal del SAR.
		Riqueza. Se refiere al número total de especies de flora terrestre en el SAR. No hay afectaciones en la riqueza de especies de vegetación a nivel SAR ni a las zonas aledañas.

Factor	Componente	
		Diversidad. Hace referencia a la variedad de especies de flora terrestre en el SAR. 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 SAR 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 SAR ni a las zonas aledañas.
	Fauna terrestre	**Riqueza.** Se refiere al número total de especies de fauna terrestre en el SAR. No hay afectaciones en la riqueza de especies de vegetación a nivel SAR ni a las zonas aledañas.
		Diversidad. Hace referencia a la variedad de especies de fauna terrestre en el SAR. 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 SAR, 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 deforestación, sin embargo, no se estará considerando que en realidad será una interacción negativa

poco significativa porque la superficie por afectar será equivalente al 15.12% del predio, manteniendo el 84.88% de la superficie del terreno con vegetación original del sitio, lo que 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 y demolición de obras existentes	Residuos generados (residuos sólidos, residuo vegetal y escombros)	Suelo Agua Vegetación Fauna	Negativa porque puede contaminar o alterar la calidad de los componentes ambientales; también puede intervenir en el desarrollo de la vida silvestre
	Acondicionamiento de vivero (sin deforestar)	Residuos generados (materia vegetal)	Vegetación	Se removerán plantas herbáceas pero al concluir su uso podrá crecer la vegetación
	Topografía	Abrir brechas	Vegetación	Negativa al remover vegetación
	Desmonte	Deforestación	Vegetación Fauna Suelo Microclima	Negativa por pérdida de cobertura forestal, desplazamiento de fauna silvestre, compactación del suelo y pérdida de sombra y transpiración de plantas; erosión de suelo desnudo
	Despalme	Eliminación de capa superficial del suelo	Suelo Fauna	Negativa por pérdida de horizontes del suelo y desplazamiento de fauna edáfica
	Establecimiento de obras temporales	Ocupación del suelo	Paisaje Fauna Suelo	Negativa por compactación del suelo, pérdida de superficies permeables
	Excavación	Hacer zanjas	Suelo	Negativa por pérdida de horizontes y cambio de estructura del suelo
	Nivelación	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 (residuos sólidos urbanos y aguas negras)	Suelo Agua Vegetación Fauna	Negativa por contaminación o modificación de la calidad del suelo y el

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
		Jornada laboral	Socioeconómico	agua; extracción o molestar fauna; extracción de flora; Positiva por generación de empleos
	Tránsito de vehículos, volquetes y maquinaria	Desplazamiento de unidades Generación de humo o gases Derrame de aceites o combustible	Suelo/subsuelo Fauna Atmósfera Agua	Negativa por posible atropello de fauna, compactación del suelo, emisiones de GEI´s a la atmósfera, contaminación de suelo y agua por derrames de sustancias contaminantes
	Presencia de materiales e insumos	Ocupación de suelo	Paisaje	Negativa por la calidad visual, cambio de entorno natural
Construcción	Formación de plataformas	Ocupación del suelo	Suelo Paisaje	Negativa por la calidad visual, cambio de entorno natural
	Excavaciones	Hacer zanjas	Suelo	Negativa por pérdida de horizontes del suelo y desplazamiento de fauna edáfica
	Cimentación	Echar cimientos	Suelo	Negativa por pérdida de forma permanente de zonas permeables
	Conformación de cuerpos de agua artificiales	Presencia de huecos Presencia de agua	Suelo Fauna Vegetación Microclima Trayecto de escurrimientos	Negativa por cambio de estructura de suelo; positiva por nuevos hábitats de vida silvestre, regulación del microclima por presencia de agua y amortiguamiento de posibles inundaciones de baja intensidad, además de crear sitios de acumulación de agua pluvial, es decir, se mantendrá escurrimiento natural del terreno
	Establecimiento de pisos	Poner losa Poner madera Residuos a generar	Suelo Trayecto de escurrimientos	Negativa por pérdida de zonas permeables, posible contaminación del suelo y cambio en flujo y escurrimientos
	Cubiertas y acabado	Empleo de materiales Residuos a generar	Suelo Atmósfera Paisaje	Negativa por modificación de calidad del suelo y atmósfera,

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
				cambio en el paisaje de acabados naturales
	Construcción de pozos	Abrir pozos	Suelo Acuífero	Negativa por cambio de estructura de suelo y posible contaminación del acuífero por conexión directa con la superficie por el pozo
	Establecimiento de áreas verdes	Plantar especies nativas de flora	Vegetación Suelo Microclima Acuífero	Positiva por recuperación de cobertura de vegetación con especies nativas, recuperación de zonas permeables, de sombra, servicios ambientales, retención de humedad y sitios de recarga del acuífero
	Reforestación	Plantar especies nativas de flora	Vegetación Suelo Paisaje Hábitat Acuífero	Positiva por recuperación de cobertura de vegetación con especies nativas, recuperación de zonas permeables, de sombra, servicios ambientales, retención de humedad y sitios de recarga del acuífero; continuación de vegetación, mantener hábitats de fauna
	Desmantelamiento de obras temporales	Residuos a generar	Suelo Agua	Negativa por contaminación de suelo y 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 de agua y suelo; positiva por generación de empleos y empleo de servicios
	Tránsito de vehículos, volquetes y maquinaria	Desplazamiento de unidades Generación de humo o gases Derrame de aceites o combustible Transporte de materiales finos	Suelo/subsuelo Fauna Atmósfera Agua	Negativa por posible atropello de fauna, compactación del suelo, emisiones de GEI´s a la atmósfera, contaminación de suelo y agua por derrames de sustancias contaminantes
	Presencia de edificios	Levantamiento de muros Ocupación del suelo	Paisaje Hábitat Fauna	Negativa por la calidad visual, cambio de entorno natural; pérdida

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
				permanentes de hábitat y desplazamiento de fauna
	Colores de acabados en muros	Empleo de colores que/no armonicen con el entorno	Paisaje	Negativa al afectar la calidad visual y alterar la estética natural
	Presencia de caminos	Ocupación del suelo Compactación	Suelo Fauna Conexión de vegetación	Negativa por cambio de estructura del suelo; pérdida de hábitat de fauna, fragmentación del hábitat y alteración de la continuidad de la vegetación
	Presencia de cuerpos de agua artificiales	Presencia de agua	Hábitat Fauna Microclima	Positiva por nuevos hábitats de vida silvestre, regulación del microclima por presencia de agua y amortiguamiento de posibles inundaciones de ja intensidad, además de crear sitios de acumulación de agua pluvial, es decir, se mantendrá escurrimiento natural del terreno
Operación y mantenimiento	Operación de instalaciones	Ruido Llegada de turismo	Ambiente Socioeconómico	Negativa por incremento de ruido en el ambiente; positiva por generación de empleos para cubrir demanda de turistas, además el empleo de insumos de la región ayuda a mantener empleos indirectos
	Operación de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR)	Generación de agua tratada	Áreas verdes Suelo Acuífero Agua	Positiva al reutilizar agua tratada para riego de áreas verdes, evitar la contaminación del suelo y el agua, por ende, se evita la afectación del acuífero
	Operación de Planta de Ósmosis Inversa (POI)	Extracción de agua salobre Inyección de agua de rechazo	Acuífero Flujos de agua subterránea Tirante de agua dulce	Negativa si no se extrae agua salobre a la profundidad adecuada, afectando flujo de agua subterránea y disminuyendo la disponibilidad de agua dulce de la zona; si el agua de rechazo no se inyecta a la profundidad

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
				adecuada puede alterar la calidad del agua dulce por acumulación de salmuera
	Elaboración de alimentos y bebidas	Residuos a generar	Suelo agua	Negativa por contaminación de suelo y agua
	Actividades recreativas	Actividades humanas en espacios naturales	Fauna Vegetación	Negativa por molestar, desplazar, alimentar o extraer fauna; remover o extraer flora
	Uso de energía eléctrica	Generación de emisiones de GEI Iluminación	Atmósfera Hábitat Paisaje	Negativa por modificación de la calidad del aire; incremento de contaminación lumínica; cambio en la calidad del paisaje
	Mantenimiento preventivo y correctivo de obras	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
	Tránsito de vehículos y autobuses	Desplazamiento de unidades Generación de humo o gases Derrame de aceites o combustible	Suelo Atmósfera Fauna Agua	Negativa por posible atropello de fauna, compactación del suelo, emisiones de GEI´s a la atmósfera, contaminación de suelo y agua por derrames de sustancias contaminantes
	Conservación de manglar	Proteger manglar	Vegetación Suelo Acuífero Agua Microclima Atmósfera	Positiva por conservar especies de mangle, proteger el humedal que brinda diversos servicios ambientales, mantiene suelo natural, proceso de purificación del agua, regula el microclima, es sumidero de carbono, entre otros
	Tránsito de personas de forma permanente	Desplazamiento de humanos	Fauna	Negativa por molestar, alimentar, desplazar o extraer fauna silvestre
	Uso de sanitarios, lavabos y regaderas.	Generación de aguas grises y negras	Suelo Agua Acuífero	Negativa por contaminación de suelo, agua y acuífero
	Presencia de edificios	Ocupación de suelo	Paisaje Suelo Hábitat	Negativa por la calidad visual, cambio de entorno natural; pérdida

Etapa	Actividad/Obra	Posible fuente generadora de impacto	Componentes del ambiente que pueden afectar negativa o positivamente	Interacción
			Fauna Corredores biológicos	permanentes de hábitat y desplazamiento de fauna
	Pisos y caminos principales compactos	Compactación de suelo	Suelo Acuífero	Negativa por cambio de estructura del suelo; pérdida de hábitat de fauna, fragmentación del hábitat y alteración de la continuidad de la vegetación, pérdida de superficies permeables
	Áreas verdes	Presencia de vegetación nativa	Vegetación Fauna Suelo Microclima Acuífero	Positiva por mantener vegetación con especies nativas, zonas permeables, sombra, hábitat de fauna, servicios ambientales, retención de humedad y sitios de recarga del acuífero
	Presencia de pasos de fauna	Espacios seguro de desplazamiento	Fauna	Positiva al contribuir a que sea más fácil el desplazamiento de la fauna silvestre; mantiene conexión con parches de vegetación
	Paneles solares	Energía limpia y reducción de uso de energía eléctrica de fuente convencional	Ambiente	Positiva al reducir consumo de energía de fuentes convencionales, y generar menor cantidad de GEI´s
	Presencia de pozos pluviales	Presencia de huecos en el suelo	Suelo Acuífero Agua subterránea	Negativas por posible contaminación del suelo, acuífero y flujos de agua subterránea
	Presencia de cuerpos de agua artificiales	Presencia de agua	Fauna Microclima Paisaje Hábitat	Positiva por nuevos hábitats de vida silvestre, regulación del microclima por presencia de agua y amortiguamiento de posibles inundaciones de baja intensidad, además de crear sitios de acumulación de agua pluvial, es decir, se mantendrá escurrimiento natural del terreno

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.
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 SAR 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 SAR.

