



- I. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal en el Estado de Quintana Roo.
  
- II. **Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, Bitácora número 23/MP-0126/03/19.
  
- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el domicilio particular de personas físicas, en página 2.
  
- IV. **Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la LGTAIP y 113, fracción I de la LFTAIP. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de Clasificación y Desclasificación de la Información, así como para la elaboración de Versiones Públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identifiable.
  
- V. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **071/2019/SIPOF**, en la sesión celebrada el **11 de abril de 2019**.

VI. **Firma del titular:**

  
**Biol. Araceli Gómez Herrera.**

"CON FUNDAMENTO EN LO DISPUESTO POR EL ARTÍCULO 84 DEL REGLAMENTO INTERIOR DE LA SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES, EN SUPLENCIA, POR AUSENCIA DEL TITULAR DE LA DELEGACIÓN FEDERAL DE LA SEMARNAT EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO, PREVIA DESIGNACIÓN, FIRMA EL PRESENTE LA JEFA DE LA UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL ZONA NORTE" \*

+OFICIO 01250 DE FECHA 28 DE NOVIEMBRE DE 2018.

EN LOS TÉRMINOS DEL ARTÍCULO 17 BIS EN RELACIÓN CON LOS ARTÍCULOS OCTAVO Y DÉCIMO TERCERO TRANSITORIOS DEL DECRETO POR EL QUE SE REFORMAN, ADICIONAN Y DEROGAN DIVERSAS DISPOSICIONES DE LA LEY ORGÁNICA DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL, PUBLICADO EN EL DIARIO OFICIAL DE LA FEDERACIÓN EL 30 DE NOVIEMBRE DE 2018.

# CATALONIA

• HOTELS & RESORTS •

## PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA CCM

MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

MODALIDAD PARTICULAR

PROMOVENDE

**Sabeldos S.A. de C.V.**

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

### I.1. PROYECTO

#### I.1.1. Nombre del proyecto

“PLANTA DE OSMOSIS INVERSA CCM”

#### I.1.2. Ubicación del proyecto

El proyecto se ubicará en el lote denominado HR-5, lote 006, de la manzana 002, en la Península de Chacmuchi, Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo.

#### I.1.3. Tiempo de vida útil del proyecto

La vida útil del proyecto se estima de 51 años.

#### I.1.4. Plazo para la preparación del sitio y construcción (instalación).

24 meses

#### I.1.5 Plazo para la operación.

50 años

## I.2. PROMOVENTE Y RESPONSABLE TECNICO

LIC. CLOTILDE ESTHER ANGULO LÓPEZ

#### I.2.1. Nombre o razón social

SABELDOS, S.A. DE C.V.

#### I.2.2. Nombre de los autorizados de conformidad con el artículo 19 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo

Bernardo Baig Osorio, José Paulino Granados Zamora y Cristabel Rodríguez Cancino

#### I.2.3. Dirección para oír y recibir toda clase de documentos y notificaciones de la promovente

---

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

#### II.1.1. Naturaleza del proyecto.

El proyecto “**PLANTA DE OSMOSIS INVERSA CCM**” que se somete a evaluación en el presente acto, formará parte del equipamiento de un proyecto en marcha denominado “HOTEL EN EL LOTE HR-5 EN COSTA MUJERES” con ubicación en el lote denominado HR-5, lote 006, de la manzana 002, en la Península de Chacmuchi, Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo, el cual fue autorizado de manera condicionada en materia de impacto ambiental por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), a través del oficio 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018.

En el Resuelve Primero de la autorización del HOTEL EN EL LOTE HR-5 EN COSTA MUJERES, la SEMARNAT autorizó la construcción y operación de un hotel de 434 cuartos con áreas comunes, de esparcimiento, acceso y área de conservación (restricción) en un lote con una superficie total de 91, 895.37 m<sup>2</sup> (9.18 ha); mismo lote en donde se pretende realizar el proyecto que origina el presente trámite.

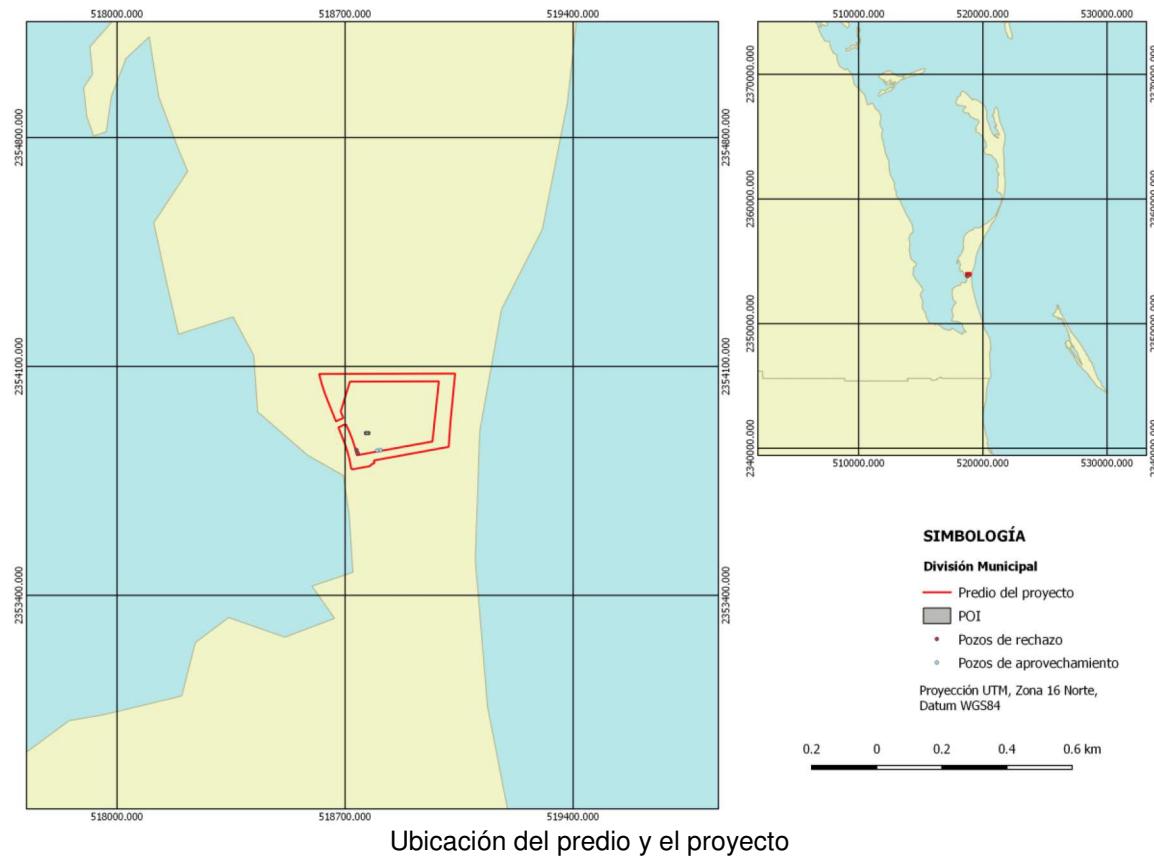
Actualmente el citado Hotel se encuentra en etapa de construcción; sin embargo, para su ideal y correcto funcionamiento, la promotora se encuentra en la necesidad de equiparlo a través de la ejecución del proyecto que se somete a evaluación y que se denomina “**PLANTA DE OSMOSIS INVERSA CCM**”;

El proyecto que nos ocupa **consiste básicamente en la instalación y operación de una planta desaladora con un sistema de tratamiento de ósmosis inversa para desalar agua salada, así como la implementación de 4 pozos** (dos de aprovechamiento y dos de rechazo).

La ubicación de la planta desaladora será dentro de las instalaciones del HOTEL EN EL LOTE HR-5 EN COSTA MUJERES, exactamente en la parte sur del Hotel, mientras que la implementación de los 4 pozos, serán ubicadas en las áreas ajardinadas del mismo (ver plano siguiente).

Anexo a la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular, se adjunta el respectivo Estudio Geohidrológico y de Permeabilidad elaborado por la empresa BM Precisión y Calidad Total S.A. de C.V., estudio que tuvo como objetivo el determinar la disposición estructural de las capas geológicas que

constituyen el subsuelo de la zona de estudio con el propósito de obtener información sobre la estructura de resistividad de las rocas en detalle y determinar el diseño óptimo de los pozos de aprovechamiento y de absorción de las aguas residuales.



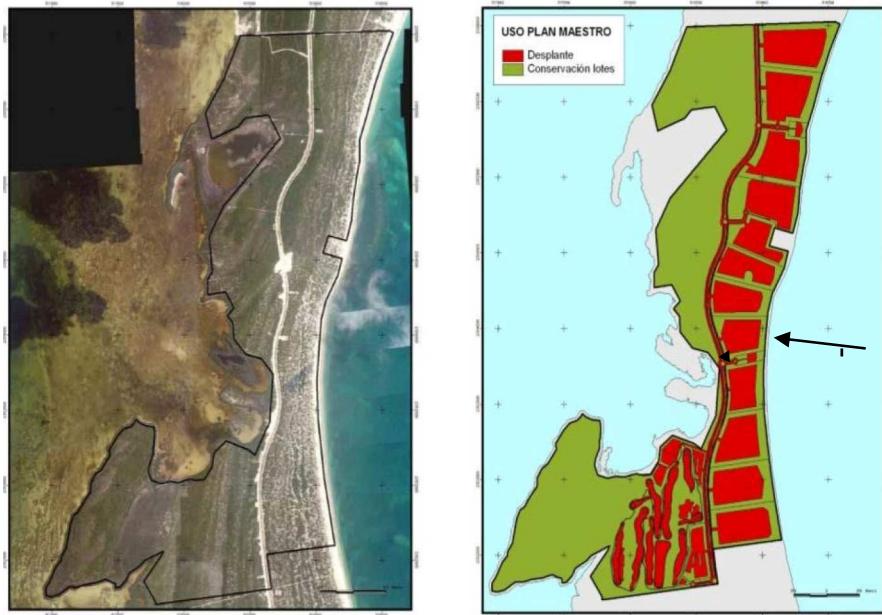
### II.1.2. Selección del sitio.

El predio del proyecto se ubica en una zona con alto potencial para el desarrollo turístico dentro de la porción continental del Municipio de Isla Mujeres la cual se encuentra regulada por instrumentos de planeación como el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmuchi.

Particularmente, el predio se encuentra situado al interior del “Desarrollo Turístico Costa Mujeres”, megaproyecto que cuenta ya con un plan maestro autorizado en materia de impacto ambiental y en materia forestal.

El predio, propiedad de mi representada y en donde pretende desarrollarse el

proyecto, se localiza hacia la porción media del Desarrollo, tal como se muestra en las siguientes imágenes.



Localización del predio dentro de la Poligonal del Desarrollo Turístico Costa Mujeres.

Su ubicación precisa corresponde al predio denominado HR-5, lote 006, de la manzana 002, en la Península de Chacmuchuch, Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo, cuyas colindancias son las siguientes:

Sentido	Colindancia
Al Norte	Con lote HR-6 del Desarrollo Costa Mujeres.
Al Sur	Con lote denominado "CLUB DE PLAYA" del Desarrollo Costa Mujeres.
Al Este	Con Terrenos Ganados al Mar.
Al Oeste	con la Vialidad Boulevard Costa Mujeres.

Dicho sitio fue seleccionado toda vez que es propiedad de la promovente y dentro de este se cuenta con la autorización para llevar a cabo la construcción de un hotel que requiere del suministro constante de agua para el funcionamiento óptimo y desarrollo de sus actividades.

Asimismo, se consideró que las políticas ambientales aplicables para el sitio son de aprovechamiento sustentable, mismas políticas que no se contraponen con la naturaleza del proyecto el cual es sustentable toda vez que se contempla un

---

equilibrio entre los aspectos sociales, económicos y ambientales en cumplimiento siempre con los instrumentos ambientales de la zona tal como lo hacen de años atrás varios proyectos que se desarrollan dentro de la franja continental del municipio de Isla Mujeres.

Es importante tener en consideración el ambiente particularmente urbano en donde se desarrollará el proyecto y la repercusión positiva que este traerá sobre la economía local con la creación de nuevos empleos y el ofrecimiento de servicios de calidad a los turistas y locatarios de los municipios cercanos.

#### **II.1.3. Inversión requerida:**

De acuerdo a las estimaciones realizadas, el monto de inversión para la implementación de las obras que integran el proyecto “**PLANTA DE OSMOSIS INVERSA CCM**” asciende a \$ 4,000,000.00 (cuatro millones de pesos <sup>00</sup>/<sub>100</sub> M.N.).

#### **II.1.4. Uso actual del suelo y cuerpos de agua**

El predio se encuentra inserto en una zona apta para el desarrollo turístico al interior del ya señalado Desarrollo Turístico Costa Mujeres, en donde los desarrollos hoteleros, incluso de mayor envergadura, pueden observarse en las inmediaciones del predio del proyecto.

Lo anterior se desprende a raíz de los usos que le han conferido el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmuchi.

#### **II.1.5. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos.**

Vialidades. La vía de acceso principal al sitio del proyecto es por la Carretera Federal 307, Chetumal-Puerto Juárez, y tomando la prolongación de la Avenida Bonampak hasta la carretera denominada Boulevard Costa Mujeres.

Agua potable. Al concluir el desarrollo del Costa Mujeres, el suministro de agua potable será suministrado por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (C.A.P.A.).

Drenaje sanitario. En la zona no se cuenta con drenaje sanitario Municipal, no obstante, el proyecto al pertenecer a un Desarrollo previamente autorizado, éste dotará de la infraestructura necesaria para el manejo y tratamiento de las aguas residuales a los predios de su conjunto.

---

Escurrimientos pluviales. En cuanto a los escurrimientos de agua de lluvia éstos serán conducidos al subsuelo ya que la permeabilidad actual se mantendrá en un porcentaje permitido, favoreciendo su traslado al freático. Este proceso implica que, en ningún momento, el agua pluvial tiene contacto con aguas servidas.

Energía eléctrica. La dotación de energía eléctrica es factible y será suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Se cuenta con la factibilidad otorgada para el sitio del proyecto.

Recolección de basura. El servicio de recolección de basura municipal existe para la zona y está a cargo de la autoridad competente. Dentro del Hotel se cuenta ya con un programa integral de reducción y manejo de residuos previamente autorizado.

## II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto que se pretende consiste en la implementación de siguientes obras:

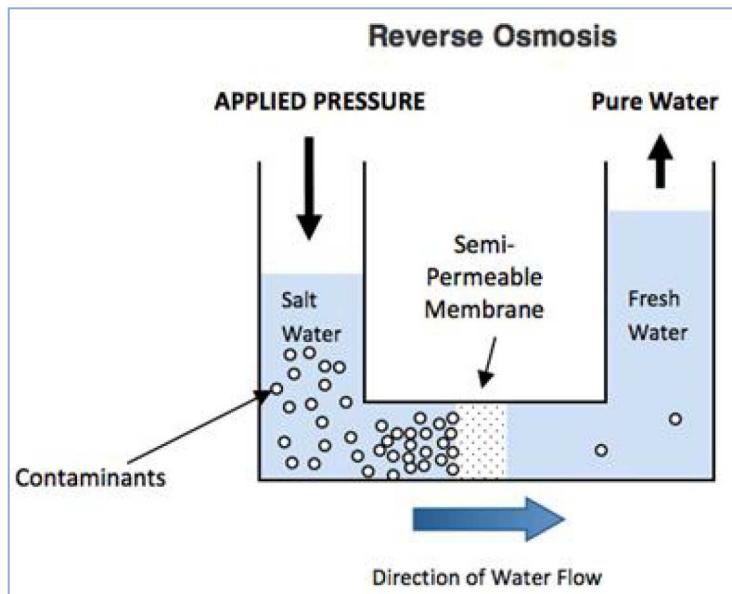
- La instalación y la operación de una **planta de ósmosis inversa**: con pretendida ubicación en las instalaciones del Hotel, dentro de una edificación situada en la parte sur del área de aprovechamiento del terreno, por lo tanto, no se requiere de remoción de vegetación de ningún tipo toda vez que se aprovechará un espacio previamente construido (ver figura siguiente).



La planta que será instalada tendrá como características las siguientes: contará con un sistema desmineralizador de agua por medio de Ósmosis Inversa para agua de mar. Este equipo está diseñado para producir 450 CMD con flujo de 82.6 gpm (40%) agua potable a una salinidad menor de 500 ppm de STD considerando agua de alimentación de 37,000 ppm., así como un flujo de rechazo de 124 gpm (60%). El modelo específico de la planta prevista es el: IES450CMD36K-ERIQ180.

El fenómeno de Ósmosis se basa en la búsqueda del equilibrio, cuando se ponen en contacto dos fluidos con diferentes concentraciones de sólidos disueltos, estos se mezclarán hasta que la concentración sea uniforme. Pero, si estos fluidos están separados por una membrana semipermeable, que no permite el paso de uno de los fluidos, el fluido que se moverá a través de la membrana será el de menor concentración de tal forma que disminuye la concentración del fluido más concentrado inicialmente. Al cabo de un tiempo, el contenido en agua será mayor en uno de los lados de la membrana. La diferencia de altura entre ambos fluidos se conoce como presión osmótica. Si se aplica una presión superior a la presión osmótica en la solución concentrada, se produce el efecto contrario. Los fluidos se pasan a través de la membrana hacia el lado del fluido menos concentrado,

mientras que los sólidos disueltos quedan retenidos. A esto proceso se le denomina ósmosis inversa (ver imagen siguiente).



Fuentes de aprovechamiento: En este proyecto se pretende la extracción de agua salada por medio de dos pozos localizados al sur del área de aprovechamiento del predio; los cuales se encontrarán ubicados en un área ajardinada.

Fuentes de descarga (Rechazo): Es altamente recomendable la descarga de estos rechazos a pozos profundos para evitar una contaminación por salmuera. Para ello se pretenden utilizar dos pozos de rechazo para la descarga de cada módulo de ósmosis; estos serán ubicados también dentro del área ajardinada en la zona sur del predio.

El pretratamiento en este proyecto consiste en los siguientes equipos por modulo:

- ✓ Dos (2) Filtros Multimedia de operación manual.
- ✓ Tres (3) Dosificación de Inhibidor de Incrustaciones.
- ✓ Tres (1) Filtros Pulidor de cartuchos.

La memoria descriptiva del proceso de la planta de desaladora, así como su funcionamiento, se encuentra en el documento titulado "SISTEMA DESMINERALIZADOR POR MEDIO DE ÓSMOSIS INVERSA PARA AGUA SALADA CON PRODUCCIÓN DE 450 M3/D", elaborado por Ingeniería, Equipos y Servicios en Ósmosis Inversa, documento que se adjunta como anexos a la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular.

- La implementación y operación de **cuatro pozos** (dos de aprovechamiento y dos de rechazo) se realizará dentro de un área ajardinada ubicada al sur del predio del proyecto.

La ubicación puntual (en coordenadas UTM) de los pozos y la POI se presenta en las siguientes tablas y planos:

- ✓ Rechazo:

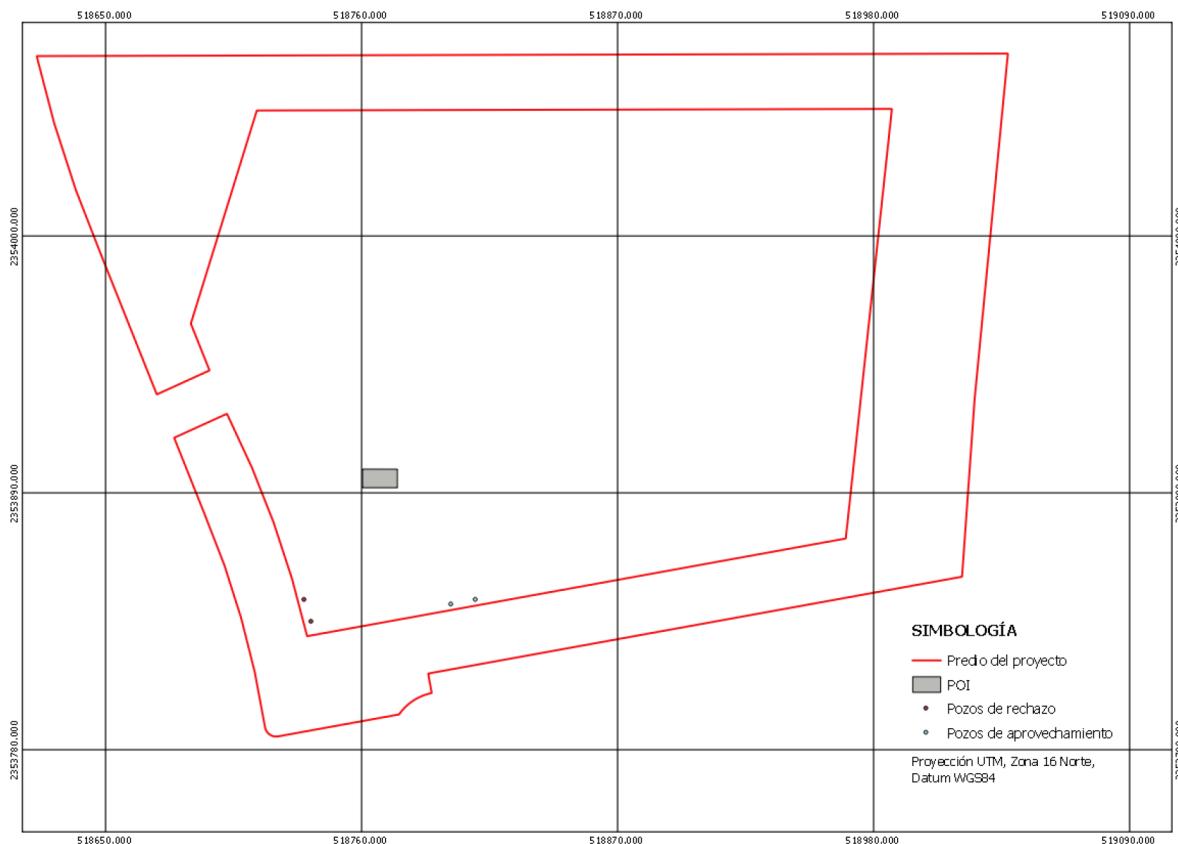
X = 518735.2661 Y = 2353844.1966  
X = 518738.2734 Y = 2353834.9055

- ✓ Aprovechamiento:

X = 518808.9209 Y = 2353844.1745  
X = 518798.4191 Y = 2353842.1926

- ✓ Planta de ósmosis inversa:

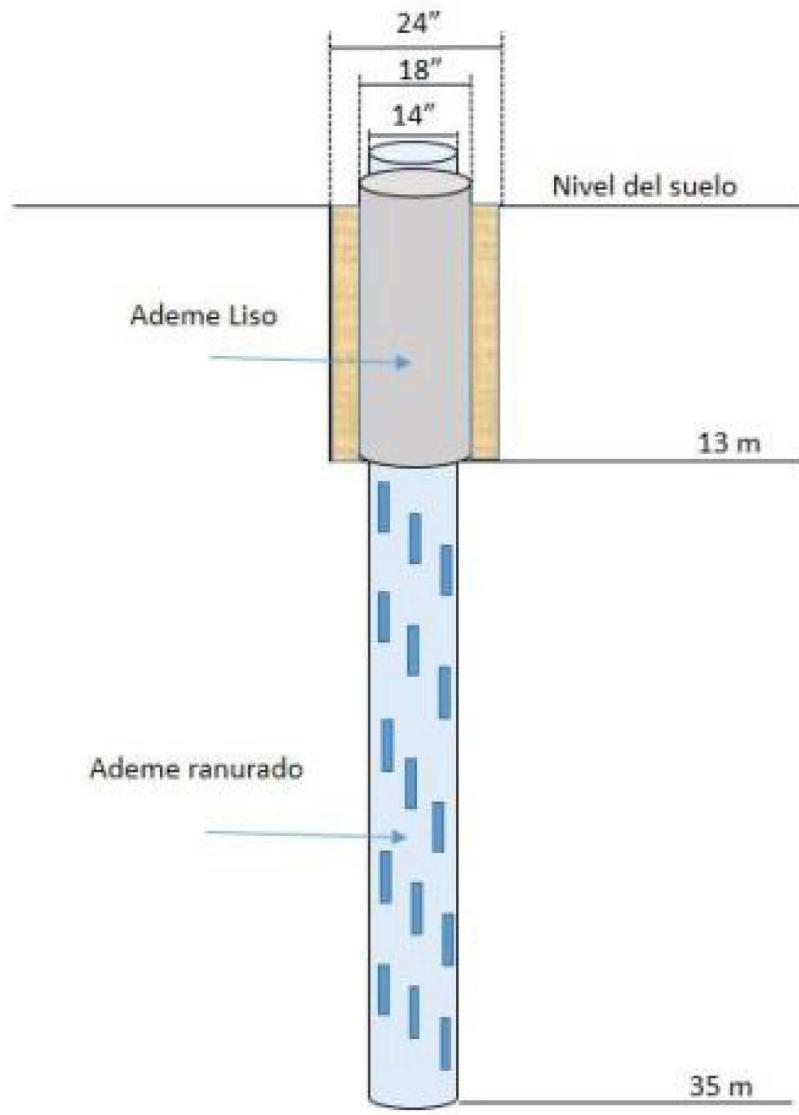
X = 518767.9813 Y = 2353896.3154



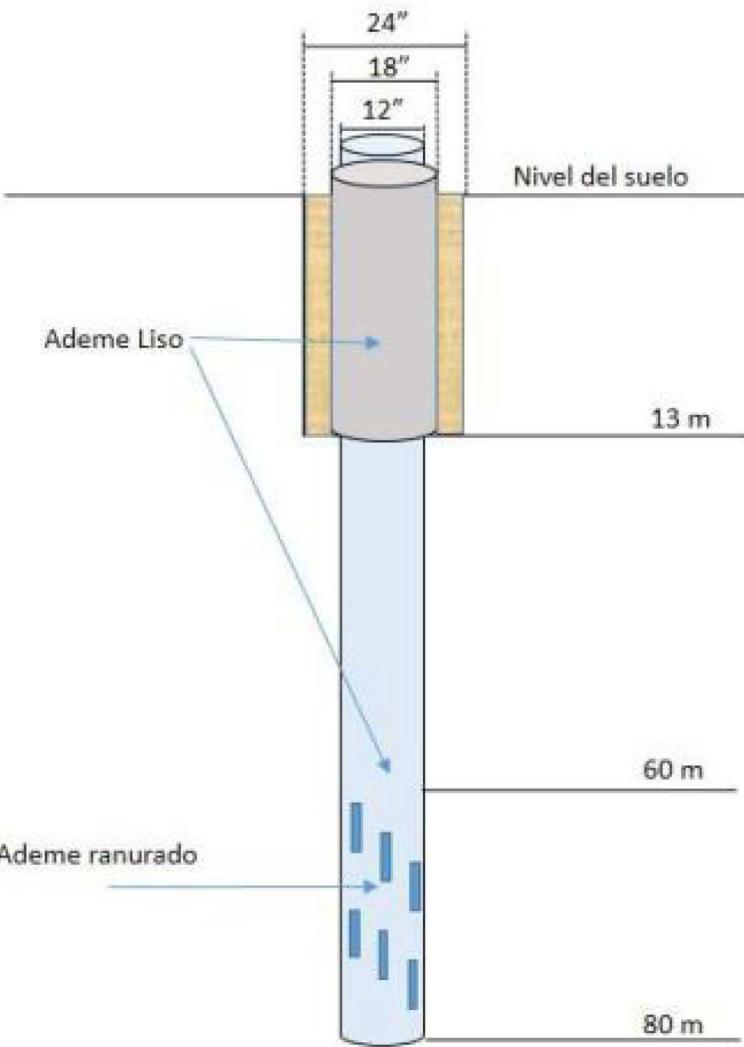
Por lo que toca a las características de los pozos de aprovechamiento y rechazo, de conformidad con el Estudio Geohidrológico y de Permeabilidad, de fecha diciembre de 2018, elaborado por la empresa BM Precisión y Calidad Total S.A. de C.V., pagina 52 y 55, se recomendó como profundidad del pozo de aprovechamiento 35 m y 80 m para el pozo de rechazo.

El diseño de los pozos se ilustra en las siguientes imágenes.

Diseño de terminación propuesto para pozo de aprovechamiento



## Diseño de terminación propuesto para pozo de absorción



De acuerdo con el Estudio Geohidrológico las profundidades propuestas son con la finalidad de evitar que exista mezcla de agua salada con el lente de agua dulce por efecto del bombeo, pues a mayor profundidad la concentración de sales en el agua subterránea aumenta.

Los resultados de los análisis de agua subterránea realizados a diferentes profundidades dentro del predio se presentan en la sección de anexos.

De la información obtenida con el citado estudio se puede concluir que existe la factibilidad de aprovechar agua salada en un volumen de aproximadamente 9 litros por segundo para ser tratada mediante el procedimiento de desalación de agua salada. Este aprovechamiento no contempla el aprovechamiento de agua dulce que está muy acotada en el acuífero que subyace al predio en estudio.

### **II.3 Etapa de preparación del sitio e instalación**

Dentro de la etapa de preparación del sitio del proyecto, no se requiere de remoción de vegetación alguna, toda vez que la totalidad de las obras serán ubicadas dentro del área de aprovechamiento previamente autorizada bajo el amparo de la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de febrero de 2018.

Una vez obtenidas las demás autorizaciones y factibilidades por parte de las instancias correspondientes, se dará inicio con la contratación de personal y la compra de materiales y equipo.

Posteriormente y previo a cualquier actividad dentro del sitio, se procederá a la impartición de una plática ambiental de sensibilización a cargo del responsable de obra, misma que será dada a todo el personal que sea contratado para la ejecución del presente proyecto.

En lo que respecta a los pozos de aprovechamiento y rechazo, se identificará su ubicación precisa y se llevará a cabo un ahuyentamiento en caso de avistamientos de fauna en las inmediaciones, lo cual se prevé poco probable toda vez que el área en donde serán ubicados los 4 pozos corresponde al área ajardinada del Hotel en construcción donde la actividad antrópica es constante.

Se realizarán labores de limpieza de las áreas involucradas eliminando en su caso todo tipo de elementos o residuos que pudieran caer accidentalmente dentro de las perforaciones.

Una vez realizado lo anterior, se colocará una malla o barrera perimetral alrededor con el fin de proteger la vegetación colindante del área de restricción del predio.

Ya con todo listo, se procederá a la perforación de los pozos con el mayor cuidado posible.

Durante las actividades se contará con depósitos temporales de residuos con tapa hermética, mismos que al final del día serán recolectados por el responsable de la obra para después reubicarlos en un sitio de almacenamiento temporal del hotel y

---

posteriormente llevarlos a un sitio autorizado y/o destinarlos al camión de colecta municipal.

Si bien, se prevé el acceso de los trabajadores a los sanitarios de empleados existentes dentro del hotel; de ser necesario se instalará dentro del área de aprovechamiento del predio, al interior de la construcción y cercano al área de trabajo del proyecto, un sanitario portátil.

Por otra parte, durante la etapa de instalación del proyecto, se evitará la utilización de cualquier sustancia que pueda propiciar contaminación al ser vertida accidentalmente al suelo y/o al acuífero a través de los pozos a perforar.

En cuanto al proceso ensamblado e instalación de la planta desaladora, se contará con una superficie edificada dentro del Hotel que estará habilitada para recibir el equipo; por lo que se reitera que no se requiere de construcciones adicionales y que se utilizarán sólo superficies autorizadas para su aprovechamiento dentro del Hotel.

Para la instalación de la planta se requerirá adecuar algunas de las instalaciones hidráulicas para conectar el suministro de agua salobre a la planta y para conectar el sistema de ósmosis inversa con las cisternas y los pozos de descarga; acciones que no requerirán de remoción de vegetación de ningún tipo ni excavaciones que sobrepasen el relleno que se uso para la nivelación del terreno.

Es importante señalar que durante los horarios de comida de los trabajadores, estos sólo podrán hacerlo dentro de las edificaciones del hotel, por lo que estará totalmente restringido el acceso de alimentos o bebidas a las áreas de trabajo.

## **II.4 Etapas de operación y mantenimiento**

Durante la operación, el proceso comienza con la alimentación del agua de pozo por medio de una bomba de pozo tipo sumergible resistente al agua salada; dirigiéndose hacia los filtros multimedia (pretratamiento) alimentando al sistema de ósmosis inversa (220 gpm) descarga de 3", con una salinidad de 37,000 ppm como máximo de sales disueltas y libres de sulfídrico hacia los filtros multimedia. La bomba de pozo es accionada desde el tablero de control de la planta de ósmosis inversa. El agua pasa a través de tres filtros Multi Media los cuales poseen en su interior lechos filtrantes. En este proyecto se garantiza la filtración con una zeolita (microZ) y grava para eliminar sólidos suspendidos mayores a 5 micras. El filtro posee un manifold de cinco válvulas manuales por filtro.

