



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

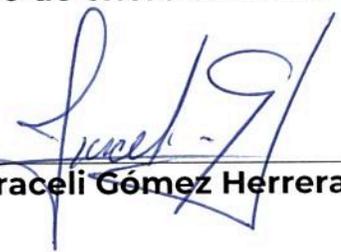


2020

LEONA VICARIO
REVENEDITA MADRE DE LA PATRIA

- 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-0002/11/19**.
- III. **Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el RFC de personas física, en página 9.
- 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 identificable.
- V. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución **011/2020/SIPOT**, en la sesión celebrada el **20 de enero de 2020**.

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.



CAPÍTULO I

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

INDICE

1.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	3
1.1	NOMBRE DEL PROYECTO	3
1.2	DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.....	3
1.2.1.	Sector	3
1.2.2.	Subsector	3
1.2.3.	Tipo de proyecto.....	3
1.3	ESTUDIO DE RIESGO Y MODALIDAD.	3
1.4	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
1.4.1.	Entidad federativa	3
1.4.2.	Municipio o delegación:	3
1.4.3.	Localidad:.....	3
1.4.4.	Coordenadas geográficas:	3
1.5	ANTECEDENTES.....	6
1.6	NATURALEZA DEL PROYECTO.	7
1.7	TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.....	9
2.	DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.	9
2.1	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.	9
2.2	REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTE (RFC).	9
2.3	NOMBRE Y CARGO DEL APODERADO GENERAL	9
2.4	RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL.....	9
2.5	DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE.....	9

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Planta desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach

1.2 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.

1.2.1. Sector: Turismo.

1.2.2. Subsector: Turístico

1.2.3. Tipo de proyecto: Obras hidráulicas

1.3 ESTUDIO DE RIESGO Y MODALIDAD.

No se requiere

1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El predio donde se pretende construir el proyecto **Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach** es propiedad de la empresa Inmobiliaria Coco Beach Sociedad Anónima de Capital Variable, conforme a lo estipulado en la Escritura Pública Número 12,388 de fecha 14 de octubre de 2002, pasada ante la fe del Lic. Luis Miguel Cámara Patrón, titular de la Notaria Pública No. 30, Estado de Quintana Roo (Anexo 1). El predio se localiza en la manzana 007, región 06 lote 1 en la localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo, y cuenta con una superficie total de 14,779.74 m².

1.4.1. Entidad federativa: Quintana Roo.

1.4.2. Municipio o delegación: Solidaridad

1.4.3. Localidad: Playa del Carmen

1.4.4. Coordenadas geográficas:

De acuerdo con las escrituras de propiedad, las medidas y colindancias del predio son las siguientes.

- Al Norte: En 120.36 m más 49.97 m con calle Cisne
- Al Sur: En 142.85 m con calle Gaviotas, más 12 m con calle Albatros, más 62.74 m con lote cuatro
- Al Este: En 39.92 m, más 48 m con Zona Federal Marítimo, más 13.87 m con Lote cuatro

- Al Oeste: En 72.80 m con calle Flamingo.

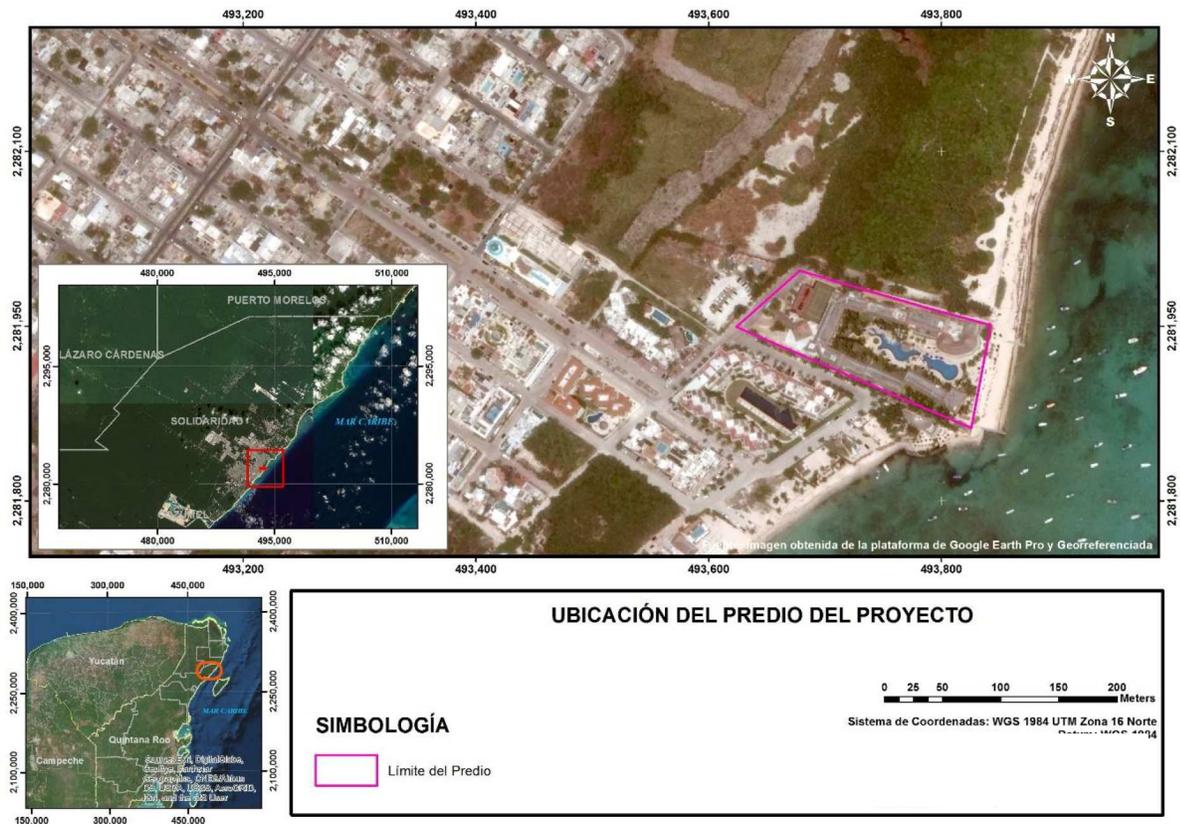


Figura 1. Localización nacional, estatal y regional del proyecto.

1.5 ANTECEDENTES.

Para el desarrollo del proyecto “Hotel Reef Club Coco Beach”, la empresa Inmobiliaria Coco Beach, S.A. de C.V. obtuvo autorización en materia de impacto ambiental que fue emitida por la Dirección General de Impacto Ambiental mediante el oficio No. S.G.P.A-DGIRA-DIA-0677/02 de fecha 08 de agosto de 2002 (Anexo 2).

A través del oficio No. S.G.P.A-DGIRA-DIA-0677/02 de fecha 08 de agosto de 2002, se autorizó la construcción de las obras listadas en el cuadro que se muestra a continuación. Asimismo, se estableció una vigencia de diez años para la etapa de preparación del sitio y construcción y veinte años para la operación y mantenimiento del hotel. Por lo que el complejo turístico cuenta con autorización vigente para lo relativo a la operación y mantenimiento.

Cuadro 1. Distribución de superficies de desplante de obras

Obra	Superficie (m²)
Edificios	2,949.80
Área de servicios	1,068.06
Estacionamiento	829.17
Motor Lobby	153.69
Cafetería	1,629.47
Acuabar	77.75
Alberca (Vaso principal)	860.45
Total de superficie desplantada	7,568.39
Vialidades interiores	3,064.88
Área de playa	1,022.12
Áreas verdes	4,034.00
Superficie total del predio	15,698.39

El Hotel Reef Club Coco Beach se encuentra actualmente en operación y cuenta con todos los servicios necesarios, tales como agua, luz, teléfono, planta de tratamiento, servicios administrativos y de mantenimiento, directamente de la infraestructura que otorga el Municipio de Solidaridad.

1.6 NATURALEZA DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en el desarrollo de una planta desaladora nueva integrada al complejo turístico "Hotel Reef Club Coco Beach". El sistema de potabilización de agua salada constituye una obra complementaria del hotel y servirá para abastecer 200 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios entre las que se incluyen: restaurantes, vestíbulo, sports-bar, gimnasio-spa, teatro, lobby y recepción, motor lobby, alberca y áreas ajardinadas. Para el funcionamiento de la planta, se requerirá la construcción de un pozo de captación y uno de rechazo, así como la instalación de equipos y dispositivos diseñados para cumplir con las etapas que forman parte del proceso de desalación y potabilización del agua, mismas que se listan a continuación.

1. Captación de agua salada.
2. Pretratamiento.
3. Sistema de Ósmosis inversa.
4. Postratamiento y limpieza.
5. Disposición de salmuera.

Conforme a lo estipulado en la Escritura Pública Número 12,388, volumen 96-D de fecha 14 de octubre de 2002, pasada ante la fe del Lic. Luis Miguel Cámara Patrón, titular de la Notaría Pública Número 30, Estado de Quintana Roo, el predio tiene una superficie total de 14,779.74 m², de los cuales la planta desaladora ocupará una superficie de 40 m² y quedará ubicada dentro del área de servicios y mantenimiento que ya está construida, en tanto que los pozos se ubicarán en las vialidades aledañas a esta área y se destinará una superficie de 8 m² para los dos pozos, de modo que corresponderán 4 m² a cada uno. De acuerdo con lo anterior, no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales.

Esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular se presenta con el objetivo de someter a evaluación en materia de impacto ambiental las obras correspondientes al proyecto "Planta desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach".

En la siguiente imagen se presenta la ubicación de la planta desaladora en el área de servicios y mantenimiento del Hotel Reef Club Coco Beach y la ubicación del pozo de captación y rechazo.



Figura 2. Ubicación de la planta desaladora dentro del hotel ya construido y operando.

1.7 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO.

Por las características propias del proyecto se puede considerar como permanente, debido a que su propósito es la instalación de una planta desaladora para abastecer de agua a un desarrollo turístico. Sin embargo, para fines prácticos del proyecto y estudio se considera una vida útil de 30 años.

2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

INMOBILIARIA COCO BEACH, S.A de C.V., es una empresa legalmente constituida a través de la Escritura Pública No. 10,274 vol. Septuagésimo séptimo de fecha 12 de abril de 2002, pasada ante la fe del Lic. Luis Miguel Cámara Patrón, titular de la Notaría Pública No. 30 de la Ciudad de Cancún, Estado de Quintana Roo (Anexo 3).

2.2 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTE (RFC).

GCB020412RR9 (Anexo 4).

2.3 NOMBRE Y CARGO DEL APODERADO GENERAL

El Apoderado general de la empresa Inmobiliaria Coco Beach, S.A de C.V., es el C. José Manuel Castrillón Borbolla, quien funge como apoderado general para Actos de Administración y Poder General para Pleitos y Cobranzas de la sociedad de acuerdo con el Acta No. 938, de fecha 08 de junio de 2017, pasada ante la de del Lic. Manuel Emilio García Ferrón, actuando como titular de la Notaría Pública No. 89 del Estado de Yucatán (Anexo 5).

2.4 RFC DEL REPRESENTANTE LEGAL

████████████████████

2.5 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE.

Calle Costera norte, Mz. 7, Lote 1, Col. Zazil –Ha, Playa del Carmen.

Código postal: 77710.

Entidad federativa: Quintana Roo.

Municipio o delegación: Solidaridad.

Teléfono(s): (984) 873 4120 ext.4601 y (984) 8772880 ext.6602

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

INDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.	3
1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.....	3
1.2 SELECCIÓN DEL SITIO.....	4
1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.....	4
1.4 INVERSIÓN REQUERIDA.	6
1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO.	6
1.6 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.	8
1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.	8
2. VOLÚMENES DE AGUA REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN DEL HOTEL.....	9
3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.	10
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO QUE RECIBIRÁ EL AGUA.....	17
3.2 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.	20
3.3 PREPARACIÓN DEL SITIO.	22
3.3.1 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO.....	22
3.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	22
3.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.	25
3.5.1 Operación.....	25
3.5.2 Mantenimiento.....	26
3.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.....	27
3.7 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.....	27
3.8 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.	27
3.9 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.	27
3.10 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.	29

1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO.

Sector: Turismo.

Subsector: Turístico.

Tipo de proyecto: Obras hidráulicas.

1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en el desarrollo de una planta desaladora nueva integrada al complejo turístico "**Hotel Reef Club Coco Beach**". El sistema de potabilización de agua salada constituye una obra complementaria del hotel y servirá para abastecer 200 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios. El hotel cuenta con restaurantes, vestíbulo, sports-bar, gimnasio-spa, teatro, lobby y recepción, motor lobby, alberca y áreas ajardinadas.

La planta desaladora ocupará una superficie de 40 m² y quedará dentro del área de servicios y mantenimiento del hotel que ya está construida. Contará con un pozo de captación y uno de rechazo, cada uno con una superficie de 4.0 m², sumando en total 8.0 m² de superficie destinada a pozos. Las líneas de conducción de agua salada también se desplantarán en áreas que ya están contempladas para aprovechamiento en el hotel. De acuerdo con lo anterior, no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales.

A continuación, se enlistan los componentes generales de la planta desaladora y sus obras relacionadas:

- Un pozo de captación para la alimentación de la planta de ósmosis inversa.
- Un pozo de rechazo.
- Filtro multimedia
- Módulo desalador de ósmosis inversa.
- Equipo de bombeo sumergible.
- Equipo de limpieza de membranas CIP.
- Instalación eléctrica/ mecánica/ control del cuarto de máquinas
- Líneas de conducción de agua salada (conexión entre la planta y los pozos).

El proyecto "Hotel Reef Club Coco Beach" fue autorizado en materia de impacto ambiental mediante el oficio resolutivo No. S.G.P.A-DGIRA-DIA-0677/02 de fecha 08 de agosto de 2002.

La instalación y puesta en operación de una planta desaladora en el hotel se justifica ampliamente, toda vez que permitirá que se lleve a cabo el abasto de agua potable para el proyecto sin que ello represente una limitación en la distribución de agua destinada para la población local, ya que el líquido será extraído a partir de un pozo

ubicado dentro del predio del hotel. A razón de ello, se anticipa que el impacto, directo y más significativo que genere la operación de la desaladora consistirá en la generación de salmueras en el agua de rechazo, las cuales pueden contener, además de sales disueltas, otras sustancias como fosfatos y sulfatos.

Es por lo antes expuesto que se ha optado por el equipamiento e implementación de una planta desaladora, ya que, entre las tecnologías para potabilizar aguas salinas o salobres, la ósmosis inversa, es por su costo, consumo energético, eficacia y requerimientos de espacio, la más rentable.

1.2 SELECCIÓN DEL SITIO.

Como ya se ha mencionado, la planta desaladora se considera como una obra complementaria para el servicio de un hotel en operación, la cual se ubicará en el área de servicios y mantenimiento del Hotel Reef Club Coco Beach, destinando para ello una superficie de 40.00 m². La ubicación de los pozos de captación y rechazo que se requieren perforar estarán ubicados en las vialidades aledañas al área de servicios y mantenimiento, con base en estudios de prospección geohidrológica realizados en un pozo exploratorio (Anexo técnico 1). Adicionalmente, se llevarán a cabo las gestiones necesarias a fin de obtener el título de concesión de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) para el aprovechamiento de aguas subterráneas y para perforar los pozos que se requieren para el proyecto.

1.3 UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.

El proyecto se llevará a cabo en el desarrollo turístico Hotel Reef Club Coco Beach, ubicado en la calle Costera norte, Manzana 7, Lote 1, en la localidad de Playa del Carmen, Municipio de Solidaridad, en el Estado de Quintana Roo (Figura 1).



Figura 1. Localización regional y local del predio

1.4 INVERSIÓN REQUERIDA.

Se estima que la inversión para el desarrollo de la Planta desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach es de aproximadamente \$ 294,000 USD (doscientos noventa y cuatro mil dólares 00/100 más I.V.A.) considerando la instalación del sistema de ósmosis inversa, perforación de pozos (de captación y rechazo), acomodo y puesta en marcha del equipo. Asimismo, la inversión requerida para las medidas de mitigación equivale a \$2,940.00 USD (dos mil novecientos cuarenta dólares 00/100) No se estima un periodo de recuperación del capital debido a que la planta misma formará parte de una inversión mayor que deberá recuperarse a largo plazo.

1.5 DIMENSIONES DEL PROYECTO.

La superficie total requerida para el proyecto se desglosa a continuación:

- A. Superficie total del predio:** La superficie total del predio correspondiente al desarrollo turístico **Hotel Reef Club Coco Beach**, en donde se desarrollará el proyecto es de 14, 779.74 m², lo cual consta en las escrituras de propiedad anexas al presente estudio.
- B. Superficie de aprovechamiento:** De acuerdo con el Oficio S.G.PA-DGIRA-DIA-0677/02, anexo a la presenta manifestación, El Hotel Reef Club Coco Beach cuenta con una superficie de aprovechamiento de 7,568.39 m² que representan el 51.21% del predio.

Para el desplante de la planta desaladora se prevé una superficie de aprovechamiento de 40.00 m² del área de servicios y mantenimiento. mientras que, para los pozos se requiere de 8.00 m², destinando 4.00 m² a cada uno, sumando en total una superficie de 48.00 m². Los pozos se ubicarán en las vialidades aledañas al área de servicios y mantenimiento, las cuales ya están cuantificadas en el área de aprovechamiento del hotel. Es decir, que no se requerirá ocupar superficie adicional del predio para su instalación.

En las siguientes figuras se presenta la ubicación en donde se pretende llevar a cabo la instalación de la planta desaladora para el Hotel Reef Club Coco Beach (Figura 2a y 2b), previa limpieza y acondicionamiento.



Figura 2a. Se muestra el área en la que se pretende instalar el equipo de ósmosis inversa requerido para la planta desaladora.



Figura 2b. Ubicación de la planta desaladora dentro del Hotel Reef Club Coco Beach.

1.6 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS.

Como se ha informado, la planta desaladora forma parte del Hotel Reef Club Coco Beach, mismo que fue autorizado mediante el Oficio resolutivo No. S.G.P.A.-DGIRA-DIA-0677/02 de fecha 08 de agosto de 2002. De ahí que las obras construidas se apegaron a lo establecido en el Plan de Ordenamiento Ecológico de la Región, denominado Corredor Cancún-Tulum publicado el 16 de noviembre de 2001, que en su momento resultaba aplicable y a través del cual, le fue conferida la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Ah4, cuya política es de aprovechamiento y su uso predominante es para asentamientos humanos y usos compatibles de flora y fauna, así como infraestructura turística.

En este orden de ideas, la planta desaladora y los pozos requeridos para su operación pretenden ubicarse en el área de servicio y mantenimiento con que cuenta el hotel y en las vialidades aledañas a esta área, por lo que no será necesario remover vegetación y no se requerirá superficie adicional de desplante.

1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.

Debido a que el proyecto "Planta desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach" es una obra complementaria del Hotel Reef Club Coco Beach cuyo estatus permanece en operación y, a que el predio donde se pretende realizar el proyecto en cuestión se encuentra ubicado en una zona en la que actualmente operan varios desarrollos turísticos que generan una importante fuente de empleo para la localidad, el proyecto contará con todos los servicios necesarios para su construcción y operación, mismos que se describen a continuación:

Vialidades de acceso: Se tendrá acceso al predio por Calle Flamingos.