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 "*Proyecto Venado*". 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 SAR. 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	Efecto	Positivo y/o Negativo
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	Problemas de productividad. Afectación a la fauna edáfica. Afectación a la flora silvestre.	Negativo
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	Problemas de productividad. Afectación a la fauna acuática. Afectación a la flora silvestre. Problemas de salud humana.	Negativo
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	Afectación a la fauna y flora silvestre. Aumento de enfermedades respiratorias.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
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	Problemas auditivos. Ahuyentamiento de fauna	Negativo
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	Afectación al comportamiento de la fauna silvestre. Interrupción de procesos ecológicos. Afectación de la vista.	Negativo
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	Desertificación. Afectaciones a la salud. Afectación de la flora y fauna silvestre local. Alteración de procesos ecológicos.	Negativo
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	Alteración en la probabilidad de inundaciones. Afectación en procesos ecológicos.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
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	Alteración en la probabilidad de inundaciones. Afectación en procesos ecológicos.	Negativo
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	Desertificación. Afectación en la salud. Afectación a la flora y fauna silvestre.	Negativo
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 deforestación a causa de la remoción de la cubierta vegetal y 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	Problemas de productividad. Afectación a los procesos ecológicos. Afectación a la flora y fauna silvestre. Reducción de hábitat.	Negativo
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	Problemas de productividad. Afectación a los procesos ecológicos. Afectación a la fauna edáfica. Afectación a la flora silvestre.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
Eliminación o modificación de hábitats	Reducción del espacio para el desarrollo y reproducción de la vida silvestre.	Deforestación por la construcción de obras civiles.	La construcción de obras civiles así como la deforestación hará remoción de cubierta vegetal y flora, ocasionando una disminución en la riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre y, así, alterando procesos ecológicos ambientales.	Suelo	Alteración en procesos ecológicos. Disminución de riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre.	Negativo
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 así como la deforestación hará remoción de cubierta vegetal y flora silvestre; esto 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	Efecto de barrera para la movilización de la fauna silvestre que puede causar atropellamientos. Alteración de continuidad en la formación y la conectividad de la flora. Limitación de procesos ecológicos.	Negativo
Pérdida del hábitat	Reducción del espacio para el desarrollo y reproducción de la vida silvestre.	Deforestación por la construcción de obras civiles.	La construcción de obras civiles y la deforestación removerá cubierta vegetal y flora, provocando una disminución en la riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre; esto causaría una alteración en procesos ecológicos al verse afectados por la pérdida del hábitat.	Suelo	Alteración en procesos ecológicos. Disminución riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
Pérdida de cubierta vegetal	Reducción de la capa de plantas, arbustos y árboles que cubre la superficie.	Deforestación y tránsito constante de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	La remoción de cubierta vegetal causada por la construcción de obras civiles y la deforestación, así como el uso de maquinaria y equipo de construcción ocasiona una pérdida en la cubierta vegetal del área donde no solo hay disminución de cobertura sino también en la abundancia y la riqueza de flora silvestre.	Flora	Disminución de la riqueza y abundancia de flora silvestre. Afectación a procesos ecológicos.	Negativo
Desplazamiento de fauna silvestre	Migración de especies de fauna silvestre del hábitat original hacia otras áreas.	Deforestación y emisión de ruido por el uso constante de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	La construcción de obras civiles y la deforestación hará remoción de cubierta vegetal mientras que 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	Disminución de la riqueza y abundancia de fauna silvestre. Afectación a procesos ecológicos.	Negativo
Pérdida de biodiversidad	Reducción de riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre en un hábitat.	Deforestación y emisión de ruido por el uso constante de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	La construcción de obras civiles y la deforestación hará 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	Disminución de riqueza y abundancia de flora y fauna silvestre. Alteración en procesos ecológicos.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
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 y la deforestación se hará remoción de cubierta vegetal y flora, mientras que 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	Alteración en los procesos ecológicos. Afectación a fauna silvestre.	Negativo
Pérdida de procesos ecológicos	Reducción de las funciones del ambiente que estructuran a los ecosistemas.	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.	La remoción de cubierta vegetal causada por la construcción de obras civiles y la deforestación, 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	Afectación a fauna y flora silvestre.	Negativo
Pérdida/modificación de servicios ambientales	Disminución o cambio de los recursos y procesos benéficos proporcionados por el ecosistema a los humanos.	Deforestación y tránsito constante de maquinaria y equipo de construcción en obras civiles.	La remoción de cubierta vegetal y flora durante los procesos de construcción y deforestación ahuyentan 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	Afectación a flora y fauna silvestre. Afectación a la productividad. Afectación a las comunidades.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
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 verían comprometidos procesos ecológicos.	Paisaje	Alteración en la singularidad y calidad del paisaje. Alteración en procesos ecológicos. Disminución de riqueza y abundancia de fauna y flora silvestre.	Negativo
Cambio en el uso del suelo	Cambio del uso de suelo de un terreno forestal a otro uso no forestal.	Deforestación por la construcción de obras civiles y uso del suelo para nuevas actividades humanas.	La construcción de obras civiles y la deforestación provocan un cambio en el uso del suelo al remover la cubierta vegetal y por la acumulación y dispersión de residuos, esto alteraría la estructura y composición físico-química del suelo, lo que afectaría la calidad del suelo y, por ende, la productividad.	Suelo	Afectación en la productividad del suelo. Afectación a flora y fauna silvestre. Alteración de procesos ecológicos.	Negativo
Cambio en la forma del terreno	Modificación en la topología del terreno derivado de la alteración a su estructura y composición.	Deforestación y excavaciones por la construcción de obras civiles.	Durante la construcción de obras civiles y obras de deforestación habrá un constante paso de maquinaria y equipo de construcción, así como excavaciones en el predio y nivelación de terreno; esto causaría un cambio en la forma del terreno, modificando el relieve y la altitud de este, viendo afectado el microclima y ocasionando un aumento en la susceptibilidad a inundaciones o deslaves.	Suelo	Alteración en la susceptibilidad a inundaciones, hundimientos o deslaves.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
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	Afectación en la productividad. Afectación de fauna edáfica. Afectación de flora silvestre. Aumento en la probabilidad de inundación.	Negativo
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 y flora, 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	Afectación a procesos ecológicos. Afectación a fauna edáfica. Afectación a flora silvestre.	Negativo
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 deforestación 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 artificación del ambiente, alterando los procesos ecológicos de la flora y fauna silvestre.	Suelo	Interrupción de procesos ecológicos. Afectación a flora y fauna silvestre. Pérdida de la calidad paisajística. Pérdida de valor estético.	Negativo

Impacto Ambiental	Definición del impacto	Fuente generadora	Descripción de la fuente	Componente ambiental que afecta	Efecto	Positivo y/o Negativo
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	Afectación a flora y fauna Alteración de procesos ecológicos. Alteración del valor estético. Modificación de la calidad del paisaje.	Negativo
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	**Positivo** Incremento económico. Desarrollo sociocultural. Mejoría de la calidad de vida **Negativo** Desigualdad socioeconómica por la creación de empleos más especializados.	Positivo/ Negativo
Recuperación de vegetación	Proceso de desarrollo y restablecimiento de cubierta vegetal en un área afectada	Uso de suelo fértil para la construcción de área verdes y trabajos de reforestación.	Durante la construcción de la obra crearán área de conservación con suelo fértil y orgánico así como trabajos de reforestación para regular el impacto a flora y fauna, verificando que sean sitios adecuados para el correcto desarrollo.	Flora	Aumento de la flora, recuperación de vegetación, aumentando la riqueza y abundancia.	Positivo

A continuación, se señalan los impactos potenciales que derivarán de las actividades para establecer "*Proyecto Venado*".

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 y demoler obras	Suelo	Contaminación del suelo	1	T	P	B	-
	Atmósfera	Modificación de la calidad del aire	1	T	L	B	-
Instalación del vivero	Suelo	Contaminación del suelo	1	T	P	B	-
Localización de áreas a impactar/ delimitación de áreas (topografía)	Suelo	Cambio en el uso del suelo	1	P	P	B	-
Rescate de flora y reubicación de flora y fauna	Fauna	Modificación de comportamiento de fauna silvestre	1	T	L	B	-
Desmonte y despalme	Suelo	Fragmentación del ecosistema	2	P	P	B	-
		Pérdida del hábitat	2	P	L	M	-
		Erosión	4	P	P	B	-
		Cambio en la disponibilidad de superficie permeable	1	P	P	B	-
	Ecología	Pérdida/modificación de servicios ambientales	2	T	L	B	-
	Flora	Pérdida de cubierta vegetal	1	P	P	B	-
	Fauna	Desplazamiento de especies nativas	1	T	L	B	-
	Paisaje	Cambio en la estética característica del paisaje	1	P	L	M	-

Obras y/o Actividades	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
Excavaciones	Suelo	Compactación	2	P	P	B	-
		Cambio en la estabilidad del terreno	3	P	P	M	-
		Cambio en la disponibilidad de superficie permeable	3	P	P	M	-
	Topoforma	Cambio en la forma del terreno	2	P	P	M	-
	Fauna	Desplazamiento de especies nativas	1	T	L	B	-
Nivelación	Suelo	Compactación	2	P	P	M	-
	Ecología	Cambio y ocurrencia de inundaciones	4	P	L	B	-
Reforestación	Flora	Recuperación de vegetación	2	P	L	M	+
	Suelo	Fijación del suelo	2	P	L	M	+

Tabla V.9. 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
Formación de plataformas para el desplante	Suelo	Modificación de drenaje superficial	2	P	P	M	-
		Compactación	2	P	P	M	-
		Cambio en la permeabilidad del suelo	2	P	P	M	-
		Cambio en el uso de suelo	1	P	P	M	-
		Erosión	4	P	P	M	-
	Agua	Cambio en la recarga del acuífero	2	P	P	M	-
	Paisaje	Cambio en la estética característica del paisaje	1	P	L	A	-
Excavación de zanjas	Suelo	Modificación de la calidad del suelo	2	T	P	M	-

Obras y/o Actividades	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
	Topoforma	Cambio en la forma del terreno	2	P	P	M	-
Cimentación	Suelo	Compactación	2	P	P	M	-
		Modificación de drenaje superficial	2	P	P	M	-
		Cambio en la permeabilidad del suelo	2	P	P	M	-
		Erosión	4	P	P	M	-
Estructura	Suelo	Modificación de la calidad del suelo	2	P	P	M	-
		Contaminación del suelo	3	T	P	M	-
		Cambio en la estética característica del paisaje	1	P	L	A	-
Cubiertas y Acabados	Paisaje	Cambio en la estética característica del paisaje	1	P	L	A	-
		Cambio en la calidad del paisaje	2	P	L	A	-
Conformación de cuerpos de agua artificiales	Suelo	Modificación de la calidad del suelo	2	T	P	M	-
		Compactación	2	P	P	A	-
	Suelo/Agua	Cambio en escurrimientos	2	P	P	M	-/+
	Paisaje	Cambio en la estética característica del paisaje	1	P	L	A	-/+
Establecimiento de áreas verdes	Hábitat	Recuperación de hábitat natural	2	P	P	M	+
		Modificación del hábitat	2	P	P	M	+
	Atmósfera	Modificación del microclima	3	P	L	M	+
	Flora	Recuperación de vegetación	2	P	P	M	+

Obras y/o Actividades	Componente ambiental	Impacto Ambiental	Relación del impacto				
			Tipo	Duración	Extensión	Intensidad	Efecto
	Paisaje	Cambio positivo en la conectividad ecológica (o del paisaje)	2	P	L	A	+
Planta de Tratamiento de aguas Residuales (PTAR)	Agua	Modificación de la calidad del agua	1	P	P	M	+
Planta de Ósmosis Inversa (Planta desalinizadora)	Agua	Cambio en la disponibilidad del agua	2	P	P	A	-
		Modificación de la calidad del agua	2	P	P	M	-
Tránsito de vehículos y maquinaria	Suelo	Compactación	1	P	P	M	-
		Contaminación del suelo	1	P	P	M	-
	Atmósfera	Modificación de la calidad del aire	1	T	P	B	-

Tabla V.10. 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
Uso de sanitarios	Agua	Modificación de la calidad del agua	2	T	P	B	-
Preparación de alimentos	Suelo	Contaminación del suelo	3	T	P	M	-
Uso y mantenimiento de alberca y cuerpos de agua	Agua	Modificación de la calidad del agua	2	T	P	M	-
Mantenimiento con pintura	Suelo	Contaminación del suelo	3	T	P	A	-

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.11. 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** 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

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto
	• 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 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

Factor Ambiental	Indicadores de Impacto
	• 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 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.

			Preparación del Sitio							Construcción												Operación y mantenimiento					
Actividad / Elemento			1) Limpieza del predio y demoler obr existentes	2) Acondicionamiento de sitio tempor	3) Ahuyentamiento de fauna silvestre	4) Reescate y reubicación de flora .	5) Desmonte y despalme.	6) Excavación	Valor del impacto subtotal	1) Trazos, excavaciones, nivelación señalización.	2) Levantamiento de muros y techos	3) Instalación de pilotes y cimentació	4) Instalación del sistema eléctrico.	5) Instalación del sistema hidrosanitar	6) Acabados y cubiertas	7) Conformación de cuerpos de agua artificiales	8) Empleo de vehículos y maquinari	9) Uso de sanitarios portátiles.	10) Establecimiento de áreas verdes y reforestación.	11) Desmantelamiento del sitio tempo	Valor del impacto subtotal	1) Uso y Mantenimiento general de la obras.	2) Mantenimiento de áreas verdes	3) Uso de Baños.	Valor del impacto subtotal	IMPACTO TOTAL AMB.	IMPACTO TOTAL COMP.
Físico-Químico		Aire	1	0	0	0	2	1	4	1	1	0	0	0	0	2	1	0	2	0	7	0	2	0	2	13	61
		Suelo	1	1	0	1	2	2	7	1	0	2	0	0	0	2	1	0	2	1	9	0	2	1	3	19	
		Agua (Subsuelo)	0	0	0	0	1	1	2	1	0	1	0	0	0	2	1	1	2	0	8	0	2	1	3	13	
		Luz	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	0	1	0	1	4	
		Ruido	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	3	
		Temperatura	0	0	0	1	2	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	0	2	0	2	9	
Ecosistema		Topoforma	0	0	0	0	2	2	4	2	0	1	0	0	0	2	0	0	1	0	6	0	1	0	1	11	58
		Hábitat	0	1	0	0	2	0	3	0	1	0	0	0	1	2	0	0	2	1	7	0	2	0	2	12	
		Paisaje	0	1	0	0	2	0	3	0	2	0	0	0	1	2	0	0	2	0	7	0	2	0	2	12	
		Flujo hidrológico	0	0	0	0	1	1	2	1	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	5	0	1	0	1	8	
		Servicios ambientales	0	0	1	1	1	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	0	2	0	2	9	
		Corredores biológicos	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3	1	1	0	2	6	
Biológico	Fauna	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	19
		Terrestre	0	0	1	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	4	0	2	0	2	9	
	Flora	Acuática	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	
		Terrestre	0	0	1	1	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0	2	0	2	8	
	Interacciones		1	0	1	0	2	0	4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	5	0	1	0	1	10	10
Socioeconómico	Empleos		1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	2	1	0	3	20	58
	Calidad de vida		1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	1	1	0	2	19	
	Desarrollo Económico		1	1	1	1	1	1	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	1	1	0	2	19	
	Migración	Inmigración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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	0	0	
IMPACTO TOTAL ACTIVIDAD			6	6	7	7	27	10	63	9	8	7	3	3	7	27	9	4	26	7	110	5	26	2	33	206	206

0 '=impacto nulo | 1 =poco significativo | 2 =significancia media | 3 =muy significativo

Tabla.V.12. Matriz de Leopold de valoración de impactos.