---

El sistema propuesto en este proyecto se tiene un PX Q180 y bomba booster. Así como una bomba de la marca Grundfos con motor de imanes permanentes con potencia de 90 HP como máximo, pero con un consumo de acuerdo a diseño de 63 hp reales. Si no se tuviera este sistema de PX, la bomba de alta presión sería de aproximadamente un 60% más de potencia siendo aproximadamente 140 hp. Se considera un ahorro al cliente de manera considerable.

Una vez que el agua este ya filtrada y acondicionada pasa a través de la bomba de alta presión (B.A.P) para la alimentación del sistema para posteriormente alimentar al banco de membranas. El segundo flujo de entrada es derivado hacia el ERI, el cual aprovechando la presión y caudal del rechazo impulsa un 60% del flujo de entrada y realzando nuevamente con una bomba booster, este sistema se obtiene un ahorro de energía ya que la bomba de alta presión (BAP) disminuye en potencia.

La bomba BAP del sistema es de tipo de centrífuga multietapas con una capacidad de 82.6 gpm@900 psi. El sistema Isobárico (ERI-Booster) se obtiene 124 gpm restantes del afluente. El banco de membranas de 8" de diámetro x 40" de longitud, marca Hydranautics Modelo SWC5MAX. distribuidas en 6 recipientes en un arreglo en paralelo.

Las membranas se encargarán de reducir la salinidad del agua de 37,000 ppm a 500 ppm produciendo un flujo de 82.6 gpm a una recuperación del 40% con respecto al flujo de alimentación (210 gpm). A esta razón de flujo de permeado (producto), las membranas estarán trabajando a un flux de (GDF) 8 gal/día ft<sup>2</sup>.

El sistema de Limpieza consta de un tanque de 450 galones, un portafiltro en acero inoxidable con la misma capacidad de flujo de filtrado y una bomba con la presión necesaria realizar una filtración en un ciclo cerrado, esto significa que se utilizará un químico de ph alto y estará recirculando el flujo y atrapando los residuos removidos en los filtros, esta se repite con otro ciclo con un ph bajo por espacio de 4 horas cada uno. Esta limpieza química es de carácter preventivo ya que se eliminarán todos los residuos de sales incrustadas en las membranas y residuos orgánicos incrustados en las membranas. Este mismo sistema está diseñado también para realizar enjuagues de agua limpia (fresh flushing) a las membranas para prevenir precipitaciones de sales en las membranas.

El sistema de control es muy importante, ya que tiene el control de todos los componentes por medio de un controlador lógico programable. Este controlador tiene la capacidad de realizar varias funciones por segundo. Si existiera una falla el sistema es alarmado y se detiene el proceso, es muy importante la

---

automatización de todos los componentes importantes. El controlador monitorea todo el proceso en fracciones de segundo buscando fallas en algún componente.

El controlador esta sincronizado con una pantalla de 10" donde se visualiza todo el proceso y cada componente es monitoreado, tales como presiones de entrada, salida, bombas de Alta presión, conductividad producto y alimentación, PH producto. Los códigos de fallas son almacenadas y registrados en un histórico para cualquier consulta permitiendo identificar cualquier fallo y a su vez atenderlo de inmediato.

El post-tratamiento tiene como objetivo la remineralización del agua desalada. Para ello es necesario aumentar la dureza cálcica y la alcalinidad del agua desalada hasta valores que permitan alcanzar un LSI próximo a cero (-0,5 < LSI < +0,5).

Es importante señalar que el personal que esté a cargo realizará verificaciones constantes de los componentes de la planta para garantizar su correcto funcionamiento apoyado en el controlador. Asimismo, se realizarán verificaciones y/o en su caso, mantenimientos preventivos cada seis meses a través de personal especializado.

## **II.5 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones**

Considerando que de manera periódica se dará mantenimiento a las instalaciones del proyecto se espera que el equipo dura al menos un periodo de 50 años en funcionamiento.

## **II.6 Uso de explosivos y fuego**

El proyecto no requiere el uso de explosivos ni de fuego. Las excavaciones necesarias para la perforación de los pozos se realizarán con maquinaria especializada.

## **II.7 Cronograma de trabajo**

En la siguiente tabla se resume el cronograma de acción para cada una de las actividades que implica el proyecto.

DESCRIPCION	meses		
	1 al 12	12 al 24	25 en adelante
-Aviso de inicio de las actividades			
-Limpieza del área edificada, colocación de señalética, colocación de malla perimetral, depósitos de residuos.			

DESCRIPCION	meses		
	1 al 12	12 al 24	25 en adelante
-Ahuyentamiento de fauna y reubicación en caso necesario. -Obtención de autorizaciones, contratación de personal, compra de equipo. -Platica ambiental.			
-Perforación de pozos e instalación de POI.			
-Operación y mantenimiento del proyecto			

---

### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y CON LA REGULACIÓN AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL SUELO**

#### **III.1 LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Esta Ley es de competencia de la Federación y se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada en el Diario Oficial de la Federación el 05 junio de 2018. Dicha 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, entre otros.

El artículo 28 de esta ley, establece a la letra:

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

*I.- Obras hidráulicas, vías generales de Comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;*

Asimismo, su Reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo del 2000, establece en su artículo 5 lo siguiente:

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

*(...)*

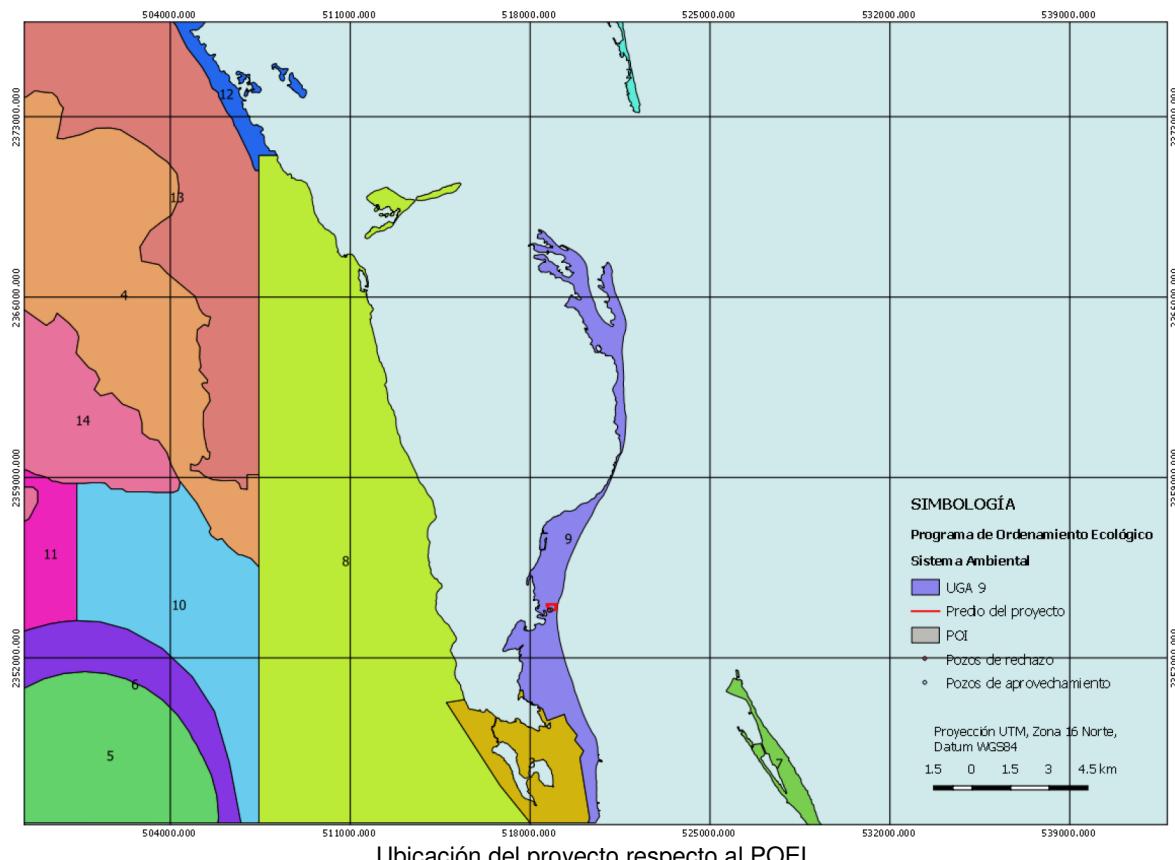
A) *HIDRÁULICAS:*

*XII. Plantas desaladoras;*

Conforme a lo arriba señalado se anticipa que el proyecto en todas sus etapas debe ser evaluado por la SEMARNAT; es así que se somete al presente procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental para obtener la autorización correspondiente.

### III.2 DECRETO DEL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO, MÉXICO, PUBLICADO EN EL PERIÓDICO OFICIAL DEL ESTADO DE QUINTANA ROO EL 09 DE ABRIL DE 2008 (POEL IM).

De acuerdo a lo establecido en la autorización de impacto ambiental 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018, emitida por la SEMARNAT, relativo al proyecto “HOTEL EN EL LOTE HR-5 EN COSTA MUJERES”, el sitio del proyecto incide en la Unidad de Gestión Ambiental número 9 denominada “Península Chacmchuc” (ver plano siguiente), sector 4 denominado Costa Mujeres con una política de Aprovechamiento Sustentable, asociada a centros de población legalmente constituidos, por lo que queda sujeta a Plan Parcial de Desarrollo Urbano.



A continuación, se inserta el cuadro con las políticas y usos aplicables para la Unidad de Gestión Ambiental 9.

	UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL	POLÍTICA	RECURSOS Y PROCESOS PRIORITARIOS	USOS PREDOMINANTES	USOS COMPATIBLES	USOS CONDICIONADOS	USOS INCOMPATIBLES
9	Península Chacmúchuch	Aprovechamiento Sustentable	Playa, Paisaje, Agua, dunas y manglar	Los establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmúchuch	Los establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmúchuch	Los establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmúchuch	Aquéllos que se contrapongan a los usos establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmúchuch o bien los que causen deterioro a los recursos y procesos prioritarios.

Cuadro de políticas y usos.

Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable
<b>Lineamientos:</b>
1. Proteger los ecosistemas de manglar. 2. Las áreas de conservación con vegetación de duna costera están integradas a los desarrollos turísticos y residenciales. 3. Se mantiene el acceso y la calidad sanitaria actual de las playas. 4. Se mantiene la calidad actual del agua en los cuerpos de agua colindantes. 5. No existe contaminación por residuos sólidos. 6. En el sector de La Angostura sólo se permite la construcción de vialidades que no interrumpan el flujo hidrológico entre el mar y la laguna.

Política ambiental.

Del cuadro anterior se desprende que la UGA en donde se encuentra inserto el predio del proyecto tiene una política de aprovechamiento sustentable, misma política que es congruente con el proyecto que se pretende ejecutar y operar; es decir la POI y los cuatro pozos (dos de aprovechamiento y dos de rechazo), toda vez que el proyecto se ajusta a todos los parámetros ambientales que le son aplicables, como más adelante se analizará; por tal razón, se dice que el proyecto es de aprovechamiento sustentable al existir un equilibrio entre las esferas legal, social y económica.

## Criterios de aplicación general

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
CG-01	Para la recarga de los acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir,	Que el presente criterio no es aplicable para el presente proyecto, toda vez que su cumplimiento quedó garantizado en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018, emitida por esta

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable, con los siguientes porcentajes: a) En predios con área menor a 100 metros cuadrados se destinará como mínimo 10 % de la superficie total del predio, b) En predios de 101 hasta 500 metros cuadrados, se destinará como mínimo 20 % de la superficie total del predio, c) En los lotes de 501 a 3,000 metros cuadrados, se destinará como mínimo 30 % de la superficie total del predio, y d) En los lotes de 3,001 metros cuadrados en adelante se destinará como mínimo 40 % de la superficie total del predio.	Autoridad Federal. Ahora bien con la implementación del proyecto que nos ocupa, no se requiere la remoción de vegetación ni el sellado del suelo.
CG-02	Se debe favorecer la captación del agua de lluvia como fuente alterna para el consumo humano y actividades domésticas.	Que dicho criterio no es aplicable, ya que su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018.
CG-03	No se permite verter hidrocarburos y productos químicos no biodegradables, al suelo, cuerpos de agua, ni al mar.	Que se cumple con el presente criterio ya que el proyecto no pretende verter ningún tipo de producto al suelo o cuerpos de agua (incluyendo el mar). Asimismo en las diferentes etapas del proyecto no se pretende la utilización de hidrocarburos ni productos no biodegradables; en consecuencia no existe un riesgo de su vertimiento al suelo o cuerpos de agua.
CG-04	Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en materia de calidad de aguas.	Que dicho criterio no es aplicable, ya que su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018. En el caso que nos ocupa, las aguas se destinaran a los pozos de inyección a una profundidad en donde no tenga repercusiones sobre el medio.
CG-05	Los aprovechamientos que involucren el uso de agroquímicos deberán incluir un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo, previamente aprobado por la autoridad competente, a fin de detectar y prevenir la contaminación del recurso.	No es aplicable al proyecto, no se pretende el uso de agroquímicos.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
CG-06	Las aguas residuales (negras, azules, grises, jabonosas), no deben canalizarse a pozos de absorción de agua pluvial. Deberán disponerse a través del sistema de drenaje municipal o bien a través de algún sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo en todo momento con la normatividad vigente aplicable.	No es aplicable al proyecto. Dicho criterio no es aplicable, ya que su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018
CG-07	La ubicación de fosas sépticas debe dar cumplimiento a la NOM-006-CNA-1997.- Fosas sépticas prefabricadas, especificaciones y métodos de prueba.	No es aplicable no se pretende la construcción de fosas sépticas.
CG-08	La construcción de obras e infraestructura para el drenaje pluvial deberá ser diseñada y autorizada de conformidad con la normatividad de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado.	No es aplicable al proyecto, no se pretende la construcción de infraestructura para drenaje puvial.
CG-09	En todas las obras y/o actividades se debe separar la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	Que dicho criterio no es aplicable, ya que su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018
CG-10	Los usos autorizados deben incluir acciones para el ahorro del recurso agua, así como medidas de prevención de contaminación del manto freático.	Que dicho criterio no es aplicable, ya que su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018. No obstante el proyecto esta diseñado para no provocar contaminación
CG-11	Durante todas las etapas de las actividades autorizadas, se deberá contar con un programa integral de manejo de desechos sólidos y líquidos (minimización, separación, recolección y disposición final), que incluya medidas preventivas para el manejo y disposición adecuados de grasas, aceites e hidrocarburos. Dicho programa deberá ser previamente aprobado por la autoridad competente.	Que dicho criterio no es aplicable, ya que su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018, a través de la presentación del Plan de Manejo de Residuos Sólidos, Líquidos y Peligrosos que en su caso se hará valer para los residuos que pueda generar el proyecto.
CG-12	Para la construcción de vialidades se deben reconocer y respetar los flujos hidrológicos para garantizar la hidrodinámica original del sitio.	No es aplicable, no se construirá vialidades.
CG-13	En el desarrollo de los usos de suelo y actividades	Que se cumple con el criterio, los

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	permitidas, deberán plantearse como primera opción de aprovechamiento aquellos sitios que ya están abandonados por ejemplo: potreros, bancos de materiales para la construcción, así como las áreas desmontadas o con vegetación secundaria u otras áreas afectadas, salvo disposición legal en contrario.	pozos serán ubicados en las áreas ajardinadas mismas corresponden a la superficie de aprovechamiento autorizada mediante la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de febrero de 2018. Por su parte, la planta desaladora será instalada dentro de una edificación también autorizada.
CG-14	Cuando se pretenda la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales Se debe obtener la autorización para el cambio de uso del suelo en terreno forestal, en los términos que indica la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	No es aplicable, para la ejecución del proyecto, no se pretende la remoción total o parcial de vegetación de ningún tipo.
CG-15	De acuerdo a lo estipulado en el Art. 28 de la LGEEPA y en su reglamento en materia de Impacto Ambiental, se deben realizar los estudios ambientales que a juicio de la autoridad evaluadora, se necesiten para identificar y valorar los impactos potenciales de las obras y actividades sobre los recursos naturales prioritarios y/o las poblaciones o Comunidades de flora y fauna, a fin de determinar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación correspondientes y en consecuencia dictaminar su viabilidad, poniendo especial énfasis en las etapas de operación y mantenimiento.	Que se cumple con el presente criterio con la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular.
CG-16	En las áreas naturales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	Que dicho criterio no es aplicable, No obstante, su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018 y ha sido ejecutado tal como se expone en los informes semestrales correspondientes.
CG-17	En la superficie del predio autorizada para su aprovechamiento, en forma previa al desmonte y/o a la nivelación del terreno, debe realizarse un Programa de rescate selectivo de flora y recolecta de material de propagación, a fin de aprovechar el material vegetal que sea susceptible para obras de reforestación, restauración y/o jardinería	Se advierte que su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018. El proyecto que nos ocupa no requiere aprovechamiento de nuevas superficies; es decir, se realizará en las superficies

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
		afectadas por el hotel previamente autorizado.
CG-18	Las actividades recreativas que se desarrolle en zonas de anidación y reproducción de la fauna silvestre con estatus de protección señalada en la normatividad federal aplicable, requieren de un programa cuyo objetivo sea el de preservar estos sitios.	No es aplicable al proyecto en razón que el proyecto que nos ocupa no considera la ejecución de actividades recreativas.
CG-19	Previo al desarrollo de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar un Programa de rescate y reubicación selectiva de fauna, poniendo especial atención a las especies protegidas y las de lento desplazamiento.	Toda vez que el sitio en donde se instalará la planta desaladora y los pozos es un área previamente afectada por la construcción del Hotel en donde la fauna es prácticamente nula; no obstante se realizarán dichas actividades siguiendo los lineamientos del programa de rescate y reubicación autorizado para el predio, por lo que se considera innecesario presentar un nuevo programa.
CG-20	Para las actividades proyectadas que impliquen la afectación o alteración de poblaciones de especies incluidas en los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, se debe elaborar y ejecutar un programa de monitoreo de dichas poblaciones a fin de prevenir riesgos de desplazamiento o eliminación de las mismas, así como alteraciones de las condiciones que hacen posible su presencia.	No es aplicable para el proyecto, no se pretende afectación o alteración a vegetación alguna, en razón que el proyecto será construido y/o instalado en un área ajardinada y dentro de una edificación del hotel. No obstante, se advierte que el predio cuenta con el programa de monitoreo correspondiente y se ejecuta en tiempo y forma; por lo que no existe necesidad alguna de aplicarlo nuevamente al proyecto que nos ocupa.
CG-21	En el tratamiento de plagas y enfermedades deben manejarse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, que sean preferentemente orgánicos o los estrictamente los autorizados por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	No es aplicable para el proyecto, no se contempla acciones de tratamiento de plagas y enfermedades.
CG-22	El uso de agroquímicos y la disposición final de sus envases deberá seguir las indicaciones de la ficha técnica del producto en cuanto a dosis y	No es aplicable, no se pretende el uso de agroquímicos.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	frecuencia de aplicación, así como lo que establezca la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	
CG-23	Para evitar el fraccionamiento de hábitats, las autoridades correspondientes deberán desincentivar o en su caso condicionar estrictamente la construcción de nuevos caminos de acceso en Unidades de Gestión Ambiental con políticas de Preservación y Protección.	No es aplicable, no se pretende la construcción de nuevos caminos.
CG-24	Solo se permite la utilización de materiales vegetales de especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, cuando sean obtenidas a través de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAs), u otro esquema regulado por la autoridad competente.	No es aplicable, no se utilizarán materiales vegetales de especies citadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
CG-25	Toda la información ambiental generada por las actividades autorizadas en sus diferentes etapas, incluyendo las que se realicen dentro de los límites de las Áreas Naturales Protegidas, deberá ser incorporada a la bitácora ambiental, con la frecuencia y organización que establezca el Comité de Seguimiento del POEL.	No es aplicable para el proyecto es de competencia del Comité de Seguimiento del POEL.
CG-26	La fauna silvestre capturada y/o rescatada en la superficie de aprovechamiento autorizada podrán ser liberada en las Unidades de Gestión Ambiental con política ambiental de Preservación y Protección, en ecosistemas semejantes a los de su hábitat natural, siempre y cuando no presenten daños severos de salud y no hayan permanecido en cautiverio prolongado. Para lo anterior se deberá contar con la aprobación de la autoridad ambiental competente.	Que dicho criterio no es aplicable, ya que su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018 y quedó evidenciado en los informes correspondientes y se mantiene en la actualidad; por lo que en caso de observarse algún organismo se procederá conforme al programa presentado y autorizado en su momento.
CG-27	En las Unidades de Gestión Ambiental con política ambiental de Preservación y Protección, el volumen de sonido que emitan fuentes fijas y móviles, no deberá rebasar los límites máximos de los decibeles registrados generados por la misma naturaleza, de acuerdo a estudio sonométrico que realice el promovente del proyecto.	No es aplicable, la Unidad de Gestión Ambiental 9 no tiene una política ambiental de Preservación y Protección.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
	Las autoridades competentes deben priorizar el pago de servicios ambientales en aquellas Unidades de Gestión Ambiental con políticas de Preservación, Protección y Restauración donde se incluye este uso.	
CG-28	Con la finalidad de que la fauna silvestre se desplace libremente, no deben establecerse barreras físicas u obstáculos que impidan el paso entre las áreas naturales de predios colindantes.	Se cumple dicho criterio, no se instalarán barreras físicas u obstáculos que impida el paso de la fauna silvestre entre las áreas naturales de predios colindantes.
CG-29	Del mes de mayo al mes de septiembre, los propietarios de predios colindantes con playas arenosas y los concesionarios de la zona federal marítimo terrestre en playas arenosas, a fin de proteger las poblaciones de tortugas marinas deberán: a. Asesorarse y coordinarse con la autoridad competente para la protección de los sitios de anidación de la tortuga marina, b. Evitar la iluminación directa al mar y zona de playa. La iluminación deberá ser color ámbar, de baja intensidad y estar cubierta por un difusor, c. La limpieza de playas únicamente podrá realizarse en forma manual utilizando rastillos con penetración máxima de 5 centímetros de profundidad en la zona de anidación, d. Retirar del área de playa, de las 18:00 a las 6:00 horas del día siguiente, todos los bienes móviles que puedan constituir un obstáculo para el arribo de la tortuga, e. Abstenerse de encender fogatas en el área de playa.	Que dicho criterio no es aplicable ya que su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018.que también corresponde al promovente y al mismo predio.
CG-30	No se permite la transferencia o traspaso de superficies de aprovechamiento de una unidad de gestión ambiental a otra, así como de una zonificación urbana a otra.	No es aplicable, no se quiere de transferencia de superficies de aprovechamiento.
CG-31	El uso de material pétreo, sascab, caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados por la autoridad competente conforme a la legislación vigente en la materia correspondiente.	Para la ejecución del proyecto no se requieren ninguno de los materiales que cita el criterio.
CG-32	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse de acuerdo con la normatividad aplicable y en los sitios y condiciones que determine la autoridad responsable.	En cumplimiento, disposición final de residuos sólidos que pudieran generarse durante las etapas del proyecto se realizarán conforme lo

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
		dicta el criterio.
CG-33	Para el desarrollo de usos condicionados se debe elaborar y ejecutar un programa de monitoreo ambiental sobre los recursos y procesos prioritarios. Los resultados deberán entregarse a la autoridad ambiental correspondiente para su incorporación a la bitácora ambiental, bajo la periodicidad que determine dicha autoridad	No es aplicable, el uso del proyecto no es un uso condicionado dentro de la Unidad de Gestión Ambiental 9.
CG-34	Para el aprovechamiento de predios en los que se encuentren vestigios arqueológicos deberá contarse con autorización previa del Instituto Nacional de Antropología e Historia.	No es aplicable, no existen vestigios arqueológicos dentro del sitio del proyecto.
CG-35	Los campamentos de construcción o de apoyo deben: a) Contar con al menos una letrina y una regadera por cada 15 trabajadores. b) Incluir un área específica y delimitada para la elaboración y consumo de alimentos. c) Un programa de manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos generados. d) Un programa de manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos peligrosos, avalado por la autoridad competente y por la Dirección Municipal de Protección Civil. e) Garantizar techo y servicios básicos para la totalidad de los trabajadores. f) Garantizar el transporte para los trabajadores que se trasladan fuera del área de aprovechamiento, una vez concluida la jornada laboral.	Para la implementación del proyecto, no se requiere de la instalación de campamentos de construcción o de apoyo.
CG-36	La superficie de aprovechamiento prevista en otros instrumentos, cuando sean diferentes o en casos especiales a los contemplados en este programa de ordenamiento, podrá incrementarse siempre y cuando se demuestre en forma fehaciente a través de estudios técnicos y científicos que los impactos ambientales generados por dicha modificación son menores a los previstos. En estos casos, los estudios técnicos se someterán al análisis y aprobación por parte de las autoridades correspondientes en el ámbito de su competencia.	No es aplicable, no se requiere el aumento de superficie de aprovechamiento, toda vez que el proyecto se llevará a cabo el área ajardinada Sur y dentro de un área edificada.
CG-37	La superficie de aprovechamiento señalada para cada Unidad de Gestión Ambiental será aplicada a nivel de predio de manera proporcional a su superficie, y debe considerar e incluir la presencia de vialidades.	Se cumple con el presente criterio, ya que no se pretende el aumento de la superficie de aprovechamiento.

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
CG-38	En predios donde se desarrollan ecosistemas de manglar, se debe dar cumplimiento a lo establecido en la NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de Vida Silvestre.	No es aplicable, en el predio del proyecto no existe ecosistema de manglar.
CG-39	Se permite el establecimiento de asentamientos humanos únicamente cuando estén relacionados con las actividades productivas autorizadas y usos de suelo permitidos	No es aplicable, no se pretende el establecimiento de asentamientos humanos.
CG-40	Se prohíbe la creación y establecimiento de nuevos centros de población fuera de los límites de los programas de desarrollo urbano vigentes.	No es aplicable, no se pretende la creación y establecimiento de nuevos centros de población.

### Criterios específicos para el uso de suelo turístico

Criterio	Descripción	Propuesta de cumplimiento
U9-1	Para garantizar el acceso y disfrute de los espacios naturales como bien común; tales como dunas costeras, playas, manglares, lagunas y mar, entre otros, la autoridad competente deberá elaborar e instrumentar un programa de imagen urbana que ubique los accesos a la zona federal marítimo terrestre previo a la edificación de los futuros desarrollos urbanos y turísticos, asegurando la visual paisajística de los espacios naturales, el acceso público y libre a las zonas federales y su correspondiente equipamiento, conforme a la Ley de Bienes Nacionales y su reglamento en la materia.	No es aplicable para el promovente, es aplicable para las autoridades competentes.

U9-2	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las áreas de desplante de los diferentes proyectos, además de observar la disposición referente a los Coeficientes de Ocupación del Suelo (COS) y sus áreas de equipamiento, en las actividades de reforestación se deben usar de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	No es aplicable al proyecto, toda vez que para la implementación del mismo no se requiere del desplante, toda vez que el área en donde se ubicarán las obras es el área ajardinada y una edificación.
U9-3	El mantenimiento de las superficies que quedan fuera del aprovechamiento autorizado por el programa de desarrollo urbano vigente pueden ser utilizados para el establecimiento de estructuras temporales que permitan incorporar el área como elemento de recreación paisajística. Estas estructuras temporales deben ocupar menos del 5% del área a conservar. En esta área de conservación no se permite el establecimiento de equipamiento o infraestructura adicional.	No es aplicable al proyecto, no se pretende la utilización de superficies fuera del área de aprovechamiento que fue autorizada en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de febrero de 2018.
U9-4	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con la conservación de los recursos y procesos naturales prioritarios de la zona.	No es aplicable, su cumplimiento le corresponde a las autoridades.

U9-5	<p>Para asegurar la permanencia presente y futura de áreas naturales que brindan servicios y bienes ambientales, las áreas naturales que quedan fuera de las superficies de aprovechamiento autorizadas por el plan de desarrollo urbano vigente y por las autoridades ambientales competentes, deben ser inscritas en el registro público de la propiedad y el comercio como áreas de Protección de Flora y Fauna, con excepción de los predios suburbanos destinados a la construcción de casa habitación unifamiliar.</p>	<p>Que dicho criterio no es aplicable, ya que su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de febrero de 2018.</p>
U9-6	<p>El establecimiento de actividades de la industria cementera, concretera y similares debe garantizar la baja emisión de partículas contaminantes a la atmósfera, de acuerdo a las Normas y Legislación aplicables en la materia.</p>	<p>No es aplicable, no se desarrollarán ninguna de las actividades enlistadas en el presente criterio ecológico.</p>
U9-7	<p>En el caso específico del Sector de La Angostura, únicamente se permite el aprovechamiento para el trazo y desplante de vialidades e infraestructura (sólo por debajo de la vialidad), las cuales deberán ser piloteadas, para atenuar los impactos ambientales sobre la duna y procesos costeros, además de permitir el libre flujo hídrico entre la laguna y el mar. Para este caso, el porcentaje de aprovechamiento estará determinado por el mismo proyecto (2).</p>	<p>No es aplicable el proyecto no se encuentra ubicado en dicha zona.</p>

U9-8	En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos provenientes de agua de subsuelo, agroquímicos, aguas residuales tratadas y los que representen una fuente potencial de contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos, deberán desarrollar durante las etapas de construcción y operación un programa de monitoreo estacional y periódico de calidad del agua, con el fin que se cumpla con los límites máximos permitidos por la norma oficial mexicana aplicable o disposición jurídica vigente. Este programa deberá ser autorizado en materia de impacto ambiental y los resultados obtenidos de los análisis deberán presentarse a la Comisión Nacional del Agua con copia a los Comités Técnico y Ejecutivo responsables de la Bitácora Ambiental para la incorporación de la información a este instrumento.	No es aplicable al proyecto, toda vez que no se trata de un campo de golf.
U9-9	En las áreas previstas para campos de golf se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa en las zonas adyacentes a las vialidades, áreas de acceso (fairway), áreas de tiro (tee) y en las áreas de hoyos (green).	No es aplicable al proyecto, toda vez que no se trata de un campo de golf.
U9-10	En campos de golf el sistema de riego deberá incluir dispositivos de control que aseguren la optimización del uso del agua y de los agroquímicos que se utilicen, evitando la saturación del terreno y la contaminación del subsuelo y del acuífero.	No es aplicable al proyecto, toda vez que no se trata de un campo de golf.

U9-11	En los campos de golf, las áreas que requieran de mantenimiento intensivo con agroquímicos, deben establecerse sobre una capa impermeable 65 que evite la infiltración de los escurrimientos al subsuelo. Dichos escurrimientos deben ser canalizados a un sistema de tratamiento de aguas para su reutilización.	No es aplicable al proyecto, toda vez que no se trata de un campo de golf.
U9-12	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas y suburbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos por lo menos dentro de un radio de 0,5 km de distancia de cada habitante (Acuerdo de la Cumbre de Alcaldes, Programa Ambiental de las Naciones Unidas 2005). (Punta Sam y Santa Fátima).	No es aplicable para el promovente, es aplicable para las autoridades competentes.
U9-13	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes en general, la planeación urbana debe incluir 9 m <sup>2</sup> de área verde por habitante como mínimo, de acuerdo a las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud. (Punta Sam y Santa Fátima).	No es aplicable para el promovente, es aplicable para las autoridades competentes.
U9-14	Para mantener y conservar las áreas verdes de los centros de población, deberá realizarse la inscripción de las mismas en el Registro Público de la Propiedad.	Que dicho criterio no es aplicable, ya que su cumplimiento se garantizó en la resolución 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de febrero de 2018.

U9-15	Para garantizar el uso recreativo de dominio público en las áreas verdes, éstas deben contar con las condiciones y equipamiento adecuados para ello.	No es aplicable para el promovente, es aplicable para las autoridades competentes.
U9-16	El equipamiento de las áreas verdes de uso público debe ser congruente con el objetivo de las mismas.	No es aplicable para el promovente, es aplicable para las autoridades competentes.
U9-17	Cuando no existan sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios de hoteles, fraccionamientos, condominios, plazas comerciales, clubes y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento, reciclaje y disposición final de las aguas residuales, para satisfacer las condiciones particulares de descarga que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables.	De acuerdo al criterio no es aplicable al proyecto.
U9-18	Cuando no existan sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios oficinas, comercios, casas particulares y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables, de acuerdo a sus volúmenes de descarga.	Que dicho criterio no es aplicable.