Energía eléctrica: El abastecimiento de electricidad para la instalación y funcionamiento de la planta desaladora se llevará a cabo a través de la red de suministro e infraestructura de la Comisión Federal de Electricidad con que cuenta actualmente el Hotel Reef Club Coco Beach.

Agua: Durante las etapas de preparación y construcción, el agua cruda se abastecerá por medio de pipas del servicio público y será almacenada en tinacos plásticos de 1,000 a 10,000 litros de capacidad. En tanto que el agua potable que pudiera requerirse durante la preparación y construcción se obtendrá de la red de agua habilitada actualmente para la operación del hotel.

Por otro lado, una vez que la planta desaladora se encuentre en funcionamiento, el agua potable a suministrar será la obtenida del proceso de ósmosis inversa.

2. VOLÚMENES DE AGUA REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN DEL HOTEL.

Agua para Consumo Humano en operación: Tomando en cuenta que el promedio de gasto de agua es de 1.7 m³ x día x Habitación, y que el número de cuartos que pretenden abastecerse con la planta desaladora es de 200 habitaciones, el volumen anual demandado a capacidad plena es de 109,500.00 m³/año de agua potable de primera calidad para consumo humano (Cuadro 1).

Cuadro 1. Volumen de agua para consumo humano.

NÚMERO DE CUARTOS	1.7 M ³ /DÍA X CUARTO	M ³ /AÑO
200	340.00	124,100.00

Uso en Áreas de Servicios: Se considera que, en las áreas de servicio, el promedio utilizado por empleado es de 120 L por día, por lo que, si se considera que el hotel cuenta con 320 empleados, incluyendo personal de vigilancia, recursos humanos, gerencia, mantenimiento y cocineros el volumen diario que se demandará será de 38.4 m³ por día, es decir 14,016 m³/año (Cuadro 2).

Cuadro 2. Volumen de consumo de agua en áreas administrativas y de servicios.

SERVICIOS	100 LITROS POR EMPLEADO	
Empleados	320.00	Empleados
Índice	120.00	L/empleado/día
Volumen	38,400.00	L/día
	38.40	m ³ /día
TOTAL	14,016.00	m³/año

En suma, el gasto anual de agua potable que se contempla es de 138,116.00m³/año, o 378.4 m³/día.

Para lograr el suministro del volumen señalado, se requiere realizar la extracción de agua por medio de ósmosis. Se calcula que para producir 1,000 litros de agua dulce se requiere extraer 2,500 litros de agua salada con una concentración máxima de 36,000 mg/l de sólidos disueltos totales, de tal forma que se requiere extraer 345,290.00 m³ anuales de agua salada con los que se obtendrán 138,116.00 m³/año de agua dulce de primer uso para consumo humano. Resultado de esto, se rechazarán 207,174.00 m³/año de aguas saladas con concentraciones entre los 57,200 y 79,200 mg/l de sólidos disueltos totales. Después del uso del agua potable en habitaciones y servicios se producirá 110,492.80 m³/año (80%) de agua residual que será enviada a través de la red de drenaje municipal a la planta de tratamiento de aguas residuales para su depuración (Cuadro 3).

Cuadro 3. Volumen que se requiere extraer de agua salada para obtener la cantidad estimada de agua dulce para consumo humano, el volumen de rechazo y el agua residual que se producirá.

	m³/Año	m³/Día
EXTRACCIÓN	345,290.00	946.00
PRODUCTO	138,116.00	378.40
RECHAZO	207,174.00	567.60
AGUA RESIDUAL	110,492.80	302.72

De acuerdo con lo anterior, se requiere extraer un volumen de 946 m³/día de agua salada, que equivale a 10.95 lps. Derivado de lo anterior se producirán 378.40 m³/día y se rechazarán 567.60 m³/día de agua con salmuera.

3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para producir 500m³/día de agua potable derivada del proceso de ósmosis inversa, que equivale a 5.79 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 378.4 m³/día de agua, que equivale a 4.37 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Asimismo, se enfatiza en que es recomendable mantener un margen de 25% entre la capacidad máxima de producción de la planta y el volumen de producción requerido. En este sentido, se estima que se mantendría un margen de 24.32% con respecto a la planta que se propone. Asimismo, se manifiesta que, para efectos de operación de la planta, se habilitará un pozo de captación con capacidad para extraer hasta 11.00 lps, sin embargo, se mantendrá operando a razón de 10.95 lps.

La planta desaladora ocupará una superficie de 40.00 m² y quedará dentro del área de servicios y mantenimiento. Los dos pozos requeridos para su operación se ubicarán en el área de vialidades aledañas al edificio y comprenderán una superficie de 8.0 m² entre los dos.

A continuación, se enlistan los componentes generales de la planta desaladora y sus obras relacionadas:

- Sistema de pretratamiento (filtros multimedia, dosificador de inhibidor de incrustaciones y filtro pulidor de cartuchos).
- Sistemas de bombeo de alta presión y equipo de recuperación de energía.
- Sistema de potabilización de agua salada a través de ósmosis inversa (banco de membranas).
- Unidad de limpieza de membranas (CIP).
- Instrumentación y control.
- Un pozo de aprovechamiento para la alimentación de la planta de ósmosis y un pozo de rechazo para la salmuera, mismos que contarán con ademe de 10" de diámetro y, 8" de diámetro, respectivamente y con capacidad de inyección de hasta 7 lps.

En la siguiente figura se muestra el diagrama de proceso considerando la instrumentación requerida para llevar a cabo la desalación y potabilización del agua.

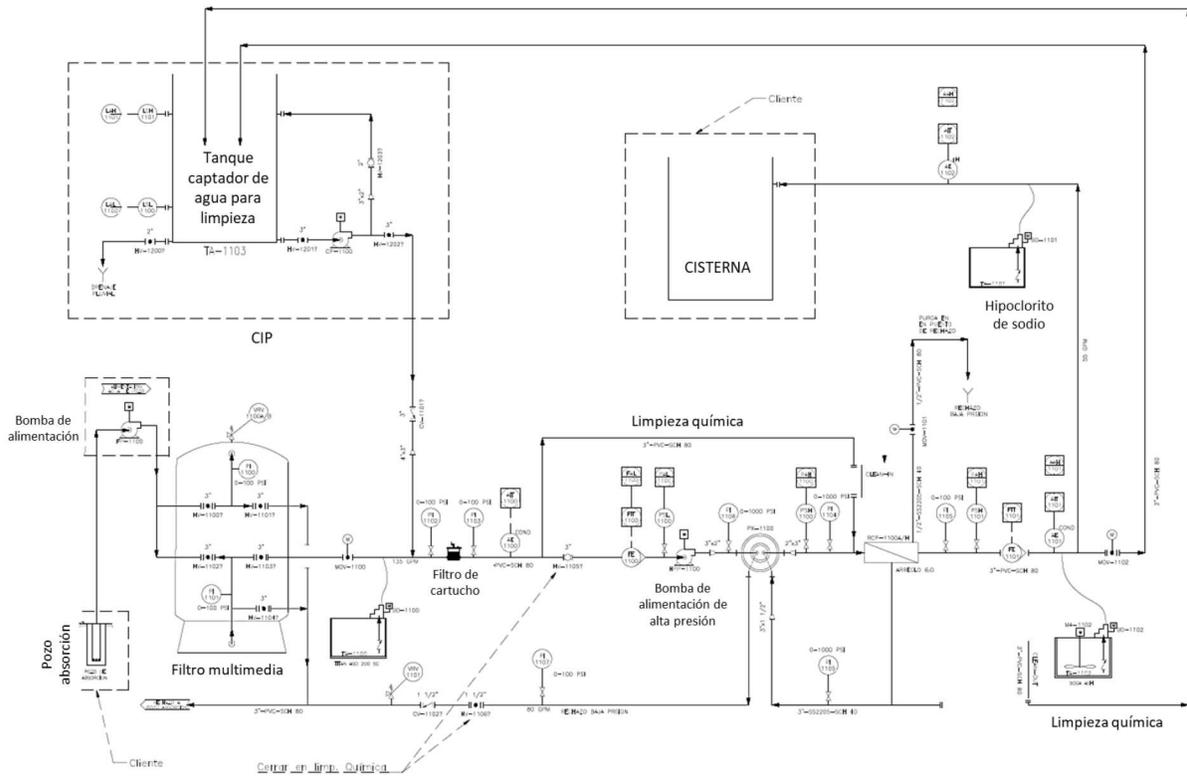


Figura 3. Diagrama de proceso para la desalación y potabilización del agua.

Características de los componentes

Pozos de captación y de rechazo

En lo que refiere al pozo de captación o aprovechamiento, se considera una profundidad de 15 m a partir del terreno natural, el diámetro de perforación corresponderá a 12 pulgadas, en tanto que el diámetro del ademe considerado es de 10 pulgadas (Figura 4). Respecto al tipo de bomba que se usará, ésta será sumergible con motor tipo eléctrico y con potencia de 7.5 HP.

Por otro lado, para el pozo de descarga o rechazo se considera una profundidad de 80.00 m a partir del terreno natural, de los cuales 60.00 m corresponderán a ademe liso, en tanto que los 20.00 m restantes serán de ademe ranurado. El diámetro de perforación de este pozo se estima en 14 pulgadas y el diámetro del ademe en 8 pulgadas.

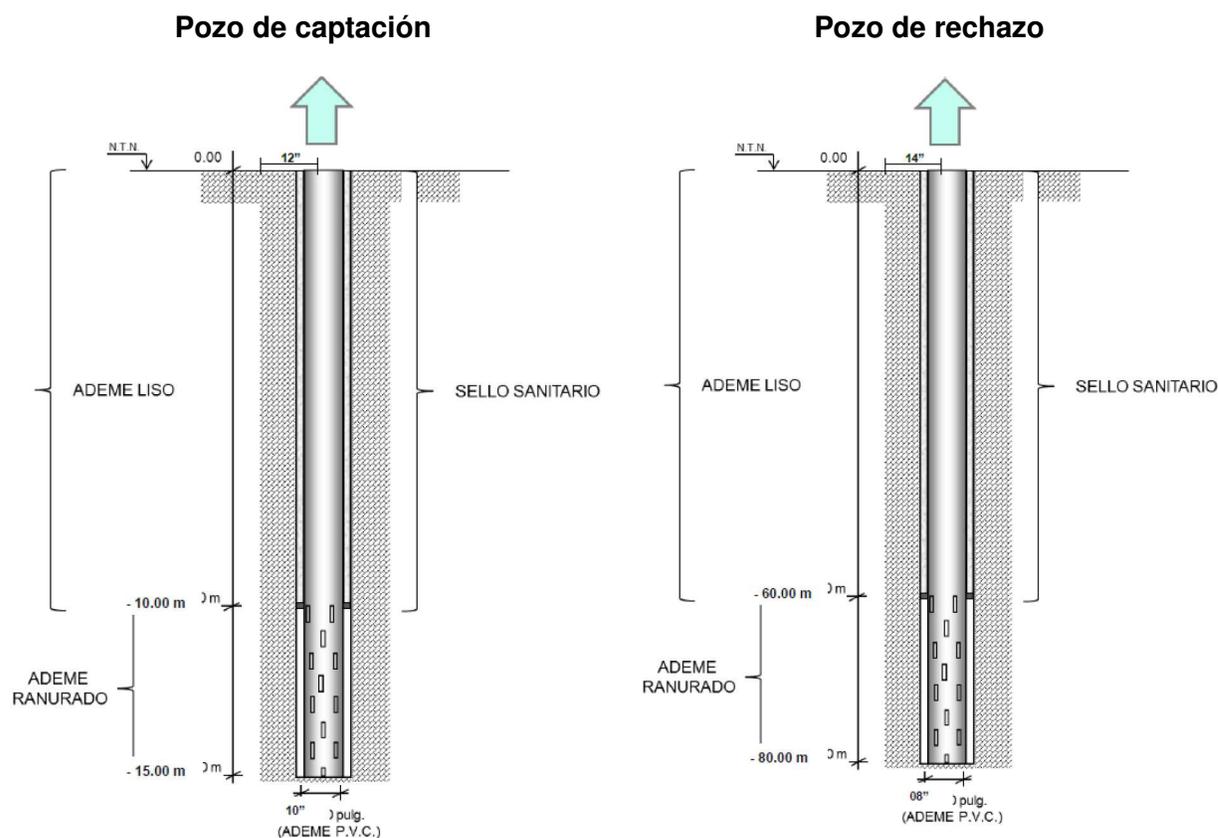


Figura 4. Profundidad estimada para el pozo de captación y de rechazo.

Sistema de pretratamiento

Este equipo acondicionará el agua para ser llevada a la máquina de ósmosis inversa, y constará de dos filtros multimedia con diámetro de 63" y altura de 67" marca H2O Innovation de operación manual con capacidad de hasta 120 gpm c/u. El flujo de alimentación por filtro será de 107 gpm, con un área de filtración de 21.6 ft² utilizando como medio filtrante grava, arena sílica y antracita.

Módulo desalador

El módulo desalador de agua de mar por el proceso de ósmosis inversa contará con un sistema de control por PLC para secuencia de arranque/paro y será de operación automática. Los componentes particulares requeridos para la operación de este módulo se describen a continuación.

a. Filtro pulidor de cartuchos (dual media)

El filtro está fabricado de fibra de vidrio reforzada FRP, al interior se encuentra el medio filtrante, el cual consiste en doce cilindros de 30" de longitud y 2.5" de diámetro desechables fabricados de polipropileno extruido. El cartucho tiene un grado de filtración de una micra y se deberá reemplazar por uno nuevo cuando la caída de presión sea mayor a 12 psi o cada 30 días de uso.

b. Sistemas de bombeo de alta presión

El equipo de bombeo consta de una bomba centrífuga marca FEDCO, con potencia de 100 HP, variador de frecuencia y recuperador de energía ERI/FEDCO tipo Duplex 2205.

En el siguiente diagrama de tuberías e instrumentación se muestra el proceso general de una planta desaladora que emplea el procedimiento de ósmosis inversa con recuperador de energía.

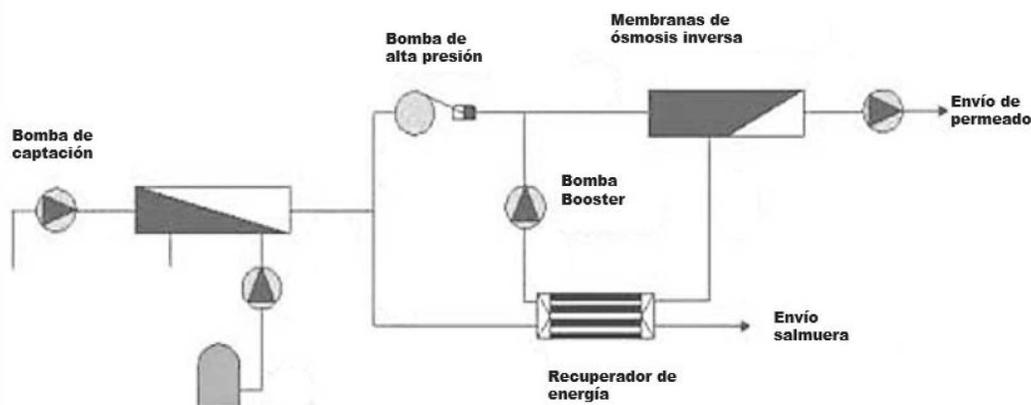


Figura 5. Diagrama de tuberías del proceso general de una planta desaladora con recuperador de energía. Fuente: Gascón *et al.* (2011).

c. Banco de membranas de ósmosis inversa

El banco de membranas consistirá de cuarenta y dos elementos de poliamida TFC de 8" de diámetro x 40" de longitud marca LG nanoH2O distribuidos en siete recipientes de seis membranas con configuración en espiral. Las membranas estarán trabajando a un flux de 9.4 gal /día ft².

d. Sistema dosificador de inhibidor de incrustaciones

El equipo consta de una bomba dosificadora con válvula de pie y válvula de inyección marca Pulsafeeder tipo diafragma de desplazamiento positivo, la cual puede regular tanto la abertura del diafragma como la frecuencia de pulsaciones. El inhibidor se preparará en un tanque de polietileno de alta densidad (HDPE) con capacidad de 200 L.

e. Instrumentación y control

La planta contará con un sistema de instrumentos que midan y transmitan las variables del proceso a fin de regular y poder actuar sobre el mismo de manera automática o semiautomática.

Entre los instrumentos de medición y control que se prevén utilizar durante las diferentes etapas del proceso se incluye un transmisor de flujo de doble canal, dos sensores de flujo marca Signet GF+, un controlador de conductividad, un transmisor de pH, seis manómetros marca Wika o su equivalente y dos switch por baja y alta presión. Asimismo, contará con un gabinete marca Hoffman tipo NEMA 12 que permitirá la protección del mismo contra el goteo de líquidos no corrosivos.

El centro de controles, cuenta con sistema PLC (Controlador Lógico Programable) para el control automático del sistema e interruptor para paro de emergencia y con puerto de comunicación Ethernet marca Allen Bradley.

Postratamiento

a. Equipo dosificador de hipoclorito de sodio

Contará con un tanque con capacidad de 200 L de polietileno de alta densidad (HDPE) con una bomba dosificadora marca Pulsafeeder con válvula de pie y de inyección.

b. Equipo dosificador de soda ash

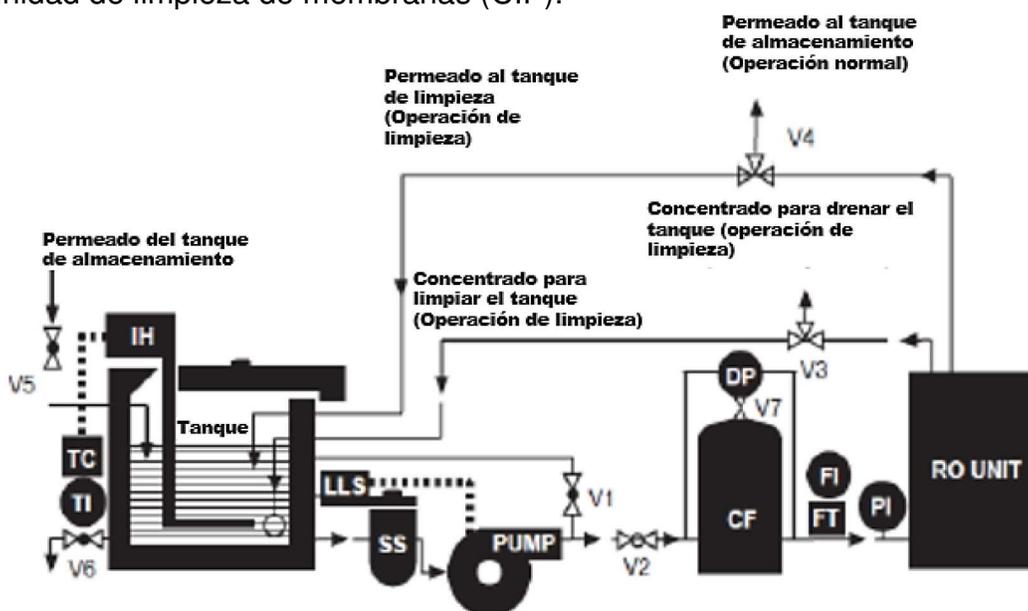
Contará con un tanque con capacidad de 200 L de polietileno de alta densidad (HDPE) con una bomba dosificadora marca Pulsafeeder con válvula de pie, de inyección y con agitador.