			Preparación del Sitio						Construcción											Operación y mantenimiento		
Actividad / Elemento			1) Limpieza del predio y demol obras existentes	2) Acondicionamiento de sitio temporal	3) Ahuyentamiento de fauna silvestre	4) Reescate y reubicación de flora .	5) Desmonte y despalme.	6) Excavación	1) Trazos, excavaciones, nivelación y señalización.	2) Levantamiento de muros y techos.	3) Instalación de pilotes y cimentación	4) Instalación del sistema eléctrico.	5) Instalación del sistema hidrosanitario.	6) Acabados y cubiertas	7) Conformación de cuerpos d agua artificiales	8) Empleo de vehículos y maquinaria	9) Uso de sanitarios portátiles.	10) Establecimiento de áreas verdesy reforestación.	11) Desmantelamiento del sitio temporal	1) Uso y Mantenimiento genera de las obras.	2) Mantenimiento de áreas verdes	3) Uso de Baños.
Físico-Químico		Aire	-	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	+	+
		Luz	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
		Temperatura	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
		Hábitat	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
		Flujo hidrológico	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
		Corredores biológicos	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
		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
		Terrestre	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
Socioeconómico	Empleos		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
	Calidad de vida		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
	Desarrollo Económico		+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
	Migración	Inmigración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	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

+ =positivo - Negativo ± =positivo-negativo =temporal =permanente

Tabla.V.13. Matriz de sombras de valoración de impactos.

De acuerdo con la matriz de Leopold, se generaron 157 interacciones de las cuales, se observa lo siguiente:

- El componente abiótico, con sus parámetros físico-químicos, tuvieron la valoración de impactos más altas, con 61 puntos, repartidas en 43 interacciones; los elementos más afectados serán el suelo, el agua y el aire, con 19, 13 y 13 puntos respectivamente.
- El suelo suele ser el elementos natural más afectado durante el desarrollo de un proyecto que implique edificación, construcción de vialidades, excavaciones y cimentación, e incluso, conformación de cuerpos de agua, 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, los impactos al suelo son permanentes, ya que una vez que las obras ocupan su superficie, el suelo pierde las características en ese espacio, aunque de forma puntual, puede ser significativo cuando los impactos al suelo son en grandes superficies, en especial en sitio donde existen otras modificaciones al suelo.
- Los impactos al suelo al ser permanentes no pueden prevenirse a menos que se evite la construcción, por ello, en toda obras civil, las medidas irán dirigidas a mitigar los impactos al suelo y, en su caso, compensar esa ocupación de dicho sistema natural. Se aprecia que la afectación al suelo por tránsito de vehículos y maquinaria será temporal, ya que cuando la fuente se elimine, el impacto tiene a desaparecer, aunque, si la presión de la fuente fue drástica y prolongada, es posible que se mantenga el impacto residual, donde el suelo compactado pierda sus propiedades de drenaje.
- En cuanto a la conformación de los cuerpos de agua artificiales, se designó como una fuente de impactos positivos y negativos, de carácter permanente, esto se debe a que, durante la construcción de dichos cuerpos de agua se generará el cambio en el perfil del suelo por la pérdida de las capas superficiales (horizontes), sin embargo, la presencia de estos contribuirá a que los escurrimientos de superficies aledañas se redirijan hacia estas obras, evitando así inundaciones (que suelen ocurrir por la pérdida de superficies permeables y cambio en el drenaje del suelo); de este modo, mantendrán escurrimientos naturales y, evitar inundaciones evita la afectación de la vegetación colindante y la saturación de suelo de espacios aledaños.
- La calidad del aire será impactada principalmente por las emisiones de gases de vehículos y maquinaria, así como por la suspensión de partículas finas en el aire derivado del manejo y transporte de material de construcción. Por ello, las medidas tendrán que ser dirigidas hacia la

prevención de la generación de impactos, contemplando acciones que reduzcan las fuentes de generación de emisiones de gases y que eviten la dispersión de partículas finas en el aire.

- El agua, podrá ser afectado principalmente por el desmonte de vegetación, 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 sólidos y líquidos (aguas negras), ya que ante un mal manejo, pueden derivar en la contaminación del agua, e incluso del suelo; por lo tanto, el empleo de sanitarios portátiles y los baños (los cuales estarán conectados a una PTAR por el sistema de drenaje del proyecto), contribuirá a evitar la dispersión de las aguas negras y con ello, evitar la contaminación del recurso hídrico.
- El segundo componente de mayor impacto negativo está el Ecosistema, considerado como una unidad ambiental; de sus elementos, el hábitat y el paisaje fueron los más afectados, con impactos negativos permanentes, lo cual será a causa del desmonte, la construcción de los edificios e inicialmente por la formación d ellos cuerpos de agua artificiales. La pérdida de hábitat puede provocar la fragmentación del ecosistema, lo que afectaría directamente a los corredores biológicos y su continuidad en la unidad de paisaje, por ello, las medidas deben estar encaminadas a minimizar el impacto y proponer acciones que contrarresten esa pérdida de hábitat.
- En cuanto al paisaje, el principal impacto es la pérdida de calidad vidual y la estética natural que actualmente posee, por la introducción de elementos que rompen la armonía del paisaje; por ello, se deberán proponer acciones encaminadas a mitigar el impacto, para que el sistema natural absorba la afectación y sea poco significativa. Lo más recomendable siempre será la implementación de elementos desde el diseño de la obra para reducir las posibles afectaciones al paisaje.
- Es de destacar que, la presencia de cuerpos de agua artificiales, el establecimiento de áreas verdes y la reforestación, se producirán efectos positivos sobre el sistema, los cuales como consecuencia contribuirán a mitigar los impactos negativos en el ecosistema. Por ello, las acciones y medidas deberán estar enfocadas en llevar a cabo la conformación de dichas unidades de forma adecuada y a mantenerlas a través del tiempo.
- En cuanto a los factores bióticos, 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 que, en específico en la unidad de paisaje, cuentan con corredores biológicos con vasta vegetación, con hábitats y recursos similares a los que poseen en el predio; una vez concluida la etapa de construcción podrán retornar al predio, además de que contarán con elementos que permitan

mantener su desplazamiento entre el terreno, por ello, las medidas deben estar enfocadas hacia la protección de la integridad de la fauna silvestre. Caso contrario, la flora será impactada directamente, sin embargo, por la superficie de afectación con respecto a la cobertura de la unidad de paisaje, se considera un impacto poco significativo, ya que las comunidades por afectar estarán representadas en el sistema ambiental regional, por ello, las medidas deberán estar encaminadas a mitigar los impactos por la remoción de la vegetación en los sitios de desplante.

- En cuanto al aspecto socioeconómico, el impacto positivo será por la generación de empleos, sin embargo, será de forma temporal en etapa de preparación del sito y de construcción; en etapa de operación y mantenimiento será permanente.

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, los principales impactos residuales serán:

- Sobre el suelo (contaminación): Durante las diferentes etapas del proyecto, incluyendo la operación, se generará el levantamiento de partículas de polvo, la emisión de gases contaminantes, así como gases de efecto invernadero a causa del tránsito vehicular y actividades humanas, pudiendo afectar la calidad del aire, la atmósfera, la calidad del paisaje y la calidad de salud humana.
- Sobre el suelo (compactación): Con las actividades que se realizarán en el polígono, la superficie del suelo sufrirá algunos impactos, sin embargo, se considera que los impactos por la ejecución del proyecto serán mínimos, además que el acondicionamiento de áreas verdes reestablecerá la vegetación.
- Sobre el suelo (contaminación): Se tomarán las medidas necesarias para que los desechos y residuos (sólidos urbanos, peligrosos, de manejo especial, domésticos, etc), producidos durante el desarrollo y operación del proyecto, no generen contaminación en el polígono ni en el SAR, por lo que la disposición final de éstos involucra los servicios del municipio de acuerdo con el Programa de Manejo Integral de Residuos del proyecto.
- Sobre el agua (aprovechamiento): La mala disposición y el tratamiento ineficiente residuales podría afectar a mediano a largo plazo la disponibilidad del agua, al tiempo que los cambios fisicoquímicos reducirán la cantidad aprovechable del recurso. Sin embargo, el uso de la planta de tratamiento de aguas residuales minimizará los impactos sobre el recurso.
- Sobre el agua (contaminación): La operación del proyecto generará aguas residuales, las cuales pasarán por la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y recibirán su respectivo tratamiento. Es importante llevar a cabo un correcto mantenimiento y limpieza en el cárcamo principal y en los tanques y tuberías,

para evitar que las aguas residuales y materia orgánica se infiltren al subsuelo y/o se viertan al sistema natural sin recibir el tratamiento adecuado.

- Sobre el ruido (contaminación): El proyecto producirá una emisión constante de ruido a corto plazo durante las diferentes etapas de su desarrollo, debido a las actividades de la maquinaria pesada, el tráfico vehicular y las actividades humanas. Será necesario aplicar medidas de mantenimiento a los sistemas hidráulicos, mecánicos y vehicular del complejo, que permitan la reducción de los decibles permitidos.

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 SAR 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.

El proyecto que ha generado mayor cantidad de impactos en la región es el de extracción de material pétreo, sin embargo, las afectaciones de aquel son significativas, ya que produjo pérdida del hábitat, fragmentación de corredores biológicos, afloramientos del manto acuífero y, se presume que contaminación.

A continuación, se presentan los impactos acumulativos identificados para el proyecto.

Tabla V.14. Impactos acumulativos del proyecto.

Impacto	Descripción	Extensión	Frecuencia	Duración	Significancia
Ruido y emisión de partículas contaminantes a la atmósfera	Se prevé que las diferentes etapas del proyecto generen la emisión de ruido de manera constante debido al funcionamiento de maquinaria pesada, equipos y herramientas, tráfico vehicular, así como las actividades a realizarse en cada etapa.	El polígono y su área de influencia	Temporal	Duración del proyecto	Baja
Demanda de recursos	La operación del desarrollo turístico traerá consigo el uso y aprovechamiento constante de recursos, bienes y servicios, para cubrir las demandas de los trabajadores y usuarios El agua y la corriente eléctrica son dos de los recursos con mayor demanda durante la operación y mantenimiento.	El polígono	Temporal	Duración del proyecto	Baja

Impacto	Descripción	Extensión	Frecuencia	Duración	Significancia
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)	Durante las distintas etapas del proyecto se generarán emisiones de partículas de polvo u otro material, gases contaminantes provenientes de la maquinaria equipos herramientas; estas actividades en conjunto con las actividades a realizar por los trabajadores y usuarios del polígono producirán gases de efecto invernadero (GEI) hacia la atmósfera.	El polígono	Temporal	Duración del proyecto	Baja
Generación de residuos	Los residuos generados durante las etapas de preparación y construcción del proyecto se sumarán a la generación de residuos ocasionado por el arribo de huéspedes y del personal que labore en la etapa de operación; todos estos residuos se sumarán a los residuos generados en el SAR.	SAR	Permanente	Duración del proyecto	Baja
Paisaje	Los cambios en el paisaje serán poco significativos, el ecosistema cuenta con baja fragmentación, y con las vialidades y edificios se acumulará el impacto sobre el paisaje, no obstante, será poco significativo ya que se adoptaron medidas de diseño que permitirán mantener corredores biológicos en el SAR.	polígono y SAR	Permanente	Duración del proyecto	Baja

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. En la tabla siguiente se presentan los impactos sinérgicos identificados para el proyecto:

Tabla V.15. Impactos sinérgicos del proyecto.