U9-19	<p>Cuando no exista el servicio de dotación de agua potable, la extracción, conducción y aprovechamiento de la misma deberá cumplir con lo estipulado por la Comisión Nacional del Agua, así como por los supuestos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y demás disposiciones aplicables.</p>	<p>Que en su momento la promovente gestionará la autorización correspondiente ante la Comisión Nacional del Agua. Ahora por lo que corresponde a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, es de aplicación para el aprovechamiento del agua, los siguientes preceptos jurídicos:</p> <p><i>ARTÍCULO 88.- Para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:</i></p> <p><i>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;</i></p> <p><i>II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico;</i></p> <p><i>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</i></p> <p><i>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.</i></p> <p>Del precepto jurídico antes citado, se desprende, que el aprovechamiento del agua debe ser sustentable, lo anterior es garantizado por la promovente, en razón de que a través del Estudio Geohidrológico que se anexa a la presente, se acredita las características idóneas del sitio del proyecto para el aprovechamiento de agua, así como de igual forma se indica las características con las que deben contar los pozos como es la profundidad, por lo tanto se garantiza que con el presente proyecto no se causará un desequilibrio ecológico; aunado a lo anterior el proyecto es congruente con los usos permitidos en los distintos instrumentos ecológicos aplicables.</p>
-------	---	--

U9-20	Sólo en aquellos casos excepcionales en que las condiciones socioeconómicas y topográficas lo justifiquen, podrá el municipio autorizar el empleo de letrinas y/o fosas sépticas para que en los domicilios particulares se realice un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente y deberán contar con certificación ambiental.	No es aplicable, no se pretende la construcción de letrinas y/o fosas sépticas.
U9-21	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio, siempre y cuando estas aguas cumplan con lo dispuesto en la normatividad aplicables.	Que dicho criterio no es aplicable al proyecto.
U9-22	Con la finalidad de disminuir el volumen de los residuos sólidos municipales, así como su capacidad de contaminación, la autoridad 66 competente promoverá el uso de los mejores sistemas para su separación, reutilización y reciclaje.	No es aplicable para el promovente, es aplicable para las autoridades competentes.
U9-23	Las actividades hoteleras, de centros comerciales, de restaurantes, y aquellas que sean consideradas como grandes generadores de residuos sólidos no peligrosos, están obligados a establecer programas de separación, reutilización y reciclaje de los mismos, previo a la recolección por parte del servicio de aseo urbano municipal.	Que dicho criterio no es aplicable al proyecto.

U9-24	<p>En las áreas urbanas deberá darse cumplimiento al Artículo 23 fracción VIII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que indica a la letra: El aprovechamiento del agua para usos urbanos, deberá incorporar de manera equitativa los costos de su tratamiento, considerando la afectación a la calidad del recurso y la cantidad que se utilice.</p>	<p>Que se garantiza el cumplimiento del citado criterio, de conformidad a lo establecido en el Estudio Geohidrológico que se anexa a la presente MIA-P-</p>
U9-25	<p>Para evitar la contaminación del suelo, subsuelo y aguas subterráneas, los pozos de descarga de aguas pluviales para todos los proyectos de desarrollo, incluyendo vialidades, deberán contener mecanismos de filtración de residuos sólidos, grasas, aceites, sedimentos y los que determine la autoridad competente.</p>	<p>No es aplicable, toda vez que dicho criterio es aplicable únicamente a los pozos de descarga de aguas pluviales.</p>

### **III.3 PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DE LA PENÍNSULA DE CHACMUCHUCH EN LA ZONA CONTINENTAL DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO EL 27 DE DICIEMBRE DE 2007, EL CUAL FUE AUTORIZADO EN LA TRIGÉSIMA OCTAVA SESIÓN EXTRAORDINARIA DE CABILDO DEL 10 DE DICIEMBRE DEL 2007.**

El predio del proyecto, se ubica en el Sector 4 de Playa Mujeres hasta Costa Mujeres denominado Costa Mujeres, de acuerdo con la zonificación primaria señalada en el plano ZP-04, la cual define cuatro tipos de áreas, el proyecto se ubica en un área de aprovechamiento urbano clave U-04; en la zonificación secundaria señalada en el plano UD-04 denominada “ZONIFICACIÓN DE USO DE SUELOS SECTOR 4 (AU4) COSTA MUJERES”, el lote presenta un uso dominante “Mixto comercial” para desarrollos integrales; uso compatible para equipamiento, servicios y comercio, turístico hotelero y turístico residencial; uso condicionado, habitacional densidad media y; usos incompatibles, habitacional de alta densidad e industria para actividades extractivas.

De lo antes expuesto, se desprende que la naturaleza del proyecto es congruente con el uso compatible ya que dichas obras son de equipamiento y de servicios para el sector turístico hotelero. Por lo tanto, al no pretenderse el desarrollo de un proyecto

habitacional de alta densidad e industria para actividades extractivas, el proyecto es viable.

El Plan Parcial de Desarrollo Urbano contempla los parámetros aplicables para el sitio del proyecto que nos ocupa como son, vialidad, lote mínimo, densidad, COS, CUS, restricción frontal, lateral, fondo, altura, niveles y criterio de edificación; sin embargo no se considera necesaria la vinculación con dichos parámetros urbanos ya que con la implementación del proyecto no se altera ninguno de los citados parámetros que en su momento fueron analizados por esta Autoridad Federal, dentro de la autorización en materia de impacto ambiental 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de Febrero de 2018.

Por otra parte, le resulta aplicable al proyecto las siguientes Normas y Criterios Técnicos aplicables:

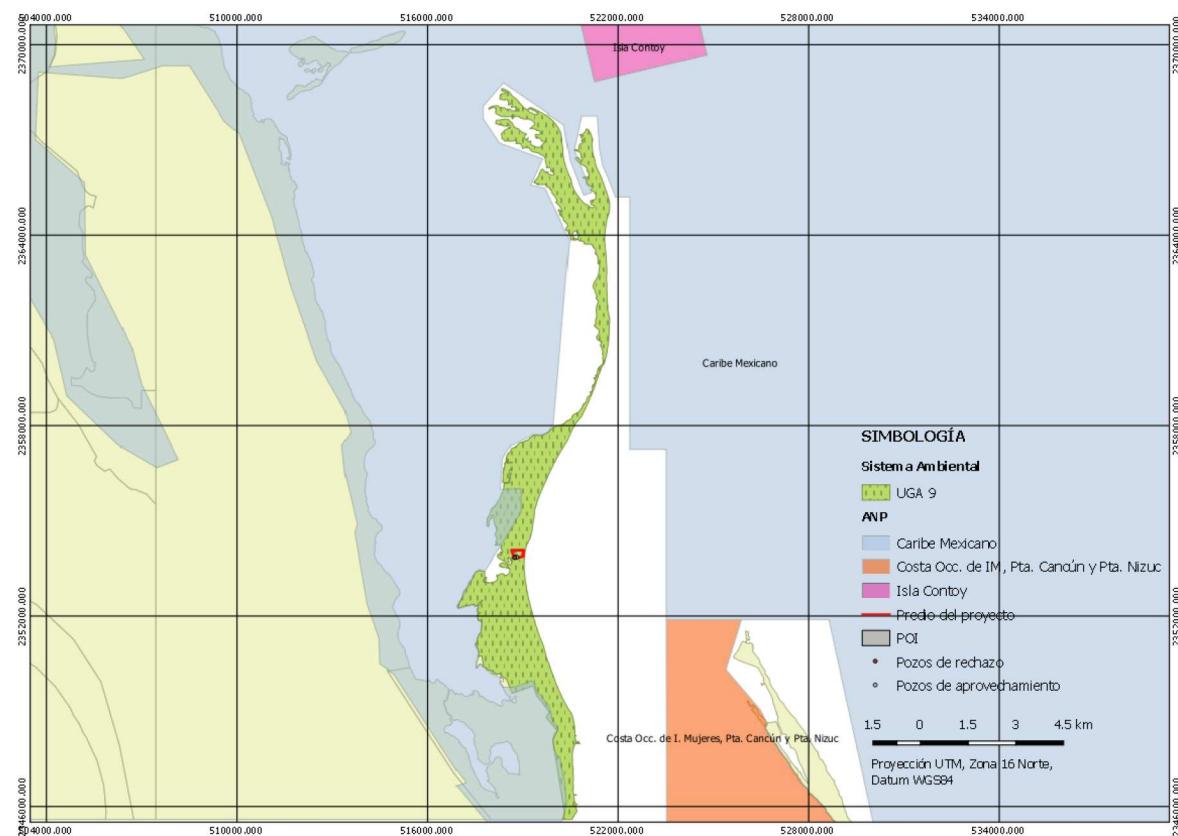
Norma	Promovente
<p><b>IX 1.5 MANEJO DEL AGUA Y SU APROVECHAMIENTO.</b> La quinta norma se ocupa del manejo del agua y su aprovechamiento. La dotación del vital líquido para los usos de aprovechamiento urbano estará bajo la responsabilidad de los desarrolladores y en el caso del Sector 5, al acuerdo que se llegue entre los propietarios pulverizados y el Municipio. Los desarrolladores solicitarán al Organismo Operador del Agua en la localidad o al Municipio, la factibilidad del suministro, en caso de no existir, o así convenir a su interés, los promotores podrán optar por los sistemas de tecnologías para la desalación del agua de mar de acuerdo a las regulaciones y normas de CNA.</p> <p>En el manejo, tratamiento y reciclaje del agua será indispensable en todos los casos, tanto por necesidades ambientales como por los costos económicos inherentes, por lo cual su tratamiento bajo normas NOM-002 y NOM-003, en su caso, que se establecerá en los ciclos básicos de su utilización, los desarrolladores solicitarán al organismo operador del Agua en la localidad o al</p>	<p>Al respecto se advierte que por así convenir a los intereses de la promovente, es que se solicita en dicho acto la autorización en materia de impacto ambiental para la implementación y operación de la planta desaladora y los cuatro pozos (dos de aprovechamiento y dos de rechazo); ahora bien, el sistema de tecnología para la desalación que se propone no se contrapone a las regularizaciones aplicables y en su momento se gestionará los permisos correspondientes con la autoridad competente.</p> <p>Por lo que corresponde a los Normas Oficiales Mexicanas citadas, están no son aplicables.</p>

Norma	Promovente
Municipio la factibilidad del suministro, en caso de no existir, o así convenir a su interés, los promotores podrán optar por los sistemas de tecnologías para la desalación del agua de mar de acuerdo a las regulaciones y normas de CNA.	

### III.4 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

El predio en el que se ubicará el proyecto se encuentra fuera de cualquier área natural protegida decretada.

Al oeste se encuentra el límite del Área Natural Protegida denominada Reserva de la Biosfera del mar Caribe, mientras que hacia el Sureste del área donde se pretende ejecutar el proyecto se ubica el límite de la poligonal del Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc tal como se muestra en el plano siguiente.



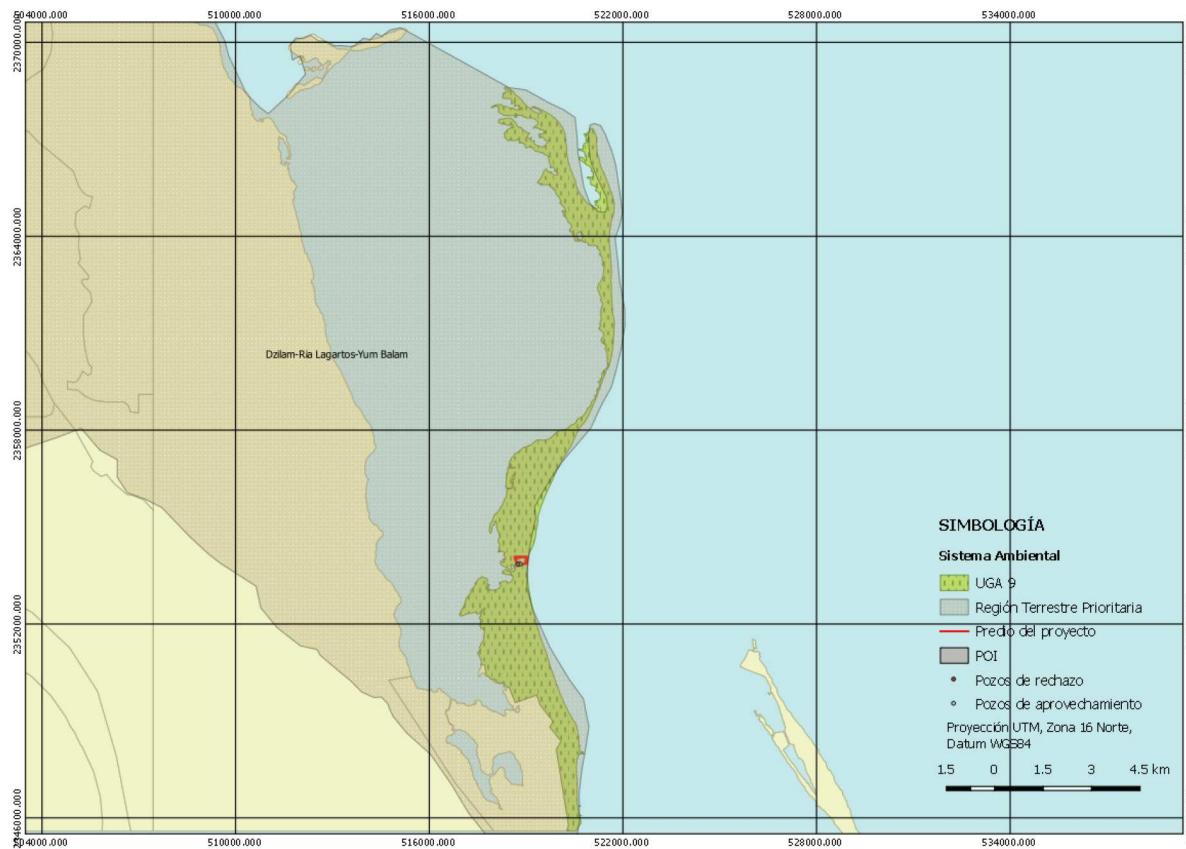
### III.5 REGIONES PRIORITARIAS Y AICAS

A continuación se indica la ubicación del predio del proyecto dentro de las distintas regiones prioritarias que han sido decretadas de acuerdo con la Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad (CONABIO).

#### *Regiones terrestres prioritarias*

El proyecto se alberga dentro de la RTP Dzilam-Ría Lagartos-Yum Balam. De acuerdo con la CONABIO, dicha región comprende los humedales del norte de Yucatán; posee un alto valor tanto biogeográfico como ecosistémico y constituye un área homogénea desde el punto de vista topográfico. El principal tipo de vegetación representado en esta región es el manglar; asimismo, la problemática ambiental que la aqueja son el crecimiento urbano desordenado en la zona costera, las actividades industriales con poca regulación incluyendo la pesca, la salinera y el sobrepastoreo de ganado. (ver plano página siguiente).

Es menester señalar que el proyecto no tiene relación con actividades agropecuarias, salineras, pesca, no pretende el aprovechamiento de superficies con vegetación natural; por lo que su desarrollo no podrá en riesgo la RTP en comento.

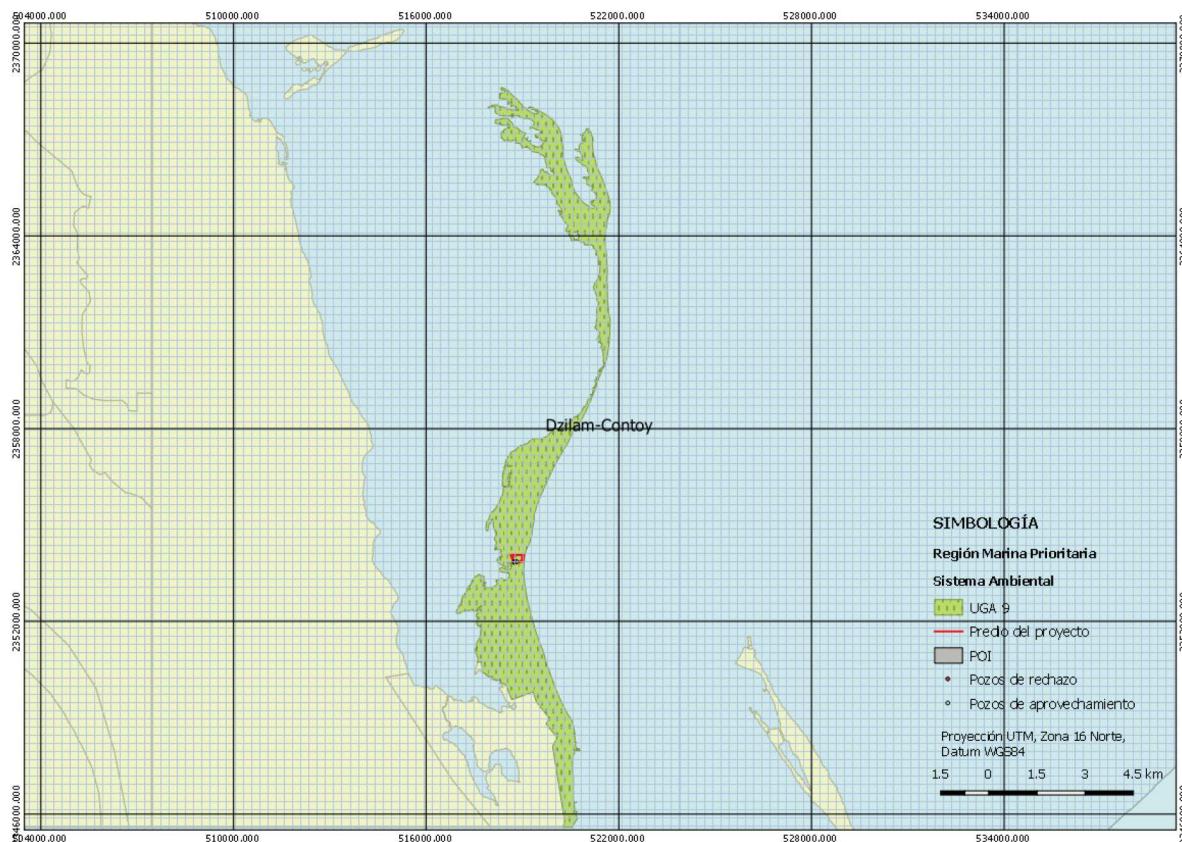


## Regiones Marinas Prioritarias

De acuerdo con el plano de regiones marinas prioritarias decretadas oficialmente, el predio del proyecto se ubica dentro de la RMP No. 62 denominada Dzilam-Contoy (ver plano siguiente), cuya problemática principal consiste en:

- ✓ Modificación del entorno: fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado.
- ✓ Contaminación: en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga.
- ✓ Uso de recursos: presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.

Al respecto, es de mencionarse que el proyecto no suma a las problemáticas ambientales de la región marina prioritaria en virtud de que no pretende llevar a cabo obras o actividades en el medio marino; no pretende remoción de vegetación alguna, ni prevé el aprovechamiento de recursos marinos.

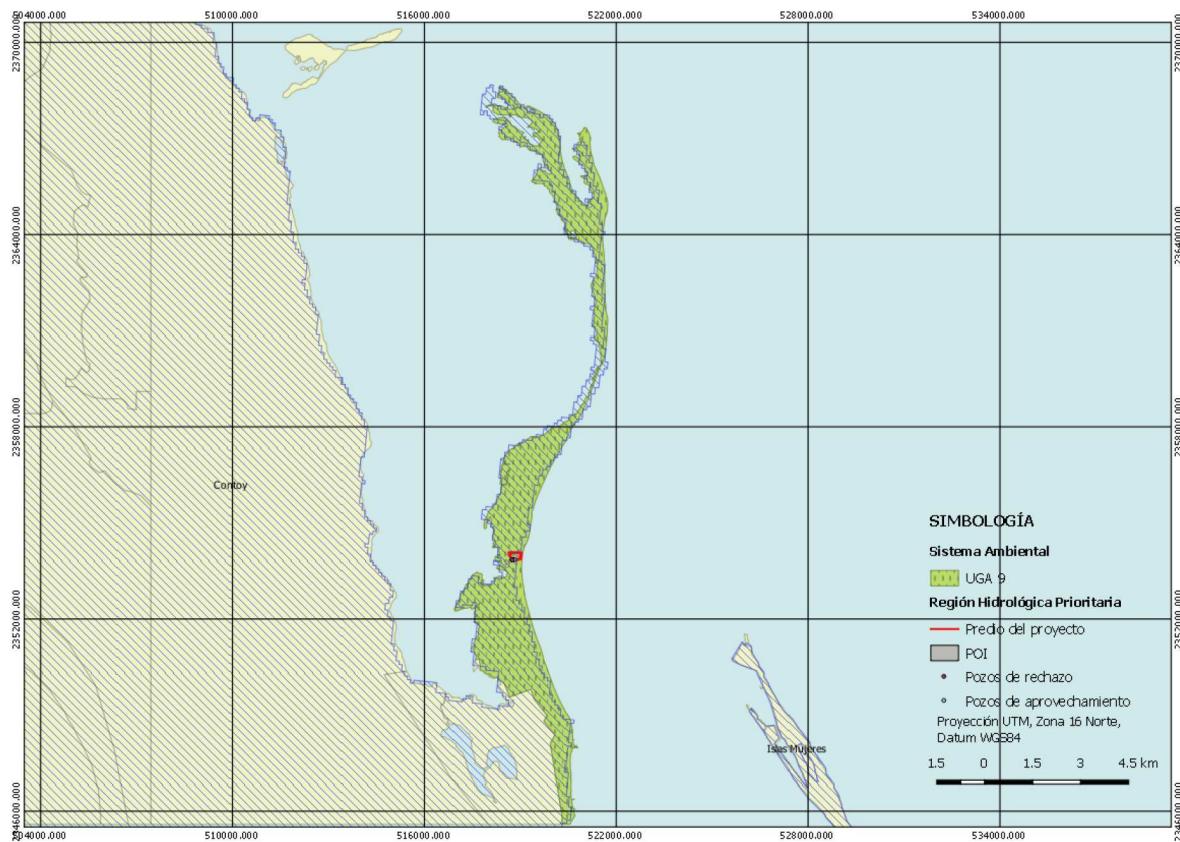


## ***Regiones hidrológicas prioritarias***

El predio del proyecto se ubica dentro de la región hidrológica número 103 denominada Contoy. Según la CONABIO, las principales problemáticas de esta región hidrológica prioritaria son las siguientes:

- ✓ Modificación del entorno: asentamientos irregulares, sobrepastoreo por ganado. Zona fuertemente perturbada por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado. Amenazada fuertemente por crecimiento urbano y construcción de caminos. Introducción de fauna exótica a la isla de Contoy.
- ✓ Contaminación
- ✓ Uso de recursos: uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies. Actividad forestal, turística, pesquera y pecuaria. Cacería furtiva. Saqueo de nidos de tortuga.

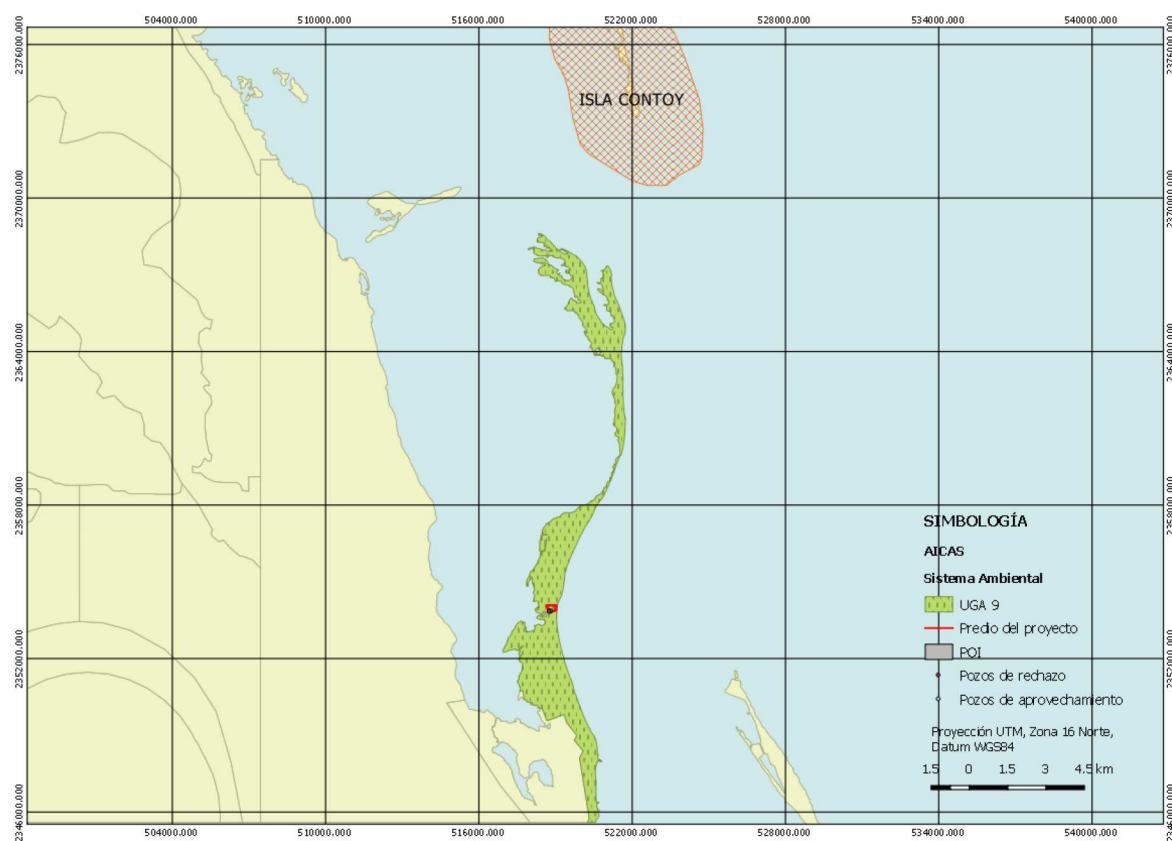
Respecto a la problemática señalada en la Región Prioritaria, se advierte que el proyecto no considera la modificación del entorno, pues el mismo se desarrollará dentro de una superficie totalmente modificada que corresponde a las instalaciones del Hotel previamente autorizado por esta Secretaría. Por lo que toca a la contaminación, el proyecto contempla medidas preventivas a fin de no contaminar los recursos naturales de la zona tanto durante su implementación, como en su etapa operativa a través de monitoreos frecuentes del funcionamiento del equipo, apegándose siempre a la legislación y normatividad ambiental vigente aplicable.



El predio del proyecto no se encuentra comprendido dentro de los polígonos oficialmente decretados para estas áreas de importancia para la conservación de las aves.

# CATALONIA

• HOTELS & RESORTS •



---

**IV.- DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO. INVENTARIO AMBIENTAL****IV.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL**

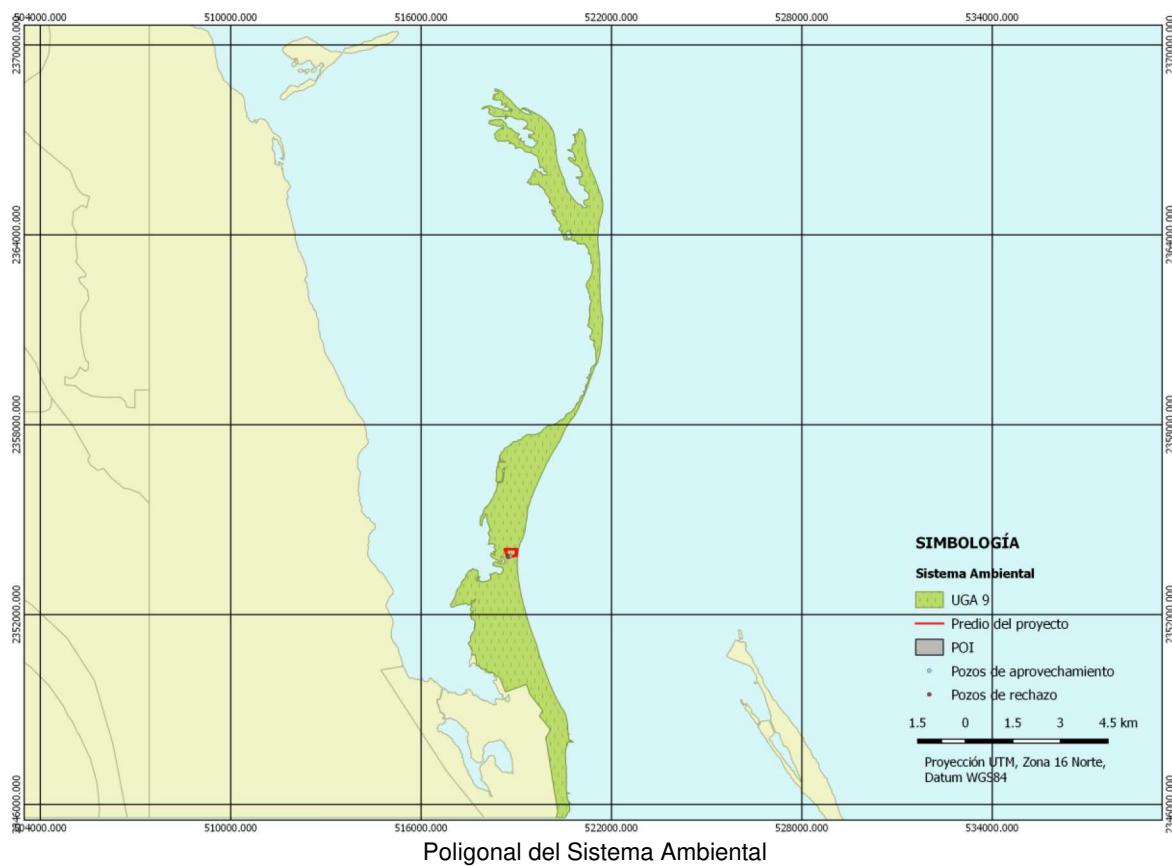
Con la intención de analizar de forma integral los componentes ecológicos que conforman la zona del proyecto y en seguimiento a lo estipulado por el artículo 12 del reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental y a lo dispuesto en la Guía para la Elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental en donde se indica que para la delimitación del Sistema Ambiental se podrá utilizar la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico terrestre o marino cuando este exista para el sitio. Para el proyecto que nos ocupa se optó por definir el sistema ambiental de acuerdo con la zonificación establecida en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo que regula al predio donde este pretende desarrollarse.

Considerando lo anterior, se delimitó como sistema ambiental la superficie de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) número 9 denominada “Península de Chacmuchi”, cuya superficie comprende 2,127.23 hectáreas.

Como antecedente, el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuchi en el Municipio de Isla Mujeres (PPDUIPC) publicado el 27 de diciembre de 2007, indica que las tendencias de crecimiento del Corredor Cancún – Isla Mujeres (del que forma parte el SA), se considera como una unidad económico turística que pueda ser complementaria en términos de su equipamiento urbano y turístico para ofrecer en este sector una competencia más adecuada para el creciente fortalecimiento de los destinos del Gran Caribe.

Con la entrada en vigor del PPDUIPC, para el 2010, la zona sufrió un desarrollo urbano estrepitoso mediante la instalación y construcción de diversos desarrollos hoteleros sobre la sección norte del corredor en la denominada Etapa I, con lo cual el sistema ambiental sufrió un cambio drástico, pero sólo sobre la vegetación costera, ya que se mantienen en conservación las zonas de humedales y manglares.

Hasta finales de 2017, más de 400 has ya han sido urbanizadas entre vialidades y desarrollos hoteleros.



## IV.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL

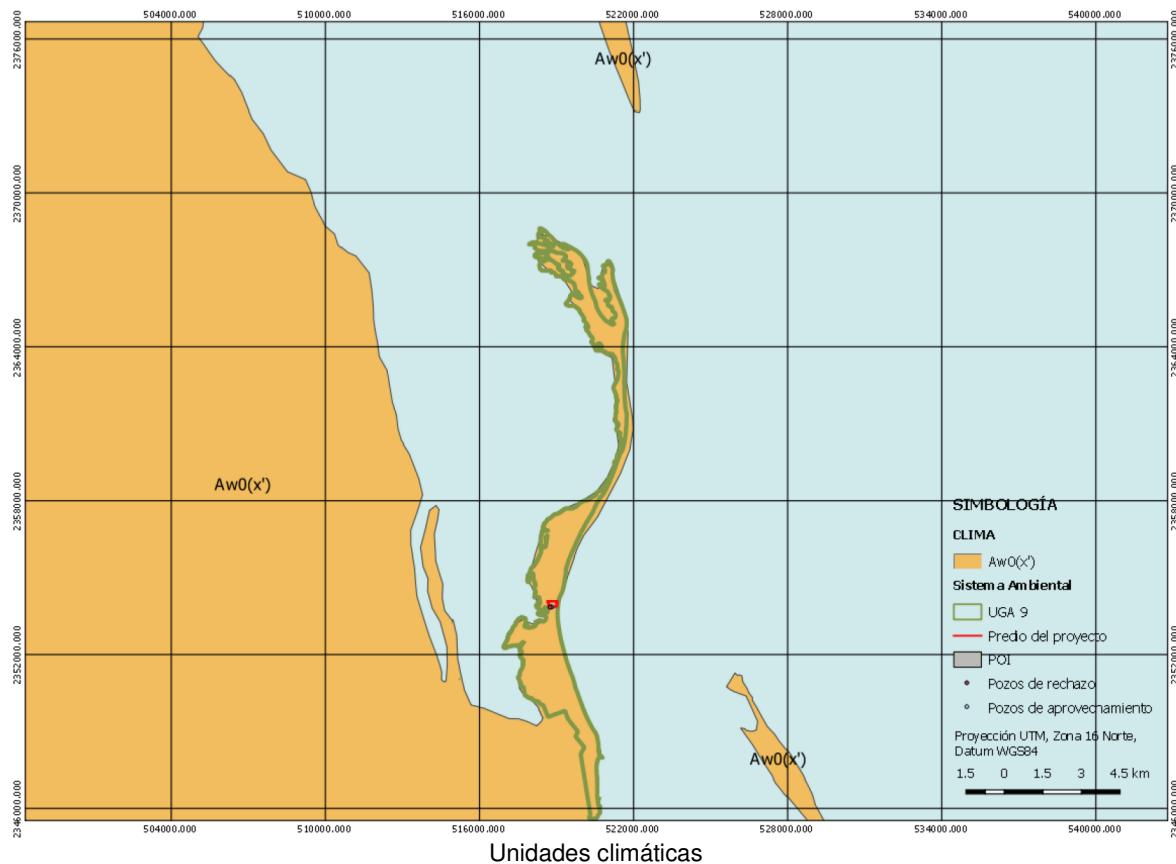
### IV.2.1 Medio Físico

#### Clima

El sistema ambiental y por tanto el predio del proyecto se ubica en la región Norte del estado de Quintana Roo, específicamente el clima en la zona está determinado en gran medida por diversos factores geográficos, es decir, su ubicación altitudinal y latitudinal, el efecto de su relieve estrictamente plano y la influencia de los vientos húmedos del Mar Caribe que han dado lugar al establecimiento de climas cálidos.