Unidad de limpieza de membranas (CIP)

Consta de un tanque de polietileno con fondo cónico de 1300 L y una bomba centrífuga multietapas con motor 10HP. Asimismo, contará con dos interruptores de nivel, una válvula automática tipo mariposa y actuador eléctrico.

Esta unidad se encarga de realizar enjuagues con agua de permeado cada vez que el equipo salga de operación. Así como controladores de flujo, presión y temperatura.

En la figura 6 se presenta el diagrama de tuberías del proceso general de una unidad de limpieza de membranas (CIP).



Simbología (Por sus siglas en inglés)	
TC	Controlador de Temperatura
TI	Indicador de Temperatura
FT	Transmisor de Caudal
FI	Indicador de Caudal
PI	Indicador de Presión
LLS	Interruptor de Nivel de Luz
RO	Unidad de Ósmosis inversa
DP	Conexión de Presión
CF	Factor de concentración

Figura 6. Diagrama de tuberías de la unidad de limpieza de membranas (CIP).
 Fuente: Gamma Química de Venezuela (2016).

Filtro KDF para eliminación de ácido sulfhídrico

Como parte del postratamiento al equipo de ósmosis inversa para remoción de ácido sulfhídrico, la planta contará con un filtro de KDF marca H2O Innovation de operación manual fabricado en FRP/GRP y polyglass con capacidad de hasta 100 gpm, con diámetro de 40", altura de 72" y altura de cama filtrante de 25",

medio filtrante KDF 85/granate y tubería externa de PVC con rompedor de vacío incluido.

A continuación, se describen las características particulares con las que habrá de contar el proyecto.

- Capacidad de diseño de la planta:

La planta estará diseñada para producir 500 m³/día

- Volumen de agua extraído:

Para fines del proyecto el volumen requerido aprovechable es de 378.40 m³, por lo que el volumen de agua que se requiere extraer es de 946 m³/día.

- Origen de las aguas recibidas:

Para fines del proyecto, el pozo por medio del cual será obtenida el agua desde el manto acuífero, alcanzará una profundidad de 15 m contemplando el ademe ranurado y tendrá una capacidad de extracción de hasta 11.00 lps, sin embargo, únicamente se mantendrá operando a razón de 10.95 lps

- Calidad esperada del agua después del tratamiento:

Al finalizar el proceso de desalinización, se espera que tanto los sólidos totales disueltos en el agua potable como la dureza sean menor a 500 ppm.

- Volumen de agua de rechazo:

Se prevé un volumen de 567.60 m³/día de agua concentrada en sales.

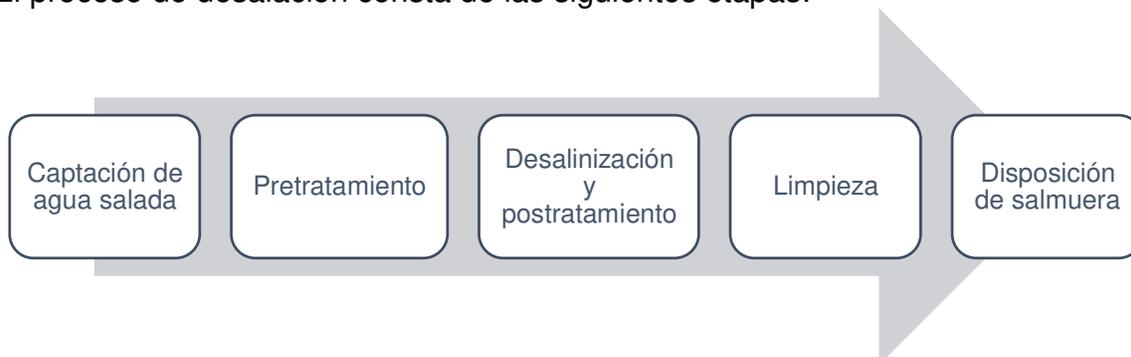
- Destino final del efluente de rechazo:

La salmuera resultante del proceso de desalación volverá al manto acuífero. Será conducida al pozo de rechazo, el cual se prevé que tendrá 80 m de profundidad, contemplando 20 m de ademe ranurado y contará con capacidad de inyección de hasta 7 lps, sin embargo, de acuerdo con el volumen que requiere el proyecto, el agua de rechazo será conducida a razón de 6.57 lps.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO QUE RECIBIRÁ EL AGUA.

El agua salada extraída de los pozos pasará por un proceso de desalinización y/o potabilización a través de la planta de ósmosis inversa, para ser bombeada a cisternas y redes internas de suministro a las diferentes áreas del proyecto.

El proceso de desalación consta de las siguientes etapas:



Captación de agua salada

El agua salada se extraerá del acuífero a través de un pozo de captación, mismo que contará con una profundidad de 15 m; que a su vez se dividen en 10 m en el que el ademe es liso y 5 m en los que se instalará ademe ranurado. El pozo contará con 10" de ademe de pozo. El flujo de aprovechamiento será de 10.95 lps. Derivado de lo anterior se producirán 378.40 m³/día.

Pretratamiento

La planta desaladora, contempla una etapa de pretratamiento y acondicionamiento químico del agua extraído para poder ser alimentada a las membranas. La etapa de pretratamiento resulta necesaria a fin de evitar que en las membranas se generen taponamientos e incrustaciones constantes, incrementando con ello la frecuencia de limpiezas y reduciendo la vida útil de las mismas. Para llevar a cabo esta etapa del proceso se requieren hacer uso de los equipos que se enlistan continuación.

a) Filtro multimedia

El proceso comienza con la alimentación del agua de mar (229.34 gpm) al módulo con una concentración de sólidos disueltos totales de hasta 36,000 ppm hacia los filtros multimedia.

El agua pasa a través de los lechos filtrantes de arena, grava y antracita para eliminar sólidos suspendidos mayores a 20 micras. El filtro contará con un cabezal de servicio de cinco válvulas manuales tipo mariposa las cuales se posicionan de la siguiente manera:

- Servicio.

El agua se alimenta por la parte superior por medio de un distribuidor interno pasando por los lechos filtrantes. El agua filtrada se recolecta en el fondo del filtro por medio de un colector interno y pasa a la siguiente etapa de filtración fina (filtro pulidor de cartuchos). Dependiendo de la suciedad del agua, el filtro permanece en la posición de servicio durante un indeterminado número de horas, hasta que el lecho filtrante se encuentre lo suficientemente sucio para ser retrolavado.

- Retrolavado.

Esta etapa se pondrá en marcha cuando el filtro haya atrapado una alta cantidad de sólidos, provocando una caída de presión alta superior a las 15 psi. Dicha caída de presión deberá ser detectada por el operador para que inicie la etapa de retrolavado en forma manual. Este proceso consiste en pasar agua salada a contra corriente por la parte inferior del filtro expandiendo los lechos filtrantes y expulsando los sólidos retenidos por la parte superior del filtro, en tanto que el agua sucia se descarga a la línea de drenaje. Una vez finalizado el retrolavado, el filtro deberá posicionarse en la etapa de enjuague en forma manual.

- Enjuague.

Durante esta parte del proceso, será retirado el remanente de agua sucia que queda dentro del filtro después de un retrolavado. Al posicionar las válvulas en la etapa de enjuague, el agua pasa por la parte superior del filtro, pasa por el lecho filtrante y se recolecta en el fondo por medio del colector como si estuviera en servicio. La única diferencia es que el agua de enjuague en lugar de irse hacia la planta de ósmosis, se descarga a la línea del drenaje.

b) Filtro pulidor de cartuchos

Cuando el agua ha sido filtrada por los filtros multimedia, pasa a través del filtro pulidor de cartuchos para remover los sólidos en suspensión mayores a una micra.

c) Dosificador de inhibidor de incrustaciones

Para evitar cualquier tipo de incrustación inorgánica debido a la alta dureza del agua de mar, la planta contará con un dosificador de inhibidor de incrustaciones. Los químicos empleados durante esta parte del proceso serán inyectados en la línea de alimentación previa al filtro de cartuchos. La dosificación requerida para mantener las membranas libres de incrustaciones es de 1 a 2 ppm.

Desalinización y postratamiento

Una vez que el agua está filtrada y acondicionada, pasa a través de la bomba de alta presión y ésta a su vez alimenta un turbo cargador AT 90, el cual recupera parte de la energía mecánica proveniente del rechazo para lograr la presión necesaria para alimentar el banco de membranas.

Las membranas se encargarán de reducir la salinidad del agua de pozo de 36,000ppm hasta menos de 500 ppm produciendo un flujo de 36.69 gpm a una recuperación del 40% con respecto al flujo de alimentación. A esta razón de flujo de permeado (producto), las membranas estarán trabajando a un flux de 9.4 gal/día ft².

Posteriormente, se llevará a cabo el proceso de postratamiento del agua, que consiste en dosificar hipoclorito de sodio y carbonato de sodio al agua permeada

antes de que ésta llegue al tanque de almacenamiento, con ello se logrará su desinfección y ajuste de pH. En esta parte del proceso se incluye el monitoreo de la calidad del agua, para ello se tomará una alícuota periódicamente del efluente potabilizado, la cual será enviada a un laboratorio certificado.

Limpieza

Las membranas de ósmosis requerirán limpieza. Ésta se llevará a cabo en la unidad de limpieza de membranas (CIP) cada que el flujo permeado disminuya un 15% y/o la presión de alimentación haya aumentado un 15%.

En el tanque del CIP se preparará la solución de limpieza con detergentes alcalinos o ácidos (dependiendo del tipo de taponamiento / incrustación) y se bombeará al banco de membranas por medio de una bomba centrífuga. La solución se recirculará por espacio de 30 a 45 minutos. Después de la limpieza, las membranas recibirán enjuague y la planta se posicionará de nuevo en servicio.

La unidad CIP estará instalada para dar mantenimiento a las membranas y también se utilizará para realizar los enjuagues con agua de permeado cada vez que el equipo salga de operación. Este enjuague ayudará a desalojar el agua salada dentro del banco de membranas y así prevenir una post-precipitación de sales. El enjuague estará programado en el tablero de control y se realizará automáticamente.

Disposición de salmuera

Parte del agua generada en el proceso previamente descrito es agua de rechazo, la cual será conducida al subsuelo a través de un pozo de inyección previo cumplimiento con la normatividad aplicable.

3.2 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO.

Se presenta un cronograma de trabajo, para el establecimiento y entrada en operación de la planta desaladora, así como las actividades que requerirán las obras y el tiempo aproximado en bimestres para su realización (Cuadro 4). La construcción de la planta desaladora se pretende realizar en un periodo de 2 años y 6 meses, una vez que se cuente con todos los permisos correspondientes. A partir de los dos años y siete meses entrará en operación la planta hasta el fin de su vida útil que es de 30 años.

Cuadro 4. Programa general de trabajo.

Actividades	Preparación del sitio		Construcción e instalación													Operación (años)	
	Bimestres	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	30
Obtención de los permisos correspondientes de la CONAGUA y otros																	
Limpieza y acondicionamiento de las áreas para las estructuras de la planta																	
Construcción de pozos																	
Instalación periférica																	
Instalación central																	
Instalación de la Planta de ósmosis																	
Afinado y detalles de construcción																	
Pruebas de operación y ajustes																	
Pruebas de calidad del agua																	
Operación del proyecto																	

3.3 PREPARACIÓN DEL SITIO.

Las actividades requeridas como parte de esta etapa son: la limpieza y recolección de residuos o materiales que pudiera haber en el área.

Estas serán las únicas actividades que se prevén durante esta etapa, toda vez que el cuerpo principal de la planta se instalará dentro del área de servicios y mantenimiento, y los pozos y líneas de conducción de afluentes y efluentes se establecerán en áreas de aprovechamiento del hotel.

3.3.1 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

Las únicas actividades y obras provisionales que se prevén, son aquellas destinadas para la construcción de los pozos, para lo cual se requiere la delimitación de tres metros en media luna para los trabajos y maniobras alrededor de la zona destinada a perforación, misma que se establecerá dentro de los 4.0 m² destinados a cada pozo. Asimismo, se necesitará delimitar y mantener libre el camino para la entrada y salida del camión perforador.

3.4 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

- Construcción de pozos.

Esta etapa consiste en la perforación y acabado de los pozos, la cual se realizará con equipo y maquinaria de perforación convencional que será contratada para tal efecto. La construcción se llevará a cabo teniendo en cuenta los lineamientos establecidos por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en la NOM-003-CNA-1996. Las principales fases de esta actividad son:

1. Ubicación de los pozos de captación y rechazo.
A partir de los estudios de prospección hidrológica realizado en un pozo exploratorio, se determinó el sitio en el que se construirán los pozos de captación y rechazo que se requiere perforar (Figura 7), los cuales estarán ubicados en la zona aledaña al área de servicio y mantenimiento en donde se instalará la planta desaladora.
2. Preparación del fluido de perforación con agua limpia:
Una vez que se encuentren listas las fosas y el equipo está preparado, se lleva a cabo la mezcla de sustancias con las que se formará el fluido o lodo de perforación.
3. Perforación:
Se inicia la secuencia de perforación del pozo, esto consiste en el ataque alternado de percusión y rotación de la broca, y una vez que se comprueba visualmente que la pieza comienza a penetrar en el suelo en forma vertical, se inicia la inyección del fluido a fin de evacuar el material del corte. En esta

fase se cambiará o alargará la barra de perforación tantas veces como sea necesario.

4. Primera limpieza:

Tanto el fluido de perforación como los materiales en suspensión serán extraídos, éstos se prepararán para la entubado o encamisado, posteriormente se llevará a cabo el lavado con la ayuda de la bomba de fluido, la cual se coloca en un recipiente con abundante agua limpia y se inyecta a presión hasta que salga clara. Una vez terminado este proceso, los tubos de perforación son retirados.

5. Colocación de ademe:

El ademe a instalar contará con diámetro de 10" en el caso del pozo de aprovechamiento y de 8" en el caso del pozo de rechazo. La sección más profunda del ademe de admisión consiste en un tubo ranurado y protegido con una malla para filtrar el agua que ingresa desde el acuífero, en tanto que el ademe de la parte menos profunda se mantiene liso.

6. Colocación del filtro granular:

El espacio entre el ademe de admisión y la pared del sustrato perforado se llenará con grava inerte u otro material redondeado de origen natural, exento de materia orgánica o cualquier sustancia que altere las propiedades del agua, a fin de que evite el ingreso de materiales finos al pozo.

7. Desarrollo del pozo:

Consiste en una segunda limpieza con agua limpia a presión. Para el bombeo de extracción del agua salada se colocará un equipo de bombeo tipo sumergible, el cual proporcionará el suministro de agua necesaria.

8. Cierre sanitario:

Una vez terminados los trabajos de excavación e instaladas las conexiones de extracción, se coloca una tapa en la apertura superficial del pozo para sellarlo.

9. Instalación de tablero.

Implica la conexión del tablero que contendrá los dispositivos a partir de los cuales podrá controlarse el encendido, apagado o pausado de las bombas para la extracción o salida del efluente.

En lo que refiere al proceso de perforación del pozo de rechazo es semejante a la descrita para el pozo de captación, sin embargo, la distancia a la que debe hacerse la perforación es mayor.

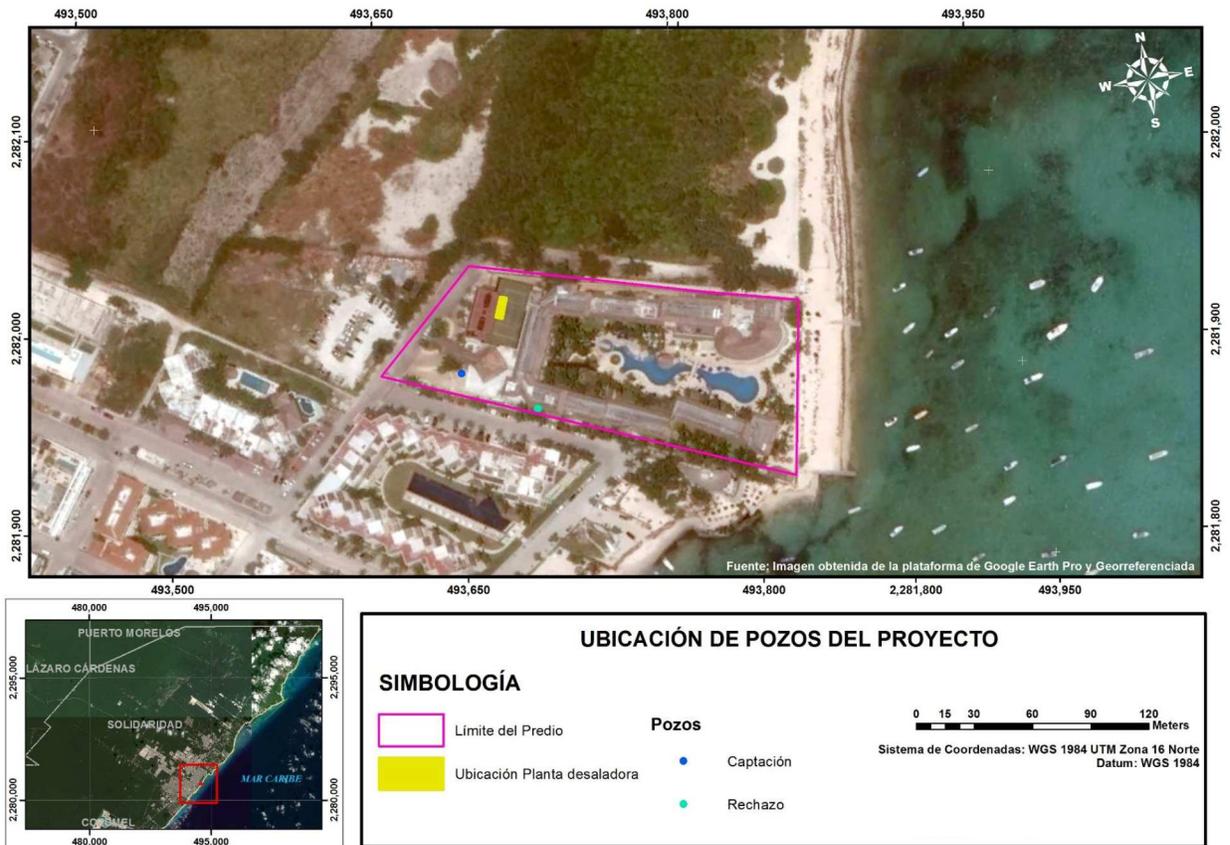


Figura 7. Ubicación de los pozos de captación y rechazo ubicados en las vialidades aledañas al área de servicios y mantenimiento.

- Instalación periférica:

Líneas de conducción. Consiste en la instalación de las líneas de conducción desde los pozos de extracción hasta el área de pretratamiento y acondicionamiento químico y los sitios en los cuales se establecerá el sistema de filtrado; y las líneas de conducción desde la salida de los flujos de agua desalada y agua de rechazo hasta las cisternas de agua potable y el pozo de rechazo, respectivamente.