Impacto	Descripción	Extensión	Frecuencia	Duración	Significancia
Desplazamiento de la fauna silvestre	La ejecución del proyecto sumado a las actividades dispuestas en los ya existentes o futuros proyectos dentro del SAR ocasionarían el desplazamiento de la fauna hacia sitios donde no encuentren los recursos necesarios para su supervivencia y reproducción. Esto afectaría las comunidades vegetales al minimizar las interacciones ecológicas que contribuyen al	SAR	Permanente	Duración de los proyectos	Moderada

Impacto	Descripción	Extensión	Frecuencia	Duración	Significancia
	mantenimiento del ecosistema por medio de dispersión de semillas y polinización; a su vez, se generaría deterioro del sistema natural.				
Pérdida de cobertura vegetal	La pérdida de cobertura vegetal permanente ocasionaría pérdida del hábitat, y con ello se pierden servicios ambientales.	SAR	Permanente	Duración de los proyectos	Moderada
Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)	Durante las distintas etapas de del proyecto se generarán emisiones de partículas de polvo u otro material, gases contaminantes provenientes de la maquinaria equipos herramientas; estas actividades en conjunto con las actividades a realizar por los trabajadores y usuarios del polígono producirán gases de efecto invernadero (GEI) hacia la atmósfera, lo que contribuye al efecto invernadero que, en consecuencia se suma a los efectos del cambio climático que afecta a toda la región.	SAR	Temporal	Duración de los proyectos	Moderada
Generación de residuos	Los residuos generados durante las etapas de preparación y construcción, e incluso de operación y mantenimiento, provocan la ocupación del especio y territorio en los rellenos sanitarios y sitios de disposición final, por ello, se afectan otras áreas con la pérdida de hábitat y desplazamiento de fauna silvestre de la región.	SAR	Permanente	Duración de los proyectos	Moderada
Paisaje	Los cambios en el paisaje no serán significativos, sin embargo, la fragmentación del ecosistema puede provocar deterioro del ambienta ante, por ejemplo, la obstrucción de los escurrimientos naturales que alimentan la vegetación nativa. Cabe mencionar que, de no implementar medidas adecuadas, al ser el primer proyecto de mayor escala, aunque de bajo impacto, en la unidad de paisaje se podrá provocar una fragmentación del corredor biológico el centro de la región, aislando poblaciones e influyendo negativamente en el flujo genético; por ello, será importante atender un diseño más amigable con el entorno.	SAR	Permanente	Duración de los proyectos	Moderada

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 SAR, 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 producidos en el SAR.

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 la modificación; en el SAR se mantendrán aún, y bien representados, los componentes por afectar como el suelo de tipo leptosol y las cuatro comunidades de vegetación donde se desplantará la obra nueva; cabe mencionar que, de forma positiva, se establecerá como área de conservación el manglar, lo que asegura mantener corredores biológicos, hecho que ya produce un impacto positivo en la unidad de paisaje y, minimiza los efectos de la deforestación en otras comunidades vegetales.

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 Regional, por lo que, a nivel regional, 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

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PROYECTO VENADO, EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO




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 el 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 la 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. Así mismo, 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.

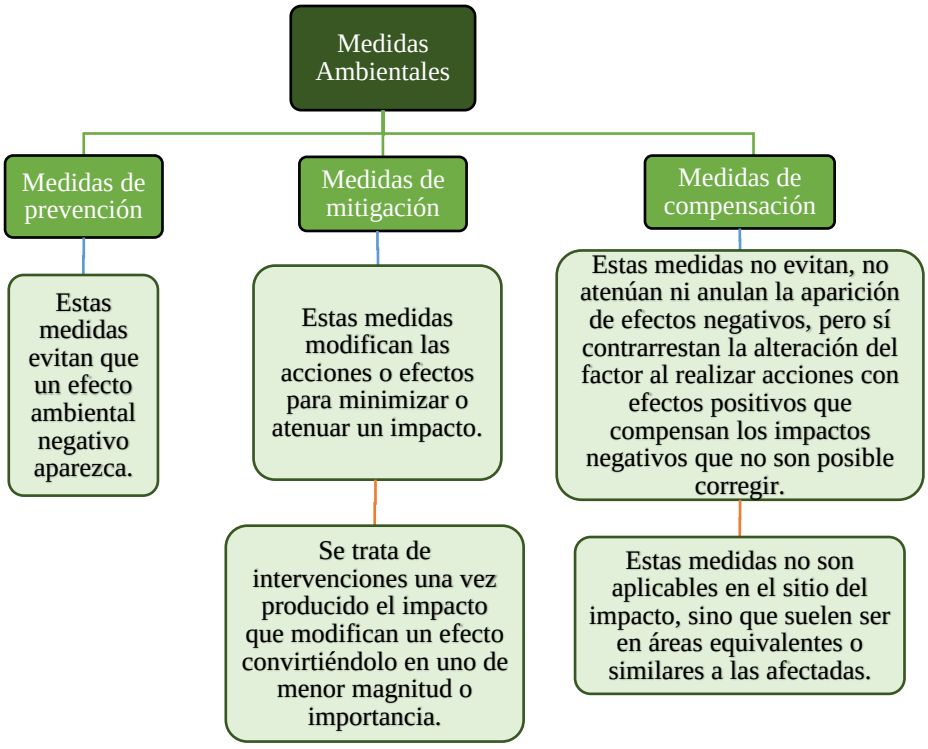


Figura VI.1. Clasificación de las medidas de mitigación (Garmendia *et al*., 2006).

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 de "*Proyecto Venado*" para evitar y mitigar los impactos dentro del predio y su área de influencia, así como del SAR. Es de destacar que, la medida de compensación por el proyecto será para atender la especificación 4.43. de la NOM-022-SEMARNAT-2003 por la construcción del proyecto a menos de 100 metros de la comunidad de manglar.

Tabla VI.1. Descripción de las medidas de prevención y mitigación

Tipo de Medida	Medida	Descripción	Etapa
Prev	Rescate y reubicación de flora	Los individuos colectados serán relocalizados en otro sitio ecológicamente similar. Esta medida permitirá asegurar los recursos suficientes y óptimos para su sobrevivencia. Serán priorizadas las especies que se encuentren catalogados en la NOM-059.	P y C
Prev	Ahuyentamiento de fauna silvestre terrestre	Esta medida evitará los decesos de fauna silvestre dentro del predio y su área de influencia, tanto por atropellos, como por sacrificio por parte de los trabajadores.	P y C
Prev	Almacenamiento de material, maquinaria y equipo en las obras temporales	El almacenamiento de material, maquinaria y equipo en las obras temporales 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 el predio, lo cual evitará la compactación del suelo y consecuentemente la filtración al manto.	P, C y O
Prev	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

Tipo de Medida	Medida	Descripción	Etapa
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.	P, C y O
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 la maquinaria y vehículos será realizado por personal capacitado	Únicamente el personal capacitado operará y dará mantenimiento a la maquinaria y equipo, 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	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 SAR.	P, C y O
Prev	Utilización de un sanitario portátil	Evitará el fecalismo al aire libre, evitando la contaminación del aire, y suelo en el predio y el SAR.	P y C
Prev	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (aguas negras)	Esta medida hará que las aguas residuales que se generen durante el proyecto lleguen a una planta donde serán debidamente tratadas, evitando la contaminación del suelo y del manto acuífero.	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
Prev	Establecer un reglamento sobre los límites máximos permisibles de velocidad para los vehículos de tránsito en el predio	Los trabajadores serán capacitados previo al inicio de la obra para evitar el atropellamiento de la fauna silvestre que pudiera transitar dentro del polígono.	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 que sea disposición.	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	O

Tipo de Medida	Medida	Descripción	Etapa
		reparaciones de toda índole sobre la infraestructura y los acabados de las construcciones y en el resto del predio.	
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 directo o de manera dispersa a lo largo de la superficie del polígono.	P y C
Mit	Elaboración y aplicación del **Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre**	El programa tiene como finalidad implementar acciones que garanticen la protección, rescate, conservación de la flora y fauna terrestre en la zona del proyecto y en el SAR. Dando prioridad a especies de lento desplazamiento y/o aquellas enlistadas en alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010.	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 SAR.	P, C y O
Mit	Elaboración y aplicación del **Plan de Supervisión Ambiental**	Esta medida tiene como finalidad establecer 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
Mit	Construcción de cunetas en las secciones viales del predio.	Esta medida tiene como finalidad la captación de agua pluvial, mediante el bombeo transversal del arroyo vehicular, pero evitar la erosión del suelo	

Prev = prevención, Mit = mitigación Com = Compensación; P = preparación del sitio, C = construcción y O = operación y mantenimiento.

"*Proyecto Venado*" se construirá en superficie terrestre, sobre vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, chital y matorral costero; la vegetación de manglar, selva de transición y vegetación de duna costera del predio, y del SAR, no se verán afectadas porque no se construirá ningún elemento del proyecto sobre aquellas comunidades. Esta acción de no construir sobre esas comunidades representa una medida de diseño significativa ya que, de esta forma, se protegen sistemas naturales vulnerables como lo es el humedal de manglar; la presencia de humedales es de suma importancia en el ecosistema costero ya que fungen como barreras protectoras que amortiguan vientos e inundaciones, por ello, la acción de conservación de esos componentes corresponde a una medida de adaptación a los efectos del cambio climático, un fenómeno natural que se ha intensificado por la actividad humana en el planeta y que en como consecuencia provoca el desarrollo de fenómenos naturales de mayor magnitud.

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 cada medida 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
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
Almacenamiento de material, maquinaria 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

Medida	Impacto al que va dirigido	Componente	Medida de Éxito
Humedecer los caminos y sitios de tránsito de vehículos	Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Prohibición de quema de residuos dentro del sitio	Disminución de la calidad del aire	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Utilización de sanitario portátil	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
Planta de tratamiento de aguas residuales	Disminución de la calidad del suelo Disminución de la calidad del suelo	Fisicoquímico (aire) Fisicoquímico (suelo)	2
Prohibición de la extracción de fauna silvestre.	Disminución de la riqueza de especies	Biótico (fauna terrestre)	2
Establecer un reglamento sobre los límites máximos permisibles de velocidad para los vehículos de tránsito en el predio	Disminución de la riqueza de especies Disminución de la abundancia de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	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 Disminución de la diversidad de especies Afectación a las especies en estatus de riesgo	Biótico (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 (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 Supervisión Ambiental**	Este programa va dirigido a todos los impactos mencionados anteriormente	Fisicoquímico (suelo, y aire) Biótico (fauna terrestre)	3

Medida	Impacto al que va dirigido	Componente	Medida de Éxito
		Perceptual (calidad paisajística)	
Construcción de cunetas en las secciones viales a proyectar en el predio.	Disminución de la erosión del suelo	Fisicoquímico (suelo)	2

A continuación, se especifican las medidas de mitigación por componentes ambientales aplicables al SAR 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 SAR 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 SAR.

Tabla VI.3. Impactos a los que van dirigidas las medidas de mitigación y medida de éxito esperada para el SAR.

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 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)	3

Medida	Impacto al que va Dirigido	Componente	Medida de Éxito
		Biótico (sistema natural, fauna terrestre) Perceptual (calidad paisajística)	

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 20%.
	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 10%
	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 la riqueza de especies 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.

Factor Ambiental	Indicadores de Mitigación de Impactos	Meta:
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 SAR 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 SAR.

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 SAR, 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 SAR.	El área correspondiente al frente del predio no contiene vegetación.
	Riqueza • Riqueza de especies Se medirá la riqueza de especies en el predio y a nivel SAR.	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.
	Especies en Estatus de Riesgo • Especies en riesgo afectadas Se medirá el número de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAR-2010 que se vean afectadas en el área del predio y sus alrededores.	Las especies de fauna dentro del predio son circundantes y las especies de vegetación que están en la NOM-059-SEMARNAR-2010 se mantendrán en el área de conservación del predio

Factor Ambiental	Indicadores de Mitigación de Impactos	Meta:
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 SAR.	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).
Instalación y uso de paneles solares	Los paneles solares son una alternativa para la quema de hidrocarburos para la producción de energía, ya que estos captan la energía solar y la transforman en energía eléctrica. Sin embargo, los paneles solares, al término de su vida útil, deben ser desechados. Se sabe que los paneles solares desechados generan residuos tóxicos que contaminan el suelo y cuerpos de agua cercanos. Aunque no se desecharán directamente en el predio, sino que se desecharán como residuos peligrosos, para que una empresa se encargue de su disposición final, el desecho de los paneles solares posiblemente provocará contaminación del suelo en otro sitio del SAR de no realizar un adecuado manejo de estos..