Conforme a la carta de Unidades climáticas del INEGI, el Sistema Ambiental presenta un tipo de clima Aw0(x') el cual corresponde a cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor a 22°C y temperatura de 18°C en el mes más frío, precipitación media anual de 500 a 2,500 mm.

Dicha unidad climática presenta regímenes de lluvias en verano y una precipitación medio anual de 1,012.87 mm. La temperatura media anual es de 26.6 °C, con una variación de temperatura media mensual entre el mes más frio y el más caliente menor a 5°C, por lo que se considera isotermal.



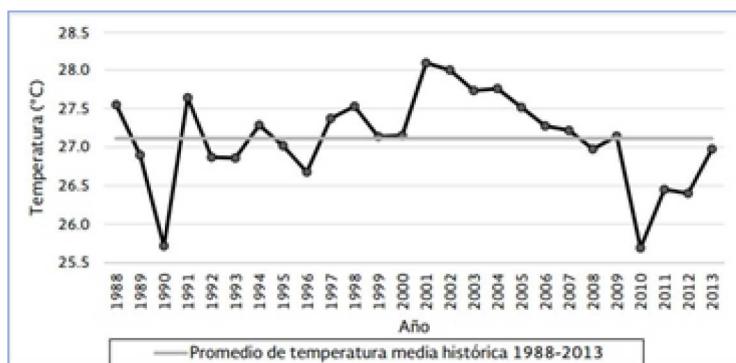
Los meses más calurosos son de mayo a septiembre, los cuales reportan niveles medios de precipitación. Es a final del año que llueve de manera más intensa y se registran valores de temperaturas que se encuentran por debajo del promedio, los meses más fríos son los dos primeros del año.

En el sistema ambiental la temporada de lluvias se presenta de junio a noviembre, pero es de septiembre a noviembre cuando se reportan niveles mayores de precipitación mensual. La ubicación del sistema ambiental a orillas del mar y con la presencia de una laguna costera le confiere altos niveles de evaporación y por tanto de humedad. La evaporación es marcada en dos temporadas, para los meses más cálidos de marzo a mayo y cuando llega la época de lluvias de julio a octubre.

Los datos para caracterizar el clima fueron obtenidos de la estación climatológica denominada CANCÚN-CAPA y es la número 23155, se ubica al inicio de la zona hotelera en la latitud 21.1567, longitud -86.8203 a 9 msnm. Es una Estación Climatológica de tipo Convencional de la Comisión Nacional del Agua (EMA) y registra información de variables meteorológicas de temperatura, precipitación y evaporación desde hace 22 años (1991-2013).

## Temperatura

De acuerdo con la temperatura media histórica entre el periodo de 1988 a 2013 dentro del sistema ambiental, se observa que se ha presentado una tendencia cambiante a lo largo del tiempo, registrando un valor promedio mínimo de 25.7°C en 2010, máximo de 28.1°C en 2001 y un promedio general de 27.1°C. Los valores extremos absolutos encontrados varían aproximadamente en 10 grados, presentándose un valor extremo máximo de 31°C registrado en el mes de agosto del 2004 y un mínimo de 21.2°C en diciembre de 2010.



Asimismo al revisar las temperaturas medias promedio, es notable que dentro del periodo histórico arriba señalado, el mes más caliente es agosto en donde se registra un promedio de temperaturas medias de 29.6°C y el mes más frio es enero con un valor mínimo de 24.1°C. Enero, febrero y diciembre son los meses en que se presentan las temperaturas medias más bajas, y julio y agosto cuando se registran las más altas.

## Precipitación

En el Sistema Ambiental se registra una precipitación total anual de 1,000 a 1,200 mm. (Merino y Otero, 1991). La temporada húmeda comprende el período de junio a diciembre, durante el cual ocurre el 77 % de la precipitación anual total tal como se muestra en el plano siguiente.

Durante la mayor parte del año el cielo se encuentra medio nublado con formaciones columbiformes (de desarrollo vertical) que generan chubascos frecuentes. La precipitación se presenta durante todo el año, es mayor en los meses de junio, septiembre y octubre, y la mínima corresponde a los meses de marzo y abril.

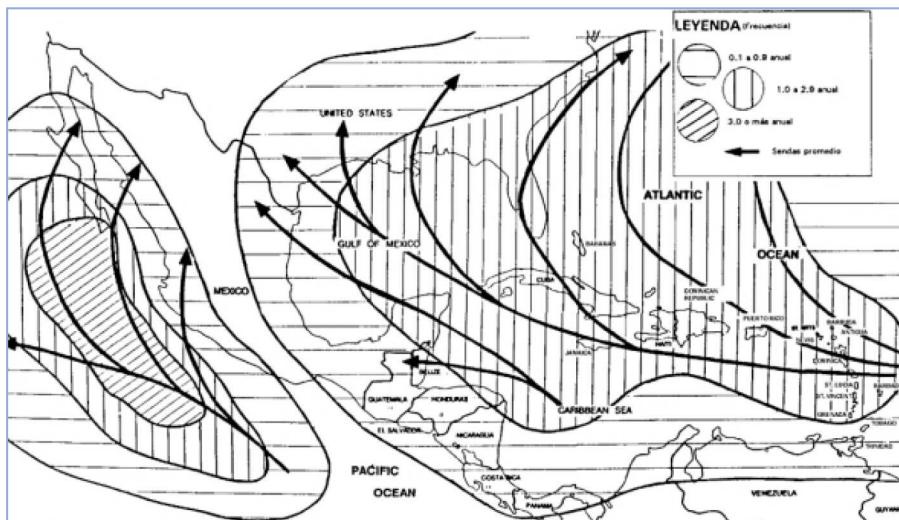


Precipitación media anual

## Vientos dominantes

En el sistema ambiental, los vientos alisios predominan durante todo el año, debido a la influencia de las corrientes descendentes subtropicales que emigran de las zonas de alta presión hacia las zonas de baja presión ecuatorial, manifestando cambios en su dirección y velocidad en el transcurso del año (ver figura siguiente). En los primeros meses del año (enero-mayo), los vientos tienen una dirección Este-Sureste y mantienen velocidad promedio de 3.2 m/seg. Para el lapso de junio a septiembre, los vientos circulan en dirección Este, incrementando su velocidad promedio hasta 3.5 m/seg. Finalizando el año, en noviembre y

diciembre, la dirección del viento cambia hacia el Norte y presenta velocidades de 2 m/seg., lo que coincide con el inicio de la temporada de Nortes.



Fuerza y dirección del viento para la Península de Yucatán

Los vientos dominantes son los alisios y durante el verano y parte del otoño se producen fuertes vientos del sureste y también llegan ondas tropicales e incluso ciclones ya sea como tormentas tropicales o como huracanes. Durante el invierno y parte de la primavera y otoño, cuando los frentes fríos se suceden, predominan vientos frescos del norte en ocasiones acompañados de lluvias y fuertes marejadas.

## Riesgos climatológicos

Las características climáticas no permiten la instauración de heladas o nevadas, así como tampoco la presencia de granizadas ni nieblas (neblinas). Los principales eventos meteorológicos que llegan a presentarse en la región son acompañados de precipitaciones, como los frentes fríos que se manifiestan con fuertes vientos (Nortes) a finales y principios del año, y los huracanes, tormentas y depresiones tropicales (según su intensidad) entre junio y noviembre. Debido a su ubicación geográfica, la zona donde se establece el SA y el proyecto, es la de mayor concurrencia de huracanes del país, por encontrarse dentro de la trayectoria típica que siguen estos fenómenos en su camino desde el Océano Atlántico hacia el Poniente.

La información obtenida a través del SMN (2009), indica que desde 1970 al 2011, se formaron 36 ciclones tropicales que afectaron directamente el territorio estatal de Quintana Roo. De dichos fenómenos, 10 correspondieron a la clasificación de

depresión tropical; 11 afectaron como tormenta tropical y 10 entraron en contacto en categoría de huracán. De los 31 ciclones anteriormente mencionados, solo 3 entraron a tierra dentro de la región: Roxanne (1995), Gordon (2000) y Emily (2005). Las características de los huracanes que cuya trayectoria del ojo pasó a través de la zona de estudio se describen en la próxima tabla.

Año	Nombre	Categoría	Período	Día de impacto	Viento máx. (Km/h)
1995	Roxanne	H3	8 - 20 de octubre	10 de octubre	185
2000	Gordon	Depresión tropical	14 – 18 Septiembre	14 de Sept.	55
2005	Emily	H4	10 – 21 Julio	18 de Julio	215
2007	Dean	H5	13 – 23 Agosto	21 de Agosto	260
2008	Arthur	Tormenta tropical	31 de Mayo al 2 de Junio	31 de Mayo	65
2009	Ilda	H1	4 – al 10 de Noviembre	8 de Noviembre	150
2010	Richard	Depresión tropical	20 – 26 de Octubre	25 de Octubre	55
2011	Rina	Tormenta tropical	23 – 28 de Octubre	27 de Octubre	95

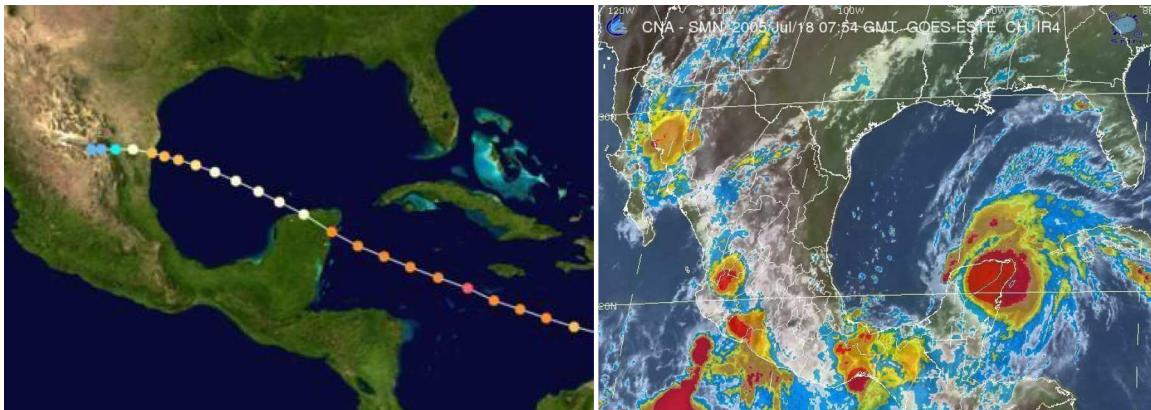
Fuente: CONAGUA, Ciclones tropicales que impactaron a México de 1970 a 2011.

El ciclón denominado “Roxane” se formó el 7 de octubre de 1995, llegó a tierra al Norte de Tulum como depresión tropical, cambiando a la categoría de tormenta tropical el día 9 y se convirtió a huracán al siguiente día (10 de octubre). Alcanzó vientos sostenidos de 185 Km/h (categoría 3), se movió hacia la bahía de Campeche y se mantuvo en una pequeña área de la bahía del 14 al 18 de octubre en una trayectoria semielíptica; posteriormente se debilitó a depresión y se trasladó al interior del Golfo de México.

Cinco años después, durante septiembre del 2000, la Depresión tropical número 11 del Atlántico “Gordon” se formó el día 14 e inmediatamente después, frente a las costas de Quintana Roo (25 Km al Sur - Suroeste), entró a la región donde se ubica el predio del estudio, cruzó hacia el Norponiente y recuperó su trayectoria hacia el Norte, saliendo de tierra firme el día 17 del mismo mes como huracán de categoría 1.

Por otro lado, “Emily” se formó el 10 de julio del 2005 como depresión tropical en el Atlántico Central, durante la tarde del 11 de julio se reforzó y convirtió en tormenta tropical, el día 13 alcanzó la categoría de huracán, pasando por Trinidad y Tobago y el Mar Caribe. El día 17 de julio se convirtió en el primer huracán de categoría 5 de la temporada con vientos máximos sostenidos de 260 Km/h. Un día después se debilitó a categoría 4 (escala de intensidad Saffir – Simpson), cuando entró a territorio quintanarroense, aproximadamente a las 2 de la mañana, con

vientos máximos sostenidos de 215 Km/h avanzó hacia el Norponiente de la Península de Yucatán y salió al Golfo de México (ver figura siguiente).



Izquierda: Trayectoria del huracán Emily (Fuente: [www.wikipedia.es](http://www.wikipedia.es)), Derecha: imagen del satélite GOES-E del huracán Emily 18 de julio de 2005, 07:54 GMT (Fuente: CNA).

Estos ciclones fueron los únicos que hicieron su primer contacto con tierra, sin embargo, dada la frecuencia, magnitud y trayectoria de este tipo de fenómenos, los efectos de casi todas las formaciones ciclónicas tienen alguna repercusión en la región de la Península de Yucatán y específicamente, en las cercanías del predio donde se ejecutó el estudio Hidrogeofísico.

## Calidad del aire

La calidad del aire en el SA y en general en el Estado es bastante buena debido a que el Estado de Quintana Roo se encuentra en una planicie en donde no existen barreras naturales, por lo que se facilita la circulación de las capas de aire, dispersando con ello cualquier contaminante que se hubiere incorporado a la atmósfera.

## Fisiografía

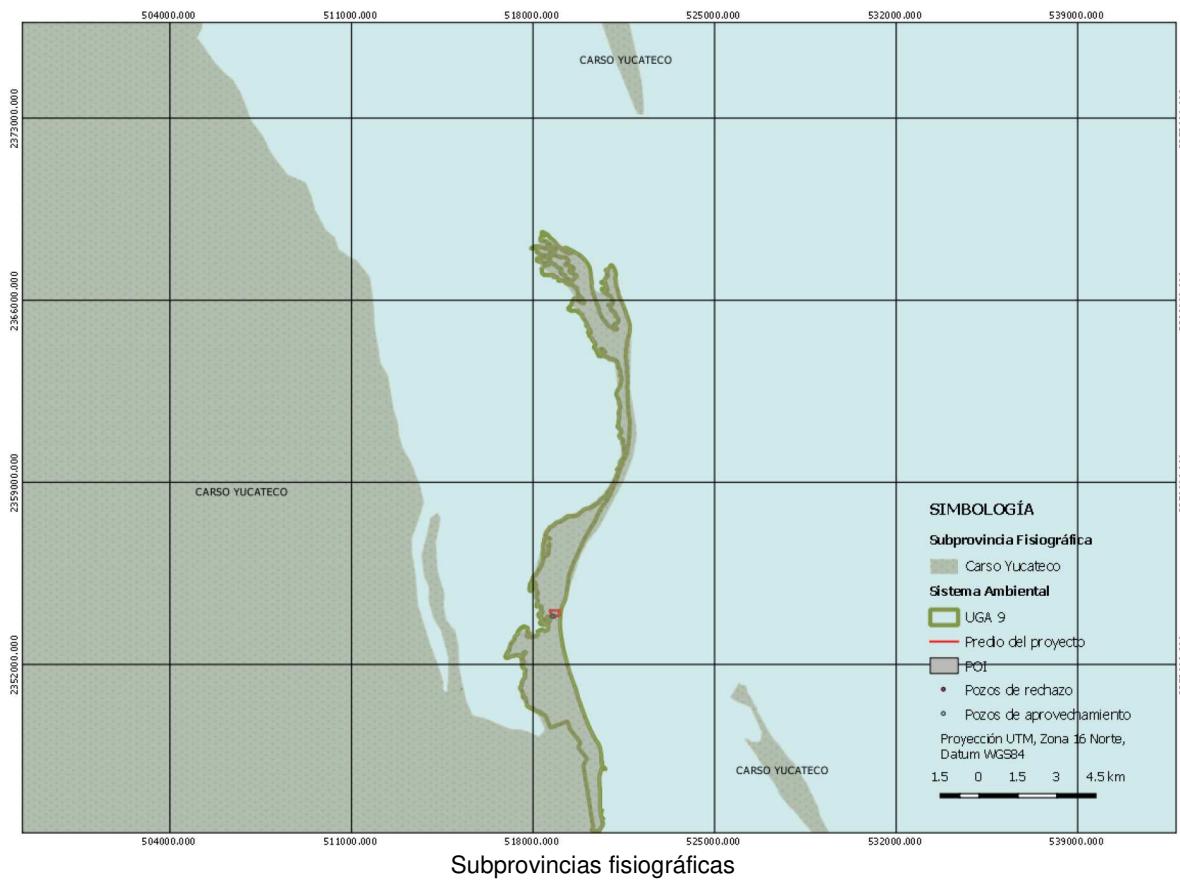
El SA del proyecto, al igual que la microcuenca que lo alberga, se encuentran dentro de la provincia fisiográfica Península de Yucatán, la cual está constituida por estratos calizos más o menos horizontales que hacen de ella una región relativamente plana, cuyas mayores alturas se acercan a los 300 msnm hacia el centro de la península cerca del límite con Campeche y en la parte suroeste del estado extendiéndose esta zona con dirección aproximada Norte-Sur.

El paso de las partes altas de la región anterior a las bajas situadas en el Este de Quintana Roo, se realiza por una serie de escalones bruscos que corresponden a

---

líneas de fallas, mostrando las características de una meseta baja tectónica (horst), que se extiende hacia el Sur. Esta zona presenta en su porción media y occidental, junto a las elevaciones, frecuentes depresiones y pequeñas cimas interrumpidas por grandes áreas de menor relieve, casi planas, con altitudes en Quintana Roo de 20 a 40 m. Otra de sus características, refiere a que a lo largo de la franja costera, con una variación de entre 70 y 200 m de distancia a la línea de mar se genera un desnivel de entre dos y cuatro metros de altura dividiendo una zona baja de playa y el nivel medio de la población, por lo demás no se detectan elevaciones importantes o accidentes salvo los que existen de forma puntual generando cenotes con profundidades que fluctúan entre los 8 y los 30 metros bajo el nivel medio del mar. Esta gran provincia se divide a su vez en las siguientes subprovincias fisiográficas. Carso y Lomeríos de Campeche, Carso Yucateco y Costa Baja de Quintana Roo, siendo la subprovincia de Carso Yucateco (ver plano siguiente) en donde se inserta el sistema ambiental y el predio en donde pretende ubicarse el proyecto.

Dicha subprovincia abarca el 54% de la superficie estatal y se distribuye a lo largo de la costa del Estado, desde Isla Mujeres, Cancún, Playa del Carmen y Tulum para posteriormente internarse hasta Carrillo Puerto y José María Morelos. Además de ser la más amplia planicie que comprende la parte norte de la península, se eleva sólo unos metros del nivel del mar, caracterizada por ser una losa constituida de calizas granulosas de color blanquecino llamadas Sascab. La composición geológica y su estratificación generalmente horizontal, no permite grandes perturbaciones geológicas.

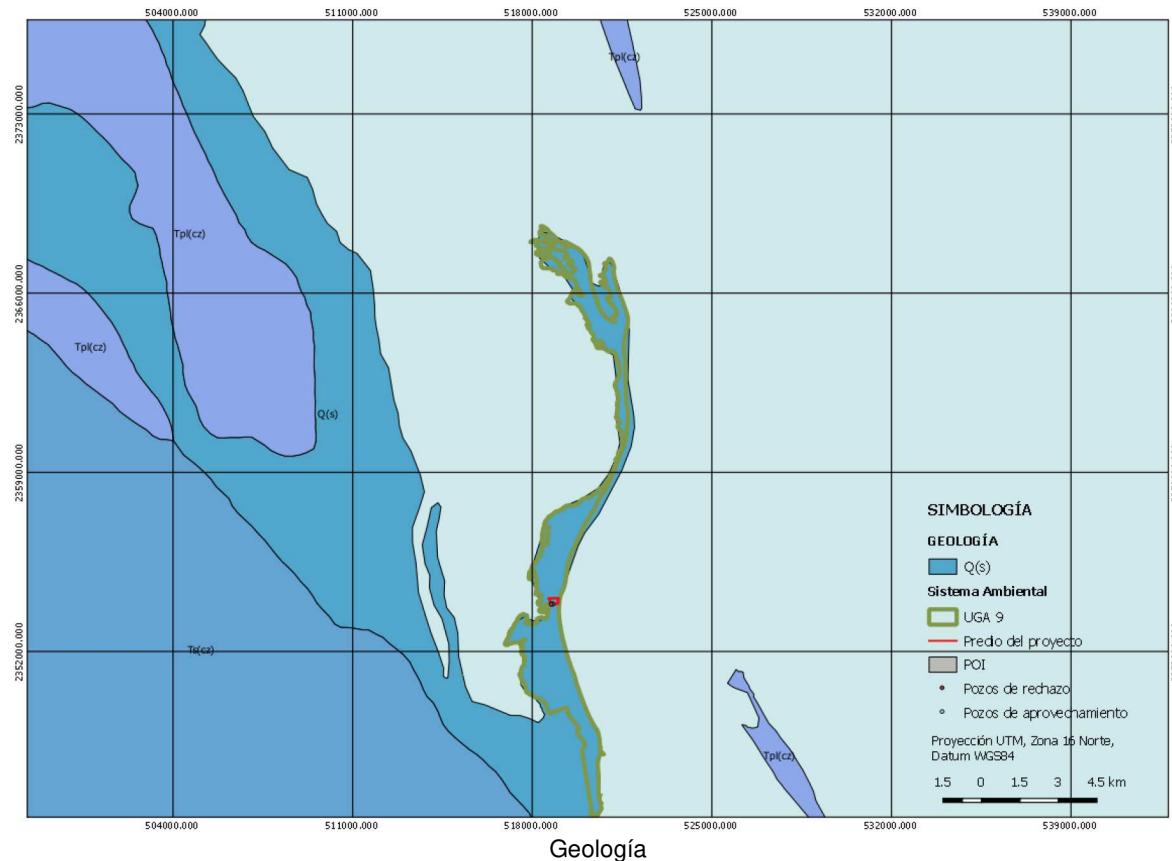


## Geología

Como se ha mencionado, el sistema ambiental por sus características geológicas se define como una estructura relativamente joven de origen sedimentario con formaciones rocosas sobre las cuales se han depositado arenas y estructuras de origen orgánico marino que han dado forma a una losa caliza consolidada con fracciones en proceso de consolidación.

Las unidades litológicas están compuestas por rocas sedimentarias originadas en el Cuaternario (Q), encontrándose que las rocas más antiguas son calizas dolomitizadas, silicificadas y recristalizadas, de coloración clara y con delgadas intercalaciones de margas y yeso (ver plano siguiente).

El lecho rocoso calizo es de la Era Terciaria (Plioceno, Mioceno); debido a la estructura calcárea de la plataforma no existen corrientes acuáticas superficiales, filtrándose el agua formando un manto freático de poca profundidad, lo que provoca un paisaje subterráneo característico del ambiente kárstico (Weidie 1985).



## Riesgos geológicos

El sistema ambiental se ubica dentro de la Península de Yucatán, una zona que sísmicamente se encuentra dentro de la región A, donde no se tienen registros históricos de sismos, en donde no se han reportado sismos en los últimos 80 años que superen aceleraciones del suelo mayores al 10% de la gravedad. En esta zona aunque se han registrado temblores con intensidades de 4 a 7 (según la escala de Mercalli), no se originan en la zona, pues la actividad tectónica es prácticamente nula.

En lo que respecta a movimientos de masa, es decir, a deslizamientos geológicos o de rocas, son producto de la tectónica del lugar. En este caso, las capas geológicas tienen hasta 3,500 m de espesor (Formación Carrillo Puerto), lo que al conjuntarse con una actividad sísmica y una pendiente casi nula, resulta en la escasa probabilidad de que ocurran deslizamientos.

---

En el caso de los derrumbes, estos pueden ocurrir de forma local, y pueden corresponder a un deslizamiento desarrollado a lo largo de una superficie de ruptura curva, originados por la caída del material que conforma los techos de las numerosas cavernas que se encuentran en la región, lo que da lugar a los Cenotes. Cabe señalar que estas situaciones de riesgo pueden suceder ante los desmontes para abrir nuevas tierras agrícolas, pues se reblandecería la roca caliza y derrumbaría los techos de los ríos subterráneos y los Cenotes. Un claro ejemplo de estos incidentes fue el pequeño derrumbe que sufrió parte del techo del Cenote de X'keken o Dzitnup, en Yucatán en el año 2003, o el derrumbe ocurrido durante la excavación para la instalación de una línea de agua potable en Ciudad Chemuyil, afectando al Cenote Palomita.

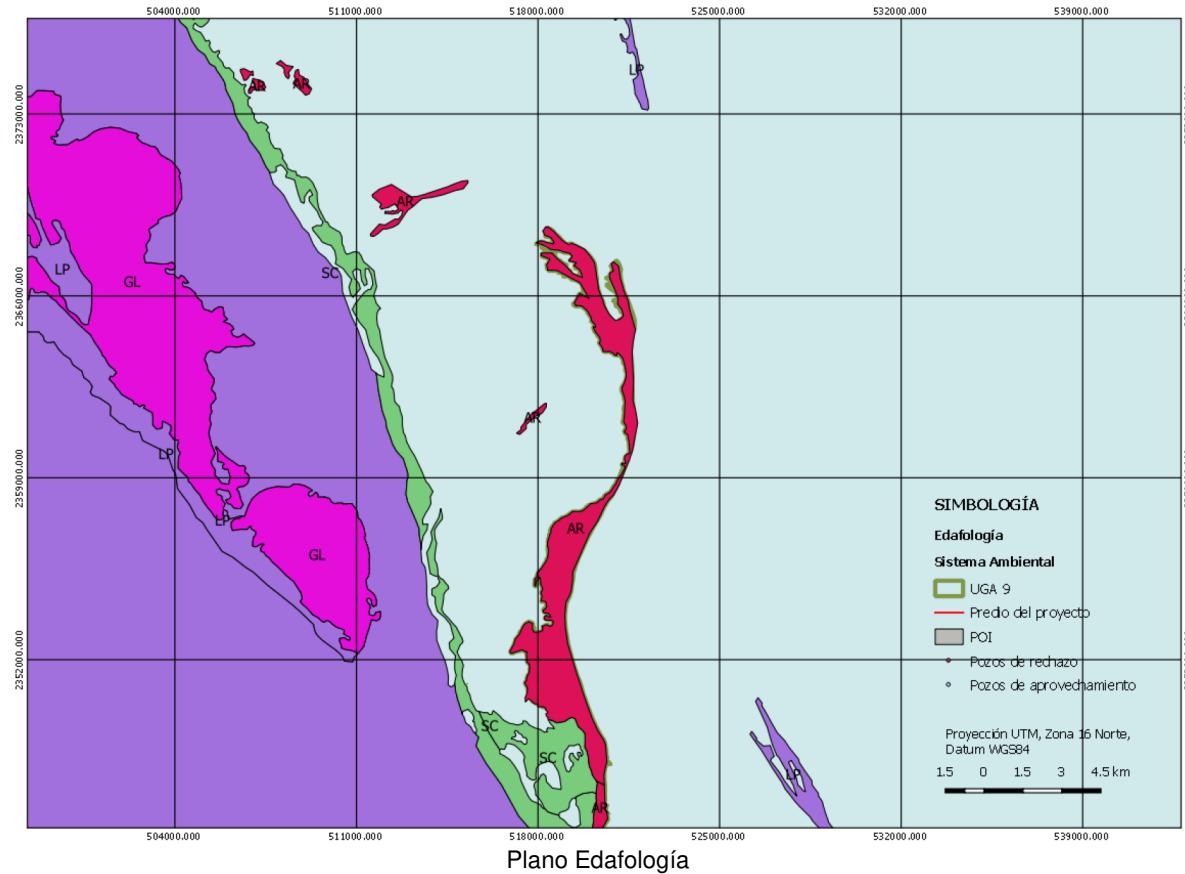
## Edafología

Como bien se sabe, el origen geológico de la Península de Yucatán es reciente y se compone de rocas sedimentarias producto de la acción del clima sobre los estratos geológicos, así las rocas calizas afectadas por las altas temperaturas y la gran cantidad de agua de lluvia han generado suelos denominados rendzinas, que son los que cubren la mayor parte del Estado de Quintana Roo.

De acuerdo con la carta edafológica del INEGI (escala 1:250000), la unidad de suelo presente en el sistema ambiental es el Arenosol (ver plano siguiente), del latín arena, es decir, representa un suelo arenoso.

Los aeronosoles se caracterizan por ser de textura gruesa, con más del 65% de arena al menos en el primer metro de profundidad. Estos suelos tienen una alta permeabilidad, pero muy baja capacidad para retener agua y almacenar nutrientes. Estos suelos que se localizan principalmente en zonas tropicales o templadas muy lluviosas del sureste de México y su vegetación es variable.

Respecto a su susceptibilidad ante la erosión, esta va de moderada a alta.

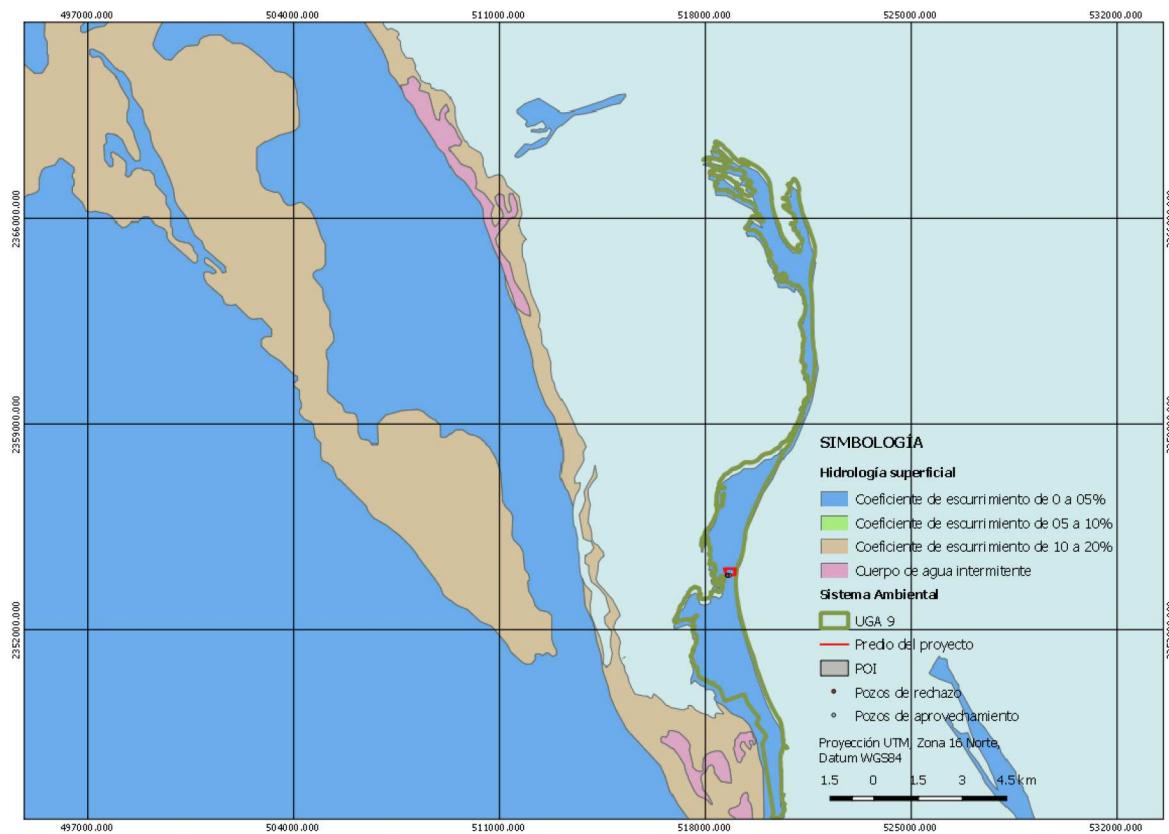


## Hidrología

El Sistema ambiental del proyecto se localiza en su totalidad dentro de la Región Hidrológica Administrativa XII, Península de Yucatán, pertenece a la Región Hidrológica Yucatán Norte. Esta región incluye a todo el estado de Quintana Roo, así como la zona Oriente de Campeche y el Sur de Yucatán.