Líneas de energía. Se mantendrán líneas de alimentación de energía eléctrica desde el área de transformadores, hasta la sala de máquinas y hasta las bombas sumergibles. El calibre y la fase del cableado se instalará en función de las necesidades del equipo y cada uno de sus componentes.

- Instalación de los módulos de la planta desaladora

Consiste en el montaje mecánico, las interconexiones de tuberías de agua y las conexiones eléctricas que permiten operar los motores eléctricos de las bombas, y conducir los caudales a los sitios adecuados.

- Afinado y detalles de construcción:

Consiste en realizar la revisión del equipo una vez que haya sido instalado, a fin de detectar deficiencias de acomodo y/o ensamblado que pudiera presentarse.

- Pruebas de operación:

Posterior a la instalación del sistema, se llevarán a cabo pruebas de funcionamiento y operatividad que garantice la seguridad de los operarios y el correcto funcionamiento del equipo. Asimismo, se evaluará la calidad del agua obtenida, mediante un laboratorio certificado que avale los resultados.

3.5 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

3.5.1 Operación.

Las actividades que se llevarán a cabo durante la etapa de operación consiste básicamente en la extracción de agua salada, el acondicionamiento mediante procesos físicos y químicos de la misma, y su traslado a través de las líneas de conducción hasta llegar al equipo de ósmosis inversa en donde se encuentran las membranas semipermeables y equipo de bombeo que proporciona la presión necesaria para obligar al agua salada a pasar parcialmente a través de las membranas, produciendo con ello dos caudales: el agua potable que atraviesa las

membranas y un agua llamada de rechazo que se concentra en sales al no atravesar las membranas.

Los caudales son separados, el agua sin sales continúa hacia los depósitos de agua potable del hotel en tanto que el agua de rechazo será devuelta al acuífero mediante un pozo de 80 m de profundidad. La proporción prevista para el equipo a instalar es de 40:60 producto-rechazo.

Si bien, el sistema está diseñado para trabajar de forma automatizada, algunas de las actividades o equipos requieren de operación manual, tal es el caso de la etapa de filtrado en la que cada filtro multimedia cuenta con un manifold de cinco válvulas manuales tipo mariposa. En este sentido, para dar inicio al proceso de retrolavado, será el operador quien habrá de detectar el momento en el que exista una caída de presión alta superior a las 15 psi derivado de la retención de una alta cantidad de sólidos en el filtro multimedia.

A razón de lo antes expuesto, durante la operación de la planta desaladora, el hotel contará con personal destinado a los trabajos operativos, de mantenimiento y seguridad a fin de cubrir con las necesidades del proyecto.

3.5.2 Mantenimiento.

Debido a que la actividad del proyecto principal es la prestación del servicio de hotelería, éste implica el uso de diversas instalaciones de apoyo, equipos y tecnología, los cuales es importante mantener en óptimas condiciones de funcionamiento para prolongar su periodo de vida y funcionalidad. Tal es el caso de la planta desaladora la cual estará contemplada en un Programa de Mantenimiento Preventivo, en el cual se calendaricen las acciones que se deben de realizar a todos los dispositivos e instalaciones. Estas actividades deberán de estar coordinadas por parte de un departamento de mantenimiento, quienes deberán llevar un control puntual a través del uso de bitácoras.

El Programa de Mantenimiento Preventivo interno, será diseñado por el personal de mantenimiento, una vez que la planta termine de construirse y entre en operación, ya que, para poder definir las fechas y el periodo de mantenimiento de las máquinas y equipos se requiere conocer las condiciones básicas de la operación y funcionamiento de los equipos y máquinas que se adquieran.

A fin de proteger el acuífero, el mantenimiento de los pozos de extracción se llevará a cabo de acuerdo con los lineamientos establecidos por la NOM-004-CNA-1996.

Adicionalmente, en forma periódica y como parte del proceso de limpieza y mantenimiento que constituye la planta desaladora, se realiza un proceso de retrolavado el cual consiste en pasar agua salada a contra corriente por la parte inferior del filtro expandiendo los lechos filtrantes y expulsando los sólidos retenidos por la parte superior del filtro. Asimismo, las membranas de ósmosis reciben limpieza en la unidad de limpieza de membranas (CIP).

3.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO.

No se requieren obras asociadas distintas a las descritas como parte del proyecto.

3.7 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO.

Al término de la vida útil del proyecto, la empresa someterá ante la autoridad competente en materia de impacto ambiental el programa de desmantelamiento y abandono del sitio, o en su caso se realizarán las acciones que la autoridad competente determine.

3.8 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS.

No se prevé la utilización de explosivos.

3.9 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA.

- Sólidos

Preparación del sitio

En esta etapa la única actividad de la que podrían provenir residuos corresponde al aseo del área en la que se pretende instalar la planta desaladora, los cuales incluirían principalmente residuos sólidos urbanos y mínimamente algún tipo de escombro.

Construcción.

Se prevé la generación de residuos sólidos urbanos derivados del consumo de bebidas y alimentos de los trabajadores durante el proceso de perforación e instalación de la planta desaladora, así como de residuos sanitarios.

Además, se espera que, durante los trabajos de construcción de pozos, específicamente durante la etapa de perforación, se generen sedimentos (tierra y lodos).

En cuanto a la instalación de la planta, se generarán residuos de la construcción, como son pedacería de plástico, PVC, mosaico, vidrio, cartón y papel, principalmente.

Operación.

Durante esta etapa se prevé que los residuos provengan de los generados por los encargados de la operación de la planta, entre los que se encuentran envases plásticos y cartón.

Por otro lado, debido a que los filtros pulidores de cartucho son desechables, deberán ser sustituidos periódicamente, por lo que se generarán residuos sólidos derivados de este proceso.

- Líquidos:

Construcción.

Los residuos líquidos consistirán en agua inyectada que utiliza la maquinaria de perforación durante el proceso de perforado, la cual no contiene ningún tipo de contaminante y es parte del proceso de perforación.

Operación.

En esta etapa se prevé una generación de agua de rechazo cargada con sales (salmuera) con una concentración al doble de la que tiene el agua antes del tratamiento. Dicha agua de rechazo será inyectada en profundo, a una capa del acuífero en la que la concentración de sales es aún mayor a la contenida en la que se inyecta. Se calcula que el volumen diario de agua de rechazo generada será de aproximadamente 560.67 m³. Adicionalmente, se generará agua residual proveniente de la etapa de retrolavado.

- Emisiones a la atmósfera

Construcción.

En esta etapa las principales emisiones a la atmósfera serán las generadas por la combustión de hidrocarburos de la maquinaria de perforación, sin embargo, operará por un tiempo limitado, y la emisión de ruido, toda vez que la actividad de perforación suele generar un ruido intenso, sin embargo, se limitará a las horas diurnas, durante un horario laboral y se dotará de equipo de protección personal que incluya protectores auditivos a los trabajadores.

Operación.

Durante la operación de la planta se generan cantidades reducidas de calor y ruido. Sin embargo, en virtud de operar con motores eléctricos, indirectamente se le puede considerar generadora de baja magnitud de productos de la combustión de los utilizados en las plantas generadoras de energía eléctrica de la CFE dadas las dimensiones de la desaladora.

- Residuos peligrosos

Construcción.

Como parte de esta etapa, se espera la generación de residuos peligrosos que incluyan principalmente estopas impregnadas con solventes derivados de la instalación de la planta, así como envases de pegamento, impermeabilizante y pintura.

Operación.

Una vez que la planta se encuentre en operación se generarán envases impregnados con los químicos requeridos como parte del proceso de pretratamiento y postratamiento, entre los que se encuentra los inhibidores de incrustaciones, hipoclorito de sodio y carbonato de sodio.

3.10 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS.

- Sólidos.

Preparación del sitio:

Los residuos sólidos urbanos generados durante el aseo del área en la que se instalará la planta desaladora dentro del área de servicio y mantenimiento, serán dispuestos en contenedores, los cuales estarán debidamente identificados a fin de separar los residuos que resulten susceptibles de reciclaje, tales como latas, botellas, etc.

Construcción:

Los residuos domésticos y sanitarios generados por los trabajadores de las obras serán manejados con la infraestructura ya existente para las obras del hotel, la cual incluye depósitos para basura y sanitarios.

En el caso del sedimento, éste se acumulará de manera manual a través del uso de palas y carretillas, éste será utilizado en los trabajos de construcción del hotel, posteriormente, en caso de que no haya sido utilizado todo el sedimento, se acopiará en costales para ser trasladado fuera del sitio y depositado en el lugar que disponga la autoridad.

Por otro lado, los residuos de obra generados a partir de la instalación de la planta, tales como, pedacería de plástico, PVC, mosaico y vidrio serán colectados en tambos de 200 L y posteriormente serán llevados al área de acopio de residuos al interior del predio.

Algunos de los residuos que serán generados en esta etapa serán susceptibles de reutilización o de reciclaje, por lo que se realizará su separación. Los residuos inorgánicos no valorizables y los residuos orgánicos serán enviados al relleno sanitario intermunicipal, a través del servicio de recolección municipal, en tanto que los residuos susceptibles de reciclaje, serán entregados a una empresa autorizada registrada ante la Secretaría de Ecología y Medio Ambiente del Estado de Quintana Roo para su reciclaje.

Operación:

En la presente manifestación se anexa el programa de manejo de residuos que refiere específicamente al desarrollo de la planta desaladora para el desarrollo turístico The Reef Club Coco Beach (Anexo técnico 2), de modo que, los residuos generados a partir de la operación de la planta desaladora serán tratados y dispuestos en apego a este programa. Para ello, se colocarán contenedores debidamente identificados y diferenciados dentro del área en la que se ubicará la planta desaladora, en los que se dispondrán los residuos generados.

Asimismo, el hotel contará con una cámara seca para el resguardo de los residuos inorgánicos y los residuos que resulten susceptibles de reciclaje.

- Líquidos.

Construcción.

Debido a que, durante la construcción de los pozos se inyectará agua potable, la cual no contiene contaminantes, no se establecerá infraestructura como tal, ya que un porcentaje de esta agua será evaporada por el sol y el otro porcentaje será resumido en el subsuelo donde se perforen los pozos.

Operación.

La infraestructura para el manejo de residuos líquidos de la planta desaladora consiste en un pozo de descarga el cual contará con previa autorización de la Comisión Nacional del Agua, asimismo implica las tuberías para dirigir el caudal de rechazo.

En lo que refiere al agua residual generada en la etapa de retrolavado, será canalizada a la red de drenaje con que cuenta actualmente el hotel, para su tratamiento en la planta de tratamiento de aguas residuales municipal.

El hotel ya cuenta con sanitarios fijos para el uso del personal que opere la planta desaladora.

- Residuos peligrosos

Construcción.

A fin de dar una correcta separación y disposición final a los residuos peligrosos generados durante la construcción de la planta desaladora, se habilitarán contenedores, los cuales estarán debidamente identificados con el tipo de residuo de que se trate, asimismo, serán confinados al almacén de sustancias peligrosas que forma parte del Hotel Reef Club Coco Beach en donde permanecerán hasta su disposición final con una empresa autorizada.

Operación.

En lo que refiere a los envases impregnados con productos químicos, deberán ser colectados en contenedores debidamente etiquetados, asimismo, se verificará la compatibilidad con otros residuos peligrosos. Estos residuos igualmente se mantendrán en el almacén de residuos peligrosos con el que cuenta el Hotel, en donde el tiempo de permanencia no será mayor a seis meses. La disposición de estos residuos se llevará a cabo con una empresa autorizada.

CAPÍTULO III

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

ÍNDICE

1.	ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.....	3
1.1.	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.	3
1.1.1.	Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. ..	7
2.	LEY DE AGUAS NACIONALES.	8
2.1	LINEAMIENTOS PARA EL OTORGAMIENTO DE CONCESIONES O ASIGNACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA SALADA PROVENIENTE DE CAPTACIONES UBICADAS EN LA PROXIMIDAD LITORAL.....	9
3.	PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE PLAYA DEL CARMEN.	11
4.	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.	12
5.	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE.....	25
6.	DECRETOS DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	28
7.	NORMAS OFICIALES MEXICANAS.	40
7.1.	NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994.	44
7.2.	NOM-059-SEMARNAT-2010, PROTECCIÓN AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE-CATEGORÍAS Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.	44
8.	REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA <i>ET AL.</i> 2000).....	45
8.1.	REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS.	45
8.1.1.	Regiones Marinas Prioritarias.....	50

1. ANÁLISIS DE LOS INSTRUMENTOS NORMATIVOS.

Debido a que la construcción y operación de la planta desaladora que se propone, forma parte de las actividades de operación del Hotel Reef Club Coco Beach, a continuación, se realizará la vinculación correspondiente a la construcción y operación del proyecto **"Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach"** con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

1.1. LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) Y SU REGLAMENTO EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL.

La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, última reforma publicada el 23 de abril del 2018 en el Diario Oficial de la Federación, establece:

"Artículo 5.- Son Facultades de la Federación:

...X.- La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el Artículo 28 de esta Ley, y en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes..."

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

I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos;

El proyecto de la Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach, corresponde a una obra hidráulica, encuadrando en la fracción I del artículo ya citado.

El presente estudio que corresponde a la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto "Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach", se somete a consideración de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales para obtener la autorización a que se refiere el artículo 30 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA).

"Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como

las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente."

En atención a lo dispuesto en el presente artículo de la Ley, se presenta esta Manifestación modalidad particular, para que sean evaluados los impactos ambientales que pudieran ser ocasionados por el proyecto.

Al mismo tiempo, se somete ante la H. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), quien es la autoridad competente en la materia, la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular correspondiente al proyecto "**Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach**" para que sea evaluado en Materia de Impacto Ambiental de conformidad con lo dispuesto por los Artículos 35 y 35 BIS de la LGEEPA y 49 del Reglamento, solicitando la autorización en materia de Impacto Ambiental para las actividades de construcción y operación del proyecto que fueron planteadas en el Capítulo II del presente estudio.

A efecto de referenciar los preceptos legales que norman el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al proyecto, a continuación, se transcriben literalmente en su parte conducente las disposiciones legales aplicables al caso.

***"Artículo 35.-** Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días.*

Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el Artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Asimismo, para la autorización a que se refiere este Artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación.

Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá:

*I.- **Autorizar la realización** de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;*

*II.- **Autorizar de manera condicionada** la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará*

los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista,
o

III.- Negar la autorización solicitada:

La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate."

"Artículo 35 Bis. - La Secretaría dentro del plazo de sesenta días contados a partir de la recepción de la manifestación de impacto ambiental deberá emitir la resolución correspondiente.

La Secretaría podrá solicitar aclaraciones, rectificaciones o ampliaciones al contenido de la manifestación de impacto ambiental que le sea presentada, suspendiéndose el término que restare para concluir el procedimiento. En ningún caso, la suspensión podrá exceder el plazo de sesenta días, contados a partir de que ésta sea declarada por la Secretaría, y siempre y cuando le sea entregada la información requerida.

Excepcionalmente, cuando por la complejidad y las dimensiones de una obra o actividad la Secretaría requiera de un plazo mayor para su evaluación, éste se podrá ampliar hasta por sesenta días adicionales, siempre que se justifique conforme a lo dispuesto en el reglamento de la presente Ley".

De manera adicional, en el Título Tercero sobre el Aprovechamiento Sustentable de los elementos naturales, en el capítulo I de dicha Ley se indican los criterios para el aprovechamiento sustentable del agua y los ecosistemas acuáticos teniendo que:

Artículo 88.- para el aprovechamiento racional el agua y los ecosistemas acuáticos se considerarán los siguientes criterios:

	Vinculación con el proyecto
<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>	En cumplimiento a este criterio, se ha considerado la concientización al personal y los huéspedes del hotel, que harán uso del recurso agua durante todas las etapas del proyecto.
<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>	Se considera que el aprovechamiento del agua salada será de manera responsable y sustentable, debido a que únicamente se extraerá el volumen de agua necesario correspondiente al gasto anual de agua potable el cual se contempla es de 138,116.00 m ³ /año, o 378.40 m ³ /día. Para lograr el suministro del volumen señalado, se requiere realizar la extracción de agua por medio de ósmosis. Se calcula que para producir 1,000 litros de agua dulce se requiere extraer 2,500 litros de agua salada con una

	Vinculación con el proyecto
	concentración máxima de 36,000 mg/l de sólidos disueltos totales, de tal forma que se requiere extraer 345,290.00 m ³ anuales de agua salada con los que se obtendrán 138,116.00 m ³ /año de agua dulce de primer uso para consumo humano. Resultado de esto, se rechazarán 207,174.00 m ³ /año de agua salada con concentraciones entre los 57,200 y 79,200mg/l de sólidos disueltos totales mismos que serán inyectados nuevamente a través de pozos de inyección a una profundidad de 80.0m, para evitar intrusión salina.
<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>	El proyecto se realizará en un hotel ya construido y en operación, por lo que no se modificarán elementos naturales. El predio se encuentra en una zona de descarga de agua por la cercanía a la costa.
<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>	En cumplimiento a este criterio, se ha considerado la concientización al personal y los huéspedes del hotel, que harán uso del recurso durante todas las etapas del proyecto.

Artículo 89 Los criterios para el aprovechamiento racional del agua y de los ecosistemas acuáticos, serán considerados en:

	Vinculación con el proyecto
<i>I.- La formulación e integración del Programa Nacional Hidráulico;</i>	Este criterio corresponde a las autoridades correspondientes por lo que no se considera el cumplimiento del mismo.
<i>II.- El otorgamiento de concesiones, permisos, y en general toda clase de autorizaciones para el aprovechamiento de recursos naturales o la realización de actividades que afecten o puedan afectar el ciclo hidrológico;</i>	La promovente, realizará los trámites correspondientes para el aprovechamiento de agua subterránea ante la CONAGUA, asimismo, se somete a evaluación esta MIA-P para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental para la planta desaladora que requiere el hotel.
<i>III.- El otorgamiento de autorizaciones para la desviación, extracción o derivación de aguas de propiedad nacional;</i>	
<i>IV.- El establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva;</i>	Este criterio corresponde a las autoridades correspondientes.
<i>V.- Las suspensiones o revocaciones de permisos, autorizaciones, concesiones o asignaciones otorgados conforme a las disposiciones previstas en la Ley de Aguas Nacionales, en aquellos casos de obras o actividades que dañen los recursos</i>	El desarrollo del proyecto se apegará a la normatividad vigente con la finalidad de evitar afectaciones ecológicas. Al mismo tiempo se considerará de observancia este criterio.

	Vinculación con el proyecto
<i>hidráulicos nacionales o que afecten el equilibrio ecológico;</i>	
<i>VI.- La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias;</i>	La construcción y operación de la planta desaladora es una obra complementaria para el servicio del Hotel Reef Club Coco Beach, por lo que no se realizarán actividades de operación y/o administración de los sistemas de agua potable del centro de población de Playa del Carmen.
<i>VII.- Las previsiones contenidas en el programa director para el desarrollo urbano del Distrito Federal respecto de la política de reuso de aguas;</i>	Este criterio no es vinculable con el proyecto debido a que éste se llevará a cabo en el estado de Quintana Roo.
<i>VIII.- Las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;</i>	No se consideran afectaciones a especies acuáticas, debido a que los pozos de captación estarán construidos a 15 m de profundidad, mientras que los pozos de rechazo estarán a 80 m de profundidad, además de que su diseño se propuso con base en el estudio estratigráfico y de calidad del agua elaborado para el proyecto (Anexo técnico 1).
<i>IX.- Las concesiones para la realización de actividades de acuacultura, en términos de lo previsto en la Ley de Pesca, y</i>	El proyecto no contempla la realización de actividades de acuacultura, ni actividades de pesca.
<i>X.- La creación y administración de áreas o zonas de protección pesquera.</i>	

1.1.1. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

“Artículo 4.- *Compete a la Secretaría:*

I.- Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento...”