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 Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo	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, para ello se implementará un Programa de manejo integral de residuos.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo	X	X	X
Se recomendará a los responsables del manejo de transporte, maquinaria 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 Solidaridad.	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo	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 razón 1:20, 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 Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo	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 Ley para la prevención, gestión integral y economía circular de los residuos del estado de Quintana Roo	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 implementará un programa de rescate y reubicación de la flora del predio y de las áreas colindantes susceptibles a afectación.	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	
Se prohíbe extraer por cualquier motivo 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 SAR; 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
Implementar un programa de rescate y reubicación de fauna silvestre	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	
Implementar el Programa de Conservación de Manglar	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.	Ley General de Vida Silvestre NOM-059-SEMARNAT-2010	X	X	

En caso de existir se ahuyentará a las áreas colindantes. Esta medida permitirá proteger la fauna.				
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 señaladas en la MIA-R	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental		X	
Mantener los corredores biológicos del SAR, a través de la protección de la vegetación del predio	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 botes de basura 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 Solidaridad y de las poblaciones circunvecinas de manera que el proyecto sea fuente de empleo y bienestar socioeconómico en el Sistema Ambiental Regional 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 maquinaria y 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). • Se prohíbe la quema de cualquier tipo de residuos en el área de trabajo o áreas colindantes, con la finalidad de prevenir impactos al SAR. • 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 maquinaria y equipo, así como al tránsito de vehículos.	• El promovente se asegurará, mediante convenios con los contratistas e inspecciones periódicas, que la maquinaria y 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 maquinaria y equipo que asegure su buen estado.

COMPONENTE	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
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. • La construcción de cuentas para la canalización de aguas pluviales en el predio.
Ecosistema y Fauna	Modificación de la distribución de fauna a nivel local.	• Se implementará el programa de rescate y reubicación de flora y fauna que pudiera encontrarse en la zona de influencia directa, cuyas actividades constarán de verificar la presencia de individuos como fauna sésil o de lento desplazamiento que pudiera encontrarse en ese momento en los sitios de intervención, para lo cual serán colectados y reubicados en los remanentes de vegetación del predio o en las comunidades vegetales del SAR, que cuente con las mismas condiciones hábitat donde fueron colectados. Asimismo, se realizará el ahuyentamiento de la fauna de rápido desplazamiento.
Paisaje	Modificación del paisaje original debido a la presencia de maquinaria y 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 maquinaria y equipo en la zona no se tiene contemplada medida de mitigación, sin embargo, 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 del municipio de Solidaridad. • 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 autorizados para el tratamiento y/o disposición de los residuos sólidos.	• En las zonas de trabajo se instalarán sanitarios portátiles para uso exclusivo de los trabajadores. • 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 maquinaria y equipo durante las labores de mantenimiento	• Por la presencia de maquinaria y 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 o tiraderos municipales 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 residuos serán recolectados por el servicio de recolección municipal para su disposición final. • Para los residuos líquidos, se hará uso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, posterior al tratamiento de aguas, se reutilizarán para riego de áreas verdes.

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, el "*Proyecto Venado*", 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 de "*Proyecto Venado*", 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 de "*Proyecto Venado*".

- Programa de Supervisión Ambiental
- Programa de Manejo Integral de Flora y Fauna
- Programa de Manejo Integral de Residuos

Cabe recalcar que estas son las medidas propuestas a llevar a cabo por la promovente, sin embargo, se dará continuidad conforme al dictamen que establezca la autoridad ejercida 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-R y solicitadas por la autoridad ambiental, en las diferentes etapas de ejecución de "*Proyecto Venado*" 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: Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre y Programa de Manejo Integral de Residuos.
- 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.16. 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

Medida	Recursos Necesarios	Forma De Evaluación	Etapa
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 ligeros	Evidencia fotográfica	P, C y O
Utilización vehículos ligeros	Vehículos ligeros	Reportes de revisión	P, C y O
Instalación y uso de paneles solares	Herramienta y equipo de construcción Materiales de construcción Paneles solares Recurso humano	Evidencia fotográfica Verificación periódica de que los paneles estén funcionando correctamente	C y O
Revisiones a la maquinaria y 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 de la maquinaria y vehículos será realizado por personal capacitado	Recurso humano Equipo y materiales para el mantenimiento	Corroborar que la maquinaria sea operada 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
Utilización de un sanitario portátil	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 en el manglar	P y C
Planta de tratamiento de aguas residuales	Recurso humano Cisterna biodigestora Tuberías, Equipo y herramientas de plomería Equipo y herramientas de construcción Materiales de construcción	Evidencia fotográfica. Se verificará que los letreros se encuentren en su lugar. Verificación de que el drenaje esté funcionando correctamente.	P, C y O
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

Medida	Recursos Necesarios	Forma De Evaluación	Etapa
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 Rescate y Reubicación de Flora y Fauna Silvestre**	Equipo de computo	Reportes anuales	P, C y O
Elaboración y aplicación del **Programa de Manejo Integral de Flora y Fauna**	Materiales y equipo requeridos para la reubicación de especies (se describen en el Programa)	Evidencia fotográfica Reportes de ejemplares rescatados y reubicados Tasas de supervivencia de palmas	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, la 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.17. Programa de monitoreo de las medidas de prevención, reducción 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.
Reubicación y ahuyentamiento de especies de fauna.	Contenedores de plástico, guantes, redes.	Evidencia fotográfica. Los ejemplares se mantendrán vivos después de su reubicación.	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 de la maquinaria y herramientas que se utilizará para la construcción de obras.	Recurso humando.	Corroborar que el mantenimiento de la maquinaria se lleve a cabo de la manera adecuada.	Etapa de preparación del sitio y construcción.

VI.5. PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE FLORA Y FAUNA

La ejecución del proyecto generará impactos de diversa índole en los componentes bióticos y abióticos del Sistema Ambiental Regional y sus colindancias. Entre los elementos de los componentes bióticos que se verán afectados, se encuentran la flora y fauna silvestre. Sin embargo, las áreas verdes el proyecto contribuirán a mantener el ambienta natural del sitio.

Las afectaciones a la flora y fauna silvestre terrestre del SAR 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 Manejo Integral 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 SAR. 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 SAR. Por esta razón, la realización del proyecto contempla entre sus actividades la elaboración y aplicación del Programa de Manejo integral de Flora y Fauna, 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 Regional.

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 Regional 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 de *"Proyecto Venado*", 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 la 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 SAR 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 SAR.

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:

- **Alteración de la movilidad de las especies que habitan la zona:** Con la instalación de los nuevos elementos que serán colocados en la zona, no se restringe de manera significativa la movilidad de algunas especies, las especies circundantes no serán afectadas durante y después de la realización del proyecto.
- **Modificación del paisaje:** Se identifica como impacto residual sobre este elemento la modificación permanente del estado natural del paisaje local. No obstante, el diseño del proyecto, no solo integra en buena medida a los elementos naturales presentes, creando un nuevo paisaje con cualidades diferentes, sino también un aspecto y diseño natural y vanguardista. Cabe destacar que la construcción de "*Proyecto Venado*", no afectará al paisaje significativamente al colocar elementos artificiales que armonicen con el entorno.
- **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. 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 de "Proyecto Venado", en el municipio de Solidaridad, 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 SAR 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 SAR y en el municipio en general. Es importante recordar que, desde su diseño, se consideraron los componentes ambientales que integran el predio y el SAR, 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 regional.

Un factor de suma relevancia del proyecto es la protección del humedal con presencia de manglar del predio, polígono que se destinará como área de conservación del proyecto; en este sentido, se implementarán acciones de protección específica de 12.94 ha de manglar para asegurar que permanencia en el sistema ambiental regional. Esta comunidad a conservar forma parte de un corredor natural de manglar que se extiende por la unidad de paisaje de forma paralela a la costa; con ello se protegerá a las cuatro especies de mangle nativas del estado de Quintana Roo y que se encuentran en categoría de Amenazadas de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Rhizophora mangle, Conocarpus erectus, Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans.*







CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN DE PROYECTO VENADO, EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO




En capítulos anteriores, se han descrito a detalle las actividades que se desarrollarán durante las diversas etapas del Proyecto denominado "*Venado*", ubicado en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo. Como parte del cumplimiento de lo establecido en la guía para la elaboración de la MIA-R, 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 Regional (SAR), 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:

- Analizar el fenómeno de estudio, desde un punto de vista retrospectivo y actual.
- Analizar la influencia de los grupos sociales que son gestores del desarrollo del fenómeno, así como, de los factores de cambio.
- 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 su 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

Para el presente estudio, la base analítica se construirá a partir de, los componentes ambientales en sus diferentes medios (fisicoquímico, biótico y socioeconómico) que integran el SAR delimitado en el capítulo IV del presente documento. Esto con el propósito de, obtener una visión global del sistema (SAR) 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), del sistema (SAR).

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 SAR, 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 ambientales 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 SAR. 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 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 en el Capítulo II, tomando como referencia el SAR delimitado y descrito en el Capítulo IV, así como, los posibles impactos ambientales descritos en el Capítulo V, 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 SAR, 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 de los capítulos del presente documento.

VII.2. PRONÓSTICO AMBIENTAL

A lo largo del presente documento, se han identificado y descrito los componentes ambientales del área donde se pretende desarrollar el proyecto y del SAR, asimismo se identificaron los impactos que se pudieran generar durante la realización de las actividades y se establecieron medidas de manejo y programas ambientales, reduciendo las posibles afectaciones a los elementos que conforman el medio.

Por lo que, mediante el uso de la metodología descrita en el apartado anterior, se procederá a realizar el pronóstico ambiental del proyecto, con la finalidad de visualizar la interacción final del proyecto, con los aspectos que constituyen a la región.

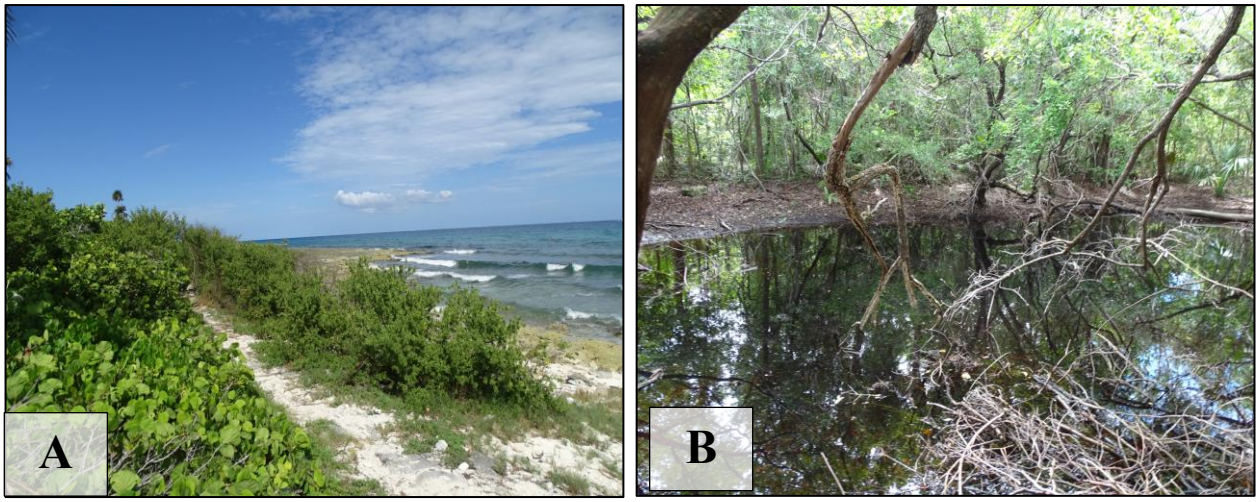
VII.2.1. Base Analítica de los Componentes Ambientales Actuales

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	De acuerdo con, los registros de los sensores de calidad del aire del ayuntamiento de Solidaridad, la calidad del aire se considera satisfactoria y la contaminación de dicho recurso presenta un riesgo menor o nulo a la población. Asimismo, el Programa Municipal de Desarrollo de Solidaridad menciona que, la principal fuente de contaminación del elemento natural lo constituyen los medios de transporte (automóviles, maquinaria, etc.), también se menciona que las emisiones producidas por fuentes fijas (infraestructura) no son significativas debido a las características del relieve (sensiblemente plano), ya que los vientos favorecen a la dispersión de dichos contaminantes evitando así, su acumulación.
Agua	De acuerdo con diversos reportes, destinados a estudiar la calidad actual del agua en el acuífero de Quintana Roo, 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 la calidad del recurso. El crecimiento económico, poblacional y el desarrollo desmedido de la infraestructura urbana, eleva el riesgo de producir impactos al recurso, degradando su calidad. Por lo tanto, la implementación de medidas de manejo ambiental y la buena gestión respecto a la calidad del agua subterránea, debe ser una prioridad para conservar el estado actual del componente.
Suelo	Dado el relieve sensiblemente plano y la carencia de escurrimientos superficiales próximos al área de estudio, el proceso de arrastre y acumulación de materiales no ocurre de manera frecuente. En consecuencia, los suelos son poco profundos y evolucionados, sometidos a alteraciones que determinan su baja fertilidad. En el área podemos identificar a los Leptosoles y Arenosoles, como los grupos de mayor relevancia para la región.
Medio Biótico	
Flora	De manera general, las comunidades vegetales presentes en el predio se encuentran estables, siendo que estas también se encuentran en el SAR, por lo que, las obras a realizarse serán de bajo impacto, ya que, se mantendrá parte de la cobertura vegetal. Donde gran parte de estas se encuentran en la vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, vegetación mejor representada en el SAR. Además, no se afectará el manglar, la selva de transición y la vegetación de dunas costeras. Por lo tanto, no se afectará la productividad, el flujo hídrico, los servicios ambientales que proporcionan, ni sus procesos naturales. Cabe señalar, que el manglar presente en el predio, aunado al del SAR forma un corredor, por lo tanto, al no afectarse, la fauna podrá transitar en esta comunidad.
Fauna	En el predio, se encuentran representados los 4 grupos de cordados, destacando la presencia de aves, las cuales aprovechan las comunidades de mangle para protección, reproducción, alimentación y crianza. Por lo cual, la protección hacia estas comunidades, mantendrá la biodiversidad de las poblaciones de fauna silvestre, debido a la estrecha relación que mantienen.