### *Hidrología superficial*

El SA se ubica en la RH32 la cual se caracteriza por presentar una precipitación promedio que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca y con un rango de escurrimiento de 0 a 5% en casi toda la superficie (incluyendo el sistema ambiental y por tanto el sitio del proyecto), excepto partes de las franjas costeras que tienen de 5 a 10% o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos (ver plano siguiente).



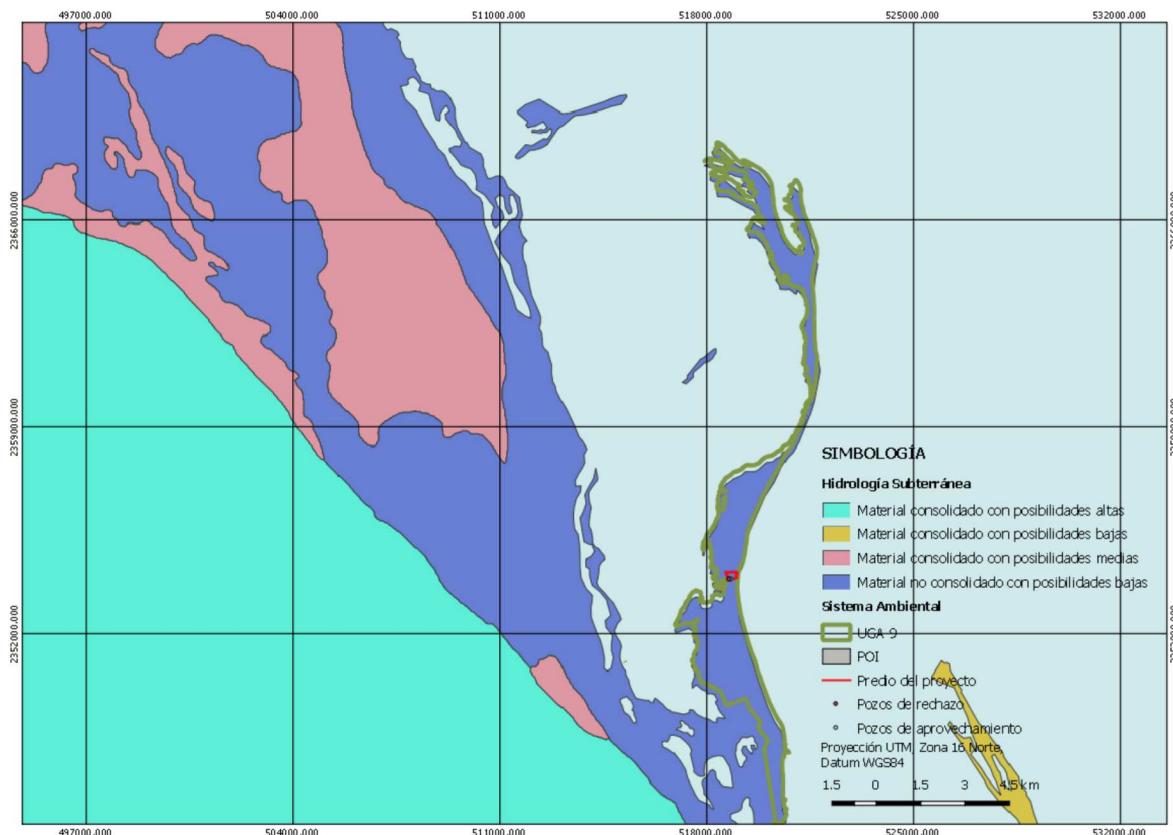
En lo que se refiere a la hidrología superficial del Sistema Ambiental, la ausencia de pendientes, del terreno ( $<10^\circ$ ) y a las características litológicas y edafológicas que le confieren una alta permeabilidad hidrogeológica, no existen escurrimientos superficiales de consideración. Pues la mayor parte de la precipitación se infiltra o percola hacia el manto acuífero y el restante se evapora hacia la atmósfera.

### *Hidrología subterránea*

La zona de estudio se encuentra asentada totalmente sobre el acuífero península de Yucatán, que es del tipo freático, con marcada heterogeneidad respecto a sus características hidráulicas. De acuerdo con la CONAGUA, la recarga total dentro del acuífero “Península de Yucatán” es de: 21,813.40 Mm<sup>3</sup>/año y no está sobreexplotado.

Asimismo, en el plano siguiente, se advierte que de acuerdo a la carta de hidrología subterránea de INEGI, escala 1:250000, de forma general el sistema ambiental se localiza en una zona que presenta material no consolidado con posibilidades bajas de funcionar como acuífero.

Por lo que respecta al sitio de estudio, se presenta la caracterización geohidrología del predio del proyecto mediante el Estudio Geohidrológico y de Permeabilidad elaborado por la empresa BM Precisión y Calidad Total S.A. de C.V.



#### IV.2.2 Medio Biótico

##### Flora reportada dentro del Sistema Ambiental

Considerando que el predio de pretendida ubicación del proyecto forma parte del Desarrollo Turístico Costa Mujeres, se tomó como base la información florística recabada en la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional del proyecto "Desarrollo Turístico Costa Mujeres". Es así que, considerando también lo expuesto en la Manifestación de impacto ambiental modalidad particular del proyecto "Hotel en el Lote HR-5 en Costa Mujeres", que corresponde al predio en donde se pretende ubicar nuestro proyecto, tenemos entonces que la

caracterización florística del Sistema Ambiental se distribuye en franjas paralelas a la costa como una respuesta a las geoformas de duna y playa que la caracterizan.

En los estudios citados se señala que estas franjas de vegetación se distribuyen del litoral hacia la Laguna Chacmuchi como sigue:

#### Vegetación de duna costera

- ✓ Vegetación pionera de baja densidad entre la playa arenosa.
- ✓ Matorral costero en los primeros cordones de dunas.

#### Matorral Costero con selva baja

- ✓ Matorral costero con *Thrinax radiata* y *Coccotrinax readii*

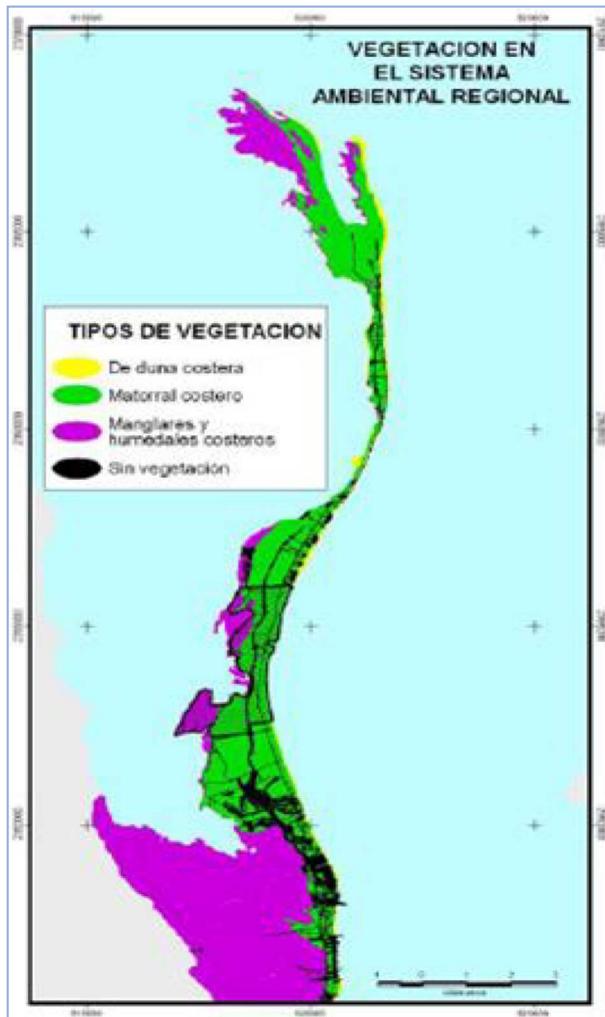
#### Manglares y humedales costeros

- ✓ Manglar con influencia de marea en los alrededores de la Laguna Chacmuchi.
- ✓ Humedales interdunarios con selva baja costera inundable y manglar.
- ✓ Relictos de humedales interdunarios de palmas con presencia de mangle botoncillo.

La superficie por tipo de vegetación identificados en el sistema ambiental, de acuerdo con el manifiesto de impacto ambiental regional previamente citado es la siguiente:

Tipo de vegetación	Superficie (ha)	%
Duna costera (pioneras, matorral)	131.40	3.38
Matorral costero con selva baja	1,432.19	36.79
Manglares y humedales costeros	2,061.59	52.96
Zona carente de vegetación	267.39	6.87
Total	3,892.58	100.00

La distribución espacial de los tipos de vegetación señalados en la tabla anterior se presenta en el siguiente plano.



## Fauna reportada dentro del Sistema Ambiental

De acuerdo con la información adicional de la MIA-P del proyecto "Hotel en el Lote HR-5 en Costa Mujeres" autorizado por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo en fecha 27 de febrero de 2018 a través del oficio resolutivo No. 04/SGA/0346/18; la fauna del SA ambiental se registra conforme a lo siguiente.

La metodología empleada consistió en aplicar técnicas de observación directa e indirecta de huellas o rastros durante mañanas y tardes-noches en un lapso de 8 días, en 31 estaciones de muestreo. Las técnicas aplicadas obedecen a los establecido por Acosta-Aburto (2001), Aranda-Sánchez (1981), Day *et al.* (1980), Gaviño *et al.* (1979), Manzanilla y Péefaur (2000) y Watson (2003). En cada

estación, se registraron las especies de herpetofauna, aves y mamíferos observadas, considerando que cada observación corresponde a un individuo a fin de estandarizar los datos (Bojorgez, 2006). En la identificación y nomenclatura de las especies se utilizaron principalmente los siguientes trabajos que corresponden a guías especializadas de la zona: Howell and Webb (1995), Lee (1996), Peterson and Chalif (1993), y Navarro, *et al.* (1990).

Los resultados aportados por el estudio son los siguientes:

No.	Familia	Especie	Nombre común
1	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibrí
2	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garzon cenizo
3	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playerito
4	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote cabeza roja
5	Scolopacidae	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Playero pihuihui
6	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux
7	Charadriidae	<i>Charadrius alejandrinus</i>	Chorlitejo patinegro
8	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo
9	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Títere playero
10	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita
11	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy
12	Corvidae	<i>Cyanocorax morio</i>	Chara papán
13	Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>	Reinita de manglar
14	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul
15	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados
16	Accipitridae	<i>Elenoides forficatus</i>	Elanio tijereta
17	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Corocoro blanco
18	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata
19	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Turpial enmascarado
20	Laridae	<i>Larus Atricilla</i>	Gaviota reidora americana
21	Laridae	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota de Delaware
22	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Negrito
23	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
24	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario
25	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca
26	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano
27	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasiliensis</i>	Cormoran
28	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Pica buey
29	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Xtakay
30	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espatula rosada
31	Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>	Morito Común
32	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate

No.	Familia	Especie	Nombre común
33	Sternidae	<i>Sterna sandvicensis</i>	charrán patinegro
34	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical
35	Columbidae	<i>Zenaida aurita</i>	Zenaida caribeña
36	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Tórtola
37	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija común
38	Sauria	<i>Aspidoscelis cozumelae</i>	Huico de Cozumel
39	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco
40	Colubridae	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada
41	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris
42	Polychrotidae	<i>Norops sagrei</i>	Toloc
43	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa
44	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa de cozumel
45	Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodatylus glaucus</i>	Geco enano
46	Phyllodomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélagos frutero
47	Phyllodomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélagos frutero
48	Phyllodomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélagos frutero
49	Phyllodomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélagos de cara arrugada
50	Dasypodida	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo
51	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache
52	Phyllodomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélagos sircotero de Pallas
53	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí
54	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
55	Cricetidae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata de campo
56	Phyllodomidae	<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélagos de charretera
57	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
58	Gecarcinidae	<i>Cardisoma guanhumi</i>	Cangrejo azul
59	Paguridae	<i>Pagurus bernhardus</i>	Cangrejo ermitaño
60	Bufonidae	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo
61	Hylidae	<i>Hyla ebraccata</i>	Ranita arboricola amarilla
62	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo
63	Hylidae	<i>Phrynohyas venulosa</i>	Rana lechera común
64	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo de caña
65	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana

De acuerdo con la tabla previa tenemos que el grupo mejor representante corresponde al de las aves, seguido de los mamíferos, reptiles y anfibios.

Grupo	Familia	Especies	Registros
Anfibios	3	6	30
Reptiles	8	9	63
Aves	24	36	336
Mamíferos	6	12	102

Artrópodos	2	2	28
Totales	43	65	559

### Diversidad y abundancia por grupo faunístico

#### ✓ Anfibios

Al realizar el cálculo de diversidad se obtiene en el caso de los anfibios que su diversidad es reducida por el escaso número de especies, pero muestra una elevada equitabilidad, lo que se explica por un número similar de registros en 4 de las 6 especies. En términos ecológicos este valor de la diversidad permite suponer que en este grupo los recursos del hábitat se distribuyen de manera más homogénea entre las especies. Lo anterior se relaciona con el sitio que ocupan en el medio, ya que los sapos son especies típicas del piso de la selva y manglares mientras que las ranas tienen hábitos más arborícolas.

No	Familia	Especie	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Bufonidae	<i>Bufo valliceps</i>		0.233	-1.455	0.340
2	Hylidae	<i>Hyla ebraccata</i>		0.067	-2.708	0.181
3	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Pr	0.167	-1.792	0.299
4	Hylidae	<i>Phrynohyas venulosa</i>		0.200	-1.609	0.322
5	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>		0.067	-2.708	0.181
6	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>		0.267	-1.322	0.352
				1.000		1.674

El índice de diversidad para el grupo de anfibios de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.674, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 1.792, lo cual nos da un índice de equidad de 0.934, esto indica que las 6 especies de anfibios reportados, presenta cada una el 93 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Riqueza (S) =	6
H' Calculada =	1.674
H max =	1.792
Equidad (J) =	0.934
H max - H' =	0.118

En este grupo faunístico se identificó a la especie *Lithobates berlandieri* dentro de la NOM-059- SEMARNAT-2010 bajo la categoría de protección especial.

En cuanto a la abundancia relativa se puede apreciar que se presenta 1 especie abundante, 2 especies comunes, 1 especies frecuentes y 2 escasas, conforme a la siguiente tabla.

No	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia del grupo de Anfibios	
				%	Clasificación
1	Hylidae	<i>Smilisca baudinii</i>	Rana	100.0	Abundante
2	Bufonidae	<i>Bufo valliceps</i>	Sapo	87.5	Común
3	Hylidae	<i>Phrynohyas venulosa</i>	Rana lechera común	75.0	Común
4	Ranidae	<i>Lithobates berlandieri</i>	Rana leopardo	62.5	Frecuente
5	Hylidae	<i>Hyla ebraccata</i>	Ranita arborícola amarilla	25.0	Escasa
6	Bufonidae	<i>Rhinella marina</i>	Sapo de caña	25.0	Escasa

### ✓ Reptiles

En el caso de los reptiles, la diversidad es mayor; pero la equitatividad disminuye debido a la gran abundancia de *Ctenosaura similis* y *Sceloporus chrysostictus* que indiscutiblemente concentra el empleo de recursos del hábitat, mientras que el resto de los reptiles presenta valores más modestos. La *Ctenosaura similis* en particular es de hábitos alimentarios omnívoros e inclusive resulta favorecida cuando se realizan construcciones debido a que generan mayores posibilidades de espacios de refugio y disminución de la competencia.

No	Familia	Especie	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>		0.032	-3.450	0.110
2	Sauria	<i>Aspidoscelis cozumelae</i>		0.127	-2.064	0.262
3	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>		0.032	-3.450	0.110
4	Colubridae	<i>Coniophanes imperialis</i>		0.032	-3.450	0.110
5	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	A	0.286	-1.253	0.358
6	Polychrotidae	<i>Norops sagrei</i>		0.032	-3.450	0.110
7	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>		0.254	-1.371	0.348
8	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Pr	0.079	-2.534	0.201
9	Sphaerodactylidae	<i>Sphaerodatylus glaucus</i>		0.127	-2.064	0.262
				1.000		1.869

El índice de diversidad para el grupo de reptiles de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 1.869, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.197, lo cual nos da un índice de equidad de 0.851, esto indica que las 9 especies de reptiles reportados, presenta cada una el 85 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Riqueza (S) =	<b>9</b>
H' Calculada =	1.869
H max =	2.197

Equidad (J) =	0.851
H max - H' =	0.328

En este grupo faunístico se identificó a 2 especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, a la especie *Ctenosaura similis* bajo la categoría de amenazada, y la *Sceloporus cozumelae* bajo la categoría de protección especial

En cuanto a la abundancia relativa se puede apreciar que se presenta 1 especie abundante, 1 especies comunes, 2 especies frecuentes y 5 escasas, conforme a la siguiente tabla

No	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia	
				%	Clasificación
1	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris	100.0	Abundante
2	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa	88.9	Común
3	Sauria	<i>Aspidoscelis cozumelae</i>	Huico de Cozumel	44.4	Frecuente
4	Phaerodactylidae	<i>Sphaerodatylus glaucus</i>	Geco enano	44.4	Frecuente
5	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus cozumelae</i>	Lagartija espinosa	27.8	Escasa
6	Dactyloidae	<i>Anolis sagrei</i>	Lagartija común	11.1	Escasa
7	Corytophanidae	<i>Basiliscus vittatus</i>	Basilisco	11.1	Escasa
8	Colubridae	<i>Coniophanes imperialis</i>	Culebra rayada	11.1	Escasa
9	Polychrotidae	<i>Norops sagrei</i>	Toloc	11.1	Escasa

#### ✓ Aves

El registro de la avifauna con base en observación directa indica que es un grupo abundante y sólo 5 cuentan con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Amazilia rutila*, *Elanoides forficatus*, *Zenaida aurita* bajo la categoría de “Sujeta a Protección Especial” y *Charadrius alejandrinus*, *Pelecanus occidentalis* bajo la categoría de “Amenazada”.

La biodiversidad de este grupo es la más elevada para todos los vertebrados debido a la presencia de un mayor número de especies, siendo su equitabilidad alta que resulta de una mejor distribución de recursos del hábitat entre todas las especies.

No	Familia	Especie	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Pr	0.021	-3.880	0.080
2	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>		0.015	-4.217	0.062
3	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>		0.035	-3.341	0.118
4	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>		0.012	-4.440	0.052
5	Scolopacidae	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>		0.015	-4.217	0.062
6	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>		0.038	-3.261	0.125
7	Charadriidae	<i>Charadrius alejandrinus</i>	A	0.021	-3.880	0.080
8	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>		0.062	-2.781	0.172

No	Familia	Especie	Estatus	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
9	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>		0.035	-3.341	0.118
10	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>		0.035	-3.341	0.118
11	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>		0.053	-2.936	0.156
12	Corvidae	<i>Cyanocorax morio</i>		0.044	-3.118	0.138
13	Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>		0.021	-3.880	0.080
14	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>		0.006	-5.133	0.030
15	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>		0.027	-3.629	0.096
16	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Pr	0.053	-2.936	0.156
17	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>		0.003	-5.826	0.017
18	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>		0.027	-3.629	0.096
19	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>		0.021	-3.880	0.080
20	Laridae	<i>Larus Atricilla</i>		0.015	-4.217	0.062
21	Laridae	<i>Larus delawarensis</i>		0.024	-3.747	0.088
22	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>		0.012	-4.440	0.052
23	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>		0.032	-3.428	0.111
24	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>		0.038	-3.261	0.125
25	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>		0.021	-3.880	0.080
26	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	A	0.029	-3.523	0.104
27	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasiliensis</i>		0.035	-3.341	0.118
28	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>		0.032	-3.428	0.111
29	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>		0.053	-2.936	0.156
30	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>		0.044	-3.118	0.138
31	Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>		0.021	-3.880	0.080
32	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>		0.006	-5.133	0.030
33	Sternidae	<i>Sterna sandvicensis</i>		0.027	-3.629	0.096
34	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>		0.053	-2.936	0.156
35	Columbidae	<i>Zenaida aurita</i>	Pr	0.003	-5.826	0.017
36	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>		0.012	-4.440	0.052
				1.000		3.418

El índice de diversidad para el grupo de anfibios de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 3.418, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 3.584, lo cual nos da un índice de equidad de 0.954, esto indica que las 36 especies de aves reportadas, presenta cada una el 95 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Riqueza (S) =	<b>36</b>
H' Calculada =	3.418
H max =	3.584
Equidad (J) =	0.954
H max - H' =	0.165

En cuanto a la abundancia relativa se puede apreciar que se presenta 2 especie abundante, 6 especies comunes, 10 especies frecuentes, 14 escasas y 4 raras, conforme a la siguiente tabla.

No	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia	
				%	Clasificación
1	Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	Chorlo	100.0	Abundante
2	Cuculidae	<i>Crotophaga sulcirostris</i>	Garrapatero pijuy	85.7	Común
3	Accipitridae	<i>Elanoides forficatus</i>	Elanio tijereta	85.7	Común
4	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Xtakay	85.7	Común
5	Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano tropical	85.7	Común
6	Corvidae	<i>Cyanocorax morio</i>	Chara papán	71.4	Común
7	Threskiornithidae	<i>Platalea ajaja</i>	Espatula rosada	71.4	Común
8	Apodidae	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	61.9	Frecuente
9	Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luis gregario	61.9	Frecuente
10	Scolopacidae	<i>Calidris alba</i>	Playerito	57.1	Frecuente
11	Charadriidae	<i>Charadrius wilsonia</i>	Títere playero	57.1	Frecuente
12	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita	57.1	Frecuente
13	Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasiliensis</i>	Cormoran	57.1	Frecuente
14	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle	52.4	Frecuente
15	Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Pica buey	52.4	Frecuente
16	Pelecanidae	<i>Pelecanus occidentalis</i>	Pelicano	47.6	Frecuente
17	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garza dedos dorados	42.9	Frecuente
18	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata	42.9	Frecuente
19	Sternidae	<i>Sterna sandvicensis</i>	charrán patinegro	42.9	Frecuente
20	Laridae	<i>Larus delawarensis</i>	Gaviota de Delaware	38.1	Frecuente
21	Trochilidae	<i>Amazilia rutila</i>	Colibri	33.3	Frecuente
22	Charadriidae	<i>Charadrius alejandrinus</i>	Chorlitejo patinegro	33.3	Frecuente
23	Parulidae	<i>Dendroica petechia</i>	Reinita de manglar	33.3	Frecuente
24	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Turpial enmascarado	33.3	Frecuente
25	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca	33.3	Frecuente
26	Threskiornithidae	<i>Plegadis falcinellus</i>	Morito Común	33.3	Frecuente
27	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garzon cenizo	23.8	Escasa
28	Scolopacidae	<i>Catoptrophorus semipalmatus</i>	Playero pihuihui	23.8	Escasa
29	Laridae	<i>Larus Atricilla</i>	Gaviota reidora americana	23.8	Escasa
30	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote cabeza roja	19.0	Escasa
31	Mimidae	<i>Melanoptila glabrirostris</i>	Negrito	19.0	Escasa
32	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Tórtola	19.0	Escasa
33	Ardeidae	<i>Egretta caerulea</i>	Garza azul	9.5	Rara
34	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate	9.5	Rara
35	Threskiornithidae	<i>Eudocimus albus</i>	Corocoro blanco	4.8	Rara
36	Columbidae	<i>Zenaida aurita</i>	Zenaida caribeña	4.8	Rara

### ✓ Mamíferos

Los mamíferos registrados con base en observación directa, huellas y rastros son de amplia distribución en la zona y no se cuenta con especies que presentes estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Al realizar el cálculo de diversidad se obtiene un valor de equitatividad intermedio por la abundancia de registros de tejones o coatíes (*Nasua narica*), que es una especie omnívora de elevada adaptabilidad a cambios del hábitat. También se observó abundancia de Murciélagos de charretera (*Sturnira ludovici*) que es una

especie propia de ambientes con una adecuada cobertura arbórea, que es indispensable para su alimentación y refugio. Por su parte, el resto de los mamíferos presenta menor abundancia y sus valores se encuentran en un rango que oscila desde 2 hasta 14 registros

No	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélagos frutero	0.129	-2.048	0.264
2	Phyllostomidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélagos frutero	0.022	-3.839	0.083
3	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélagos frutero	0.108	-2.230	0.240
4	Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélagos de cara arrugada	0.054	-2.923	0.157
5	Dasypodida	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	0.011	-4.533	0.049
6	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	0.043	-3.146	0.135
7	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélagos sircotero	0.118	-2.135	0.252
8	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coatí	0.204	-1.588	0.324
9	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	0.108	-2.230	0.240
10	Cricetidae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata de campo	0.011	-4.533	0.049
11	Phyllostomidae	<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélagos de charretera	0.151	-1.894	0.285
12	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	0.043	-3.146	0.135
				1.000	-34.245	2.214

El índice de diversidad para el grupo de mamíferos de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 2.214, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 2.485, lo cual nos da un índice de equidad de 0.891, esto indica que las 12 especies de mamíferos reportados, presenta cada una el 85 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

Riqueza (S) =	<b>12</b>
H' Calculada =	2.214
H max =	2.485
Equidad (J) =	0.891
H max - H' =	0.271

En cuanto a la abundancia relativa se puede apreciar que se presenta 2 especie abundante, 6 especies comunes, 10 especies frecuentes, 14 escasas y 4 raras, conforme a la siguiente tabla.

No	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia	
				%	Clasificación
1	Procyonidae	<i>Nasua narica</i>	Coati	100	Abundante
2	Phyllostomidae	<i>Sturnira ludovici</i>	Murciélagos de charretera	73.7	Común
3	Phyllostomidae	<i>Artibeus jamaicensis</i>	Murciélagos frutero	63.2	Frecuente
4	Phyllostomidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélagos circotero	57.9	Frecuente
5	Phyllostomidae	<i>Carollia perspicillata</i>	Murciélagos frutero	52.6	Frecuente
6	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache	52.6	Frecuente
7	Phyllostomidae	<i>Centurio senex</i>	Murciélagos arrugado	26.3	Escasa

8	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	21.1	Escasa
9	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	21.1	Escasa
10	Phyllosomatidae	<i>Artibeus lituratus</i>	Murciélagos frutero	10.5	Escasa
11	Dasyproctidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo	5.3	Rara
12	Cricetidae	<i>Sigmodon hispidus</i>	Rata de campo	5.3	Rara

✓ Artrópodos

En cuanto a los artrópodos se identificaron dos especies de cangrejos. Estos ejemplares fueron registrados con base en observación directa, son de amplia distribución en la zona de manglar y no se cuenta con especies que presentes estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo son especies de alto valor ecológico.

Al realizar el cálculo de diversidad se obtiene un valor de equitatividad alto debido a que solo se registraron dos especies.

El índice de diversidad para el grupo de artrópodos de acuerdo con el método de Shannon Wiener fue calculado en 0.683, mientras que la diversidad máxima que puede presentar es de 0.693, lo cual nos da un índice de equidad de 0.985, esto indica que las 2 especies de mamíferos reportados, presenta cada una el 98 % de probabilidad de ser encontradas en el sitio.

No	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia relativa (pi)	LN (pi)	(pi) x Ln (pi)
1	Gecarcinidae	<i>Cardisoma guanhumi</i>	Cangrejo azul	0.571	-0.560	0.320
2	Paguridae	<i>Pagurus bernhardus</i>	Cangrejo ermitaño	0.429	-0.847	0.363
				1.000		0.683

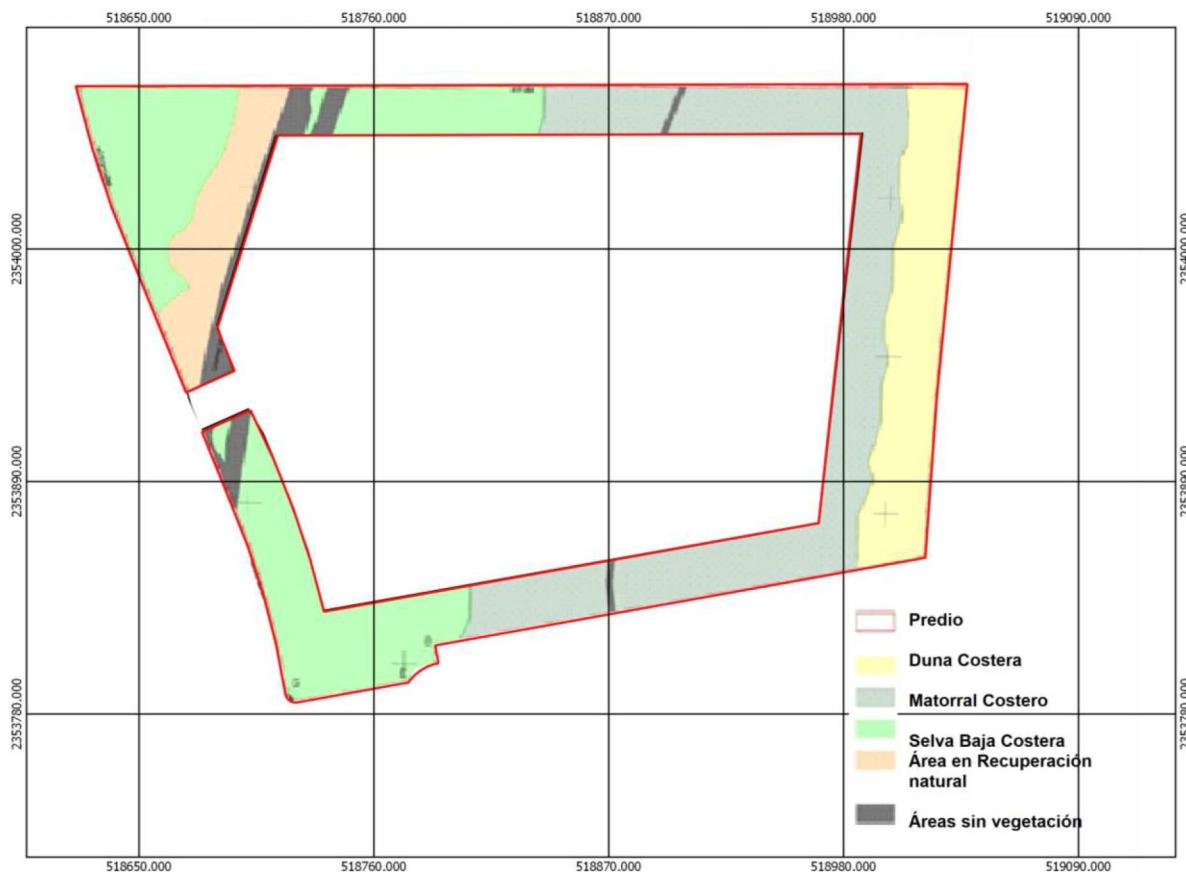
Riqueza (S) =	2
H' Calculada =	0.683
H max =	0.693
Equidad (J) =	0.985
H max - H' =	0.010

En cuanto a la abundancia relativa se puede apreciar que se presenta 1 especie abundante y 1 especie común, conforme a la siguiente tabla.

No.	Familia	Especie	Nombre común	Abundancia	
				%	Clasificación
1	Gecarcinidae	<i>Cardisoma guanhumi</i>	Cangrejo azul	100.0	Abundante
2	Paguridae	<i>Pagurus bernhardus</i>	Cangrejo ermitaño	75.0	Común

## Flora registrada dentro del sitio del proyecto

Considerando que el proyecto no requiere remoción de vegetación alguna y que se pretende ejecutar al interior de una edificación, dentro del mismo predio en que se realiza actualmente la construcción de un Hotel autorizado por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo en fecha 27 de febrero de 2018 a través del oficio resolutivo No. 04/SGA/0346/18 (proyecto "Hotel en el Lote HR-5 en Costa Mujeres"); que la vegetación natural ahora se encuentra distribuida en las áreas ajenas al aprovechamiento, es decir, las áreas de restricción y que en el tiempo transcurrido no ha tenido cambio alguno en su composición. Se advierte que estas zonas de restricción representan los tipos vegetales existentes dentro del predio desde antes de ser intervenido, motivo por el cual a continuación se retoma la información sobre la caracterización florística que su momento mi representada presentó ante esta autoridad mediante la MIA-P arriba referida.



Situación actual de la vegetación en el predio del proyecto (áreas de restricción).