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

A) HIDRAULICAS

XII. Plantas desaladoras;

Del análisis de lo anterior se desprenden que la obra objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, encuadra en el supuesto del artículo 5 inciso A), por ser una obra hidráulica, consistente en una planta desaladora, fracción XII del

inciso mencionado. Por tanto, se trata de obras de competencia federal que requieren previa autorización en materia de impacto ambiental.

“Artículo 49.- Las autorizaciones que expida la Secretaría sólo podrán referirse a los aspectos ambientales de las obras o actividades de que se trate y su vigencia no podrá exceder del tiempo propuesto para la ejecución de éstas.

Ahora bien, una vez establecidos los motivos por los que la LGEEPA y el Reglamento norman tanto el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental del proyecto y su operación, es importante manifestar que éste cumplirá con los preceptos legales que le son aplicables tanto de la LGEEPA como del Reglamento, hecho que se puede corroborar en la información vertida en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

La Manifestación del proyecto **Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach**, de acuerdo con el **Artículo 11** del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación de impacto ambiental, es de modalidad Particular, ya que:

- No se trata de obras de parques industriales, acuícolas, carreteras, vías férreas, proyectos de generación nuclear, presas y, en general proyectos que alteren cuencas hidrológicas.
- No se afectará ningún tipo de región ecológica y,
- Tampoco se pretende afectar la interacción de los diferentes componentes a nivel regional a desarrollar, generar impactos acumulativos, ni sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

2. LEY DE AGUAS NACIONALES.

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1 de diciembre de 1992, última reforma publicada el 24 de marzo de 2016 establece:

Artículo 3. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

Aguas Nacionales: son aquellas referidas en el párrafo quinto del artículo 27 de la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos; (...)

Aguas del subsuelo: aquellas aguas nacionales existentes debajo de la superficie terrestre; (...)

Artículo 4. La autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes corresponde al Ejecutivo Federal, quien la ejercerá directamente o a través de "la Comisión".

Por lo que, de conformidad con lo antes señalado, corresponde a la Comisión Nacional de Agua, proporcionar los permisos correspondientes por el uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo.

En virtud de lo antes señalado, la promovente, previó al alumbramiento de los pozos y su uso, solicitará los permisos correspondientes a la Comisión Nacional del Agua.

2.1 LINEAMIENTOS PARA EL OTORGAMIENTO DE CONCESIONES O ASIGNACIONES DE AGUA SUBTERRÁNEA SALADA PROVENIENTE DE CAPTACIONES UBICADAS EN LA PROXIMIDAD LITORAL.

Los lineamientos para el otorgamiento de concesiones o asignaciones de agua subterránea salada proveniente de captaciones ubicadas en la proximidad litoral, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de mayo de 2017 establecen:

En los artículos de estos lineamientos se establece lo siguiente:

PRIMERO. - Los presentes lineamientos tienen por objeto establecer las reglas y procedimientos que regularán la extracción de agua subterránea salada en la franja costera mediante captaciones ubicadas en la proximidad del litoral para destinarla a diferentes usos, previa desalinización en su caso, sin afectar a terceros, a ecosistemas costeros o a la disponibilidad y salinidad de agua de los acuíferos costeros.

TERCERO. - Los presentes lineamientos son aplicables a las personas físicas o morales que pretenden llevar a cabo la explotación o uso del agua salada extraídas mediante captaciones ubicadas en la proximidad del litoral.

De acuerdo con lo anterior, le son aplicables al proyecto.

PROCEDIMIENTO.

PERMISOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE POZOS EXPLORATORIOS.

CUARTO. - "El Solicitante" presentará a "La Comisión" el proyecto a desarrollar justificando la necesidad de contar con una concesión o asignación de agua para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas subterráneas saladas de la "franja costera" de los acuíferos. En caso de que se trate de agua para uso público urbano, deberá anexar copia del documento en que conste que el municipio que corresponda no tiene capacidad para suministrar el volumen de agua requerido.

OTORGAMIENTO DE LA CONCESIÓN O ASIGNACIÓN.

SÉPTIMO.- "El Solicitante" considerará los resultados de los pozos exploratorios, actividades y estudios, especificados en los "Términos", en la elaboración de la respectiva manifestación de impacto ambiental, y los presentará a "La Comisión", junto con la solicitud de concesión o asignación de "Agua subterránea salada", anexando expediente que contenga el proyecto constructivo de los pozos de bombeo, el régimen de extracción, volumen y gasto de los mismos, la composición del agua de rechazo producto de la desalinización y la forma de su disposición final, conforme a la normativa aplicable.

Cuando se realicen los trámites ante la CONAGUA, se realizará la solicitud correspondiente y se incluirán los estudios requeridos.

Estos lineamientos incluyen en su anexo técnico los Términos de referencia generales para realizar los estudios técnicos básicos como requisito para solicitar concesión de agua subterránea salada en la "Franja costera" de los acuíferos.

"Los Términos" se refieren exclusivamente a los estudios de carácter hidrogeológico y no a los demás aspectos del proyecto en cuestión, como el diseño de las plantas desalinizadoras o la disposición de sus aguas de rechazo, entre otros; asimismo, no son limitativos, dejando abierta la posibilidad de emplear otros métodos y tecnologías aceptadas en el ámbito de las especialidades involucradas, que sean aplicables en cada caso.

El solicitante deberá:

4.1. Recopilar información. La información topográfica, geológica, hidrológica, hidrogeológica de la "Zona de Estudio" y sus inmediaciones, disponible en la CONAGUA o en otras fuentes de información.

4.2. Estudios de campo.

4.2.1. Levantamiento topográfico. Realizará un análisis topográfico y mareográfico para determinar la posición de la "Bajamar", de la "Pleamar" y de la "Franja costera" en la "Zona de Estudio", basado en el proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-146-SEMARNAT-2015, en los registros de un mareógrafo cercano o, en su defecto, en un reconocimiento de las huellas del oleaje.

Se realizará el levantamiento topográfico respectivo.

De manera específica, el punto 4.2.2, señala lo siguiente:

4.2.2. Sondeos geofísicos.

"El Solicitante" realizará un estudio geofísico de la "Zona de Estudio", con métodos que dependerán de la extensión superficial de ésta y de la profundidad de investigación:

(...) Para superficies menores de 2 km², no se requerirá estudio geofísico.

De acuerdo con lo anterior, y considerando que el predio del proyecto posee una superficie de 14,779.74 m² equivalente a 0.01 km², en tanto que la superficie en la que se pretende desarrollar la Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach corresponde a 48 m² (considerando la superficie de la planta desaladora y la construcción de pozos), por consiguiente, no se requiere realizar estudio geofísico. Sin embargo, se llevó a cabo el estudio geohidrológico anexo a la presente manifestación (Anexo técnico 1).

Los demás puntos solicitados se relacionan con el estudio, por lo que no serían aplicables. Sin embargo, el estudio geohidrológico elaborado para la planta desaladora que se somete a autorización, los cubre para su valoración técnica en términos de los impactos potenciales de generarse por el proyecto.

3. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE PLAYA DEL CARMEN.

El predio en estudio se localiza en el Centro de Población y está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Playa del Carmen 2010-2050, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo Tomo III, Número 110 extraordinario Ter, Séptima Época, de fecha 20 de diciembre de 2010, de acuerdo con el cual el predio tiene asignado un Uso de Suelo Comercial Mixto (Figura 1).

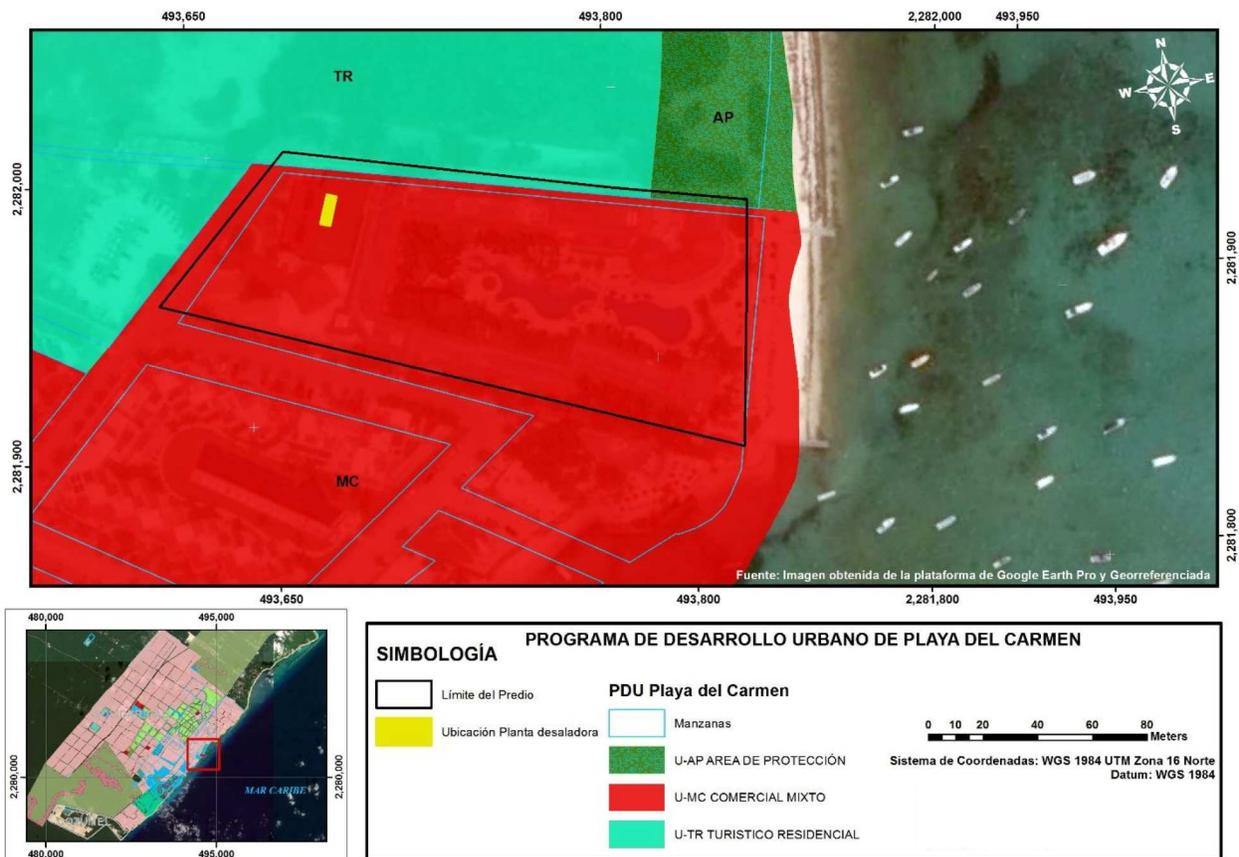


Figura 1. Se muestra que al predio le corresponde un uso de suelo comercial mixto de acuerdo con el PDU de Playa del Carmen (2010).

En el predio de interés se encuentra construido el Hotel Reef Club Coco Beach, el cual corresponde a un desarrollo turístico, que es compatible con el uso Mixto Comercial. En el siguiente cuadro se presentan las restricciones urbanas establecidas para este uso.

Cuadro 1. Parámetros Urbanos. Se presentan las restricciones urbanas para el uso Mixto Comercial establecidas en el PDU de Playa del Carmen.

Restricciones urbanas	PDU
Uso de Suelo	Mixto Comercial MC
Superficie mínima	500 m ²
Densidad	40 viviendas/Ha 80 cuartos/Ha
Coeficiente de Ocupación del suelo	25 % de la superficie neta
Coeficiente de Uso de Suelo	0.75 de la superficie neta
Coeficiente de Modificación de Suelo	0.90
Frente mínimo del lote	25.0 m
Restricción frontal	6.0 m
Restricción posterior	5.00 m
Lateral	3.0 m
Altura máxima	12 m o 3 niveles

Para fines del proyecto, y toda vez que se instalará en un edificio ya construido, no le aplican los parámetros establecidos, sin embargo, su instalación es acorde con los usos permitidos.

4. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad publicado en el Periódico Oficial del estado de Quintana Roo el 25 de mayo de 2009, el predio de interés se ubica en la UGA 10, en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) 10 denominada Zona Urbana de Playa del Carmen, con política de aprovechamiento urbano y sujeta a lo que establezca el PDU vigente (Figura 2).

El predio del proyecto se encuentra en un centro de población, y por tanto le son aplicables los criterios de regulación ecológica de carácter urbano (CU) conforme lo establece en el numeral 2.5 -"Criterios de Regulación Ecológica"- del ordenamiento legal en comento, los cuales son aplicables a la totalidad del territorio ordenado dentro de los centros de población legalmente constituidos en el Municipio de Solidaridad, independientemente del uso del suelo que se pretenda dar a los predios particulares.

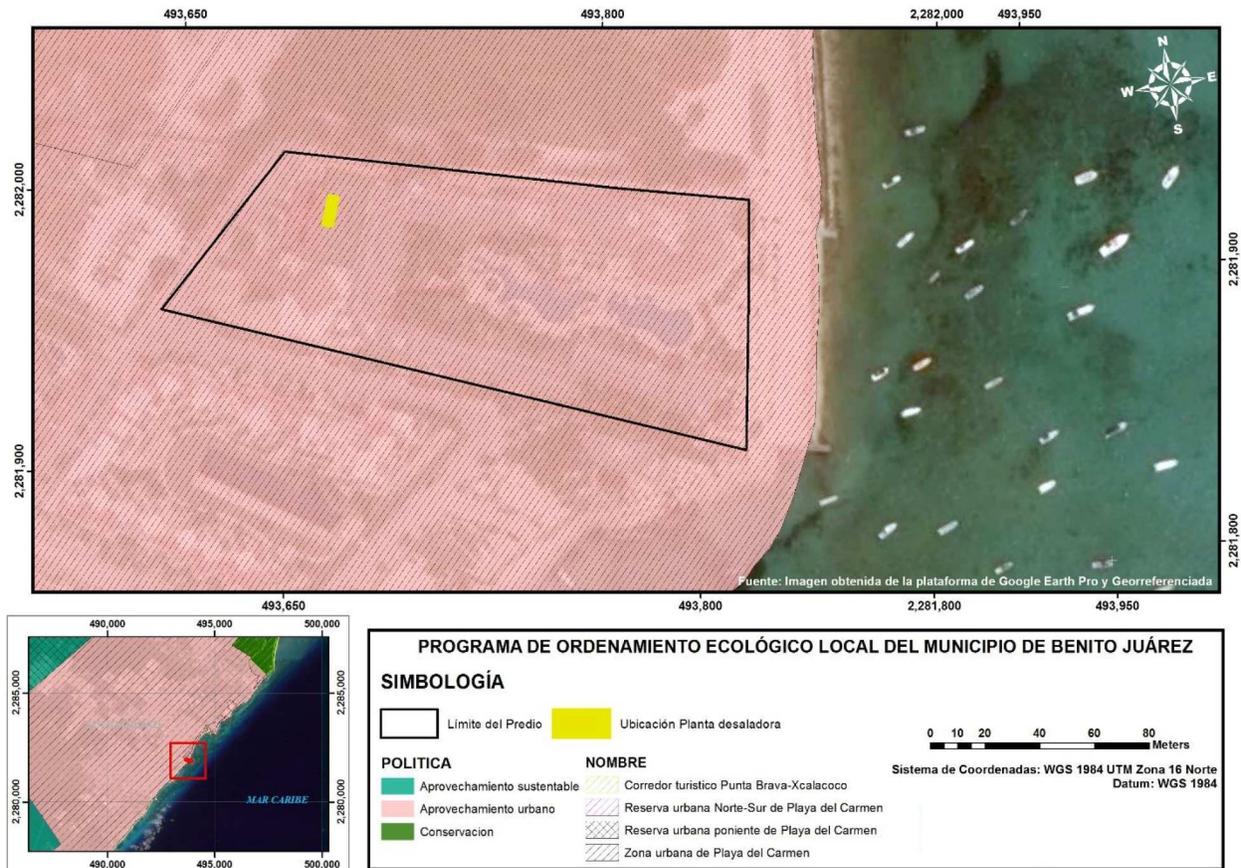


Figura 2. Ubicación del predio en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad 2009.

A continuación, se presentan las características de la UGA 10, Zona Urbana de Playa del Carmen y los criterios que le aplican, asimismo se describe la forma en que se les dará cumplimiento.

Cuadro 2. Unidad de gestión ambiental dentro de la cual se encuentra el predio del proyecto.

Unidad de gestión ambiental		10
Nombre	Zona Urbana de Playa del Carmen	
Política ambiental	Conservación	
Vocación de uso de suelo	Urbana.	
Usos condicionados	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano No. 1 del Centro de Población de Playa del Carmen 2008-2013, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, denominado del "fuego y del agua" (P.O. 29 de mayo de 2008).	
Usos incompatibles	Los que establezca el Programa Director de Fortalecimiento Urbano 2002-2026 (P.O. 1 de abril de 2002) y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano No. 1 del Centro de Población de Playa del Carmen 2008-2013, Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, denominado del "fuego y del agua" (P.O. 29 de mayo de 2008).	