Componente Ambiental	Estado Actual del Componente
Medio Socioeconómico	
Paisaje	El tipo de desarrollo que la localidad ha presentado, responde a la valoración del paisaje como un bien comercial, destinado a un sector privado. Se observa un paisaje con elementos vegetales homogéneos (corredor de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia), y elementos propios del desarrollo urbano surgido en la región (infraestructura, vialidades y brechas). Asimismo, destacan las estructuras kársticas (dolinas, fracturas, cenotes), que se reparten a lo largo del terreno, lo cual agrega un valor paisajístico al área, debido a la diversidad de ecosistemas y vistas naturales que podemos encontrar.
Aspectos Sociales	De acuerdo con los datos del censo de población y vivienda (2020), la población total del municipio de Solidaridad, lugar en el que se pretende desarrollar el proyecto, fue de 333,800 habitantes, siendo 48.9 % mujeres y 51.1 % hombres. El 16.6 % de la población es atendida por el seguro popular, mientras que 47.7 % son atendidos por el seguro social. Se presenta una tasa de analfabetismo del 1.65 % respecto a la población total. Los principales niveles de escolaridad son Secundaria (31.1 %), Preparatoria (31.1 %) y Licenciatura (18.4 %).
Desarrollo económico	El proyecto se situará en el municipio de Solidaridad, donde la Población Económicamente Activa representa el 65.3 %, de la población total, siendo el sector terciario el de mayor relevancia para el derrame económico de la región, la principal actividad económica es el turismo.



Fotografías VII.1 y 2. Condiciones actuales de los componentes ambientales del predio y del SAR, **A**) Brechas existentes, mismas que se distribuyen a lo largo del área de SAR, incluyendo el predio. **B**) Afloramiento de agua identificado en áreas colindantes del predio,

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 IV, 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 SAR. 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 este escenario, el recurso mantendrá su calidad actual. Sim embargo, la estructura caliza de los suelos, sumado a la alta precipitación que se registra en la zona, propicia la erosión del recurso. Asimismo, en el área donde se pretende desarrollar el proyecto, el suelo presenta impactos previos, por actividades humanas, 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	Las comunidades vegetales identificadas, comprenden comunidades de mangle y de vegetación costera, las cuales están sujetas a la NOM_059 SEMARNAT 2010. Debido al desarrollo turístico que presenta la región, se prevé modificaciones a la estructura del suelo. Por lo tanto, con o sin la implementación del proyecto, la calidad del recurso no se vería afectada	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.

Componente ambiental	Pronóstico Ambiental		
	Escenario sin proyecto	**Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación**	**Escenario con proyecto y medidas de mitigación**
Fauna	Sin el desarrollo del proyecto, las comunidades 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.	De no contar con medidas de manejo durante el desarrollo del 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.	Con la implementación de las medidas de manejo ambiental, 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	Dentro de los límites del SAR el paisaje se compone de corredores de vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, lo cual ayuda a crear una imagen homogénea. De no desarrollarse el proyecto, el paisaje mantendría sus condiciones actuales. Sin embargo, dentro del área de interés, se identifica una clara tendencia al desarrollo turístico, por lo tanto, con el paso del tiempo se prevé una disminución en la calidad paisajística en general.	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.	El establecimiento de las obras del proyecto, no generará factores que sumen de forma significativa a incrementar la fragilidad visual, debido a que las obras a realizar coinciden con la infraestructura urbana que predomina en el SAR. Dicha infraestructura consta en su mayoría de complejos turísticos, residencias, hoteles, departamentos y establecimientos que brindan servicios y/o actividades al sector turístico.
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	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	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

Componente ambiental	Pronóstico Ambiental		
	Escenario sin proyecto	Escenario con proyecto y sin medidas de mitigación	Escenario con proyecto y medidas de mitigación
	de importancia para la región.	maquinaría. Lo cual generaría problemas de salud a nivel general.	trabajadores no se verá afectada por el desarrollo de las obras.
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 el municipio de Solidaridad, 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.	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 servicios que brindan.

VII 2.3. Pronóstico Ambiental a partir del Desarrollo del Proyecto

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 del presente documento.

El SAR que se delimitó para el presente proyecto, presenta evidencia actual de un contraste en la unidad de paisaje, por un lado un polígono en deterioro ambiental, debido a las actividades antropogénicas que se presentan se desarrollan de manera regular en el área (infraestructura, explotación de material pétreo, etc.); por el otro, un paisaje bien conservado dentro de un ecosistema en equilibrio. Por ello, surge el interés de proteger el área y frenar la expansión de proyectos invasivos que lleven al deterioro ambiental a la superficie que actualmente posee un bajo impacto y en buen estado de conservación sus recursos naturales. Las comunidades de mangle son representativas de la región, así como los humedales que se extienden a lo largo del SAR; estos sistemas se encuentran actualmente protegidas por la normatividad vigente ya que su conservación ayuda a mantener en equilibrio el ecosistema costero, razón por la cual es de suma importancia no llevar a cabo actividades que pongan en riesgo su permanencia, desarrollo y reproducción.

Dentro de este contexto, resulta obligatorio que el proyecto a desarrollar contemple la conservación del manglar y de los humedales del predio, lo cual generará beneficios ambientales pero, al mismo tiempo, aportes positivos al desarrollo socioeconómico regional, ya que la presencia de un desarrollo inmobiliario hotelero-residencial en un paisaje natural conservado y rico en biodiversidad funge como atractivo para el turismo, lo que contribuye al sostén del desarrollo económico por cubrir la demanda turística, sector del cual depende en gran parte la Riviera Maya, región donde se desarrollará el proyecto.

Por lo tanto, para el desarrollo de "*Proyecto Venado*" se considera implementar diversas medidas, acciones y estrategias que protegerán los componentes ambientales del predio y áreas colindantes, en este sentido, uno de los objetivos es precisamente conservar el equilibrio ecológico mediante un aprovechamiento responsable del territorio y sus recursos naturales, ya que esto le dará el valor agregado al desarrollo inmobiliario por sus características particulares que lo hacen más amigable con el ambiente. Para el diseño se consideró mantener corredores biológicos que permitan el flujo de energía y materia en el sistema ambiental, lo que ayuda al equilibrio y el buen funcionamiento del ecosistema. Asimismo, todas las obras y actividades que se realizarán contemplan variables para integrarse y entrar en contacto con la naturaleza, incluida la fauna silvestre, por lo tanto, la riqueza de flora y fauna se mantendrá en sus condiciones actuales, asimismo la calidad del suelo no se verá comprometida, porque los impactos serán puntuales y se aplicarán acciones que contrarresten esa afectación al elemento.

Considerando que la superficie total del predio es de 111.55 ha, el 35% equivale a 39.045 ha; para establecer las obras del proyecto propuesto se realizará el aprovechamiento de 16.868 ha, equivalente al 15.12% del predio. En este sentido, se mantendrán 94.69 ha, equivalentes a 84.88% de la superficie total del predio libre de obras, con presencia de vegetación original del sitio. Los tipos de vegetación por afectar durante las actividades de desmonte son aquellos bien representados en la región; de este modo, la remoción parcial de plantas no afectará de forma significativa esos tipos de vegetación. Aún con el proyecto establecido, se asegura la presencia de matorral costero, chital y vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia en la región, así como de las especies de flora nativa que los integran.

El tipo de vegetación con mayor afectación será la comunidad secundaria de selva mediana subperennifolia, ya que de forma permanente se removerá 13.063 ha equivalente a un 14.29% de la cobertura total de ese tipo de comunidad que es de 91.413 ha en el predio, no obstante, a nivel del SAR, y de acuerdo con las cartas de uso de suelo del INEGI serie VII, las comunidades de vegetación de selva mediana subperennifolia (tanto secundarias como primarias) ocupan 2,003.82 ha, es decir, un 58.50% de la superficie total del SAR, por lo tanto, con la remoción permanente de vegetación forestal de selva mediana subperennifolia para el cambio de uso de suelo y establecimiento del proyecto en el predio, se afectará únicamente el 0.65% de la

cobertura de selva mediana subperennifolia del SAR, en este sentido, la comunidad continuará bien representada en la región.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se llevará a cabo el ahuyentamiento de la fauna que se encuentre presente dentro del área del predio. Asimismo, al finalizar las actividades se permitirá que la mayoría de especies presentes en las zonas aledañas habiten y transiten, sin ser afectadas por la implementación de las obras. Aunado a ello, en la etapa de construcción se generarán emisiones de gases contaminantes, debido al consumo de combustibles fósiles por fuentes móviles y maquinaría, además se generará dispersión de polvo y partículas, así como, emisiones de ruido asociados a dicha maquinaría y a los vehículos requeridos para el desarrollo de las obras. Para mitigar estos impactos, se realizará un mantenimiento periódico a la maquinaría y vehículos, de la misma forma, se humedecerán los materiales reduciendo la dispersión de partículas.

VII.3. CONCLUSIONES

A partir del análisis realizado a través de la MIA-R, 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 *Construcción y Operación de "Proyecto Venado" en el Municipio de Solidaridad, Quintana Roo*, es viable para su desarrollo en el predio seleccionado, ya que su arquitectura, diseño y planeación son compatibles y armonizan con el entorno y paisaje natural del SAR. Es importante mencionar que, se han establecido medidas de prevención y mitigación de impactos, así como de conservación para la flora y fauna del sitio, asegurando su protección y conservación durante el desarrollo del proyecto; se vigilará en todo momento que se cumpla 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 VENADO, EN EL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO




VIII.1. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El promovente ingresa un ejemplar de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional 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-R, 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-R.