---

De acuerdo con la caracterización vegetal realizada en el predio, se identificaron 3 tipos de vegetación a comunidades vegetales, distribuidas en forma de franjas paralelas a la costa, a saber: Duna costera, Matorral costero y Selva baja costera. Además, se identificaron superficies con recuperación natural y áreas sin vegetación.

Una vez definida la poligonal del predio, así como los tipos de vegetación que se encuentran presentes, se procedió a realizar un inventario florístico con la finalidad de obtener las características particulares de cada comunidad vegetal.

Para dicho inventario se eligió el sistema de muestreo aleatorio estratificado. Este sistema consiste en dividir a la población en grupos o estratos en función de un carácter determinado y después se muestrea cada grupo aleatoriamente, para obtener la parte proporcional de la muestra. Este método se aplica para evitar que por azar algún grupo florístico este menos representado que los otros.

Se aplicó el método de transecto para llevar a cabo el muestreo de comunidad de las zonas de recuperación natural, el matorral costero y selva baja costera. Se trata de un método ampliamente utilizado por la rapidez con que se mide y por la mayor heterogeneidad con que se muestrea la vegetación.

Un transecto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transectos puede ser variable y depende del grupo de plantas a medirse. Por ejemplo, Gentry (1995) aplicó los transectos de 2x50 m para medir árboles y bejucos con DAP (diámetro a la altura del pecho) mayor a 2.5 cm. Dentro de los transectos, evaluó el número de individuos presentes, tomando nota de la altura y diámetro de cada planta.

Para este estudio en particular, se optó por establecer 3 transectos al azar de 30x2 m para el estudio de la Comunidad o estrato de selva baja costera; y 3 transectos al azar de 30x2 m para el estudio de la Comunidad o estrato de matorral costero y 2 transectos al azar sobre las zonas de recuperación natural. Los datos dasométricos recabados fueron altura, cobertura y DAP de los individuos con diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o mayor a 10 cm para el estrato arbóreo; altura, cobertura y DAP mayor a 5 cm, pero menor a 10 cm para el estrato arbustivo y altura y cobertura para el estrato herbáceo.

Adicionalmente a lo antes señalado, se establecieron cuadrantes de muestreo para el estudio del estrato herbáceo dentro de la Comunidad de selva baja costera y matorral costero. Cada cuadrante se trazó de 2x2 m y tuvo como ubicación el punto final de los transectos utilizados para el estudio del estrato arbustivo y arbóreo.

En el caso de la duna costera, dado que se trata particularmente de especies herbáceas de hábitos rastreadores, se optó por aplicar el método de la línea de intercepción o intercepción lineal. Este método se basa en el principio de la reducción de un transecto a una línea. Este método generalmente se aplica para estudiar la vegetación densa dominada por arbustos y herbáceas, y en algunos casos para caracterizar la vegetación gramoide (Canfield, 1941; Cuello, *et al.*, 1991).

El método de líneas de intercepción produce datos para cálculos de cobertura y frecuencia de especies; es rápido, objetivo y relativamente preciso (Smith, 1980). La cobertura de cada especie es la proyección horizontal de las partes aéreas de los individuos sobre el suelo y se expresa como porcentaje de la superficie total. En las líneas de muestreo, se procedió a contar todas las intercepciones o proyecciones de las plantas (ramas, tallos, hojas, flores) sobre la línea, así como la distancia de la línea a la que fue interceptada cada planta.

Para el estudio de la comunidad o estrato de duna costera, se realizó el muestreo a través de la proyección de 3 líneas de intercepción, con una longitud de 20 metros cada una.

Los tipos de vegetación se describen a continuación:

### ***Zonas de Recuperación natural.***

Esta Comunidad vegetal pertenece a una vegetación secundaria que comenzó a desarrollarse después de las afectaciones realizadas en estas zonas debido a los procesos constructivos de la continuación de la Av. Puerto Juárez, claramente fueron usadas como área de maniobras o patios de almacenamiento, las cuales una vez terminado el camino fueron abandonados y comenzó el proceso de recuperación natural de la zona sin intervención humana.

De acuerdo con el inventario florístico realizado en estas zonas, se determinó que esta comunidad vegetal se encuentra compuesta por un total 12 especies, pertenecientes a 12 familias distribuidas equitativamente en cuanto a número de especies por familia.

A continuación, se presenta el listado taxonómico de las especies identificadas en estas zonas:

No.	Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
1	Poaceae	<i>Cenchrus echinatus</i>	Zacate erizo	Herbácea
2	Amaranthaceae	<i>Alternanthera ramosissima</i>	Sak-muul	Arbustivo
3	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbórea
4	Apocynaceae	<i>Echites umbellata</i>	Echites	Herbácea
5	Celastraceae	<i>Crossopetalum rhacoma</i>	Crossopetalum	Arbustivo
6	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	Arbustivo
7	Cyperaceae	<i>Cladium jamaicense</i>	Zacate cortadera	Herbácea
8	Fabaceae	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tzalam	Arbórea
9	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higo kopó	Arbórea
10	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Passiflora	Herbácea
11	Solanaceae	<i>Solanum verbacifolium</i>	Tomatillo	Herbácea
12	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Orégano de playa	Herbácea

Índice de valor de importancia de la Recuperación natural.

Estrato Arbóreo, Recuperación natural							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arbórea	Tzalam	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	30.000	50.000	30.000	110.000
2	Arbórea	Higo kopó	<i>Ficus cotinifolia</i>	20.000	25.000	20.000	65.000
3	Arbórea	Chechen	<i>Metopium brownei</i>	50.000	25.000	50.000	125.000
				100	100	100	300

Estrato Arbustivo, Recuperación natural							
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arbustiva	Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	57.143	50.000	57.143	164.286
2	Arbustiva	Sak-muul	<i>Alternanthera ramosissima</i>	14.286	16.667	14.286	45.238
3	Arbustiva	Crossopetalum	<i>Crossopetalum rhacoma</i>	28.571	33.333	28.571	90.476
				100	100	100	300

Herbáceo, Recuperación natural							
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Herbácea	Zacate erizo	<i>Cenchrus echinatus</i>	35.714	33.333	35.714	104.762
2	Herbácea	Echites	<i>Echites umbellata</i>	21.429	16.667	21.429	59.524
3	Herbácea	Zacate cortadera	<i>Cladium jamaicense</i>	42.857	50.000	42.857	135.714
4	Herbácea	Passiflora	<i>Passiflora foetida</i>	14.286	16.667	14.286	45.238
5	Herbácea	Tomatillo	<i>Solanum verbacifolium</i>	7.143	16.667	7.143	30.952
6	Herbácea	Orégano de playa	<i>Lantana camara</i>	21.429	33.333	21.429	76.190
				100	100	100	300

En esta zona de recuperación natural se observa con base en los resultados del Índice de Valor de Importancia, en el estrato arbóreo se observa que las especies de *Metopium brownei* (Chechem) y *Lysiloma latisiliquum* (tzalam) se presentan como especies dominantes con pocos ejemplares encontrados, con respecto al estrato arbustivo *Chrysobalanus icaco* (icaco) es la especie más importante ya que es la más abundante en este estrato, mientras que en el estrato herbáceo el *Cladium jamaicense* (zacate cortadera) es la más abundante ya que al ser un área en proceso de recuperación se aprovecha de esta circunstancia para desarrollarse ampliamente en toda la zona donde fue eliminada la vegetación nativa.

### **Duna costera**

Esta comunidad vegetal se encuentra compuesta por manchones aislados y dispersos de vegetación herbácea rastrera y arbustiva principalmente, la cual se distribuye únicamente en el extremo este del terreno.

Se trata de una zona en constante intercambio y dinámica, debido a la acumulación y arrastre de arena que ocurre en forma constante por la acción del viento. No existe un estrato arbóreo, y el estrato arbustivo se encuentra representado por algunos individuos aislados y dispersos de baja altura y escasa cobertura.

De acuerdo con el inventario florístico realizado en la duna costera, se determinó que esta comunidad vegetal se encuentra compuesta por un total 21 especies, pertenecientes a 19 familias distribuidas equitativamente en cuanto a número de especies por familia, donde únicamente la Cactaceae y Arecaceae presentan dos especies. A continuación, se presenta el listado taxonómico de las especies identificadas en la duna costera.

No.	Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
1	Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga de playa	Herbácea
2	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbácea
3	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbustiva
4	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa	Herbácea
5	Bataceae	<i>Batis maritima</i>	Saladillo	Arbustiva
6	Boraginaceae	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	Lavanda de mar	Arbustiva
7	Brassicaceae	<i>Cokile maritima</i>	Oruga de mar	Herbácea
8	Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Nopal de cruz	Herbácea
9	Cactaceae	<i>Opuntia stricta</i>	Nopal	Herbácea
10	Casuarinaceae	<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina	Arbórea
11	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	Arbustiva
12	Euphorbiaceae	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	Siis ja'	Herbácea
13	Fabaceae	<i>Canavalia rosea</i>	Frijol de playa	Herbácea
14	Goodeniaceae	<i>Scaevola plumieri</i>	Arbusto de mar	Arbustiva

15	Leguminosae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziw'che	Arbustiva
16	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Passiflora	Herbácea
17	Poaceae	<i>Sorobolus virginicus</i>	Ch'ilibil su'uk	Herbácea
18	Poaceae	<i>Cenchrus incertus</i>	Cadillo	Herbácea
19	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbórea
20	Surianaceae	<i>Suriana maritima</i>	Romero de mar	Arbustiva
21	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Orégano de playa	Herbácea

Índice de valor de importancia de la Duna costera.

Estrato Arbustivo, Duna costera							
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arbustivo	Saladillo	<i>Batis maritima</i>	9.375	7.143	9.375	25.893
2	Arbustivo	Lavanda de mar	<i>Tournefortia gnaphalodes</i>	15.625	14.286	15.625	45.536
3	Arbustivo	Arbusto de mar	<i>Scaevola plumieri</i>	18.750	21.429	18.750	58.929
4	Arbustivo	Romero de mar	<i>Suriana maritima</i>	28.125	21.429	28.125	77.679
5	Arbustivo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	12.500	14.286	12.500	39.286
6	Arbustivo	Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	9.375	14.286	9.375	33.036
7	Arbustivo	Tziw'che	<i>Pithecellobium keyense</i>	6.250	7.143	6.250	19.643
				100	100	100	300

Estrato herbáceo, Duna costera							
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Herbáceo	Oruga de mar	<i>Cokile maritima</i>	13.208	13.636	13.208	40.051
2	Herbáceo	Nopal de cruz	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	7.547	9.091	7.547	24.185
3	Herbáceo	Siis ja'	<i>Euphorbia mesembrianthemifolia</i>	5.660	4.545	5.660	15.866
4	Herbáceo	Passiflora	<i>Passiflora foetida</i>	9.434	9.091	9.434	27.959
5	Herbáceo	Verdolaga de playa	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	3.774	9.091	3.774	16.638
6	Herbáceo	Lirio de playa	<i>Hymenocallis littoralis</i>	11.321	13.636	11.321	36.278
7	Herbáceo	Margarita de playa	<i>Ambrosia hispida</i>	13.208	13.636	13.208	40.051
8	Herbáceo	Nopal	<i>Opuntia stricta</i>	15.094	13.636	15.094	43.825
9	Herbáceo	Frijol de playa	<i>Canavalia rosea</i>	20.755	13.636	20.755	55.146
10	Herbáceo	Ch'ilibil su'uk	<i>Sorobolus virginicus</i>	3.774	4.545	3.774	12.093
11	Herbáceo	Cadillo	<i>Cenchrus incertus</i>	5.660	9.091	5.660	20.412
12	Herbáceo	Orégano de playa	<i>Lantana camara</i>	7.547	9.091	7.547	24.185
				100	100	100	300

---

De acuerdo con los datos presentados en la tabla que antecede, se observa que el estrato arbustivo la especie *Suriana marítima* (romero de mar) es la que presenta el IVI más alto lo cual es reflejo de que es la especie más abundante en este ecosistema. En el estrato herbáceo la especie *Canavalia rosea* (frijol de playa) es la especie más abundante seguida del nopal, la margarita de playa y la oruga de mar.

### ***Matorral Costero***

Esta Comunidad vegetal se distribuye detrás del cordón de dunas costeras, y representa el principal ecosistema al interior del predio. Se trata de una Comunidad densa en donde es posible determinar la existencia de tres estratos: arbóreo, arbustivo y herbáceo

El estrato arbóreo es escaso y poco representativo, con un dosel generalmente abierto debido a la escasa cobertura de copa de los individuos arbóreos (2.5 m en promedio), pues son las palmas las formas de vida predominantes; aunque en algunas zonas se observa cerrado, principalmente en la cercanía del ecotono con la Selva baja costera y donde se distribuyen ejemplares de *Metopium brownei* (chechen) y *Bumelia retusa* (mulche). Los ejemplares registrados durante el inventario florístico presentan un diámetro normal promedio de 9 cm, con un máximo registrado de 10.5 cm para la especie *Trhinax radiata* (chit). La altura promedio del estrato es de 3 m, con un máximo registrado de 4.5 m para la especie *Metopium brownei* (chechen); y un mínimo registrado de 3 m para la especie *Trhinax radiata* (chit).

En el caso del estrato arbustivo se determinó que presenta una distribución predominante y ampliamente representada, pues en la estructura vertical del matorral, presenta la mayor densidad de individuos. Se encuentra representado por individuos de porte bajo y escasa cobertura, principalmente de la familia Arecaceae y Chrysobalanaceae. En promedio presenta un diámetro promedio es de 5 cm con un máximo registrado de 6.5 cm para la especie *Trhinax radiata* (chit) y *Metopium brownei* (chechen); y un mínimo registrado de 5 cm para la especie *Coccothrinax readii* (nacax). Finalmente se determinó que la altura promedio del estrato es de 3.00m, con un máximo registrado de 4 m para la especie *Coccothrinax readii* (nacax) y un mínimo registrado de 1 m para la misma especie y para *Trhinax radiata* (chit).

En cuanto al estrato herbáceo, este se encuentra compuesto en forma predominante por plántulas de especies nativas, producto de la regeneración natural y especies herbáceas propias de los ecosistemas de matorral costero.

Se registraron un total de 19 especies dentro del ecosistema de matorral costero presente al interior del sitio del proyecto; las cuales se encuentran distribuidas en 17 familias, siendo las más representativas la Arecaceae y Rubiaceae con 2 especies, mientras que el resto de las familias está representado por una sola especie, lo cual nos indica un distribución uniforme de especies (ver tabla siguiente).

No	Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
1	Aizoaceae	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Verdolaga de playa	Herbácea
2	Amaryllidaceae	<i>Hymenocallis littoralis</i>	Lirio de playa	Herbácea
3	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbórea
4	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Arbustivo, herbácea
5	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbórea,arbustivo,herbáce
6	Asteraceae	<i>Ambrosia hispida</i>	Margarita de playa	Herbácea
7	Bataceae	<i>Batis maritima</i>	Saladillo	Arbustiva
8	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Sircote de playa	Arbórea-arbustiva
9	Cactacea	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Nopal de cruz	Herbácea
10	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	Arbustiva
11	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziw'che	Arbustiva
12	Lauraceae	<i>Cassytha filiformis</i>	Cassita filiforme	Arbustiva
13	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá silvestre	Herbácea
14	Poaceae	<i>Eleusine multiflora</i>	Zacate pata de ganso	Herbácea
15	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbórea
16	Rubiaceae	<i>Erihalis fructicosa</i>	ocotillo	Herbácea
17	Rubiaceae	<i>Strumpfia maritima</i>	Estrufia	Herbácea
18	Sapotaceae	<i>Bumelia retusa</i>	Mulche	Arbórea
19	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Orégano de playa	Arbustiva

### Índice de valor de importancia del Matorral Costero

Estrato Arbóreo, Matorral costero							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arbóreo	Sircote de playa	<i>Cordia sebestena</i>	19.048	27.273	19.048	65.368
2	Arbóreo	Chechen	<i>Metopium brownei</i>	23.810	27.273	23.810	74.892
3	Arbóreo	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	14.286	27.273	14.286	55.844
4	Arbóreo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	38.095	9.091	38.095	85.281
5	Arbóreo	Mulche	<i>Bumelia retusa</i>	4.762	9.091	4.762	18.615
				100.000	100.000	100.0000	300.0000

Estrato Arbustivo, Matorral costero							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arbustivo	Saladillo	<i>Batis maritima</i>	11.429	11.111	11.429	33.968
2	Arbustivo	Cassita filiforme	<i>Cassytha filiformis</i>	14.286	16.667	14.286	45.238
3	Arbustivo	Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	5.714	11.111	5.714	22.540
4	Arbustivo	Tziw'che	<i>Pithecellobium keyense</i>	8.571	11.111	8.571	28.254
5	Arbustivo	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	20.000	16.667	20.000	56.667

6	Arbustivo	Orégano de playa	<i>Lantana camara</i>	14.286	16.667	14.286	45.238
7	Arbustivo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	25.714	16.667	25.714	68.095
				100	100	100	300

Herbáceo, Matorral costero							
No	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Herbáceo	Maracuyá silvestre	<i>Passiflora foetida</i>	7.895	5.000	7.895	20.789
2	Herbáceo	Nopal de cruz	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	5.263	5.000	5.263	15.526
3	Herbáceo	ocotillo	<i>Erithalis fruticosa</i>	2.632	5.000	2.632	10.263
4	Herbáceo	Estrufia	<i>Strumpfia maritima</i>	13.158	15.000	13.158	41.316
5	Herbáceo	Verdolaga de playa	<i>Sesuvium portulacastrum</i>	13.158	15.000	13.158	41.316
6	Herbáceo	Lirio de playa	<i>Hymenocallis littoralis</i>	13.158	10.000	13.158	36.316
7	Herbáceo	Margarita de playa	<i>Ambrosia hispida</i>	18.421	15.000	18.421	51.842
8	Herbáceo	Zacate pata de ganso	<i>Eleusine multiflora</i>	10.526	15.000	10.526	36.053
9	Herbáceo	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	15.789	15.000	15.789	46.579
10	Herbáceo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	2.632	5.000	2.632	10.263
				100	100	100	300

De acuerdo con los datos presentados en las tablas que anteceden, se observa que la especie más importante a nivel de los estratos arbóreo y arbustivo es *Thrinax radiata* (palma chit), ya que presenta el valor de IVI más alto; sin embargo, a nivel del estrato herbáceo no figura dentro de las especies más importantes. También se deduce que la especie *Coccothrinax readii* (palma nacax) se ubica dentro de las tres especies más importantes a nivel de los estratos arbustivo y herbáceo, pero no figura en el estrato arbóreo. Asimismo, tenemos que la especie *Ambrosia hispida* (margarita) es la más importante a nivel del estrato herbáceo.

### ***Selva baja costera***

Se trata de la segunda Comunidad vegetal en importancia dentro del predio. Se distribuye detrás de la franja de matorral costero hasta el límite Oeste del predio. Al igual que el matorral costero, se trata de una Comunidad densa en donde es posible determinar la existencia de los tres estratos.

El estrato arbóreo se observa mejor representado, con un dosel generalmente cerrado debido a la importancia de la cobertura de copa de los individuos arbóreos (4 m en promedio, superior a la de matorral costero), aunque en algunas zonas se observa abierto, principalmente en la cercanía del ecoton con Matorral costero. Los ejemplares registrados durante el inventario florístico presentan un diámetro

normal promedio de 13.56 cm, con un máximo registrado de 27.10 cm para la especie *Metopium brownei* (chechen) y un mínimo registrado de 10 cm para las especies y *Thrinax radiata* (chit). La altura promedio del estrato es de 5.09 m, con un máximo registrado de 7 m para la especie *Metopium brownei* (chechen); y un mínimo registrado de 2.5 m para la misma especie.

En el caso del estrato arbustivo se determinó que presenta una distribución más o menos escasa, pues acusa una fuerte competencia por el espacio y los nutrientes con el estrato superior. Se encuentra representado por individuos de porte bajo y escasa cobertura. En promedio presenta un diámetro de 7.2 cm con un máximo registrado de 9.9 cm para la especie *Thrinax radiata* (chit); y un mínimo registrado de 5 cm para la especie *Coccothrinax readii* (nacax). Finalmente se determinó que la altura promedio es de 3.9 m, con un máximo registrado de 6 m para la especie *Thrinax radiata* (chit) y un mínimo registrado de 2 m para la especie *Coccothrinax readii*.

En cuanto al estrato herbáceo, se observó escaso y poco representativo. Está compuesto en forma predominante por plántulas de especies nativas, producto de la regeneración natural, aunque se observa una baja tasa de regeneración natural debido a los escasos nutrientes que existen en los suelos de tipo Arenosol identificados al interior del sitio del proyecto. En promedio la cobertura de copa de los individuos es de 16 cm con una altura promedio de 25 cm.

Las especies que integran la Selva baja presentan una distribución más o menos homogénea, con la predominancia de las especies *Thrinax radiata* y *Metopium brownei*. A continuación se presenta el listado taxonómico de las especies que componen este tipo vegetal.

No	Familia	Especie	Nombre común	Forma de vida
1	Acanthaceae	<i>Bravaisia tubiflora</i>	Hulub	Herbácea
2	Anacardiaceae	<i>Metopium brownei</i>	Chechen	Arbórea
3	Arecaceae	<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Arbórea-arbustiva
4	Arecaceae	<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Arbórea- herbácea
5	Asteraceae	<i>Flaveria linearis</i>	Leguminosa flor amarilla	Herbácea
6	Asteraceae	<i>Melanthera nevea</i>	Boton blanco	Herbácea
7	Bataceae	<i>Batis maritima</i>	Saladillo	Arbustiva
8	Boraginaceae	<i>Cordia sebestena</i>	Siricote de playa	Arbórea-arbustiva
9	Cactaceae	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Nopal de cruz	Herbácea
10	Capparaceae	<i>Capparis incana</i>	Tadzi	Arbórea
11	Celastraceae	<i>Rhacomia crossopetalum</i>	Rhacoma	Arbustiva
12	Chrysobalanaceae	<i>Chrysobalanus icaco</i>	Icaco	Arbustiva
13	Cyperaceae	<i>Cladium jamaicense</i>	Zacate cortadera	Herbácea
14	Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce prostrata</i>	Lechecillo	Herbácea
15	Fabaceae	<i>Pithecellobium keyense</i>	Tziw'che	Arbustiva
16	Moraceae	<i>Ficus cotinifolia</i>	Higo kopó	Arbórea
17	Passifloraceae	<i>Passiflora foetida</i>	Maracuyá silvestre	Bejuco

18	Poaceae	<i>Paspalum sp.</i>	Paspalum	Herbácea
19	Polygonaceae	<i>Coccoloba uvifera</i>	Uva de mar	Arbórea
20	Sapotaceae	<i>Bumelia retusa</i>	Mulche	Arbórea

De acuerdo con la tabla que antecede, se tuvo el registro de 20 especies de flora silvestre dentro del ecosistema de Selva baja costera, las cuales se distribuyen en 20 familias, siendo las más representativas la Arecaceae y la Asteraceae, pues ambas contaron con dos registros.

### Índice de valor de importancia de Selva Baja Costera

Estrato Arbóreo Selva Baja Costera							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arbóreo	Siricote de playa	<i>Cordia sebestena</i>	6.557	16.667	6.557	29.781
2	Arbóreo	Bumelia	<i>Bumelia retusa</i>	8.197	16.667	8.197	33.060
3	Arbóreo	Chechen	<i>Metopium brownei</i>	31.148	16.667	31.148	78.962
4	Arbóreo	Higo kopó	<i>Ficus cotinifolia</i>	8.197	16.667	8.197	33.060
5	Arbóreo	Tadzi	<i>Capparis incana</i>	9.836	11.111	9.836	30.783
6	Arbóreo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	29.508	16.667	29.508	75.683
7	Arbóreo	Uva de mar	<i>Coccoloba uvifera</i>	6.557	5.556	6.557	18.670
				100	100	100	300

Estrato Arbustivo Selva Baja Costera							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Arbustivo	Rhacoma	<i>Rhacoma crossoptetalum</i>	7.547	5.556	7.547	20.650
2	Arbustivo	Saladillo	<i>Batis maritima</i>	13.208	16.667	13.208	43.082
3	Arbustivo	Icaco	<i>Chrysobalanus icaco</i>	13.208	16.667	13.208	43.082
4	Arbustivo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	28.302	16.667	28.302	73.270
5	Arbustivo	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	15.094	16.667	15.094	46.855
6	Arbustivo	Orégano de monta	<i>Lantana camara</i>	11.321	16.667	11.321	39.308
7	Arbustivo	Tziw'che	<i>Pithecellobium keyense</i>	11.321	11.111	11.321	33.753
				100	100	100	300

Estrato Herbáceo Selva Baja Costera							
No.	Estrato	Nombre común	Nombre científico	Densidad relativa	Frecuencia relativa	Dominancia relativa	IVI
1	Herbáceo	Boton blanco	<i>Melanthera nevea</i>	9.524	10.000	9.524	29.048
2	Herbáceo	Leguminosa flor amarilla	<i>Flaveria linearis</i>	11.905	15.000	11.905	38.810
3	Herbáceo	Maracuyá silvestre	<i>Passiflora foetida</i>	7.143	5.000	7.143	19.286
4	Herbáceo	Naranjillo de manglar	<i>Jaqinia aurantiaca</i>	4.762	5.000	4.762	14.524
5	Herbáceo	Chit	<i>Thrinax radiata</i>	21.429	15.000	21.429	57.857
6	Herbáceo	Hulub	<i>Bravaisia tubiflora</i>	11.905	15.000	11.905	38.810
7	Herbáceo	Lechecillo	<i>Chamaesyce prostrata</i>	9.524	10.000	9.524	29.048

8	Herbáceo	Nacax	<i>Coccothrinax readii</i>	7.143	10.000	7.143	24.286
9	Herbáceo	Nopal de cruz	<i>Acanthocereus tetragonus</i>	16.667	15.000	16.667	48.333
10	Herbáceo	Paspalum	<i>Paspalum sp.</i>	7.143	5.000	7.143	19.286
11	Herbáceo	Zacate cortadera	<i>Cladium jamaicense</i>	14.286	15.000	14.286	43.571
				100	100	100	300

De acuerdo con los datos presentados en las tablas que anteceden, se observa que la especie más importante a nivel de todos los estratos de la vegetación es *Thrinax radiata* (palma chit), ya que presenta el valor más alto de IVI en el estrato arbustivo y herbáceo, y el segundo valor de IVI más alto en el estrato arbóreo. También se deduce que la especie *Metopium brownei* (chechen) es la especie más importante a nivel del estrato arbóreo. Finalmente tenemos que la especie *Coccothrinax readii* (palma nacax) es la segunda más importante a nivel del estrato arbustivo; lo cual también ocurre con la especie *Acanthocereus tetragonus* (nopal de cruz) pero a nivel del estrato herbáceo.

### **Epífitas**

Uno de los componentes más característicos y llamativos en los ecosistemas son las plantas epífitas. Este grupo está conformado por organismos cuyo ciclo de vida se desarrolla íntegramente sobre o dentro de los tejidos muertos exteriores de otras plantas, sin obtener agua o nutrientes de tejidos vivos. Las epífitas son un elemento importante de la diversidad de los ecosistemas y esenciales en la estructura y dinámica de la fauna asociada. Las epífitas aumentan la complejidad estructural del dosel y proveen recursos adicionales para la fauna (Nadkarni y Matelson 1989). Dentro del predio se pudo constatar la existencia de 3 especies distribuidas en 2 familias de las cuales, la más importante fue la Orchidaceae con el mayor número de registros.

Registro	Familia	Especie	Nombre común
1	Bromeliaceae	<i>Tillandsia festucoides</i>	Gatillo
2	Orquidaceae	<i>Cyrtopodium macrobulbon</i>	
3	Orquidaceae	<i>Myrmecophila tibicinis</i>	Ho hom ba

### **Fauna registrada para el predio del proyecto**

Como se ha comentado, dentro de área de aprovechamiento del predio del proyecto actualmente se construye el proyecto "Hotel en el Lote HR-5 en Costa Mujeres" amparado con el oficio resolutivo No. 04/SGA/0346/18 emitido en 2018. Dentro de la superficie aprovechada no se ha registrado la presencia de fauna; únicamente algunas aves que sobre vuelan a gran altura.

Bajo dicha premisa, se advierte que el área de aprovechamiento se encuentra en obra y con infinidad de trabajadores, por lo que con semejante actividad antrópica la fauna es nula y se entiende que ha migrado hacia predios vecinos que mantienen su vegetación en estado natural; no obstante siendo que el predio aún conserva su vegetación nativa en las áreas de restricción, se optó por colocar trampas de diversos tipos (cámaras, Sherman, Tomahawk, embudos de malla y cercos de desvío) buscando registrar el mayor número de ejemplares terrestres posibles dentro de las zonas de restricción del predio.

A principios de año se colocaron 20 trampas cebadas con una mezcla de avena y crema de cacahuate y otras con sardina para atraer a los mamíferos menores. A la par se colocaron 8 trampas Tomahawk que fueron también cebadas con los mismos atractivos. Las trampas se dispusieron en la periferia del predio del proyecto que corresponden a las áreas de restricción que conservan su estado natural. Una vez *in situ*, las trampas fueron revisadas tres veces al día durante 5 días; de ser necesario el cebo se reemplazaba y en caso de alguna captura se identificaba y liberaba de forma inmediata en organismo.

Durante los mismos días y con la finalidad de abarcar la mayor superficie de superficie posible, se implementaron 4 cercos de desvío a base de estacas, plástico negro y cubetas los cuales fueron colocados a manera de cruz y eran revisados con la misma periodicidad. Cada línea del cerco fue de 20 m lineales. Asimismo, se contó con 6 embudos de malla y 4 cámaras trampa a una altura de 40 cm del suelo para poder fotografiar aquellos organismos que se desplazaban sobre algunas áreas libres entre la vegetación, las cámaras permanecieron durante una semana.

Para caracterizar la avifauna se utilizó el método de conteo por puntos, para ello se seleccionaron 6 sitios, en cada punto se realizaron observaciones de 20 minutos durante los mismos 4 días que el resto de las trampas. Las observaciones se hicieron intercaladas en cuanto a horarios, un día en la mañana y otro al atardecer y así sucesivamente. En caso de avistamiento de organismos durante el recorrido de revisión de las trampas, éstos también fueron considerados. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

No.	Grupo	Familia	Especie	Nombre común
1	Aves	Columbidae	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita
2	Aves	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote cabeza roja
3	Aves	Icteridae	<i>Icterus cucullatus</i>	Calandria
4	Aves	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate
5	Aves	Mimidae	<i>Mimus gilvus</i>	Cenzontle
6	Aves	Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Xtakay
7	Aves	Fregatidae	<i>Fregata magnificens</i>	Fragata

No.	Grupo	Familia	Especie	Nombre común
8	Reptiles	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana gris
9	Reptiles	Phrynosomatidae	<i>Sceloporus chrysostictus</i>	Lagartija espinosa
10	Mamíferos	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache
11	Crustáceos	Paguridae	<i>Pagurus sp.</i>	Cangrejo ermitaño

De acuerdo con los resultados se tiene que dentro de las áreas de conservación del predio se registraron 11 especies, siendo las aves las más abundantes con 7 especies, seguido por los reptiles por 2 y mamíferos y crustáceos 1 especie.

Cabe señalar que su determinación se realizó como sigue: La herpetofauna mediante la recopilación de claves dicotómicas de Flores-Villela *et. al* (1995), los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Flores-Villela y Canseco-Márquez (2004), Frost *et. al* (2006), Wüster *et. al* (2005) y Smith (2005). La mastofauna fue determinada según Medellín *et. al* (1997), Wilson y Reeder (1993), Arita y Ceballos (1997) y Reid (1997), mientras que los cambios taxonómicos fueron siguiendo a Ceballos *et. al* (2005) y Rámirez-Pulido *et. al* (2005). Las aves fueron identificadas mediante las guías de Howell y Webb (1995) y Edwards (2003), la taxonomía y nombres actuales se realizaron según la American Ornithologist' Union (AOU) 1998. Las especies endémicas se registraron según Flores-Villela, 1993 para el caso de la herpetofauna. Ceballos, *et. al* (2005) para los mamíferos, la NOM-059-SEMARNAT-2010 para todas las clases y Howell, *et. al* (1995) para las aves.

### Especies en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas por esta Norma.

Al respecto se anticipa que dentro del predio se registraron 3 especies (2 de flora y 1 de fauna) listadas bajo categoría de riesgo de conformidad con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (ver tabla siguiente).

Especie	Nombre común	Categoría
<i>Coccothrinax readii</i>	Nacax	Amenazada

Especie	Nombre común	Categoría
<i>Thrinax radiata</i>	Chit	Amenazada
Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Amenazada

No se omite manifestar que el proyecto no pretende remoción de vegetación alguna ni aprovechamientos de ningún tipo de organismos, por lo que las 3 especies arriba citadas serán conservadas.