Unidad de gestión ambiental		10
Nombre	Zona Urbana de Playa del Carmen	
Criterios de regulación ecológica	Uso	CRITERIOS DE REGULACIÓN APLICABLES A LAS ÁREAS URBANAS
	Urbano	1 al 33
	Uso	CRITERIOS ESPECÍFICOS
	Urbano	39,79, 95, 98, 103, 104,105, 106

Cuadro 3. Criterios de carácter urbano.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CU-01	<p>Las actividades, obras y proyectos que se pretendan desarrollar dentro del área municipal, deberán dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente, considerando de manera enunciativa pero no limitativa, Tratados Internacionales suscritos por México, Leyes Generales, Leyes Estatales, Normas Oficiales Mexicanas, Reglamentos Federales, Estatales y Municipales, Declaratorias y Decretos, Planes y Programas de Manejo aplicables en materia ambiental, urbana, manejo de residuos, protección de flora y fauna y emisión de contaminantes, uso y goce de la Zona Federal Marítimo Terrestre; por lo que no se describen como criterios las obligaciones, límites máximos permisibles o cualquier otro parámetro establecido por estos instrumentos de carácter obligatorio.</p>	<p>El presente proyecto se planteó con pleno conocimiento y para dar cabal cumplimiento a lo establecido en el marco normativo ambiental vigente. La presente Manifestación de Impacto Ambiental se somete a consideración de esa H. Autoridad en materia de impacto ambiental para dar cumplimiento a lo establecido en el Artículo 28, fracción I. de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, y al Artículo 5 fracción A del Reglamento de la Ley en materia de Impacto Ambiental.</p>
CU-02	<p>Antes del inicio de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar el rescate selectivo de vegetación en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de las especies, el número de individuos por especie a rescatar y la densidad mínima de rescate, los métodos y técnicas aplicables, así como el monitoreo del programa se determinarán y propondrán en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las actividades de rescate de vegetación deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.</p>	<p>Una parte del proyecto que se propone se construirá en el área de mantenimiento considerada dentro del edificio de servicios del hotel en la cual se instalará el equipo de ósmosis y la otra parte, que considera la construcción de los pozos se llevará a cabo sobre áreas de aprovechamiento utilizadas como vialidades interiores. En este sentido, no se afectarán áreas con vegetación y por tanto no se requiere realizar actividades de rescate de flora y fauna.</p>
CU-03	<p>Previo al inicio de cualquier obra o actividad de cada proyecto se deberán ejecutar medidas preventivas orientadas a la protección de los individuos de fauna silvestre presentes en el área de aprovechamiento proyectada. La selección de los métodos y técnicas a aplicarse determinará con base en un estudio técnico o programa que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Las</p>	

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	medidas deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	
CU-04	Los proyectos de cualquier índole deberán incorporar a sus áreas verdes vegetación nativa propia del ecosistema en el cual se realice el proyecto. Únicamente se permite el empleo de flora exótica que no esté incluida en el listado de flora exótica invasiva de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). La selección de especies a incluir en las áreas verdes, así como el diseño de jardines deberá sustentarse en un programa de arborización y ajardinado que deberá acompañar al estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto. Se deberá emplear una proporción de 4 a 1 entre plantas de especies nativas y especies ornamentales, excluyendo los pastos.	La planta desaladora y los pozos que se proponen se instalarán en zonas de aprovechamiento del hotel, y no se considera la conformación de áreas verdes, por lo que este criterio no le aplica al proyecto.
CU-05	Para el desplante de cualquier obra o instalación se deberán utilizar preferentemente las áreas perturbadas por usos previos o con vegetación secundaria o acahual.	La planta desaladora y los pozos de captación y de rechazo se construirán en áreas de aprovechamiento del hotel, por lo que se utilizará un área construida, dando cumplimiento a este criterio.
CU-06	En el desarrollo de los proyectos se debe realizar el aprovechamiento integral de los recursos naturales existentes en el predio, por lo que será obligatorio realizar la recuperación de tierra vegetal en las superficies que se desmonten, así como el triturado y composteo de la madera resultante del desmonte que se autorice. Los materiales obtenidos no podrán ser comercializados –salvo autorización expresa de la autoridad correspondiente–, sino aprovechados en el mejoramiento de áreas verdes, de equipamiento o de donación.	Las obras que se proponen se construirán en el área de mantenimiento considerada dentro del edificio de servicios del hotel y andadores, por lo que no se afectarán áreas con vegetación, y por ende no es posible realizar la recuperación de tierra vegetal, y el triturado de material vegetal.
CU-07	En cualquier obra deberá estar separada la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	En el hotel el drenaje sanitario está separado del pluvial. Durante la operación de la planta desaladora el agua residual generada en la etapa de retrolavado, será canalizada a la red de drenaje interna del hotel, que está conectada a la red de drenaje municipal.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CU-08	La canalización del drenaje pluvial hacia el mar o cuerpos de agua superficiales o pozos de absorción, podrá realizarse previa filtración de sus aguas con sistemas de decantación, trampas de grasas y sólidos u otros que garanticen la retención de sedimentos o contaminantes y deberá ser aprobada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), de conformidad con la normatividad aplicable.	No se pretende realizar la canalización de agua pluvial a través de pozos de absorción pluvial.
CU-09	Los materiales calizos y los recursos naturales que se utilicen durante la construcción de un proyecto deberán provenir de fuentes o bancos de material autorizados.	Los materiales que se utilicen para la construcción del proyecto provendrán de comercios legalmente establecidos.
CU-10	En el manejo de áreas verdes, campos, canchas, pistas, viveros, plantaciones, sembradíos, y para el control de pestes y plagas, sólo se permite el uso de sustancias autorizadas por la Comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Sustancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	Debido a las características del proyecto, no se pretende el uso de plaguicidas y/o agroquímicos de ningún tipo.
CU-11	Los residuos derivados de las obras no se dispondrán sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, debiéndose trasladar al sitio de disposición final de residuos de manejo especial que establezca el municipio o el estado.	Se tiene previsto que los residuos derivados de las obras se dispongan en los contenedores y sitios de acopio con los que cuenta el hotel, donde serán almacenados y posteriormente serán trasladados al relleno sanitario. Se realizará un manejo adecuado de los residuos de acuerdo con lo establecido en el Programa de Manejo de Residuos, que se adjunta al presente como Anexo técnico 2.
CU-12	Los campamentos para trabajadores de la construcción deberán ser dignos para la vida humana, contar con servicios sanitarios, agua potable, un reglamento para el manejo de residuos sólidos, así como una estrategia de protección civil para atender las alertas por fenómenos hidrometeorológicos. La proporción de servicios sanitarios será de al menos 1 por cada 25 trabajadores.	No se tiene prevista la instalación de campamentos de construcción en el proyecto. Los trabajadores que participen en el proyecto contarán con agua potable y utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel. Asimismo, se colocarán contenedores para disponer los residuos que se generen.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CU-13	En ningún caso se permite el uso del fuego para el desmonte de predios urbanos o suburbanos, ni para la disposición de residuos sólidos en áreas abiertas.	En el proyecto no se tiene previsto utilizar fuego en ninguna de sus actividades.
CU-14	Todos los proyectos que en cualquiera de sus etapas de desarrollo generen residuos peligrosos deberán contar con un almacén de residuos peligrosos y disponerlos a través de una empresa autorizada en el manejo de los mismos, conforme a la legislación y normatividad ambiental aplicable en la materia.	<p>Los posibles residuos peligrosos que se generen tendrán un manejo adecuado mediante su colecta, almacenamiento temporal y entrega a una empresa autorizada en su manejo tanto en la etapa de construcción como de operación.</p> <p>Se colocarán contenedores para la disposición de residuos peligrosos provenientes de la planta desaladora, los cuales se trasladarán al almacén de residuos peligrosos con el que cuenta el hotel, y estos periódicamente serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.</p>
CU-15	En los términos que establece la Ley para la Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, los promoventes deberán aplicar el Plan de Manejo de residuos correspondiente durante las distintas etapas de desarrollo y operación de las obras o actividades que se le autoricen.	En el Anexo técnico 2 se presenta el Programa de Manejo de Residuos, en el que se describen los procedimientos para manejar adecuadamente los residuos que se generen en cada una de las etapas del proyecto.
CU-16	Para los fines de aplicación de este instrumento, en particular para la definición de competencias para la evaluación en materia de impacto ambiental, la zona costera o ecosistema costero del Municipio Solidaridad al interior de los centros de población con programa de desarrollo urbano decretado incluye únicamente a los predios colindantes con la zona federal marítimo terrestre.	<p>El predio del Hotel Reef Club Coco Beach colinda al Este con zona federal marítimo terrestre, sin embargo, el área en la que se desarrollará el proyecto al que refiere el presente documento, corresponde a una zona que ya se encuentra impactada y que forma parte de las áreas de aprovechamiento del hotel.</p> <p>La Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach se instalará a una distancia aproximada de 150 m de donde inicia la zona de playa, en tanto que el pozo más cercano se encuentra a 134 m.</p>
CU-17	Para el aprovechamiento de predios, cuerpos de agua o cavernas en los que se detecten vestigios arqueológicos,	Dentro del predio del proyecto no existen cuerpos de agua o cavernas con vestigios arqueológicos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	deberá obtenerse de manera previa al inicio de obras la autorización del Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH). Si el hallazgo arqueológico se realiza durante el desarrollo del proyecto se deberá informar de manera inmediata al INAH.	
CU-18	Las reservas territoriales destinadas a aprovechamiento urbano y las áreas de preservación ecológica establecidas en el programa de desarrollo urbano deberán mantener su cobertura vegetal original mientras no se incorporen al desarrollo y se autorice su aprovechamiento por las autoridades competentes.	El predio del proyecto se encuentra dentro de la UGA 10, en la zona urbana de Playa del Carmen cuya política ambiental es de aprovechamiento sustentable. El proyecto está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano de Playa el Carmen (P.O. 20 de diciembre de 2010) y está sujeto a lo que establezca este instrumento y el H. Ayuntamiento de Solidaridad.
CU-19	El desarrollo de proyectos en las áreas de reserva urbana se realizará de acuerdo con la programación prevista en el plan o programa director de desarrollo urbano que le corresponda.	El proyecto está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano de Playa el Carmen (P.O. 20 de diciembre de 2010) y está sujeto a lo que establezca este instrumento y el H. Ayuntamiento de Solidaridad.
CU-20	Alrededor de los cenotes y accesos a cuevas se deberá mantener una franja perimetral de protección constituida por vegetación natural, con una anchura equivalente a la anchura máxima del espejo de agua. En esta franja sólo se permitirá el aclareo de hasta el 10 % de su cobertura y la remoción de árboles jóvenes de hasta 10 cm de diámetro, siempre y cuando la autoridad competente por excepción otorgue el cambio de uso de suelo en esta superficie.	Dentro del predio no existen cenotes o accesos a cavernas, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.
CU-21	En el aprovechamiento de los cuerpos de agua continentales (cenotes, cuevas inundadas o lagunas) y otras formaciones cársticas (cuevas secas, rejolladas o chuntunes) sólo se permite el establecimiento de estructuras ligeras y de tipo temporal fuera del cuerpo de agua o estructura cárstica y de la franja de protección.	Dentro del predio del proyecto, no existen cenotes o cuevas inundadas o lagunas ni ninguna otra formación cárstica, por lo que este criterio no es aplicable al proyecto.
CU-22	Las aguas residuales deberán canalizarse hacia las plantas de	El Hotel Reef Club Coco Beach está conectado a la red de drenaje municipal,

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>tratamiento de aguas residuales operadas por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado o el organismo operador autorizado por esta instancia. En el caso de que no existan plantas de tratamiento que puedan atender la demanda del proyecto, el promovente deberá instalar una planta que cumpla con las condiciones establecidas en la normatividad vigente en materia de aguas residuales tratadas.</p>	<p>que conduce las aguas residuales a una planta operada por Aguakan, por lo que se cumple con este criterio.</p> <p>Durante la construcción del proyecto, se espera la generación de agua residual por parte de los trabajadores, sin embargo, ellos utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, que están conectados a la red de drenaje interna del hotel.</p> <p>Durante la operación de la planta desaladora, se producirá agua residual derivada de la etapa de retrolavado, la cual será canalizada a la red de drenaje interna del hotel, que está conectada a la red de drenaje municipal.</p>
CU-23	<p>El manejo y disposición final de los lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales es responsabilidad del propietario del sistema de tratamiento que los genere, quien deberá presentar un reporte semestral ante la autoridad correspondiente, turnando una copia a la SEDUMA para la inclusión de los resultados en la Bitácora Ambiental, que indique el volumen de agua tratado, tipo y características de los lodos y otros residuos generados, tratamiento aplicado a los lodos, resultados del análisis CRETIB y sitio o forma de disposición final.</p>	<p>El hotel está conectado a la red de drenaje municipal de la zona urbana de Playa de Carmen, por lo tanto, no contará con una planta de tratamiento y por ende no generará lodos.</p>
CU-24	<p>En las áreas de aprovechamiento proyectadas se deberá mantener en pie la vegetación arbórea y palmas de la vegetación original que por diseño del proyecto coincidan con las áreas destinadas a camellones, parques, jardines, áreas verdes, áreas de donación o áreas de equipamiento, de tal forma que estos individuos se integren al proyecto.</p>	<p>La planta desaladora y sus pozos se pretenden construir en zonas de aprovechamiento, específicamente en el área de mantenimiento considerada dentro del edificio de servicios del hotel y vialidades interiores por lo que no se afectarán áreas con vegetación, y no se considera la conformación de áreas verdes.</p>
CU-25	<p>La superficie de aprovechamiento de un predio, así como sus coeficientes de uso (CUS) y ocupación del suelo (COS), estarán en función de lo que determine el programa o plan de desarrollo urbano vigente que le aplique.</p>	<p>La planta desaladora y sus pozos se pretenden construir en el área de mantenimiento del hotel de un edificio ya construido y sobre un área impactada en la que se constituyen vialidades interiores, por lo que no se afectarán</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>Sólo se permite el desmonte de la superficie que resulte de multiplicar el Coeficiente de Modificación del Suelo por la superficie total del predio, para lo cual deberá obtener de manera previa la autorización por excepción del cambio de uso del suelo en terrenos forestales y las autorizaciones estatales y municipales respectivas. Será obligatorio mantener la superficie remanente con la vegetación original. En el caso que la superficie remanente se encuentre afectada o que carezca de vegetación, el promovente deberá procurar su restauración o reforestación.</p>	<p>superficies adicionales dentro del predio.</p>
<p>CU-26</p>	<p>Para el aprovechamiento o uso de especies vegetales o animales silvestres o nativas, partes de ellas o subproductos de los mismos, así como de los recursos forestales, se requiere que estos productos provengan de UMA's o Productores Forestales autorizados y den cumplimiento a lo establecido en la normatividad aplicable.</p>	<p>Para el proyecto no se aprovecharán especies animales o vegetales, ni recursos forestales, por lo que no le aplica este criterio.</p>
<p>CU-27</p>	<p>Se deberán mantener en pie e integrar al diseño del proyecto los árboles con diámetro normal (1.30 cm del suelo) igual o mayor a 40 cm. Para evitar daño a las raíces deberá establecerse un radio de protección de 5m alrededor del tronco del árbol.</p>	<p>El proyecto se pretende establecer en áreas ya construidas, por lo que no se afectarán áreas con vegetación.</p>
<p>CU-28</p>	<p>Se permite la instalación temporal de plantas de premezclado, dosificadoras o similares dentro del área de desmonte permitida en el interior de predios para abastecer al proyecto, únicamente durante su construcción. Debiendo ser retiradas una vez que se concluya la construcción del mismo. El área ocupada por la planta deberá integrarse al proyecto.</p>	<p>No se considera la instalación de plantas de premezclado ya que no se requerirá por el tipo de obras que implica el proyecto.</p>
<p>CU-29</p>	<p>Las plantas de premezclado, dosificadoras o similares deberán contar con un programa de cumplimiento ambiental autorizado por la SEDUMA para la regulación de emisiones a la atmósfera, ruido y generación de residuos peligrosos, que dé</p>	<p>El proyecto dentro de su etapa de construcción no considera el uso de plantas de premezclado o dosificadoras.</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	<p>cumplimiento a la normatividad vigente. Este programa se deberá presentar junto con la manifestación de impacto ambiental de la planta.</p>	
CU-30	<p>Se deberá instalar una malla perimetral para reducir la emisión de polvos hacia el exterior de las áreas de trabajo y reducir el impacto visual.</p>	<p>Dado que parte de proyecto se pretende construir en el área de mantenimiento dentro del edificio de servicios, el cual tiene paredes, la emisión de polvos hacia el exterior será mínima. En el caso de la construcción de pozos que se llevará a cabo en las vialidades interiores actualmente construidos se establecerán las medidas consideradas en este criterio.</p>
CU-31	<p>Durante el transporte de materiales pétreos éstos deberán humedecerse y cubrirse con una lona antidispersante, la que debe sujetarse adecuadamente y encontrarse en buen estado, con objeto de minimizar la dispersión de partículas de polvo.</p>	<p>Dada la naturaleza del proyecto, solo se contempla el uso de materiales pétreos para la construcción de los pozos en un volumen mínimo, por lo que en el momento que sea transportado se cumplirán con las medidas señaladas para evitar la dispersión de polvos.</p>
CU-32	<p>En predios urbanos en los que existan manglares, deberá cumplirse lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.</p>	<p>El predio el proyecto no posee manglar.</p>
CU-33	<p>En el desarrollo u operación de cualquier tipo de proyecto se debe evitar el derrame al suelo o cuerpos de agua de combustibles, lubricantes, grasas, aceites, pinturas u otras sustancias potencialmente contaminantes. De igual manera, se deberá evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes.</p> <p>En este sentido el promovente deberá manifestar el tipo de sustancias potencialmente contaminantes que se empleará en las distintas etapas del proyecto, así como las medidas de prevención, mitigación y, en su caso corrección, que aplicará.</p> <p>Para el almacenamiento de este tipo de sustancias se deberá contar con un almacén que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad aplicable y se deberá llevar</p>	<p>Dentro del predio del proyecto se realizará el manejo adecuado de las sustancias peligrosas, ya que se colocarán en un sitio destinado para tal fin en el sótano del edificio. Los residuos derivados del empleo de estas sustancias se manejarán adecuadamente en contenedores específicos y serán dispuestos en el almacén destinado para tal fin con el que cuenta el hotel.</p> <p>Se prevé el uso de sustancias peligrosas como solventes, envases de pegamento, impermeabilizante y pintura durante la instalación de la planta, y durante la operación de la planta se utilizará los inhibidores de incrustaciones, hipoclorito de sodio y carbonato de sodio. Se realizará el suministro de estas sustancias utilizando el equipo adecuado y se contará con cubetas y cartones para</p>

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	el registro de su manejo en la bitácora del almacén.	<p>contener derrames, en caso de escurrimientos accidentales.</p> <p>Así, de esta manera, la promovente pondrá en marcha una serie de medidas tendientes al manejo adecuado de sustancias peligrosas.</p>

Cuadro 4. Criterios específicos.