Lámina	Nombre	Lámina	Nombre
I-.01	Ubicación Geopolítica del Predio a nivel Estatal.	**III-.01**	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.
I-.02	Ubicación Geopolítica del Predio.	**III-.02**	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.
I-03	Lotificación	**III-.03**	Programa de Ordenamiento Ecológico Local.
I-.04	Accesos y Vialidades.	**III-.04**	Programa de Desarrollo Urbano
II-.01	Representación Gráfica Regional.	**III-.05**	Áreas Naturales Protegidas.
II-.02	Representación Gráfica Local.	**III-.06**	Regiones Terrestres Prioritarias.
II-.03	Escenario Actual del Predio	**III-.07**	Regiones Hidrológicas Prioritarias.
II-.04	Escenario Actual del Predio Esc 1: 1,500	**III-.08**	Regiones Marinas Prioritarias.
II-.05	Área de Conservación	**II-.09**	Sitios Ramsar

Lámina	Nombre	Lámina	Nombre
II-.06	Obras Existentes	**III-.10**	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.
II-.07	Distribución de las Áreas del Proyecto	**III-.11**	Sitios Prioritarios Terrestres
II-.08	Distribución de las Áreas del Proyecto (A)	**III-.12**	Sitios Prioritarios Marinos
II-.09	Distribución de las Áreas del Proyecto (B)	**IV-.01**	Ubicación Geopolítica del Sistema Ambiental Regional
II-.10	Ubicación de las Obras Provisionales	**IV-02**	Zonificación del SAR
II-.11	Obras Provisionales	**IV-.03**	Componentes Principales del SAR.
II-.12	Distribución de las Obras en los Usos de Suelo y Vegetación	**IV-.04**	Coordenadas del SAR.
II-.13	Distribución de las Obras en los Usos de Suelo y Vegetación A	**IV-.05**	Zona de Influencia.
II-.14	Distribución de las Obras en los Usos de Suelo y Vegetación B	**IV-.06**	Zona de Influencia Directa.
II-.15	Distribución de las Obras en los Usos de Suelo y Vegetación C	**IV-.07**	Zona de Influencia Indirecta
II-.16	Vialidades a Proyectar	**IV-.08**	Unidades Climáticas.
II-.17	Vialidades a Proyectar A	**IV-.09**	Precipitación Media Anual.
II-.18	Vialidades a Proyectar B	**IV-.10**	Temperatura Media Anual.
II-.19	Accesos a Playa A	**IV-.11**	Material Geológico.
II-.20	Accesos a Playa B	**IV-.12**	Elementos Geológicos Identificados en el Predio.
II-.21	Accesos a Playa C	**IV-.13**	Modelo Digital de Elevaciones MDE
II-.23	Vegetación a Remover A	**IV-.14**	Fisiografía (Provincias y Subprovincias).
II-.24	Vegetación a Remover B	**IV-.15**	Sistema de Topoformas.
II-.25	Vegetación a Remover C	**IV-.16**	Grupos Principales de Suelo (SAR).
II-.26	Registro de Especies Sujetas a la NOM-059 SEMARNAT 2010	**IV-.17**	Grupos de Suelo Circundantes al Área de Estudio.
II-.27	Especies en Categoría P Peligro de Extinción	**IV-.18**	Hidrología (Regiones Hidrológicas.).
II-.28	Pasos de Fauna	**IV-.19**	Hidrología (Cuencas).
II-.29	Ubicación de los Pasos de Fauna	**IV-.20**	Acuíferos (Geohidrología).
II-.30	Restricciones Ambientales A	**IV-.21**	Unidades Geohidrológicas.
II-.31	Restricciones Ambientales B	**IV-.22**	Geohidrología (Predio)
II-.32	Zonificación Ambiental A	**IV-.23**	Peligro por la Presencia de Ciclones Tropicales.
II-.33	Zonificación Ambiental B	**IV-.24**	Peligro por la Presencia de Sequías.
II-.34	Relación de las Obras Existentes con el Proyecto.	**IV-.25**	Peligro por la Presencia de Inundaciones.

Lámina	Nombre	Lámina	Nombre
II-.35	Relación de las Obras Existentes con el Proyecto. (A)	**IV-.26**	Accidentes Geológicos SAR
II-.36	Relación de las Obras Existentes con el Proyecto. (B)	**IV-.27**	Grado de Erosión.
II-.37	Ubicación de los Pozos de Extracción	**IV-.28**	Uso de Suelo y Vegetación SAR (INEGI Serie VII).
II-.38	Ubicación de los Pozos Respecto a los Elementos Kársticos.	**IV-.29**	Uso de Suelo y Vegetación Identificado en el SAR.
II-.39	Ubicación de los Pozos Respecto a la Selva de Transición.	**IV-.30**	Uso de Suelo y Vegetación Identificado en el SAR. (Límite Norte)
II-.40	Ubicación de los Pozos Respecto a la Comunidad de Manglar.	**IV-.31**	Uso de Suelo y Vegetación Identificado en el SAR. (Límite Sur)
III-.01	Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.	**IV-.32**	Uso de Suelo y Vegetación en el Predio (INEGI Serie VII)
III-.02	Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.	**IV-.33**	Uso de Suelo y Vegetación Identificado en el Predio.
III-.03	Programa de Ordenamiento Ecológico Local.	**IV-.34**	Distribución del Manglar.
III-.04	Programa de Desarrollo Urbano	**IV-.35**	Muestreos de Vegetación Realizados en el SAR (A)
III-.05	Áreas Naturales Protegidas.	**IV-.37**	Muestreos de Vegetación Realizados en el SAR (B)
III-.06	Regiones Terrestres Prioritarias.	**IV-.38**	Muestreos de Vegetación Realizados en el Predio
III-.07	Regiones Hidrológicas Prioritarias.	**IV-.39**	Muestreos de Vegetación Realizados en el Predio
III-.08	Regiones Marinas Prioritarias.	**IV-.40**	Muestreos de Fauna Realizados en el Predio (Puntos de Conteo) A
II-.09	Sitios Ramsar	**IV-.41**	Muestreos de Fauna Realizados en el Predio (Puntos de Conteo) B
III-.10	Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves.	**IV-.42**	Muestreos de Fauna Realizados en el Predio (Puntos de Conteo) C
III-.11	Sitios Prioritarios Terrestres	**IV-.43**	Registro de Cámaras Trampa
III-.12	Sitios Prioritarios Marinos	**IV-.44**	Muestreos de Fauna Realizados en el Predio (Transectos) A
IV-.45	Muestreos de Fauna Realizados en el Predio (Transectos) B		
IV-.46	Muestreos de Fauna Realizados en el Predio (Transectos) C		

VIII.1.2. Fotografías

Como parte de la presente MIA-R, 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 Regional (SAR) 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-R puede ser apreciado a través de todas las fotografías consideradas para el presente estudio.



Imagen VIII.1.- Sitios de toma (coordenadas UTM) de fotografías presentadas en el documento, cabe señalar que, para la descripción del SAR se obtuvieron fotografías aéreas obtenidas con un vehículo no tripulado denominado "Phanton" 3 SE.

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-R, 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.

ANEXOS

A la presente MIA-R se incluyen:

- Programa de Conservación de Manglar
- Programa de Compensación Ambiental
- Programa de Contingencias Ambientales
- Programas de manejo integral de Residuos

VIII.4. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Abreu, A. 2016. Generalidades de las Tortugas Marinas. En: *Las tortugas marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación*. ITZENI, Soluciones Ambientales, pp. 240.
- Alcérreca-Huerta, J. C., Cruz-Ramírez, C. J., de Almeida, L. R., Chávez, V., & Silva, R. (2022). Interconnections between Coastal Sediments, Hydrodynamics, and Ecosystem Profiles on the Mexican Caribbean Coast. *Land*, *11*(4), 524.
- Aguilera, L., Bonilla, H., López, C., & Pérez, R. (2017). Los arrecifes coralinos de México: servicios ambientales y secuestro de carbono. *Elementos para Políticas Públicas*, *1*(1), 53-62.
- Álvarez-Cárdenas, S. 1995. Estudio poblacional y hábitat del venado bura, *Odocoileus hemionus* península en la Sierra de La Laguna, B. C. S. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México
- Álvarez-Castañeda, S. T. 1998. Analysis of the nomenclature and taxonomy of the species of mammals of the Baja California Peninsula. Journal of the Arizona-Nevada Academy of Sciences 22:57 70.
- Álvarez-Castañeda, S. T. y E. Rios. 2011. Revision of *Chaetodipus arenarius*. The Zoological Journal of the Linnean Society 161:213-228.
- Alvis J. F. G. (2009). Análisis estructural de un bosque natural localizado en zona rural del municipio de Popayan
- Ardisson, P. L., May-Kú, M. A., Herrera-Dorantes, M. T., & Arellano-Guillermo, A. (2011). El sistema arrecifal mesoamericano-México: Consideraciones para su designación como zona marítima especialmente sensible. *Hidrobiológica*, *21*(3), 261-280.
- Asensio N, Korstjens AH y F Aureli.2009. Fissioning minimizes ranging costs in spider monkeys: a multiple-level approach. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 63:649-659.

- Aureli F y CM Schaffner .2008. Social interactions, social relationships and the social system of spider monkeys. En: Campbell CJ (ed.) *Spider monkeys: Behavior, ecology and evolution of the genus Ateles.* Cambridge University Press. New York, EE. UU. Pp. 236-265.
- Baev, P. V. Y L. D. Penev. 1995. BIODIV: program for calculating biological diversity parameters, similarity, niche overlap, and cluster analysis. Versión 5.1. Pensoft, Sofia- Moscow, 57 pp.
- Botello, F., Vázquez, C., Mayani, F., Vega, M., & Morales, P. (2022). *Protocolo para el monitoreo ecosistémico de arrecifes de coral en Áreas Naturales Protegidas*. CONANP.
- Bruckner, A. W. (2002). Proceedings of the Caribbean Acropora workshop: potential application of the US Endangered Species Act as a conservation strategy. *NOAA Technical Memorandum NMFS-OPR, 24*.
- Carillo-Bastos A. y Ulanie-Rosas C. Los manglares, sus adaptaciones y los estudios paleoecológicos, Artículo de divulgación.
- Cerdeira-Estrada, S., R. Martell-Dubois, T. Heege, L.O. Rosique-de la Cruz, P. Blanchon, S. Ohlendorf, A. Müller, R. Silva-Casarín, I.J. Mariño-Tapia, M.I. Martínez-Clorio, L. Carillo, M.I. Cruz-López, R. Ressl. (2018). Batimetría de los ecosistemas marinos del Caribe mexicano: Cabo Catoche - Xcalak. Escala: 1:8 000. Edición: 2. CONABIO, EOMAP, UNAM, Cinvestav, ECOSUR. México.
- Chan-Quijano, G., Cervantes-Martínez, A., & González, O. M. (2015). CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD.
- Cisneros de la Cruz, D. (2019). Variabilidad genética, anatómica y fisiológica de *Rhizophora mangle* L. en la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, A. C. Mérida, Yucatán.
- CITES. https://www.biodiversidad.gob.mx/planeta/cites/especies.
- CONABIO. https://www.biodiversidad.gob.mx/especies/distribesp Consultado el 22/12/22.
- CONABIO. (2022). Praderas de pastos marinos. Recuperado de https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/praderasPastos.
- CONABIO. (2023). ENCICLOVIDA: Municipio de Solidaridad. Recuperado de
- CONAFOR. (2011). Inventario nacional forestal y de suelos: Manual y procedimientos para el muestreo de campo. Disponible en: https://www.climateactionreserve.org/wp-content/uploads/2011/03/Sampling_Manual-_Remuestreo-_Conafor_INFyS.pdf
- Cornejo. 2009. Taller de Conservación, Análisis y Manejo Planificado para los primates mexicanos, 2006. Universidad Veracruzana. CBSG/UICN.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), The Nature Conservancy - Programa México (TNC), Pronatura. (2007).
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2020. Diversidad - Reforestación: https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/reforestacion
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2021. Sitios prioritarios para los primates. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México. https://www.biodiversidad.gob.mx/pais/planeacion-para-la-conservacion/sitiosp-primates. Fecha de consulta:30-04-2023
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2012. Fichas de especies prioritarias. Tortuga Caguama (Caretta caretta). Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México D.F.
- CITES Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. Disponible en: https://cites.org.
- CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 2003. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Fecha de consulta en enero de 2023. Disponible en