#### IV.3 MEDIO PERCEPTUAL

Para describir el paisaje del área de estudio del proyecto se consideran diferentes componentes del mismo tales como visibilidad, calidad paisajística y la fragilidad del paisaje. Cada uno de estos componentes se define y relaciona con el proyecto, para poder determinar de manera cualitativa y descriptiva los efectos que se anticipa manifestará cada componente por efecto del proyecto.

*Visibilidad:* Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Con base en esta definición, El proyecto no aportará al paisaje elementos diferentes a los ya existentes en el área, por lo que sólo consolidará. Es decir, la desaladora estará dentro de una superficie ya edificada, mientras que los pozos se desarrollarán también sobre una superficie previamente afectada que corresponda a una zona ajardinada y en donde por sus dimensiones se prevé que serán prácticamente imperceptibles. En conjunto, las obras que comprende el proyecto se integran dentro de un ambiente con destinado y autorizado para su aprovechamiento mediante el uso hotelero.

*Calidad paisajística:* Dentro de este componente se consideran las características intrínsecas del sitio basadas en su morfología, vegetación, cuerpos de agua, entre otros. La calidad visual del entorno inmediato, en el que se aprecien ciertos valores como las formaciones vegetales, litología, entre otros y finalmente, la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establece el proyecto. Los elementos indicados otorgan gran importancia a la adecuada apreciación de los componentes naturales presentes en el predio. El proyecto que se evalúa no afectará la calidad paisajística del predio donde se pretende desarrollar, debido a que, como ya se mencionó, la planta desaladora se ubicará en una porción totalmente edificada que formará parte del Hotel que se construye. No se omite manifestar que los elementos de valor paisajístico como la vegetación natural de las áreas de restricción del predio, la duna, su zona federal y el mar caribe, no serán intervenidos por ningún componente del proyecto toda vez que no se pretende remoción de vegetación alguna y las obras estarán alejadas de la playa.

*Fragilidad:* Se refiere a la calidad del paisaje para absorber los cambios que se produzcan en él. Considerando que el paisaje donde se inserta el proyecto tiene una vocación de uso del suelo turístico y que corresponde a una franja destinada al aprovechamiento turístico en donde existen actualmente hoteles en construcción y en operación; aunado a que planta desaladora estará albergada al interior de una edificación en donde no será visible, se puede afirmar que el proyecto se insertará adecuadamente a su entorno turístico-urbano; máxime considerando que la vegetación natural del predio (áreas de restricción) se mantiene durante toda la vida útil del proyecto y del hotel como zona de conservación.

Considerando lo arriba descrito para cada uno de los criterios mencionados con respecto al desarrollo del proyecto en el sitio previsto, se puede afirmar que su instalación y operación no afectará la percepción actual del paisaje toda vez que se inserta en un paisaje modificado para el uso turístico y conservando siempre las áreas naturales.

No obstante lo anterior, a fin de realizar una evaluación de las características de los componentes del paisaje se optó por utilizar la metodología de valor escénico o calidad visual de Bureau of Land Management (BLM, 1980) en donde se evalúan independiente los principales componentes biofísicos y arquitectónicos del paisaje y las cualidades intrínsecas del espacio visual, estableciendo tres niveles de calidad visual intrínseca conforme al siguiente cuadro:

Peso	Descripción
0	Sin importancia
1	Muy poco importante
2	Poco importante
3	De cierta importancia
4	Importante
5	Muy importante

En virtud de lo expuesto, la ponderación o valorización para el sitio es la siguiente:

Elementos	Criterio	Puntuación
Relieve	Colinas suaves, pendiente plana, pocos o ningún detalle singular	0
Agua	Agua en movimiento en las colindancias del predio (mar caribe)	3
Vegetación	Variedad de tipos de vegetación, pero similar en todo el SA	3
Fauna	Escasa dentro del predio y de amplia distribución en el SA	2
Fondo escénico	El paisaje circundante incrementa moderadamente la calidad visual en el conjunto	4

Elementos	Criterio	Puntuación
Rareza	Los tipos de vegetación son comunes en el sistema ambiental	2
Actuación humana	Modificaciones intensas dadas las obras que se desarrollan en los alrededores	4
<b>Total</b>		<b>18</b>

Ahora bien, de acuerdo con el método elegido tenemos los siguientes niveles de calidad visual intrínseca:

- ✓ Alta calidad visual: áreas con rasgos singulares y sobresalientes (puntaje del 20 al 33).
- ✓ Media calidad visual: áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, pero que resultan comunes en la región estudiada y no son excepcionales (puntaje del 12 al 19).
- ✓ Baja calidad visual: áreas con muy poca variedad de elementos, en la forma, color, línea (puntaje del 0 al 11).

De acuerdo a la evaluación y valoración del paisaje del área de estudio se tiene que el nivel de calidad visual es media toda vez que el relieve es relativamente plano; aunque la vegetación y por tanto el fondo escénico son de cierto modo importantes, los ecosistemas aledaños y por tanto los patrones cromáticos que propician son muy comunes en el Sistema Ambiental y en el estado debido a que no es raro encontrar esos tipos vegetales; la fauna en el sitio del proyecto es escasa dada la fuerte actividad humana que se hace presente en especial durante los horarios laborales y el agua sólo alcanza un valor de cierta importante toda vez que es visible de algunas partes del predio.

Por su parte, la capacidad de absorción del paisaje para el proyecto se evaluó utilizando la metodología de Yeomans (1986), la cual asigna puntajes a un conjunto de factores del paisaje considerados determinantes de estas propiedades para posteriormente comparar el resultado con una escala de referencia (ver tabla siguiente).

Escala de referencia		
Baja = < 15	Moderada = 15 y < 30	Alta = > 30

A continuación se presentan los factores considerados, las condiciones en que se presentan y los puntajes asignados a cada condición

Análisis de la calidad visual del paisaje					
Componente	Criterios	Puntaje		Observación	
		Nominal	Numérico		
Pendiente (P)	Poco inclinado (0-25% de pendiente)	Alto	3	Toda vez que el sitio del proyecto tiene relieve relativamente plano en donde son ausentes las pendientes significativas.	
	Inclinación suave (25-55% pendiente)	Moderado	2		
	Inclinado (pendiente >55%)	Bajo	1		
Estabilidad del suelo y erosionabilidad (E)	Poca restricción por riesgos bajos de erosión e inestabilidad y buena regeneración potencial. Restricción moderada debido a ciertos riesgos de erosión e inestabilidad y regeneración potencial.	Alto	3	La zona no es susceptible a erosiones considerables dadas las características del terreno	
	Restricción alta derivada de riesgos altos de erosión e inestabilidad, pobre regeneración potencial.	Moderado	2		
		Bajo	1		
Potencial estético (R)	Potencial bajo	Alto	1	El potencial estético es alto debido a que las colindancias del sitio de proyecto se encuentran cubiertas principalmente por desarrollos turístico, residenciales, vialidades y vegetación	
	Potencial moderado	Moderado	2		
	Potencial alto	Bajo	3		
Diversidad de vegetación (D)	Vegetación escasa	Alto	3	Es posible apreciar más de dos tipos de vegetación	
	Hasta dos tipos de vegetación	Moderado	2		
	Diversificada	Bajo	1		
Actuación antrópica (C)	Fuerte presencia antrópica	Alto	3	La presencia antrópica es de importante magnitud por las obras que ahí se realizan	
	Presencia moderada	Moderado	2		
	Casi imperceptible	Bajo	1		
Contrastes de color (V)	Elementos de bajo contraste	Alto	1	Si bien existe vegetación en las inmediaciones del sitio del proyecto, los elementos aportan un contraste visual moderado al observador	
	Contraste visual moderado	Moderado	2		
	Contraste visual alto	Bajo	3		

Ahora bien, para la estimación de la capacidad de absorción del paisaje se utilizó la siguiente formula:

$$CAV = P \times (E + R + D + C + V)$$

Donde:

P = Pendiente

E = Erosionabilidad

R = Potencial

D = Diversidad de la vegetación

C = Contraste de color

V = Actuación humana

Resultando en lo siguiente una vez asignados los valores:

$$\text{CAV} = 3 \times (3 + 2 + 1 + 3 + 2) = 33$$

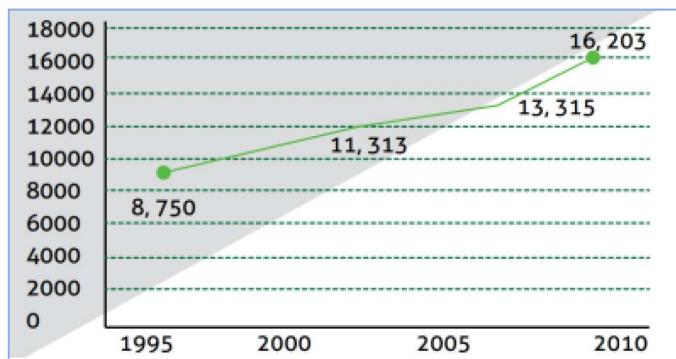
De acuerdo con el resultado anterior el paisaje se clasifica con una capacidad alta de absorción visual ante las modificaciones antrópicas, por lo que se concluye que paisajísticamente el proyecto es viable toda vez que no se podrá en riesgo la calidad escénica con el desarrollo del proyecto, maxime considerando que se ubicará dentro de una edificación perteneciente al actual hotel que se construye y por lo que en conjunto se reitera que el proyecto previsto no ponen en riesgo el medio perceptual en que se desarrolla más aun a sabiendas que se realizará dentro de una superficie totalmente construida de un Hotel.

#### **IV.4 MEDIO SOCIOECONÓMICO**

##### **Demografía**

A nivel municipal Isla Mujeres tiene una extensión de 1,100 Km<sup>2</sup> y comprende la Isla de Mujeres, Isla Blanca, Isla Contoy y una parte continental en se pretende realizar el proyecto que nos ocupa.

De acuerdo con el último conteo de Población y Vivienda realizado por el INEGI del 2010, el municipio de Isla Mujeres cuanta con una población de 16,203 habitantes correspondientes al 1.22% del total de habitantes de todo el estado de Quintana Roo (ver figura siguiente). De ese total, 8,358 son hombres y 7,845 son mujeres. Mismo que representa un incremento poblacional de 7,753 habitantes en un periodo de 15 años.



A nivel del sistema ambiental, que refiere prácticamente a la superficie delimitada por el PPDU Península Chacmuchi abarcando cerca del 4.5% del territorio municipal. Dicha porción comprende la franja con orientación turística y ambiental más importante del territorio continental de Isla Mujeres, con suelo de conservación y cuerpos de agua interiores en un 48% y de suelo aprovechable en un 52%.

El territorio de la Península de Chacmuchi sobre la que se delimita el sistema ambiental constituye hoy la única reserva de vocación turística en el noroeste del Estado de Quintana Roo, en la que el litoral no presenta humedales entre el continente y el mar.

Actualmente se estima que se tiene una población de 100,000 mil habitantes sólo en la Península Chacmuchi.

## Tenencia de la tierra

La tenencia de la tierra de las diferentes áreas y predios de la Península de Chacmuchi presenta una gran mayoría de predios de propiedad privada, tanto los que pertenecen a desarrolladoras como los que están pulverizados en diferentes propietarios, con distintos grados de información o autorización por parte de la autoridad municipal.

## Vialidad, Comunicaciones y Transporte

Las vías de Comunicación terrestre en la zona continental del municipio que Comunican el sistema ambiental con la zona metropolitana de Cancún, es la continuación de la Av. Puerto Juárez, la cual cubre una distancia de 4 km. A excepción de este camino pavimentado, el resto de las vías de Comunicación son caminos rurales que Comunican algunas localidades con Puerto Juárez. Cabe mencionar que en la zona del proyecto se están construyendo nuevas vías de

---

acceso a los desarrollos hoteleros como el de Playa Mujeres, mismas que servirán para mejorar la Comunicación de la zona.

En relación con la Comunicación marítima con la Isla, en Punta Sam se encuentra la terminal de trasbordador, así como el muelle que ofrece el servicio de transporte local.

Dentro del sistema ambiental la vialidad actual es de 2 carriles y está relacionada con el camino federal al Puerto Punta Sam, esta misma vialidad da acceso al condominio de Costa Mujeres que a su vez cuenta con vialidades paralelas que dan acceso a los lotes del condominio, entre ellos, el predio del proyecto. El resto de los caminos hacia Isla Blanca y predios privados son rurales.

Dentro del sistema ambiental se tiene transportación pública mediante camiones de ruta sólo en su primera mitad; a la parte norte sólo es posible el acceso a través de vehículos privados, de arrendamiento y taxis de la zona.

### **Salud y Seguridad Social.**

La población establecida en la parte continental del municipio es muy baja, su atención se ha integrado al esquema de atención ciudadana del municipio contiguo de Benito Juárez, en donde la SSA, el IMSS y el ISSSTE les dan asistencia en salud.

Según información de la CONAPO, se estima que la tasa anual de mortalidad infantil para el municipio es de 22. En relación a las enfermedades más comunes, se encuentran las infecciones respiratorias agudas.

### **Educación**

De los ocho municipios que conforman el estado, el municipio de Isla Mujeres cuenta con la población más baja, con un total de 13,315 habitantes. Según recientes estadísticas del INEGI, el municipio cuenta con una población adulta (15 años o más) de 7,564 personas y un nivel de analfabetismo de 5.1%.

Cabe señalar que dentro del sistema ambiental no existen datos precisos de su población y no existen centros educativos de ningún tipo.

### **Manejo del agua y su aprovechamiento**

La dotación del vital líquido para los usos de aprovechamiento urbano está bajo la responsabilidad de los desarrolladores y al acuerdo que se llegue entre los

---

propietarios pulverizados y el Municipio. Los desarrolladores solicitarán al Organismo Operador del Agua en la localidad o al Municipio, la factibilidad del suministro, asimismo y por convenir a sus intereses, los promotores pueden optar por los sistemas de tecnologías para la desalación de agua de acuerdo a las regulaciones y normas aplicables.

Por lo que toca a las aguas residuales, dentro del sistema ambiental existen varios hoteles que cuentan con su propia PTAR. Para el caso particular del predio del proyecto, el condominio cuenta con su debida instalación hidrosanitaria que canaliza las aguas residuales de los diferentes lotes hacia la PTAR del mismo condominio.

### **Manejo de los residuos sólidos**

Para el manejo de los residuos sólidos y su disposición final, dentro del sistema ambiental los desarrollos incorporaron el terreno y las instalaciones básicas en forma de estación de transferencia para las acciones de separación, recolección y compactación de los residuos orgánicos o sobrantes a los procesos anteriores, de acuerdo con norma, recogiendo por parte del Municipio el residuo compactado para que bajo la responsabilidad de éste se realice su disposición final.

### **Turismo.**

Conforme a lo datos más recientes específicamente para esta zona donde se delimita el sistema ambiental, se tiene que actualmente se presenta un mínimo de 1.52 millones de visitantes y se cuenta con 14,900 cuartos de hotel.

### **Energía eléctrica:**

Actualmente existe una línea aérea de transmisión para la demanda eléctrica de Playa Mujeres de 13.8 kilowatts conectadas al sistema de CFE, esta línea fue costeada por los desarrolladores. También existe una línea de alta tensión subterránea y parte de la subestación eléctrica está dentro del desarrollo Playa Mujeres, independiente al circuito actual que alimenta los desarrollos de la Zona de Punta Sam, la cual es una línea construida hace algún tiempo

### **Recreación y deporte**

Dentro del sistema ambiental existe una escuela de tenis dentro de las instalaciones del Hotel Palladium y algunos campos de golf propiedad de los mismos hoteleros.

## Agricultura

En general la zona y en particular el SA no tiene suelos aptos para actividades agrícolas por lo que estas son escasas y se refieren únicamente a la siembra de maíz en terrenos no mecanizados y de temporal.

## Ganadería

La ganadería en el municipio es incipiente, se reporta un inventario de ganado bovino de aproximadamente 350 cabezas, 800 cabezas de porcino, aproximadamente lo mismo de ovinos y escasa población de aves de corral. Dentro del sistema ambiental no se cuenta con datos estadísticos al respecto, sin embargo, la ganadería no se hace presente y los pocos animales que existen son de traspatio.

## Pesca

La actividad pesquera es importante en la economía del municipio en su parte Insular. Se cuenta con una flota camaronera, langostera y de pesca de escama. Existen 5 cooperativas pesqueras dedicadas principalmente a la captura de langosta, camarón y caracol, las especies de escama son capturadas por los pescadores libres.

Dentro del SA se cuenta con algunos grupos organizados que realizan la pesca de auto consumo

## Industria

Con excepción de la empacadora de pescado en Isla Mujeres, la actividad industrial se reduce a algunos talleres mecánicos, tortillerías y otras microindustrias.

Dentro del sistema ambiental no se tienen registradas actividades industriales.

## IV.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

El sistema ambiental constituye una zona destinada al uso de suelo turístico a través que la construcción y operación de hoteles y residencias de playa fomentando la conservación del manglar y otras áreas naturales definidas en un plan maestro previamente autorizado de conformidad con los instrumentos ecológicos y urbanos aplicables; por ende, parte de la vegetación natural del

---

sistema ambiental y del predio ha sido removida dando paso a las obras y otra se conserva en cumplimiento a las restricciones de aprovechamiento dictadas por el ordenamiento ecológico y la autoridad ambiental.

Si bien dentro del sistema ambiental muchos de los CUSTF, actividades, obras y demás infraestructura hotelera y habitacional se encuentran al margen de la ley, otra mínima parte de los predios no lo están y sus obras y actividades carecen de regulación alguna propiciando pérdidas importantes en la cobertura vegetal, erosión del suelo y manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos que propician la contaminación del medio terrestre y marino.

Como ya se mencionó, dentro del SA existen ecosistemas de alto valor ecológico como el manglar y la duna; no obstante el proyecto que se pretende realizar no conlleva afectaciones ambientales a estos ecosistemas toda vez que dentro del predio del proyecto no existen ejemplares de mangle y la vegetación que comprende las áreas de restricción, entre ellas la duna, permanecerá siempre en su estado natural; en pocas palabras, de las obras que se prevén, una estará albergada en su totalidad dentro de edificaciones del actual hotel en construcción y los 4 pozos se implementarán cuidadosamente sobre una superficie previamente afectada que corresponde a las áreas ajardinadas del mismo hotel, por lo que se reitera que no se removerá vegetación de ningún tipo y por tanto no se pretenden aprovechar superficies ajenas a las ya autorizadas para el hotel mediante oficio resolutivo 04/SGA/0346/18 de fecha 27 de febrero de 2018.

Es importante señalar que el citado hotel en donde se desarrollará el proyecto cuenta con diversos programas que en su momento fueron autorizados por esta Secretaría a fin de minimizar los efectos sobre el medio; lo que aunado a lo ya descrito, hacen del proyecto algo ambientalmente viable siguiendo al pie las medidas propuestas en capítulos posteriores

En tanto a la calidad ambiental de la zona, como bien se señaló líneas arriba, esta corresponde a un área urbanizada y en este sentido, el proyecto que se propone, se inserta adecuadamente a su entorno, ya que promoverá el abasto de agua potable al Hotel reduciendo la presión a la infraestructura municipal.

En lo referente a la hidrogeología local, que podría ser el aspecto ambiental que pudiera resultar con mayor grado de afectación, es relevante hacer notar que en base a los estudios sobre la disponibilidad de las aguas subterráneas, es posible obtener la concesión para su aprovechamiento en los volúmenes planteados sin poner en riesgo el balance hídrico de la región, ya que la cuenca se considera no sobreexplotada, lo que significa que actualmente la recarga del manto aun es mayor que la extracción.

Una vez contado con las autorizaciones correspondientes para el proyecto, se establecerán mantenimientos periódicos del equipo, así como capacitación constante y efectiva al personal que operará la planta para prevenir cualquier tipo de afectación al medio.

En cuanto a las tendencias del sistema ambiental, claramente se encamina hacia un incremento en el impacto por la actividad turística/antrópica en la zona; sobre todo en los predios que aún se conservan en estado natural. Este aspecto no es necesariamente negativo, pues los desarrollos turísticos que actualmente se construyen y operan en el sistema ambiental y al margen de la ley, brindan bienestar a miles de familias de la región y muchos de ellos establecen medidas mitigantes y compensatorias que permiten dar continuidad a los procesos biológicos de la zona; ejemplo de ello son la protección y manejo de tortugas marinas, la conservación de áreas de restricción, del manglar, restauración de superficies afectadas, protección de la duna, manejo adecuado de residuos, entre muchas otras.

---

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Bajo el supuesto de que cualquier modificación que ocurra en el ambiente a consecuencia de las acciones que propone el proyecto pueden ser consideradas como impactos ambientales de acuerdo a lo estipulado en la LGEEPA, se propuso la siguiente metodología a fin de identificar y evaluar las posibles repercusiones que pudiese tener el proyecto sobre el medio ambiente.

No obstante lo anterior, debe recordarse que el sitio en donde se sitúa el proyecto que se somete al procedimiento de evaluación corresponde a una zona urbanizada dentro de la zona continental de Isla Mujeres en donde proliferan proyectos turísticos; asimismo se puede anticipar que dadas las características y alcances del proyecto, los posibles impactos negativos que pudiese tener su desarrollo respecto al sitio y su sistema ambiental, serán mínimos considerando su diseño, las medidas propuestas y que dichas afectaciones difícilmente podrían ser consideradas como generadoras de desequilibrio ecológico alguno.

Para evaluar el impacto ambiental se seleccionó el método de Matriz de Cribado el cual permite identificar los impactos ambientales mediante la interacción de las actividades del proyecto con los distintos elementos del medio ambiente que pudieran ser afectados.

La selección del método de evaluación propuesto se debe a principalmente a la posibilidad de evaluar cualitativa y cuantitativamente los impactos; asimismo permite ponderar los efectos, puede adecuarse a cualquier proyecto y permite obtener un índice global de los efectos que tendrán las acciones del proyecto sobre el medio.

Como primer paso se procedió a establecer los indicadores de impacto en función de la definición general establecida por Ramos 1987 y cuya premisa se basa en identificar como indicador aquellos elementos a afectar por un agente de cambio, con lo que se obtiene una aproximación precisa respecto a las interacciones entre elementos del medio y el proyecto.

Con base en los indicadores de impacto se realizó la matriz de evaluación (valoración cualitativa) en donde se establecieron las interacciones entre las obras y actividades del proyecto respecto a los elementos de ambiente (ver tabla siguiente).

			Preparación del sitio e instalación						Operación y mantenimiento		
Abióticos	Suelo	Pérdida		Contratación de personal	Gestión de autorizaciones y concesiones	Delimitación de superficies y limpieza	Operación de vehículos automotores y equipo	Compra de materiales y renta de equipo	Perforación de pozos	Instalación de planta de ósmosis e hidráulicas	Generación de RSU y de las instalaciones
		Contaminación									Contratación de personal operativo
	Hidrología subterránea	Calidad									Extracción de agua subterránea
	Atmosfera	Calidad del aire									Descarga de agua de rechazo Mantenimiento y limpieza de la POI e instalaciones hidráulicas
Bióticos	Fauna	especies nativas									
	Flora	especies nativas									
Perceptual	Paisaje	Calidad visual									
Socioeconómico	Laboral	Empleos									
	Comercial	compra, venta y renta									

Una vez definidas las interacciones entre los componentes del medio y las actividades del proyecto se procedió a la asignación de valores mediante la fórmula modificada propuesta por Gómez Orea 1998. Dicha fórmula permite realizar una valoración cuantitativa y se encuentra compuesta por nueve criterios subdivididos en rangos cuya sumatoria de valores permitirá determinar más adelante el valor de importancia de cada impacto identificado (ver tabla siguiente).

No.	Criterio	Rango	Valor
1	Carácter	Positivo: benéfico Negativo: perjudicial	+ -
2	Intensidad	Alta: destrucción total o máximo beneficio del factor ambiental involucrado Media: superior al 50% del factor ambiental involucrado Baja: menor al 50% del factor ambiental involucrado	3 2 1
3	Causa-efecto	Directo: Efecto inmediato – relación directa con la causa	2

No.	Criterio	Rango	Valor
4	Extensión	Indirecto: No tiene relación directa	1
		Extenso: Superior a la superficie que ocupa el SA	3
		Parcial: superficie mayor al sitio, pero menor al SA	2
5	Momento	Puntual: Sólo afecta la superficie en donde ocurre	1
		Largo plazo: El efecto aparece luego de 3 meses	3
		Mediano plazo: aparición del efecto luego de un mes, pero menor a 3 meses.	2
6	Persistencia	Corto plazo: Aparece al mes o menos.	1
		Permanente: persiste durante todo el proyecto	3
		Temporal: persiste más de un mes	2
7	Periodicidad	Fugaz: persiste de un día a un mes	1
		Continuo: ocurrencia constante y permanente en el tiempo	3
		Periódico: ocurrencia regular e intermitente en el tiempo	2
8	Reversibilidad*	Irreversible: No regresa a su estado original aun terminando la acción que lo generó	2
		Reversible: regresa a su estado original cuando acaba la acción	1
9	Recuperabilidad**	Irrecuperable: No desaparece al concluir la acción aun implementando medidas	3
		Mitigable: se aplican medidas correctivas para reducir el efecto	2
		Recuperable: desaparece al concluir la acción causal	1
		Preventivo: se aplican medidas que impiden su manifestación	0

**Formula: +/- (3I + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)**

\* El criterio no se considera para evaluar los impactos al medio socioeconómico, puesto que los elementos que lo integran no son de tipo natural.

\*\*El criterio no aplica a los impactos positivos toda vez que las medidas de mitigación y prevención se aplican sólo para impactos negativos.

En virtud de lo arriba expuesto, a continuación se presentan los impactos identificados para el proyecto:

### Aportación a la economía

El impacto será reflejado en el sector laboral y comercial prácticamente durante toda la vida útil del proyecto, pues durante todas sus etapas se requerirá de la contratación de personal técnico, de obra y operativo; asimismo se motivará el flujo de economía entre los establecimientos comerciales de los municipios del estado en virtud de que el equipo, maquinaria materiales y demás artículos

necesarios para la ejecución del proyecto serán adquiridos contribuyendo a la economía local.

A continuación se presenta la evaluación del impacto:

Criterio	Rango	Observaciones	Valor
Carácter	Positivo	Produce un beneficio para la sociedad.	+
Intensidad	Baja	La mano de obra que se requiere no es significativa, por lo que la intensidad el impacto se considera baja.	1
Extensión	Parcial	La mano de obra y equipo provendrá del mismo municipio	2
Causa-efecto	Directo	La mano de obra y equipo se requerirá desde un inicio y será constante.	2
Momento	Corto plazo	La generación de ingresos por parte del trabajador y comercios será inmediata.	1
Persistencia	Permanente	La aportación económica será durante toda la vida útil del proyecto	3
Periodicidad	Constante	La aportación a la economía se considera constante toda vez que se reflejará durante todas las etapas del proyecto.	3
Reversibilidad	-	No aplica (ver apartado anterior)	0
Recuperabilidad	-	No aplica (ver apartado anterior)	0

## Disturbio a la fauna

Si bien el proyecto se ubicará dentro de las instalaciones de un hotel en donde es frecuente la actividad antrópica y por ende la fauna es escasa toda vez que la mayoría ha migrado hacia otros terrenos naturales. Parte de esta puede refugiarse en las áreas de conservación del predio; en donde, al no estar restringida su movilidad, puede darse el caso de que algún organismo cruce al interior del área de aprovechamiento.

Es por ello que, considerando que si no se tiene un manejo adecuado de residuos sólidos urbanos y de instalación, estos pueden ser dispersos por el viento hacia el límite del área de aprovechamiento con las áreas de restricción que conservan su

vegetación, los mismos pueden representar un riesgo para la curiosidad de ciertos organismos confundiéndolos incluso con alimento causándoles daño.

Es así que durante la etapa de preparación del sitio del proyecto la fauna puede verse impactada toda vez que desde el inicio de los trabajos la presencia humana y con ello la generación de residuos será hará presente. A continuación se presenta la evaluación del mismo:

Criterio	Rango	Observaciones	Valor
Carácter	Negativo	Ocasiona la perturbación de las especies faunísticas.	-
Intensidad	Baja	La presencia humana ahuyentará a la fauna del sitio; sin embargo, considerando las características ambientales y ubicación de los pozos, se prevé que la fauna occurrente sea escasa; por lo que se anticipa un valor de intensidad mínimo	1
Extensión	Puntual	La perturbación a la fauna no se extenderá más allá de la superficie del predio.	1
Causa-efecto	Directo	El efecto causante de perturbación será la generación y el manejo inadecuado de residuos derivado de las personas que laborarán en el sitio.	2
Momento	Corto plazo	La perturbación es inmediata	1
Persistencia	Temporal	La perturbación ocurrirá sólo durante la etapa de preparación del sitio y en horarios laborales.	3
Periodicidad	Irregular	Los eventos son impredecibles y discontinuos toda vez que la fauna es escasa y dada la actividad antrópica ésta prefiere resguardarse lejos de la obra.	1
Reversibilidad	Irreversible	En el caso extremo de ingesta de ciertos residuos por parte de algún ejemplar faunístico, ello puede ser irreversible causándole daño.	2
Recuperabilidad	Preventivo	Se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto se manifieste. El Hotel en donde se desarrollará el proyecto cuenta con un programa de manejo de residuos en ejecución.	0

## Contaminación del medio

La contaminación del medio puede tener repercusiones en la flora, la fauna y el suelo; lo anterior considerando que un manejo inadecuado de los residuos sólidos, líquidos y residuos derivados de la instalación que pudieran generarse durante la etapa de preparación del sitio del proyecto podrían ser arrastrados por el viento o arrojados por los trabajadores hacia las áreas de restricción del predio teniendo repercusiones sobre el suelo, la flora y fauna nativa.

La evaluación de peste impacto se presenta a continuación:

Criterio	Rango	Observaciones	Valor
Carácter	Negativo	Ocasiona la contaminación de los recursos ya señalados.	-
Intensidad	Baja	En caso de no existir un adecuado manejo de estos, la contaminación no occasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 50 % de los mismos.	1
Extensión	Parcial	La contaminación de los recursos puede alcanzar una superficie mayor a la del proyecto, pero siempre dentro de los límites del predio y el sistema ambiental	2
Causa-efecto	Indirecto	El proyecto como tal no será la causa, ésta más bien se relaciona con un manejo inadecuado de los residuos por parte de los trabajadores.	1
Momento	Corto plazo	Una posible contaminación de los recursos naturales ocurrirá en un tiempo mucho menor a un mes, por lo que se considera un impacto que ocurriría a corto plazo.	1
Persistencia	Fugaz	La perturbación ocurrirá por menos de una semana, pues se advierte la limpieza del sitio del proyecto (hotel) se realizará diariamente al terminar la jornada laboral.	1
Periodicidad	Periódico	Se manifestará de forma regular dependiendo las actividades del proyecto que pudieran generarlo.	1
Reversibilidad	Reversible	Los agentes contaminantes serían recuperados de inmediato y por lo tanto podrían ser suprimidos del medio.	1
Recuperabilidad	Preventivo	Se aplicarán medidas preventivas específicas para evitar que el impacto se manifieste.	0

## Afectación al suelo

El suelo fértil ha sido previamente removido y rescatado desde los inicios de la construcción del Hotel; es por ello que se anticipa que dicho impacto será mínimo en virtud de que el suelo únicamente se verá afectado o reducido de forma puntual en sus capas inferiores y exclusivamente en los sitios donde se realizarán las perforaciones de los 4 pozos.

Se realizó la valoración correspondiente resultando lo siguiente:

Criterio	Rango	Observaciones	Valor
Carácter	Negativo	Ocasiona la afectación del recurso	-
Intensidad	Baja	La afectación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 50 % de los mismos, pues la afectación del suelo será mínima en función de las dimensiones de las perforaciones.	1
Extensión	Puntual	La afectación será de manera mínima y puntual exclusivamente en donde se perforarán los pozos.	1
Causa-efecto	Indirecto	El suelo se afectará de forma directa e inmediata una vez que se ejecuten las perforaciones.	1
Momento	Corto plazo	La afectación ocurrirá en un tiempo mucho menor a un mes, por lo que se considera un impacto que ocurriría a corto plazo.	1
Persistencia	Permanente	La afectación permanecerá durante la vida útil del proyecto toda vez que esa parte del suelo se perderá.	3
Periodicidad	Irregular	Se anticipa que el efecto del impacto será únicamente mientras se lleven a cabo estas actividades	1
Reversibilidad	Reversible	Este impacto se considera reversible una vez que las instalaciones o el equipamiento de los pozos se lleven a cabo	1
Recuperabilidad	Mitigable	Este impacto es mitigable, en virtud de que al hacer los ademes del pozo, se evitarán y reducirán los efectos sobre el suelo.	2

### Disminución de la calidad del Aire

Durante las actividades implicadas en la preparación del sitio, se prevé la generación de partículas que podrían quedar suspendidas en el aire debido a la acción del viento, lo que en su caso, podría ocasionar afectaciones al medio circundante.