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
CE-39	Si un predio está dividido en dos o más UGA, la superficie máxima de aprovechamiento no es acumulativa entre esos usos o unidades de gestión.	El predio del proyecto solo se ubica en una UGA, y está sujeto a lo establezca el PDU del Centro de Población de Playa del Carmen (2010), por lo que no le aplica este criterio.
CE-79	Los proyectos que pretendan realizarse en predios que colinden con playas aptas para la anidación de tortugas marinas deberán incorporar medidas preventivas que minimicen el impacto negativo a estos animales tanto durante la temporada de arribo y anidación de las hembras como durante el período de desarrollo de los huevos y eclosión de las crías. Dichas medidas deberán manifestarse en el estudio de impacto ambiental aplicable al proyecto, para su valoración y en su caso, validación y autorización por la Dirección de Vida Silvestre de la SEMARNAT.	<p>El predio de interés colinda con playa, no obstante, el desarrollo del proyecto que se propone, no considera la afectación a estos ejemplares debido a que se desplantará sobre un área previamente impactada.</p> <p>En cuanto a los sitios potenciales de anidación, es característico el sitio en la playa que cada género escoge para anidar y parece estar relacionado con la talla y el peso promedio del animal.</p> <p>Como se ha mencionado el proyecto propuesto corresponde a una obra complementaria que será desplantada dentro de uno de los edificios del Hotel Reef Club Coco Beach y en parte de las vialidades interiores con que cuenta actualmente, por lo que se encontrará a una distancia mínima de aproximadamente 134 m donde inicia la zona de playa, por lo que los sitios potenciales de anidación no se verían afectados.</p>
CE-95	En los predios en los que exista vegetación exótica o invasora deberá llevarse a cabo un programa de erradicación de dichas especies	Las áreas en las que se instalará la planta desaladora y en donde se realizará la construcción de pozos son zonas previamente impactadas como parte de la edificación del hotel, por lo que no se verá involucrada la vegetación. Aunado a ello, el predio del hotel no posee vegetación, exótica

CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
		invasora, por lo que no le aplica este criterio.
CE-98	Las reservas urbanas destinadas a aprovechamiento urbano deberán mantener su cobertura vegetal original en tanto no sean urbanizadas.	El predio del proyecto se encuentra dentro del centro de población de la Ciudad de Playa del Carmen y está regulado por el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, 2010, con uso de suelo asignado MC por lo que este criterio no le aplica.
CE-103	En el caso de que el ecosistema de duna costera se encuentre afectado o carezca de vegetación, ésta se deberá restaurar o reforestar con la finalidad de promover la protección de las playas, de la zona de anidación de las tortugas marinas y para el mantenimiento de la vegetación costera. Para el cumplimiento de este criterio deberá presentarse de manera conjunta con el estudio ambiental correspondiente, el programa de restauración de vegetación costera. La restauración se realizará en el primer año a partir de la fecha de inicio de obras del proyecto autorizado. Las actividades de restauración deberán obtener de manera previa a su inicio la autorización correspondiente.	El proyecto que se propone es una obra complementaria del Hotel Reef Club Coco Beach, la cual se construirá al interior del área de mantenimiento dentro del edificio de servicios y sobre vialidades interiores que forman parte del hotel por lo que no se verá afectado o intervenido ecosistema de duna costera.
CE-104	La estructura de la duna costera o bermas rocosas, así como la vegetación que las ocupa se debe mantener en estado natural en por lo menos el 75 % de su superficie dentro del predio.	
CE-105	Se permiten los andadores de acceso a la playa de conformidad con lo establecido en la normatividad vigente, los cuales siempre tendrán un trazo que atraviese la franja de vegetación costera en forma diagonal con la finalidad de evitar la erosión de la duna o playa. Los andadores o accesos a la playa tendrán una anchura máxima de tres metros y se podrá establecer uno por cada 100 metros de frente de playa de cada predio.	El proyecto que se propone aprovechará las áreas que ya se encuentran impactadas y que forman parte del Hotel Reef Club Coco Beach las cuales corresponden al área de mantenimiento ubicada en el edificio de servicios y vialidades interiores que no colindan con la playa, por lo que no le aplican estos criterios.
CE-106	Los andadores de acceso a la playa se establecerán sobre el terreno natural, sin rellenos, ni pavimentos, sólo se permitirá la delimitación del mismo con rocas u otros ornamentos no	

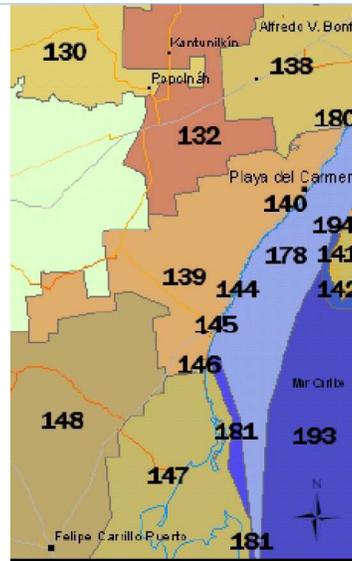
CRITERIO	DESCRIPCIÓN	VINCULACIÓN
	contaminantes. Se permite el establecimiento de andadores elevados que respeten el relieve natural de la duna.	

5. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO MARINO Y REGIONAL DEL GOLFO DE MÉXICO Y MAR CARIBE.

De acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe (publicado en el Diario Oficial de la Federación el 24 de noviembre de 2012). El predio se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental 139, Solidaridad.

Cuadro 5. Características UGA 139.

Tipo de UGA	Regional
Nombre:	Solidaridad
Municipio:	Solidaridad
Estado:	Quintana Roo
Población:	135,237 habitantes
Superficie:	327,229.174 Ha.
Subregión:	Aplicar criterios zona Costera inmediata Mar Caribe
Islas:	
Puerto Turístico	Presente
Puerto Comercial	Presente
Puerto Pesquero	
Nota:	



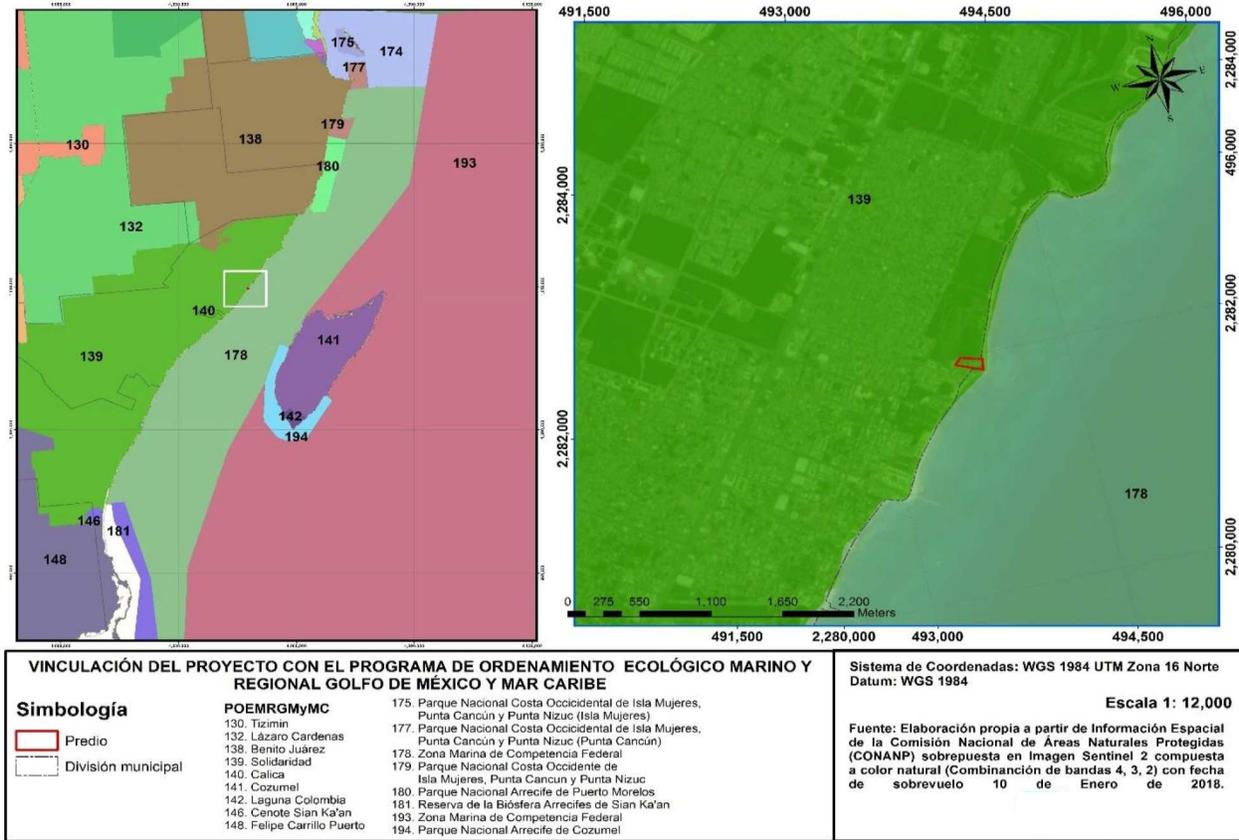


Figura 3. Ubicación del predio en el Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe

En el Decreto del programa se establece en su Artículo 1, que se expide la parte marina del POEMyRGMyc y en su Artículo 2, indica que da a conocer la parte regional del mismo.

Mientras que el Artículo Tercero de dicho Programa el cual se cita a continuación:

Artículo Tercero.- Conforme a los términos del “Convenio Marco de Coordinación para la instrumentación de un proceso de planeación conjunto para la formulación, expedición, ejecución, evaluación y modificación del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe”, los Gobiernos de los Estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán expedirán, mediante sus órganos de difusión oficial, la parte Regional del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino y Regional del Golfo de México y Mar Caribe.

Con base en lo anterior y toda vez que, a la fecha no han sido emitidos los decretos correspondientes por parte de las Entidades afectadas, en este caso, el Estado de Quintana Roo, sólo está vigente la parte marina de dicho Programa de Ordenamiento.

Tomando en consideración lo señalado, y que el proyecto se ubica en una UGA regional que no está vigente, no se vincula el proyecto con los criterios establecidos para esta UGA.

6. DECRETOS DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

El predio del proyecto se ubica a una distancia de 200.00 m de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, decretada como Área Natural Protegida el día 7 de diciembre de 2016. En relación con otras áreas naturales protegidas, el predio se ubica a distancia de 17.94 km del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel y a una distancia de 28.38 km del Parque Nacional Arrecife de Puerto Morelos (Figura 4).

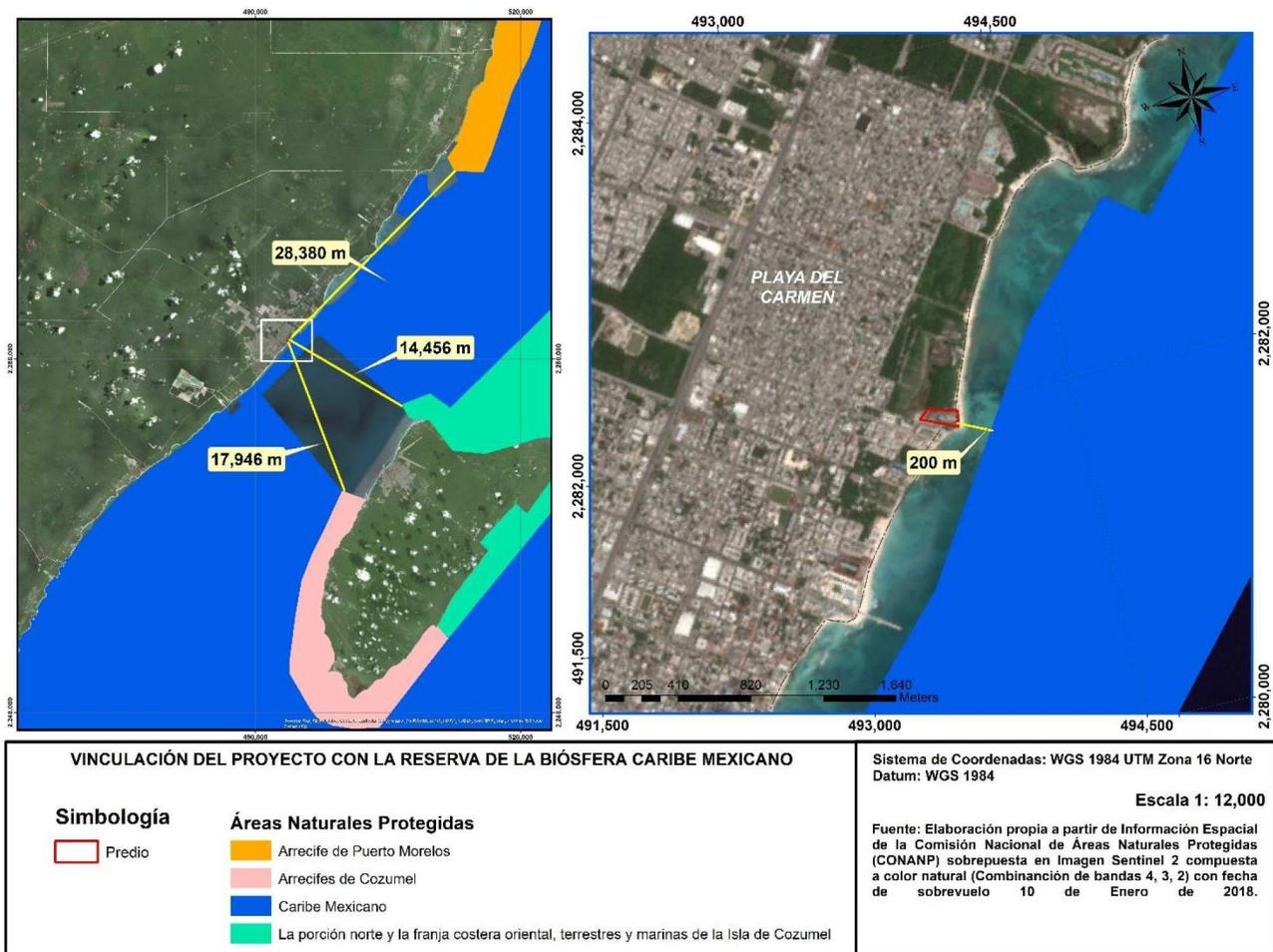


Figura 4. Ubicación del predio del proyecto con respecto a la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano y a los Parques Marinos Nacionales Arrecifes de Cozumel y Arrecife de Puerto Morelos.

Debido a que el predio está frente a la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano, se presenta la vinculación del proyecto con los lineamientos establecidos en el Decreto de su creación y su Plan de Manejo.

Vinculación con el Decreto de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano.

El día 7 de diciembre de 2016 fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el decreto por el que se declara Área Natural Protegida, con el carácter de Reserva de la Biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano, localizada en los municipios de Isla Mujeres, Benito

Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el Estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5, 754,055-36-31.60 hectáreas. De esta superficie 5,725,465-86-57.50 hectáreas corresponden a la porción marina y 28,589-49-74.10 hectáreas corresponden a la porción terrestre.

El área natural protegida presenta seis zonas núcleo con una superficie total de 1, 932,648-48-79.18 hectáreas, mientras que la zona de amortiguamiento queda comprendida por 3, 821,406-87-52.42 hectáreas.

En el artículo segundo del decreto se establece que las zonas núcleo y de amortiguamiento de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, se subzonificarán en el programa de manejo, conforme a lo previsto en los artículos 47 BIS y 47 BIS 1 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En los artículos cuartos, quinto y sexto del decreto se establecen las actividades permitidas, las modalidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales y las actividades prohibidas en las zonas núcleo.

Mientras que en los artículos séptimo, octavo y noveno del decreto se establecen las actividades permitidas, las modalidades de uso y aprovechamiento de los recursos naturales y las actividades prohibidas en las zonas de amortiguamiento.

En los demás artículos del decreto se establecen las disposiciones generales de aprovechamiento de los recursos pesqueros, de la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental para llevar a cabo actividades, de las medidas que emitirá la Secretaría para mantener la reserva, de los convenios, acuerdos y bases de colaboración, de la formulación del Programa de Manejo, la delimitación del área de influencia, y señala las autoridades que estarán a cargo de las acciones de inspección y vigilancia.

El Acuerdo del Resumen del Plan de Manejo de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 30 de noviembre de 2018. De acuerdo con éste se realizó la subzonificación de las zonas núcleo y de las zonas de amortiguamiento.

El predio del proyecto queda en la Zona de Influencia definida para dicha ANP, frente a la zona de amortiguamiento denominada Subzona de Uso Público Playa del Carmen, Tulum y Sian-Ka'an, y a una distancia de 1,225.0 m de la Subzona de Uso Público de Tiburón toro (Figura 5).

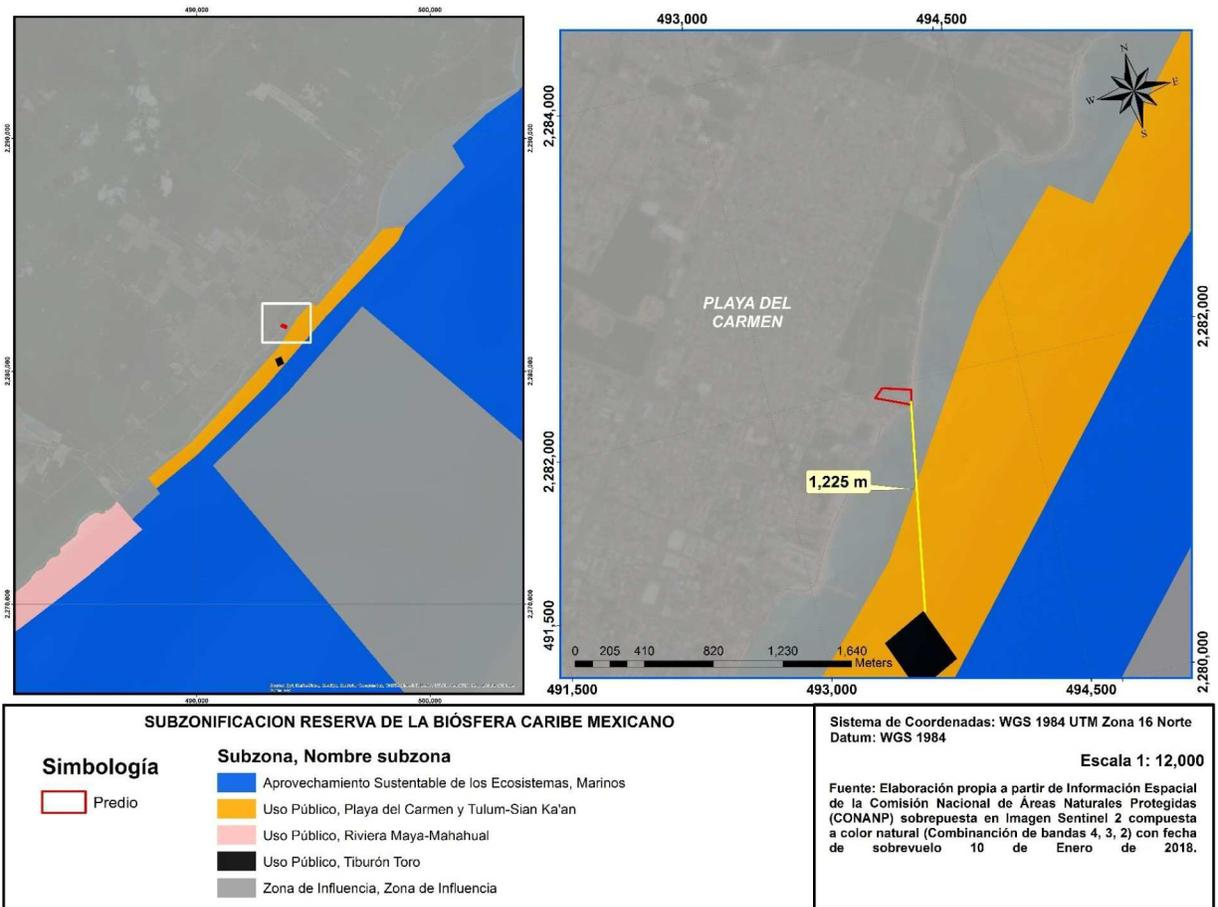


Figura 5. Se muestra la ubicación del predio con respecto a la subzonificación de la Reserva de la Biosfera del Caribe Mexicano.

Subzona de Uso Público Playa del Carmen, Tulum y Sian-Ka'an

En esta subzona se incluyen dos polígonos marinos: el primero, Playa del Carmen, polígono totalmente marino con una superficie de 1,027.36 hectáreas, de aproximadamente 600 metros de ancho y 15 kilómetros de largo, ubicado frente al centro de población de Playa del Carmen, y el segundo, Tulum-Sian Ka'an con 1,091.49 hectáreas, de aproximadamente 2 km de ancho, totalmente marino, ubicado a la altura del límite sur del Parque Nacional Tulum hasta la colindancia con las Reservas de la Biosfera Sian Ka'an y Arrecifes de Sian Ka'an.