- Chapman CA, Chapman LJ y RW Wrangham 1995. Ecological constraints on group size: an analysis of spider monkey and chimpanzee subgroups. Behavioral Ecology and Sociobiology 36:59-70.
- COTTAM, G. y CURTIS, J.T. (1956). The use of distance measures in phytosociological sampling. Ecology, 37, 451- 460.
- CPAL (Comisión Económica para América Latina). Un marco metodológico para la planificación de los asentamientos humanos en América Latina. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/26455/S8100502_es.pdf?sequence=1&isAllowed.
- Diario Oficial de la Nación. (2019). RESPUESTAS a los comentarios y modificaciones efectuadas al Proyecto de Modificación del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5576689&fecha=28/10/2019#gsc.tab=0.
- Dromard, C., Bouchon-Navaro, Y., Cordonnier, S., Fontaine, M., Verlaque, M., Harmelin-Vivien, M., & Bouchon, C. (2013). Resource use of two damselfishes, Stegastes planifrons and Stegastes adustus, on Guadeloupean reefs (Lesser Antilles): Inference from stomach content and stable isotope analysis. *Journal of experimental marine biology and ecology*, *440*, 116-125.
- Dunkley, K., Cable, J., & Perkins, S. E. (2018). The selective cleaning behaviour of juvenile blue-headed wrasse (Thalassoma bifasciatum) in the Caribbean. *Behavioural Processes*, *147*, 5-12.
- ENCICLOVIDA plataforma de consulta creada por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). Disponible en: https://enciclovida.mx/especies/.
- Edwards, P.J., May R.M., Webb, N.R. 1993. Large-Scale Ecolgy and Conservation Biology. Great Britain. Pp. 191-192.
- Field-Cortázares, J., & Calderón-Campos, R. (2010). Coral de Fuego. *Boletín Clínico Hospital Infantil del Estado de Sonora*, *27*(1), 87-89.
- Feitosa, J. L. L., Concentino, A. M., Teixeira, S. F., & Ferreira, B. P. (2012). Food resource use by two territorial damselfish (Pomacentridae: Stegastes) on South-Western Atlantic algal-dominated reefs. *Journal of sea research*, *70*, 42-49.
- Ferreira, S. D. M. C., Lolis, L. A., Noga, P. M. B., de Jesus Affe, H. M., & de Castro Nunes, J. M. (2022). A highly diverse phytobenthic community along a short coastal reef gradient in northeastern Brazil. *Universitas Scientiarum*, *27*(1), 34-56.
- FMCN, CONAFOR, USAID y USFS (2018), "Manual para trazar la Unidad de Muestreo en bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas", BIOCOMUNI-Monitoreo Comunitario de la Biodiversidad, una guía para núcleos agrarios, Comisión Nacional Forestal-Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, México.
- Ford, S., y L. C. Davis. 1992. Systematics and body size: Implications for feeding adaptations in new world monkeys. American Journal of Primatology 24:723-741.
- Gallina, S. (ed.) 2015.Manual de técnicas del estudio de la fauna. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Veracruz, México.
- González-Medrano, F. (2012). Las zonas áridas y semiáridas de México y su vegetación. México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Graham, N. A., Bellwood, D. R., Cinner, J. E., Hughes, T. P., Norström, A. V., & Nyström, M. (2013). Managing resilience to reverse phase shifts in coral reefs. *Frontiers in Ecology and the Environment*, *11*(10), 541-548.
- Guadarrama, P., Salinas-Peba, L., Ramos-Zapata, J., Castillo-Argüero, S., Bonilla-Valencia, L. y Chiappa-Carrara, X. (2016). Métodos de estudio en comunidades vegetales costeras de Yucatán y guía de campo. Primera Ed.
- Hayes, F., Trogdon, S., Richards, S., Graham, C., Duncan, J., & Robles, A. (2019). Peces asociados con equinoideos en aguas poco profundas en Roatán, Honduras. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR*, *48*(1), 43-54.

- Hernández-Arana, H. A., Vega-Zepeda, A., Ruíz-Zárate, M. A., Falcón-Álvarez, L. I., López-Adame, H., Herrera-Silveira, J., & Kaster, J. (2015). Transverse coastal corridor: from freshwater lakes to coral reefs ecosystems. *Biodiversity and conservation of the Yucatán Península*, 355-376.
- Gutiérrez-Mendoza J. y J. Herrera-Silveira. (2015). Almacenes de carbono en manglares de tipo chaparro en un escenario cárstico. En: Paz, J. Wong. (Editores). -estado actual del conocimeinto del ciclo del carbono y sus interacciones en México. Texcoco, Estado de México.
- Hopkins, S.R., Owens, D.W. y Murphy, T.M. 2003. Ecology of immature loggerheads on foraging grounds and adults in internesting habitat in the eastern United States. Loggerhead sea turtles, pp. 79-92.
- INEGI. (2017). Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie VI. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. Disponible en: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825092030.pdf
- Juárez-Sánchez, M. A. (2012). Estudio prospectivo de la tortuga carey Eretmochelys imbricata (Testudines: Cheloniidae) en el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, Quintana Roo, México. *Ciencia y Mar*, *16*(48), 45-50.
- Kummer H.1971. Primate societies: group techniques of ecological adaptation. Aldine Publishing Company. Chicago, EE. UU. 160 pp.
- Koch, V., Peckham H. y Barragán A. 2016. Tortuga Caguama. En: Las tortugas marinas en México: Logros y perspectivas para su conservación. Soluciones Ambientales ITZENI. Ciudad de México, pp. 240.
- Landry, M. y Taggart, C. 2010. "Turtle watching" conservation guidelines: green turtle (Chelonia mydas) tourism in nearshore coastal environments. Biodiversity and Conservation, pp. 305−312.
- Lessios, H. A. (2016). The Great Diadema antillarum Die-Off: 30 Years Later. *Annu. Rev. Mar. Sci*, *8*, 1-1.
- Long, R. A., MacKay, P., Ray, J., y Zielinski, W. (Eds.). 2012. Noninvasive survey methods for carnivores. Island Press.
- Marco, A., Carreras, C., Abella, E. 2009. Tortuga boba – Caretta caretta. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Marco, A. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Márquez, R. 1996. Las tortugas marinas y nuestro tiempo. 3ª Edición. Fondo de Cultura Económica, México.
- Magrama (Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente) 2015. Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales (segunda edición, revisada y ampliada). Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transportes, número 1. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 139 pp. Madrid. España.
- Magurran, A. 1988. Diversidad Ecológica y su Medición. Ediciones Vendra S.A.
- Maffei, L., J. Polisar, R. Garcia, J. Moreira Ramírez, y A. Noss. 2011. Perspectives from ten years of jaguar camera trapping in Mesoamerica. Mesoamericana 49–59.
- Milton, S., Kabler, S., Schulman, A. y Lutz, P. 1994. Effects of Hurricane Andrew on the Sea Turtle Nesting Beaches of South Florida. Bulletin of Marine Science, pp. 974-981.
- Miller, J. 1997. Reproduction in sea turtles. en: The Biology of Sea Turtles. New York: CRC Press, pp. 51-81.
- Ministerio de medio ambiente. 2006. Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Monroy-Ríos E (2016) ¿Cómo se formaron cuevas y cenotes? Espeleogénesis. Karst Geochemistry and Hydrogeology – Blog personal. Publicado el 20 de mayo, 2016. Disponible en: https://sites.northwestern.edu/monroyrios/2016/05/20/espeleogenesis/
- MOPT, CH. 1985. Guía para la elaboración del medio físico. Ministerio de obras públicas España.
- Moreno-Casasola, P. e Infante Mata, D.M. (2016). Conociendo los manglares, las selvas inundables y los humedales herbáceos. INECOL – OIMT – CONAFOR. 128 pág.

- Mumby, P. J. (2009). Herbivory versus corallivory: are parrotfish good or bad for Caribbean coral reefs?. *Coral Reefs*, *28*(3), 683-690.
- NATURALISTA Plataforma en colaboración de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) con iNaturalist.org.
- NOM-059-SEMARNAT-2010. 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.
- Ordoñez, I.; García, M. (2010). Formas kársticas de los cenotes del estado de Quintana Roo (México).
- Peet, R. K. 1974. The measurement of species diversity. Ann. Rev. Ecol. Syst. 5: 285-307.
- Pérez-Gil, R., F. Jaramillo, A. M. Muñoz y M. G. Torres. 1996. Proyecto de Importancia Económica de los vertebrados silvestres de México. CONABIO. México D. F. 215p.
- Pinacho-Guendulain B y G Ramos-Fernandez.2017. Influence of food availability on the fission-fusion dynamics of spider monkeys (Ateles geoffroyi). International Journal of Primatology.
- Polisar, J., T. G. O'Brien, S. M. Matthews, J. P. Beckmann, E. W. Sanderson, O. C. Rosas-Rosas, C. A. López-González, y T. G. O. Brien. 2014. Review of Jaguar Survey and Monitoring Techniques and Methodologies. Wildlife Conservation Society final report to the U.S. Fish and Wildlife Service in response to Solicitation F13PX01563, submitted March 27, 2014. 110 pp. plus appendices.
- Pritchard, P. y Mortimer, J. 2000. Taxonomía, morfología externa e identificación de las especies. Cap. 2. En: Eckert K.L., K. A. Bjorndal, F.A., Abreu-Grobois y M., Donnelly (Eds.) Técnicas de investigación y manejo para la conservación de las tortugas marinas. UICN/ CSE Grupo Especialista en Tortugas Marinas. 4:23-41.
- Ramos, H. 2006. Modelos estadísticos de forrajeo en un medio desordenado. Una descripción de las trayectorias recorridas por los primates al alimentarse. Tesis de Maestría. Posgrado en Ciencias Físicas. Universidad Nacional Autónoma de México. 69 p.
- Ramos-Fernandez G, Boyer D, Aureli F y LG Vick 2009. Association networks in spider monkeys (Ateles geoffroyi). Behavioral Ecology and Sociobiology 63:999-1013.
- Rogers, C. S., & Garrison, G. (2001). *Manual para el monitoreo de arrecifes de coral en el Caribe y Atlántico occidental*. Servicio de Parques Nacionales.
- Rodríguez-Luna E., B. Solórzano-García, A. Shedden, A. Rangel-Negrín, P. A. D. Dias, J. Cristóbal-Azkárate, L. Cortés-Ortiz, J. C. Dunn, C. Domingo-Balcells, S. Sánchez, J. Vea-Baró y J.
- Rylands, A.B., C.P. Groves, R.A. Mittermeier, L. Cortes-Ortiz y J. H. Hines. 2006. Taxonomy and distributions of Mesoamerican primates. En: Estrada, A., P.H. Garber, M. Pavelka and L. Luecke. (eds). New perspectives in the Study of mesoamerican primates. Springer Press, New York 29- 79p.
- Salmerón, A., Geada, G. y Fragilde, C. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional. Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental. Bosque 38(3): 457-466, 2017 DOI: 10.4067/S0717-92002017000300003.
- Salmon, M. 2003. Artificial night lighting and sea turtles. Biologist, pp. 163– 168
- Secretaría CIT. 2006. Amenazas a las Tortugas Marinas y Posibles Soluciones. San José, Costa Rica.
- Secretaría de la Convención Ramsar. 2011. Mitigación del cambio climático y adaptación a él. Gland Suiza. Disponible en: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/services_10_s.pdf
- Secretaría de la Convención Ramsar. 2015. La convención de Ramsar: ¿de qué trata? Ficha Informativa 6. Convención sobre los Humedales Ramsar. Disponible en: https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/fs_6_ramsar_convention_sp_0.pdf
- Secretaría de la Convención Ramsar. 2016. Introducción a la Convención sobre los Humedales. Manual de la Convención de Ramsar 5ª edición. Gland, Suiza.

- SEMARNAT (2010) "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". Diario oficial 30 de diciembre, 2010. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México.
- Serio-Silva, J.C., G. Pozo-Montuy, H. M., Díaz-López y N., Nolasco-Caba. 2006. Los monos saraguatos y araña del Estado de Tabasco: un recurso vulnerable. Cuadernos de Biodiversidad número 20. 17-27.
- Spotila JR. 2004. Sea Turtles: a complete guide to their biology and conservation. The John Hopkins University Press. Baltimore.
- Symington MM.1990. Fission-fusion social organization in Ateles and Pan. International Journal of Primatology 11:47-61.
- Schoppe, S., & Werding, B. (1996). The boreholes of the sea urchin genus Echinometra (Echinodermata: Echinoidea: Echinometridae) as a microhabitat in tropical South America. *Marine Ecology*, *17*(1-3), 181-186.
- Sterck EH, Watts DP y CP van Schaik. 1997. The evolution of female social relationships in nonhuman primates. Behavioral Ecology and Sociobiology 41:291-309.
- Schaffner CM, Rebecchini L, Ramos-Fernandez G, Vick LG y F Aureli.2012. Spider Monkeys (Ateles geoffroyi yucatenensis) cope with the negative consequences of hurricanes through changes in diet, activity budget, and fission– fusion dynamics. International Journal of Primatology 33:922-936.
- Taylor, H. y Cozens, J. 2010. The effects of tourism, beachfront development and increased light pollution on nesting loggerhead turtles Caretta caretta (Linnaeus, 1758) on Sal, Cape Verde Islands. Zoology. Caboverdiana, pp. 100–111.
- Torres, J. A. P. (2021). Fauna (peces y moluscos) asociada a arrecifes de coral de la zona centro y norte del Caribe mexicano. Tesis de Maestría, CICY.
- UICN. (2012). Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Segunda edición. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido: UICN. vi + 34pp. Originalmente publicado como IUCN Red List Categories and Criteria: Version 3.1. Second edition. (Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN, 2012).
- Viswanathan GM, Da Luz MG, Raposo EP y HE Stanley. 2011. The physics of foraging: an introduction to random searches and biological encounters. Cambridge University Press. New York, EE. UU. Pp. 164.
- Wallace RB. 2005. Seasonal variations in diet and foraging behavior of Ateles chamek in a southern Amazonian tropical forest. International Journal of Primatology 26:1053-1075.
- Wilson, E.G., Miller, K.L., Allison, D. and Magliocca, M. 2010. Why healthy oceans need sea turtles: the importance of sea turtles to marine ecosystems. Rep. OCEANA.
- Zurita J.C. 2009. Situación de la tortuga caguama Caretta caretta en el Golfo de México y Caribe mexicano. En: Memorias de la Reunión Nacional sobre Conservación de Tortugas Marinas. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, SEMARNAT, México, pp. 129.