La valoración de dicho impacto se presenta a continuación en la siguiente tabla:

Criterio	Rango	Observaciones	Valor
Carácter Intensidad	Negativo Baja	Ocasiona la afectación del recurso La afectación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 50 % de los mismos. Es decir, la cantidad de sedimentos que podrían generarse es mínima.	- 1
Extensión	Parcial	Toda vez que las partículas puedes transportarse con el viendo hacia diferentes partes del predio.	2
Causa-efecto	Directo	La afectación se deriva del proyecto y es inmediata.	2
Momento	Corto plazo	La afectación ocurrirá en un tiempo mucho menor a un mes, por lo que se considera un impacto que ocurriría a corto plazo.	1
Persistencia	Fugaz	La afectación persiste menos de un día dada las corrientes de viento que existen en la zona.	1
Periodicidad	Irregular	Se manifestará durante parte de la etapa preparativa del sitio.	1
Reversibilidad	Reversible	Una vez que deja de ocurrir el agente causal la calidad del aire en el sitio regresará a su estado inicial, ya que las partículas caerán por su propio peso al cesar la corriente de viento.	1
Recuperabilidad	Preventivo	Es posible prevenirlo mediante el previo humedecimiento del suelo.	0

## Reducción en la calidad del paisaje

Si bien como se ha mencionado la planta desaladora se situará dentro una edificación existente ajena al paisaje natural, los pozos quedarán dentro de una zona ajardinada; por lo que la presencia de la maquinaria que realizará la perforación alterará mínimamente el paisaje. No obstante aun cuando se optó por considerar dicho impacto, se reitera considerar la dimensión del proyecto y el sitio

urbanizado (hotel) donde en donde se encuentra y el hecho de que no se removerá vegetación de ningún tipo y por tanto no se aprovecharán nuevas áreas.

La evaluación del impacto se presenta en la siguiente tabla:

Criterio	Rango	Observaciones	Valor
Carácter	Negativo	Ocasiona la afectación del recurso	-
Intensidad	Baja	La afectación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 50 % de los mismos. Asimismo debe considerarse el entorno hotelero donde se pretende desarrollar el proyecto.	1
Extensión	Puntual	La calidad visual del paisaje se refleja más allá del sitio donde se ejecutarán pero no fuera de predio.	1
Causa-efecto	Directo	La maquinaria que lo genera se relacionan de forma directa con el proyecto.	2
Momento	Corto plazo	Si bien no se contempla la reducción de vegetación que se desarrolla de forma natural en las restricciones del predio, la calidad paisajística disminuye de forma inmediata con la presencia de la maquinaria.	1
Persistencia	Fugaz	La afectación al medio perceptual permanecerá sólo mientras la perforadora está en el sitio.	1
Periodicidad	Irregular	Se manifestará sólo mientras la perforadora está en el sitio	1
Reversibilidad	Reversible	El sitio por sí solo regresaría a su estado original una vez concluida la perforación	1
Recuperabilidad	Recuperable	El aspecto negativo desaparecerá al concluir la actividad	1

### Afectación a la calidad del agua subterránea durante perforación de pozos

Con la apertura de los pozos y el retiro de las capas de suelo, el acuífero subterráneo quedará expuesto con la probabilidad de ser afectado por contaminarlo. Se realizó la valoración correspondiente resultando lo siguiente:

Criterio	Rango	Observaciones	Valor
Carácter	Negativo	Ocasiona la afectación del agua subterránea.	-
Intensidad	Baja	La superficie que quedará descubierta es	1

Criterio	Rango	Observaciones	Valor
		mínima y puntual. La afectación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, ni mucho menos rebasará el 50 % de los mismos.	
Extensión	Puntual	La afectación será de manera mínima y puntual considerando que sólo será el sitio donde se perforarán los pozos.	1
Causa-efecto	Indirecto	El agua subterránea se afectará de forma indirecta y se presentaría en caso de que coincidan momentos adversos que involucren escurrimientos o descargas directas de contaminantes sobre los pozos.	1
Momento	Corto plazo	La afectación ocurrirá en un tiempo mucho menor a un mes, por lo que se considera un impacto que ocurriría a corto plazo.	1
Persistencia	Fugaz	La actividad que puede desencadenar este impacto se llevaría a cabo en un periodo corto tiempo.	1
Periodicidad	irregular	De llegar a ocurrir, sería durante la etapa preparativa y de instalación y en una única ocasión.	1
Reversibilidad	Reversible	Dependiendo del agente contaminante la afectación de la calidad del agua podría regresar a su estado original.	1
Recuperabilidad	Mitigable	De ser el caso, se aplicarán medidas mitigantes evitar la afectación del medio por sedimentos	1

### Afectación a la calidad del agua subterránea por inyección de aguas de rechazo.

El proyecto requiere de la extracción de agua salobre para transformarla en potable para su uso dentro de las actividades del hotel. Del proceso de ósmosis inversa resultará una cantidad menor de agua pero con mayor concentración de sales la cual será inyectada a una profundidad por mucho mayor a la de extracción; sin embargo podrían existir afectaciones en la interfase salina. La valoración del impacto es la siguiente:

Criterio	Rango	Observaciones	Valor
Carácter	Negativo	Puede ocasionar la afectación de la calidad agua subterránea.	-
Intensidad	Media	Al afectarse la interfase salina, también se	2

Criterio	Rango	Observaciones	Valor
		afecta la profundidad del acuífero dulce y del estrato salobre La afectación no ocasionará la destrucción total de los recursos impactados, pero se considera como medio toda vez que el daño puede extenderse.	
Extensión	Parcial	La afectación será en una superficie mayor al sitio, pero no mayor al sistema ambiental.	2
Causa-efecto	Indirecto	El agua subterránea se afectará de forma indirecta y se presentaría en caso de que coincidan momentos adversos como la descarga de un volumen importante (excedente) de agua residual con una concentración de sales por mucho mayor a la que se prevé que se viertan por el proyecto	1
Momento	largo plazo	La afectación podría ocurrir durante la vida útil del proyecto.	3
Persistencia	Fugaz	La actividad puede desencadenarse en un periodo menor a un mes, pues con los monitoreos y mantenimientos del equipo este sería detectado en un plazo corto.	2
Periodicidad	irregular	De llegar a ocurrir, sería en una única ocasión.	1
Reversibilidad	Irreversible	La afectación de la calidad del agua por intrusión de una mayor cantidad de sales podría ser irreversible.	2
Recuperabilidad	Irrecuperable	Una vez que se afecte el nivel de los estratos del agua, no es posible recuperar las condiciones actuales del acuífero.	3

De acuerdo con lo anterior y aplicando la fórmula modificada propuesta por Gómez Orea (+/- (3I + 2Ex + Ce + Mo + Pe + Pr + Rv + Rc)) tenemos los siguientes valores totales para cada uno de los impactos previstos.

#### ✓ Aportación a la economía

$$+/- (3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 3 + 3 + 0 + 0) = +16$$

#### ✓ Disturbio a la fauna

$$+/- (3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 3 + 1 + 2 + 0) = -14$$

✓ **Contaminación del medio**

$+/- (3(1) + 2(2) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0) = -12$

✓ **Afectación al suelo**

$+/- (3(1) + 2(1) + 1 + 1 + 3 + 1 + 1 + 2) = -14$

✓ **Disminución de la calidad del Aire**

$+/- (3(1) + 2(2) + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0) = -13$

✓ **Reducción en la calidad del paisaje**

$+/- (3(1) + 2(1) + 2 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) = -12$

✓ **Afectación a la calidad del agua subterránea durante perforación de pozos**

$+/- (3(1) + 2(1) + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) = -11$

✓ **Afectación a la calidad del agua subterránea por inyección de aguas de rechazo**

$+/- (3(2) + 2(2) + 1 + 3 + 2 + 1 + 2 + 3) = -22$

Con base en la valoración arriba presentada se procedió a organizar los impactos en orden descendente de acuerdo a su relevancia (Jerarquización) considerando lo siguiente:

Categoría	Valor	Descripción
Significativo	= ó > 31	Provoca alteraciones en los ecosistemas y/o en la salud, obstaculizando la existencia seres vivos y la continuidad de los procesos naturales.
Moderado	de 20 a 30	En caso de ser negativo, ocasiona un daño sobre algún elemento del ambiente, pero sin producir un desequilibrio ecológico o un daño grave al ecosistema, sin embargo el impacto puede modificar la condición original del componente ambiental.
Bajo o nulo	de 10 a 19	Ocasiona una variación sobre algún elemento ambiental o en su caso hace referencia a un impacto positivo poco relevante, sin embargo la condición original del componente ambiental se ve modificada al

Categoría	Valor	Descripción
		mínimo.

En virtud de la jerarquización anterior, se advierte que los impactos identificados para el proyecto se albergan en su totalidad dentro de la categoría jerárquica más baja toda vez que sólo uno de ellos alcanzó valores superiores a los 19 puntos tal como se muestra en la siguiente tabla:

Impacto ambiental identificados	Valor de importancia
Aportación a la economía	+16
Disturbio a la fauna	-14
Contaminación del medio	-12
Afectación al suelo	-14
Disminución de la calidad del aire	-13
Reducción en la calidad del paisaje	-12
Afectación a la calidad del agua subterránea durante perforación de pozos	-11
Afectación a la calidad del agua subterránea por inyección de aguas de rechazo	-22

Mediante la evaluación de los apartados anteriores podemos concluir que el proyecto en su conjunto traerá como consecuencia la generación de 8 posibles impactos ambientales, 7 de categoría baja o nula, de los cuales 6 son negativos y 1 es positivo y sólo un impacto negativo de categoría moderada.

Aunado a lo anterior deben recordarse lo siguientes puntos:

Que las características naturales del sitio fueron previamente modificadas por el actual hotel que se encuentra en construcción.

Que el sitio se encuentra expuesto a presiones antrópicas derivadas del ambiente hotelero y en consecuencia no implica una pérdida relevante de valor ambiental para la zona toda vez que el proyecto que nos ocupa estará dentro de una edificación existente y el resto (los 4 pozos) se ubicarán en zonas ajardinadas del mismo hotel.

Que el proyecto no promueve la remoción de vegetación natural y por tanto no se occasionará destrucción ni fragmentación de ecosistemas. Las áreas verdes

naturales que componen actualmente las áreas de restricción (conservación) del hotel permanecerán de la misma forma y no se afectará ninguna especie en riesgo.

Que dadas las características particulares del sitio la escasa fauna ocurrente se encuentra refugiada en las áreas de conservación del predio del hotel; además de que las obras no representarán barreras geográficas para su dispersión. Todas las especies presentes son de amplia distribución y comunes dentro del sistema ambiental.

Que los efectos sobre ecosistemas naturales son mínimos y en su totalidad previsibles o mitigables.

En virtud de lo arriba expuesto se puede afirmar que ambientalmente el proyecto es viable en toda vez de que su desarrollo no representa riesgos de importancia para los ecosistemas, las poblaciones silvestres, la salud humana, ni mucho menos podría desencadenar un desequilibrio ecológico.

---

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente apartado se describen las diversas medidas que contempla el proyecto a fin de evitar o atenuar que los impactos previsibles para el proyecto se manifiesten.

### VI.1 Medidas Preventivas

Desde los trabajos de delimitación de identificación y delimitación de superficies la puesta en marcha del proyecto traerá consigo un mayor movimiento de trabajadores dentro del predio, por lo que previo a cualquier actividad del proyecto *in situ* y posterior a la contratación del personal que se requerirá para la implementación de las obras y actividades, se dará una **plática ambiental** en donde se dará a conocer el procedimiento de trabajo, los alcances del proyecto y la resolución emitida por la autoridad, así como todas las medidas que se consideran para evitar o atenuar los efectos adversos sobre el medio ambiente.

Por lo que toca a la fauna, se advierte que durante todas las etapas del proyecto la simple presencia del personal hará que la fauna se mantenga alejada y resguardada en las áreas de conservación (restricción) e incluso migre por sus propios medios fuera del predio a otras áreas naturales, de ser necesario se realizarán **trabajos de ahuyentamiento faunístico** previo a la intervención de las áreas donde se colocarán los pozos y la POI; sólo en casos excepcionales se procederá al rescate de aquellos organismos terrestres que no puedan desplazarse por sus propios medios o que sean de lento desplazamiento. De forma inmediata, se **procederá a su reubicación en áreas de conservación** con que cuenta el predio. Todo lo anterior de conformidad con el programa de rescate y reubicación de fauna que actualmente cuenta el hotel. Es necesario mencionar que con la intención de minimizar los impactos sobre la fauna silvestre que pudiera ocurrir dentro del área ajardinada del predio durante la etapa de preparación del sitio e instalación, los **horarios laborales serán exclusivamente diurnos, de 8 a 17 horas**.

Una vez identificados los sitios y previamente al inicio de la perforación de los pozos y las instalaciones, se colocará una **barrera perimetral o tapial** de protección alrededor del área de trabajo (por ejemplo malla sombra o plástico negro) para prevenir la dispersión de polvos y daños accidentales sobre la vegetación nativa colindante de las áreas de restricción del predio.

---

Asimismo manera de prevención, durante todas las etapas del proyecto y previo a cualquier obra o actividad, se considera la **c colocación de señalética** o letreros alusivos tales como protege la flora y la fauna silvestre; no perturbar a la fauna ni alimentarlos, prohibido tirar basura, no utilizar fuego, paso restringido a zonas de conservación, entre otros.

Por lo que toca a la disminución de la calidad del aire, se cuidará que la empresa transportadora de los equipos y aquella que realizará a perforación de los pozos, **cuenten con vehículos y maquinaria en óptimo estado mecánico** que garantice emisiones acordes a lo estipulados en la normatividad aplicable y con ello a su vez se prevengan posibles derrames de aceites. Esta medida será de carácter preventivo. Asimismo los trabajos de perforación se realizarán siguiendo siempre las especificaciones técnicas y cuidando en todo momento la instalación de los ademes a fin de prevenir y reducir los efectos adversos sobre la erosión o desprendimiento del suelo que pudiera afectar a su vez el acuífero.

De cualquier forma, también como medida preventiva hacia los vehículos y maquinaria, se contará con un **equipo de atención a derrames** accidentales. Mismo que servirá también para posibles sustancias potencialmente contaminantes del medio. Algunos productos que con base en experiencias en campo han sido útiles y han dado buenos resultados son el Loose Fiber® o similares.

Cabe mencionar que dadas las dimensiones del proyecto quedará estrictamente prohibido que durante la etapa de preparación del sitio e instalación los trabajadores introduzcan y consuman alimentos al sitio del proyecto; para lo cual contarán con su respectiva hora de comida para que puedan desplazarse al interior del área de empleados del hotel; lo que garantiza que no existan residuos sólidos urbanos dentro de las superficies de trabajo. Aunado a ello, a manera de prevención **se colocarán contenedores de residuos sólidos con tapa hermética** debidamente identificados por tipo para poder depositar los residuos que puedan derivarse durante la instalación de equipo y tubería. Al final de la jornada laboral se verificará la separación de residuos para posteriormente ser dispuestos adecuadamente en las cámaras de residuos del hotel den predio.

A todo lo anterior debe señalarse que el Hotel del que formará parte el proyecto, cuenta ya con **un programa de manejo de residuos sólidos líquidos y peligrosos, así como un programa de reutilización y reciclaje de residuos no peligrosos**, a los cuales será integrado el proyecto que da origen al presente manifiesto.

---

Asimismo a fin de prevenir la contaminación del medio por micción y defecación al aire libre, durante todas las etapas del proyecto se **brindará acceso a los trabajadores a los sanitarios de empleados del hotel; de así requerirse, se contará con el arrendamiento de sanitarios portátiles** a razón de uno por cada diez trabajadores. El mantenimiento y disposición final de los residuos estará a cargo y será responsabilidad de la empresa debidamente acreditada que se contratará para la prestación del servicio.

**La nula remoción de vegetación natural** y por tanto la conservación de esta dentro de las áreas de restricción del predio durante toda la vida útil del proyecto, le permitirá a ésta seguir prestando servicios ambientales tales como el brindar refugio a la fauna ocurrente, protección del suelo, otorgando calidad visual y manteniendo el acervo genético de las especies nativas, entre otros.

Durante la operación del proyecto y como medida preventiva, se prevén **mantenimientos periódicos semestrales de la POI** y sus componentes. De igual forma se prevé la vigilancia constante en los tableros de control para garantizar el adecuado funcionamiento de la misma y evitar impactos ambientales sobre la calidad del agua a consecuencia de las aguas de rechazo.

Otras medidas que se consideran son las siguientes:

- ✓ Involucrar las obras y actividades del proyecto dentro del **programa de vigilancia ambiental** con que actualmente cuenta el hotel que fue autorizado por esta Secretaría dentro del mismo predio a través del oficio 04/SGA/0346/18.
- ✓ Involucrar actividades del proyecto dentro del **programa de rescate y reubicación de fauna** con que actualmente cuenta el hotel que fue autorizado por esta Secretaría dentro del mismo predio a través del oficio 04/SGA/0346/18.

---

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1 Escenario del sitio sin proyecto.

El sitio del proyecto permanece como hasta ahora, el espacio dentro de la edificación donde se pretende colocar la POI se mantiene sin uso y las áreas ajardinadas libres de los pozos previstos.

Las áreas naturales del predio que corresponden a las áreas de restricción se mantienen como áreas de conservación, por lo que los procesos biológicos y los servicios ambientales que brindan permanecen, manteniendo la diversidad de especies florísticas, hábitats y alimento para la fauna silvestre, favoreciendo la captura de carbono, la generación de oxígeno, la protección del suelo, captación de agua, etc.

Dentro de algunos meses, el Hotel donde se pretende ejecutar el proyecto tiene previsto dar inicio a su operación, pero considerando que la infraestructura para el suministro de agua aun no está lista en esa zona y que no existen las conexiones al interior del predio, esto en su conjunto representará una pérdida económica importante para el promovente toda vez que el Hotel será inoperante sin el recurso hídrico quedando parado hasta contar con la infraestructura necesaria ya sea municipalizada o a través de una POI.

Esto repercute también sobre la gran generación de empleos que estará pausada para operar las instalaciones del hotel, situación que no incrementa la oferta laboral ni repercute positivamente sobre la economía local, el sector turístico nacional e internacional ni en lo que corresponde al aspecto comercial del municipio y el estado a través de la compra de insumos, entre otros.

Los programas y medidas establecidas en la MIA-P del Hotel donde se pretende ubicar el proyecto siguen ejecutándose tal como fue previsto.

El paisaje no tiene cambio alguno pues las edificaciones del hotel no aumentan. La calidad del aire se mantiene como hasta ahora y el tráfico de vehículos automotores es el mismo.

### VII.2 Escenario del sitio con proyecto sin medidas

Con próxima ejecución del proyecto la derrama económica por la adquisición del equipo se incrementa, máxime si consideramos que directamente la POI permitirá

---

que el Hotel en donde se colocará podrá operar en los tiempos previstos incrementándose la derrama a nivel local e incluso estatal a través de la adquisición de insumos, equipo, maquinaria, etc.

Si bien la POI genera pocos empleos, al permitir el suministro de agua al Hotel y con ello garantizar su operatividad, repercutirá de forma importante con la generación de empleos para la gente de Isla Mujeres y Benito Juárez principalmente.

Dentro de la edificación del hotel se coloca una POI y se perforan dos pozos de aprovechamiento e inyección de agua de rechazo (también dos).

Al no existir una capacitación o platica ambiental a los trabajadores ni señalética que indique las prohibiciones e invitén al cuidado del medio ambiente, los trabajadores desconocen que existen restricciones y medidas preventivas para reducir los posibles impactos ambientales; por lo que en consecuencia las afectaciones al medio se hacen presentes.

La vegetación se ve afectada toda vez que la superficie para la implementación de los pozos no fue previamente identificada y delimitada, por lo que al estar cercana a las áreas de restricción del predio los trabajadores podan y aplastan la vegetación más próxima e incluso perforan uno de los pozos sobre dichas áreas.

Esta situación se agrava ya que no se instaló una barrera de protección o tapial colindante con las áreas de trabajo, propiciando escurrimientos de material y polvo sobre la vegetación colindante. En pocas palabras, no se respetan las áreas naturales afectando la flora y perturbando a su vez la fauna ocurrente.

La carencia de un manejo adecuado de residuos sólidos repercute en el paisaje y contamina el medio, pues los trabajadores se alimentan dentro del sitio y sus desechos los tiran a placer en las áreas de restricción (conservación). Asimismo, dado que no se contempla la instalación de sanitarios portátiles ni se usan las instalaciones del hotel, los trabajadores optan por realizar sus necesidades fisiológicas sobre la vegetación contribuyendo a la contaminación del medio.

De igual forma, durante la implementación de los pozos, no se tomaron las medidas para prevenir disposición de elementos contaminantes hacia su interior y eso causa su contaminación derivado de imprudencia de los trabajadores e incluso por el inadecuado mantenimiento preventivo de la maquinaria.

Asimismo, durante la operación de la POI no se ejecutan revisiones y mantenimientos preventivos del equipo, por lo que se desconoce la calidad del

---

agua que se está inyectando y con ello las alteraciones a la hidrología subterránea, situación que se agrava conforme pasa el tiempo.

El paisaje se mantiene, sólo se ve mínimamente mermado por los daños que sufrió la vegetación natural de la zona de restricción por la perforación de los pozos.

La calidad del aire tampoco sufre cambios drásticos, pues sólo se alteró durante el tiempo que operó la maquinaria de perforación y tan pronto se concluyeron los trabajos está regresó a la normalidad debido a los fuertes vientos que cruzan la zona.

### **VII.3 Escenario del sitio con proyecto y con medidas de mitigación.**

El proyecto se desarrollará tal como se ha manifestado en el estudio y ejecutando en todo momento las medidas propuestas en favor del medio, de tal forma que no provoca daños al ambiente, la salud humana, ni es un elemento generador de desequilibrios ecológicos en la región; siendo éste ambientalmente viable y acorde al paisaje urbano (instalaciones hoteleras) donde se pretende desarrollar.

Con la colocación de señalética en conjunto con las pláticas ambientales, el tapial o barrera perimetral y la identificación precisa de los sitios de perforación, la vegetación natural no se ve afectada y continúa prestando sus servicios ambientales al interior de las áreas de restricción del predio. Aunque la fauna es escasa, ésta no es perturbada por los trabajadores quienes previamente fueron instruidos para salvaguardarla.

Existe un manejo adecuado de residuos tanto de la instalación y sólidos urbanos generados por los trabajadores. Se realiza la limpieza de la zona diariamente durante toda la vida útil del proyecto.

Durante la etapa operativa la revisión y el mantenimiento preventivo constante de la POI y los pozos permiten su óptimo funcionamiento; lo anterior se ve reforzado a través de los registros periódicos que se envían a CONAGUA mediante los sensores que se colocan en los pozos; lo que en su conjunto evita poner en riesgo el acuífero.

### **VII.4 CONCLUSIONES**

El análisis de la ejecución del proyecto se realizó a fin de conocer los posibles impactos o efectos que pudiese tener respecto al medio físico, social y natural en que se desarrollará considerando las características actuales del sitio donde se

---

pretende desarrollar el proyecto (un hotel), las particularidades del mismo y el sistema ambiental en donde se alberga.

Como resultado se obtuvo que si bien existirán impactos negativos, su puesta en marcha también tendrá consecuencias positivas. Bajo dicha premisa debe recordarse que los pocos impactos negativos identificados se albergan en su mayoría dentro de la categoría de impactos bajos o nulos y sólo uno moderado, los cuales de no prevenirse podrían ocasionar una leve variación sobre ciertos elementos ambientales, pero no provocarán daños graves al medio ambiente ni mucho menos representarán riesgo para los ecosistemas obstaculizando la existencia de seres vivos y la continuidad de procesos naturales que darían pauta a un desequilibrio ecológico.

Aunado a lo anterior debe señalarse que, para cada uno de los posibles impactos identificados, se han considerado medidas de prevención y en su caso de mitigación que evitarán o anularán en gran parte su aparición.

Otro punto importante es la ubicación sobre la que se ejecutará el proyecto, pues al estar dentro de una edificación previamente autorizada, no comprende remoción de vegetación natural en ninguna de sus etapas y por tanto no fragmentará los ecosistemas del SA, por lo que se garantiza la continuidad a los servicios ambientales dentro del predio y el sistema en que se desarrolla.

El hecho de que el proyecto se sitúe dentro de un ambiente previamente urbanizado con uso turístico y destinado por los instrumentos para tal fin, conservando parte de su vegetación y restringiendo ciertas obras y actividades ajenas a las propuestas, ratifica la viabilidad del proyecto previsto siempre cuidando al máximo los aspectos ambientales y ejecutando las medidas propuestas en tiempo y forma.

Es por todo lo anterior que se puede concluir que en términos ambientales el proyecto es factible en virtud de que no provocará daños al ambiente, la salud humana, ni será un elemento generador de desequilibrios ecológicos en la región.

---

**VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES****VIII.1 BIBLIOGRAFÍA.**

American Ornithologists Union. 1982. Thirty-fourth supplement to the American Ornithologist' Union check-list of North American birds. Supplement to the Auk. 99 (3): 15 pp.

Arellano-Rodríguez J.A., Flores Guido J.S., Tun Garrido J. y M.M. Cruz Bojorquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Fascículo 20. UADY, CONACyT, 815 pp.

Arita, H. T. y G. Ceballos. 1997. Los Mamíferos de México: Distribución y Estado de Conservación. Revista Mexicana de Mastozoología 2:33-71.

Arita, H. T., Vázquez, D. E. 2003. Fauna y la Conservación de la Provincia Biótica Yucateca: Biogeografía y Macroecología. Pp. 69 – 93.

Begon, M; Harper, J.L and Townsend, C. R. 1986. Ecology. Individuals population, and communities. Ed.

Botello, S.Villanueva-Fragoso, J. Gutiérrez, y J.L.Rojas Galaviz (ed.). Vulnerabilidad de las zonas costeras mexicanas ante el cambio climático. SEMARNAT-INE, UNAMICMyL, Universidad Autónoma de Campeche. 514p.

Cabrera, C. E; Sousa, S. M. y Téllez V. O. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. CIQRO. Chetumal, Quintana Roo. México. 222 pp.

Calderón M. R., Baena B. U., Calmé, S. 2008. Anfibios y reptiles de la reserva de la biosfera de Sian ka'an y zonas aledañas, segunda edición, México; COMPAC, ECOSUR, CONABIO Y SHM A.C.

Carnevali F.C.G., Tapia Muñoz J.L., Duno de Stefano R. e I.M. R. Morillo. 2010. Flora ilustrada de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán. 326 p.

Ceballos, G. y Oliva, G. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO. Fondo de cultura Económica. México.

Cherkiss, M. S., H. E. Fling, F. J. Mazzotti, K. G. Rice, y M. D. Conill. 2005. Wildlife.

Conesa, F. V; Conesa, R. V; Conesa, R. L y Ros, Garo, V. 2003. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. España. 3<sup>a</sup>. Ed. 412 pp.

Dachary, D.M and Burne, H. 1984. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley International edition. USA. 547 pp.

Delgado P. y S.M. Stedman. 2004. The U.S. Caribbean Region: Wetlands and Fish a Vital Connection. |, National Oceanic and Atmospheric Administration. 32 p.

Desarrollo Turístico Costa Mujeres 23QR2010T0028 y 23 QR2016TD001

Diccionario de la Real Academia Española (Vigésima segunda edición, 2001).

Edwards, E. P. 2003. A Field Guide to the Birds of México and Adjacent Areas: Belize, Guatemala, and El Salvador. University of Texas Press, U. S. A. 209 pp.

Flores J.S. y Espejel C. I. 1994. Tipos de vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora yucatanense. Fascículo 3. Universidad Autónoma de Yucatán. 135p.

Flores-Villela, O. y L. Canseco-Márquez. 2004. Nuevas Especies y Cambios Taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n. s.) 20(2): 115-144

Flores-Villela, O., F. Mendoza, y G. González. 1995. Recopilación de Claves para la Determinación de Anfibios y Reptiles de México. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología Número 10. Facultad de Ciencias, UNAM. México.

Franco Lopez Jonathan. 2011. Ecología y conservación. Editorial Trillas, SA de CV. México, D.F.

Frost, Darrel R. 2006. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 4 (17 August 2006). Electronic Database accesible at <http://research.amnh.org/herpetology/amphibia/index.php>. American Museum of Natural History, New York, USA.

Fundación Universitaria Iberoamericana. S.f. Compilación para el título de maestría en evaluación del impacto ambiental. Jimenez-Valverde Alberto, Hortal Joaquin. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista ibérica de Aracnología. Madrid, España.

Howell, S. N. G., y S. Webb. 1995. A Guide to the Birds of México and Northern Central America. Oxford University Press, New York. 851 pp.

Howell, S. y Webb, S. 1995. A guide to the birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press.

Jimenez-Valverde Alberto, Hortal Joaquin. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. Revista ibérica de Aracnología. Madrid, España.

---

Jones, K. B. 1986. Chapter 14. Amphibians and Reptiles. Pp 267-290. In: Cooperrider, A. Y., R. J. Boyd, and H. Stuart, eds. Inventory and monitoring of wildlife habitat. U.S. Dept. Inter., Bur. Land Manage. Service Center. Denver, Co. XVIII, 858 pp.

Juárez-Palacios, J.R., Chacón-Hernández, A., Pasquetti, G., Rojas, L., Zarate, D., Alafita, H. 2006. Reflexiones y acciones para el Desarrollo Turístico Sostenible, derivadas de la evaluación de Impacto Ambiental en el Caribe Mexicano. Sistema Ambiental Punta Bete – Punta Maroma. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.112 pp.

Krebs, C. 1985. Ecología. Estudio de la distribución y la abundancia. Harla. México. 754 pp.

Lee. J.C. 2000. A field guide to the amphibians and reptiles of the maya World. Department of Biology, University of Miami. Llamosa, E. y Rodríguez, G. 2008. Aves comunes de la Península de Yucatán. Primera Edición. Editorial Dante. México. Pp. 144.

Llorente-Bousquets, J., y S. Ocegueda. 2008. Estado del conocimiento de la biota, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la bioversidad. CONABIO, México, pp. 283-322.

López-González C. A. 1991. Estudio prospectivo de los vertebrados terrestres del corredor turístico Cancún-Tulúm, Quintana Roo, México. Tesis de Licenciatura. UNAM. Estado de México, México.

Lugo, Ariel E., y S. C. Snedaker. 1974 The ecology of mangroves. Annual Review of Ecology and Systematics 5:39-64.

Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal.

Manzanilla, J. y Péfaur, J. 2000. Consideraciones sobre métodos y técnicas de campo para el estudio de anfibios y reptiles. Rev. Ecol. Lat. Am. Vol7, No. 1-2, Art. 3, pp. 17-30

Medellín, R., H. T. Arita y O. Sánchez. 1997. Identificación de los Murciélagos de México: Clave de campo. Publicaciones especiales Núm. 2. Asociación Mexicana de Mastozoología C. México.

Peterson, R. y Chalif, E. 1989. A field guide to Mexican Birds. Boston, New York.

Ramírez-Pulido, J., J. Arroyo-Cabrales, y A. Castro-Campillo. 2005. Estado Actual y Relación Nomenclatural de los Mamíferos Terrestres de México. Acta Zoológica Mexicana. (n. s.) 21(1):21-82.

Reid, A. F. 1997. A field guide to the mammals of central America and Southeast Mexico. Oxford University Press. Nueva York Reijnen, M.J. y Thissen, J. 1987. The effects from road traffic on breeding bird populations in woodland. Annual Report 1986, Leersum : Research Institute for Nature Management. 121-132.

---

Smith, H. M. 2005. Plethodon: A Replacement Name for Most Members of the Genus Eumeces in North America. Journal of Kansas Herpetology No 14. 15 pp.  
Solomon et al., 1998

UQROO. 2005. Programa Estatal de Ordenamiento Territorial. Caracterización natural. Universidad de Quintana Roo, México. 92 pp.

Wilson, D. E. y D. M. Reeder. 1993. Mammal Species of the World: A Taxonomic and Geographic Reference. Smithsonian Institution Press. U. S. A.

Wüster, W., J. E. Ferguson, J. A. Quijada-Mascareñas, C. E. Pool, M. G. Salomao, y R. S. Thorpe. 2005. Tracing and Invasion: Landbridges, Refugia, and the Phylogeography of the Neotropical Rattlesnake (Serpentes: Viperidae: *Crotalus durissus*).

Se consultaron además diversas páginas web tales como los sitios oficiales de SEMARNAT, Conagua, Conafor, INEGI, Conanp y Conabio.

## VIII.2 ELABORACIÓN DE PLANOS E IMÁGENES

Se utilizó el programa Quantum GIS y AutoCAD 2010 en diferentes escalas y se proyectaron en coordenadas UTM, Datum WGS 84, Zona 16Q, N.

Las imágenes satelitales se obtuvieron a través del programa Google Earth Pro, configurado a UTM, Datum WGS 84, Zona 16Q, N. que corresponde al área de estudio.

Se utilizaron también los datos vectoriales de instituciones como CONABIO e INEGI.