El predio se ubica a 200 m del polígono 1 Playa del Carmen, que es cercano a los sitios de anidación de la tortuga marina verde del Atlántico o tortuga blanca (*Chelonia mydas*) y la distribución del Manatí del Caribe (*Trichechus manatus*), que se encuentra principalmente en agua dulce. Los arrecifes existentes son aislados entre la laja calcárea o en los bordes, donde esta se interrumpe y forma un desnivel o "escalón". En este sitio se da la pesca artesanal de escama, entre los productos que se obtienen son mero, pargos, mojarras, boquinete, sargo y se tiene la captura incidental del pulpo.

Para esta subzona se establecieron las siguientes actividades permitidas y prohibidas.

Cuadro 6. Se indican las actividades permitidas y prohibidas en la Subzona de Uso Público Playa del Carmen, Tulum y Sian Ka'an.

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre 2. Colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales 3. Educación ambiental 4. Extracción de arena siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental, únicamente en el polígono de Playa del Carmen 5. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos 6. Investigación científica, 7. Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria 8. Monitoreo del ambiente 9. Navegación 10. Pesca comercial 11. Pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación, únicamente en el polígono de Playa del Carmen 12. Pesca de fomento 13. Turismo de bajo impacto ambiental: <ul style="list-style-type: none"> • Banana y parasail, únicamente en el polígono de Playa del Carmen, • Buceo autónomo 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acuicultura 2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, flujos hídricos, hábitats de pastos marinos y de humedales y manglares. 3. Capturar, tocar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta e investigación científica, pesca comercial de escama, pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación, pesca de fomento y monitoreo del ambiente 4. Construcción de infraestructura, salvo para la instalación de hábitats artificiales 5. Interrumpir, desviar, rellenar o desecar flujos hídricos 6. Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras 7. Realizar actividades comerciales (venta de alimentos y artesanías) 8. Realizar cualquier actividad de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones 9. Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
<ul style="list-style-type: none"> • Buceo tipo snuba • Buceo libre en su modalidad esnórquel • Kayak, kitesurf, paddle board, velerismo, tabla vela o similares • Observación de vida silvestre 	recuperación de playas y colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales 10. Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas 11. Usar lámparas o cualquier otra fuente de luz directa para la observación de especies de fauna, salvo para colecta científica y monitoreo del ambiente 12. Verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio natural marino.

A continuación, se realiza la vinculación de las actividades permitidas y prohibidas con el proyecto:

Cuadro 7. Se indican las actividades permitidas y su vinculación con el proyecto.

Actividades permitidas	Vinculación con el proyecto
1. <i>Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre;</i>	No se pretende realizar esta actividad en el proyecto.
2. <i>Colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales</i>	No se llevará a cabo la instalación de arrecifes artificiales en la zona marina, ya que las actividades que se proponen se realizarán en el predio y solo consideran la construcción de una planta desaladora.
3. <i>Educación ambiental</i>	Durante las actividades contempladas se llevarán a cabo pláticas de educación ambiental dirigidas al personal, en las que se fomentará el manejo adecuado de los residuos.
4. <i>Extracción de arena siempre y cuando cuente con la autorización en materia de impacto ambiental, únicamente en el polígono de Playa del Carmen</i>	No se consideran actividades de extracción de arena, ya que no se realizarán actividades de recuperación de playas.
5. <i>Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos</i>	No se pretenden realizar filmaciones.
6. <i>Investigación científica,</i>	No se pretende realizar actividades de investigación científica.
7. <i>Mantenimiento y desarrollo de infraestructura portuaria</i>	No se llevarán a cabo actividades de mantenimiento ni construcción de muelles.
8. <i>Monitoreo del ambiente</i>	No se llevarán a cabo actividades de monitoreo de la zona marina. Se realizarán los análisis de la calidad de agua de rechazo antes de ser inyectada, para evitar afectaciones en la calidad del agua del acuífero. Debido a que la inyección del agua de rechazo se realizará a una profundidad de

Actividades permitidas	Vinculación con el proyecto
	80.0 m en el acuífero, no tendrá efecto sobre la calidad del agua marina.
9. Navegación;	No se llevarán a cabo actividades de navegación.
10. Pesca comercial	En el proyecto no se pretende realizar actividades de pesca comercial.
11. Pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación, únicamente en el polígono de Playa del Carmen	En el proyecto no se pretende realizar actividades de pesca deportivo-recreativa.
12. Pesca de fomento	En el proyecto no se pretende realizar actividades de pesca de fomento.
13. Turismo de bajo impacto ambiental:	En la zona marina no se pretenden realizar actividades de turismo de bajo impacto ambiental como banana, buceo, kayak, kitesurf, paddle board, velerismo, tabla vela o similares, etc.

Cuadro 8. Se indican las actividades prohibidas y su vinculación con el proyecto.

Actividades prohibidas	Vinculación con el proyecto
1. Acuicultura	No se realizarán actividades de acuicultura, el proyecto corresponde a la instalación de una planta desaladora dentro de las instalaciones ya construidas del hotel.
2. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, flujos hídricos, hábitats de pastos marinos y de humedales y manglares.	Con la construcción y operación del proyecto no se afectarán los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, ya que se llevarán a cabo en un predio que ya está construido, y las actividades de extracción de agua subterránea e inyección de salmuera se llevarán a cabo conforme a lo establecido en la normatividad aplicable de la CONAGUA.
3. Capturar, tocar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta e investigación científica, pesca comercial de escama, pesca deportivo-recreativa en su modalidad captura y liberación, pesca de fomento y monitoreo del ambiente	No se llevarán a cabo actividades de extracción, captura o remoción de vida silvestre en la zona marina. Las actividades que se proponen se realizarán en el predio, en sitios que ya poseen construcciones por lo que no se afectarán áreas con vegetación natural, ni se dañarán especies de fauna.
4. Construcción de infraestructura, salvo para la instalación de hábitats artificiales	No se llevará a cabo la construcción de ningún tipo de infraestructura en la zona marina.
5. Interrumpir, desviar, rellenar o desecar flujos hídricos	Con las actividades del proyecto no se interrumpirán, rellenarán o desviarán flujos hídricos.

Actividades prohibidas	Vinculación con el proyecto
6. Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras	No se pretende la introducción de especies exóticas ni invasoras.
7. Realizar actividades comerciales (venta de alimentos y artesanías)	No se llevarán a cabo actividades comerciales.
8. Realizar cualquier actividad de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones	No se pretende utilizar embarcaciones ni realizar actividades de limpieza de sentinas.
9. Remover el fondo marino o generar la suspensión de sedimentos, salvo para recuperación de playas y colocación e instalación de arrecifes y hábitats artificiales	No se realizará la remoción del fondo marino
10. Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas	No se pretende utilizar explosivos o sustancias peligrosas que puedan ocasionar alteraciones a los ecosistemas.
11. Usar lámparas o cualquier otra fuente de luz directa para la observación de especies de fauna, salvo para colecta científica y monitoreo del ambiente	No se realizarán actividades de observación de especies de fauna, por lo que no se utilizarán lámparas o fuentes de luz.
12. Verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio natural marino.	No se descargarán residuos sólidos o líquidos a la zona marina. Durante las actividades de operación de la planta desaladora se realizarán los análisis de la calidad de agua de rechazo antes de ser inyectada al pozo que será construido dentro de las instalaciones del hotel, para evitar afectaciones en la calidad del agua del acuífero. Debido a que la inyección del agua de rechazo se realizará a una profundidad de 80.0 m en el acuífero, no tendrá efecto sobre la calidad del agua marina.

Subzona de Uso Público de Tiburón toro

La subzona se caracteriza por ser un sitio de agregación de tiburón toro (*Carcharhinus leucas*), el cual permanecen durante los meses de noviembre a marzo, cuando la temperatura del agua se encuentra en los 26 °C y se presentan vientos predominantes del norte y noreste. Se ha observado que su presencia coincide con la llegada de los peces denominados localmente como coronado (*Seriola dumerili*).

Esta especie es una de las pocas especies de tiburón que puede tolerar largos periodos de tiempo en agua dulce, a menudo penetran largas distancias hasta los ríos de agua dulce que se conectan al océano. Sus hábitos alimenticios contribuyen a la regulación natural de poblaciones y su dieta, aunque variada, está restringida a individuos mayores capaces de consumir presas más grandes, como los peces teleósteos y elasmobranquios. Debido a la presencia de esta agregación, algunos prestadores de servicios turísticos realizan recorridos de avistamiento submarino de esta y otras especies, en sus dos modalidades: observación y atracción. Sin embargo, no se podrá usar lámparas o cualquier otra fuente de luz directa para la observación de especies de fauna, salvo para colecta científica y monitoreo toda vez

que las luces artificiales pueden producir efectos negativos en la vida silvestre, tales como: desorientación en las aves, o alteraciones en especies acuáticas como los tiburones toro, que por sus hábitos los individuos siguen las señales de iluminación, perdiendo la orientación y elevación del horizonte. Con la finalidad de conservar intacta la zona de agregación de los tiburones, es necesario restringir las actividades que alteren el ecosistema, incluyendo la construcción de infraestructura, extracción de arena, remover o alterar el fondo marino o cualquier actividad que provoque la suspensión de sedimentos, lo que atraería pérdida de sitios de alimentación, fragmentación y desplazamiento de especies, así mismo como consecuencia de estas actividades se generan azolves y contaminación de los cuerpos de agua. Además, para preservar el ambiente marino y la protección a las especies nativas es necesario restringir la pesca comercial, esta acción permitirá el mantenimiento de la biodiversidad, generando un sitio adecuado para la alimentación, refugio y reproducción de especies representativas de la Reserva de la Biosfera.

Otra forma de preservar el buen estado de conservación de los ecosistemas, es la restricción de introducción de especies exóticas, incluyendo las invasoras, lo anterior debido a que como ya se refirió anteriormente, en esta subzona se congregan tiburones toro, y sus hábitos contribuyen a la regulación natural de poblaciones, y las especies exóticas, incluyendo las invasoras representan una amenaza al equilibrio ecológico, debido a que en ocasiones no tienen depredadores naturales en el Área Natural Protegida, sus estrategias reproductivas y de adaptación pueden representar una ventaja contra las especies nativas, compitiendo con éstas últimas por recursos vitales como espacio y alimento, representando en ocasiones alteraciones al hábitat original y por lo tanto alteraciones en el comportamiento del tiburón toro. En el mismo sentido de conservar las características naturales del cuerpo de agua de la subzona, de los cuales depende el hábitat marino de las especies, principalmente el tiburón toro, es necesario restringir actividades que conlleven arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio marino, para mantener el equilibrio ambiental de los ecosistemas. Por otro lado, este ecosistema es de importancia para la provisión de servicios ambientales, principalmente captura de carbono, por lo cual se considera necesario restringir cualquier actividad que conlleve a impactos irreversibles, pues con ello se previene la destrucción de hábitats, fragmentación y alteración de sus características, tal es el caso del uso de explosivos, o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración al ecosistema, en este sentido, con la finalidad de conservar los ecosistemas presentes en la subzona es necesario restringir las actividades que conlleven al verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, la limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones, arrojar residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio natural, ya que genera impactos negativos a los ecosistemas reducción de la penetración de la luz necesaria para los procesos de fotosíntesis, así como distribución de sedimentos contaminados, cambios físicos del fondo acuático, daños sobre poblaciones de peces y otros organismos.

Para esta subzona se establecieron las siguientes actividades permitidas y prohibidas.

Cuadro 9. Se indican las actividades permitidas y prohibidas en la Subzona de Uso Público de Tiburón toro.

Actividades permitidas	Actividades prohibidas
1. Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre 2. Educación ambiental 3. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos 4. Investigación científica, 5. Monitoreo del ambiente 6. Navegación 7. Pesca de fomento 8. Turismo de bajo impacto ambiental, exclusivamente: <ul style="list-style-type: none"> • Observación de vida silvestre exclusivamente de tiburón toro, únicamente con el acompañamiento de guías especializados. 	1. Buceo libre 2. Capturar, tocar, bloquear el paso, capturar, remover o perseguir los ejemplares de vida silvestre, salvo para colecta e investigación científica y monitoreo del ambiente. 3. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, flujos hídricos, hábitats de pastos marinos. 4. Arrojar, verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio natural marino. 5. Capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta e investigación científica, monitoreo del ambiente y pesca de fomento. 6. Construcción de infraestructura. 7. Usar lámparas o cualquier otra fuente de luz directa para la observación de especies de fauna, salvo para colecta científica y monitoreo del ambiente. 8. Extracción de arena. 9. Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras. 10. Pesca comercial. 11. Realizar cualquier actividad de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones 12. Remover o alterar el fondo marino o provocar suspensión de sedimentos. 13. Turismo de bajo impacto ambiental, salvo: <ul style="list-style-type: none"> • Observación de vida silvestre exclusivamente de tiburón toro, únicamente con el acompañamiento de guías especializados. 14. Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas.

A continuación, se realiza la vinculación de las actividades permitidas y prohibidas con el proyecto:

Cuadro 10. Se indican las actividades permitidas y su vinculación con el proyecto.

Actividades permitidas	Vinculación con el proyecto
1. <i>Colecta científica de ejemplares de la vida silvestre;</i>	No se pretende realizar esta actividad en el proyecto, el proyecto corresponde a la

Actividades permitidas	Vinculación con el proyecto
	instalación de una planta desaladora dentro de las instalaciones ya construidas del hotel.
<i>2. Educación ambiental</i>	Durante las actividades contempladas se llevarán a cabo pláticas de educación ambiental dirigidas al personal, en las que se fomentará el manejo adecuado de los residuos.
<i>3. Filmaciones, actividades de fotografía, captura de imágenes o sonidos</i>	No se pretenden realizar filmaciones.
<i>4. Investigación científica,</i>	No se pretende realizar actividades de investigación científica.
<i>5. Monitoreo del ambiente</i>	No se llevarán a cabo actividades monitoreo de la zona marina. Se realizarán los análisis de la calidad de agua de rechazo antes de ser inyectada, para evitar afectaciones en la calidad del agua del acuífero. Debido a que la inyección del agua de rechazo se realizará a una profundidad de 80.0 m en el acuífero, no tendrá efecto sobre la calidad del agua marina.
<i>6. Navegación;</i>	No se llevarán a cabo actividades de navegación.
<i>7. Pesca de fomento</i>	En el proyecto no se pretende realizar actividades de pesca de fomento.
<i>13. Turismo de bajo impacto ambiental</i>	En la zona marina no se pretenden realizar actividades de turismo de bajo impacto ambiental ni observación de ejemplares de tiburón toro.

Cuadro 11. Se indican las actividades prohibidas y su vinculación con el proyecto.

Actividades prohibidas	Vinculación con el proyecto
<i>1. Buceo libre</i>	No se pretende llevar a cabo actividades de buceo libre en la zona marina.
<i>2. Capturar, tocar, bloquear el paso, capturar, remover o perseguir los ejemplares de vida silvestre, salvo para colecta e investigación científica y monitoreo del ambiente.</i>	No se llevarán a cabo actividades de extracción, captura o remoción de vida silvestre en la zona marina. Las actividades que se proponen se realizarán en el predio, en sitios que ya poseen construcciones por lo que no se afectarán áreas con vegetación natural, ni se dañarán especies de fauna.
<i>3. Alterar o destruir por cualquier medio o acción los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, flujos hídricos y hábitats de pastos marinos.</i>	Con la construcción y operación del proyecto no se afectarán los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de especies silvestres, ya que se llevarán a cabo en un predio que ya está construido, y las actividades de extracción de agua subterránea e inyección de salmuera se

Actividades prohibidas	Vinculación con el proyecto
	llevarán a cabo conforme a lo establecido en la normatividad aplicable.
<i>4. Verter o descargar cualquier tipo de desechos orgánicos, residuos sólidos o líquidos o cualquier otro tipo de contaminante, al medio natural marino.</i>	No se descargarán residuos sólidos o líquidos a la zona marina. El proyecto corresponde a la instalación de una planta desaladora dentro de las instalaciones ya construidas del hotel Reef Club Coco Beach, por lo que no implica descargar contaminantes al medio marino natural. Durante las actividades de operación de la planta desaladora se realizarán los análisis de la calidad de agua de rechazo antes de ser inyectada, para evitar afectaciones en la calidad del agua del acuífero. Debido a que la inyección del agua de rechazo se realizará a una profundidad de 80.0 m en el acuífero, no tendrá efecto sobre la calidad del agua marina.
<i>5. Capturar, remover, extraer, retener o apropiarse de vida silvestre, salvo para colecta e investigación científica, monitoreo del ambiente y pesca de fomento.</i>	No se llevarán a cabo actividades de extracción, captura o remoción de vida silvestre en la zona marina.
<i>6. Construcción de infraestructura.</i>	No se llevará a cabo la construcción de ningún tipo de infraestructura en la zona marina.
<i>7. Usar lámparas o cualquier otra fuente de luz directa para la observación de especies de fauna, salvo para colecta científica y monitoreo del ambiente</i>	No se realizarán actividades de observación de especies de fauna, por lo que no se utilizarán lámparas o fuentes de luz.
<i>8. Extracción de arena.</i>	No se realizarán actividades de extracción de arena.
<i>9. Introducir especies exóticas, incluyendo las invasoras</i>	No se pretende la introducción de especies exóticas ni invasoras.
<i>10. Pesca comercial</i>	En el proyecto no se pretende realizar actividades de pesca comercial
<i>11. Realizar cualquier actividad de limpieza y achicamiento de sentinas de embarcaciones</i>	No se pretende utilizar embarcaciones ni realizar actividades de limpieza de sentinas.
<i>12. Remover o alterar el fondo marino o provocar suspensión de sedimentos.</i>	No se realizará la remoción del fondo marino ni se provocará la suspensión de sedimentos.
<i>13. Turismo de bajo impacto ambiental, salvo:</i> • <i>Observación de vida silvestre exclusivamente de tiburón toro, únicamente con el acompañamiento de guías especializados.</i>	En la zona marina no se pretenden realizar actividades de turismo de bajo impacto ambiental ni observación de ejemplares de tiburón toro.
<i>10. Usar explosivos o cualquier otra sustancia que pueda ocasionar alguna alteración a los ecosistemas</i>	No se pretende utilizar explosivos o sustancias peligrosas que puedan ocasionar alteraciones a los ecosistemas.

Derivado de lo señalado en los cuadros previos, en el proyecto no se llevará a cabo ninguna actividad en la zona marinas, y las actividades de construcción y operación de la planta

desaladora no conllevan alguna afectación a los ecosistemas de manera indirecta y se tomarán las medidas necesarias para mantener los procesos ecológicos que se desarrollan en el sitio. No se realizará ninguna de las actividades prohibidas.

El Plan de Manejo del Área Natural Protegida establece una serie de Reglas Administrativas que son de observancia general y obligatoria para todas aquellas personas físicas o morales que realicen actividades dentro de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano, considerando lo anterior y toda vez que el proyecto no considera realizar actividades dentro de la reserva no se hace la vinculación con estas reglas.

7. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Para el proyecto Planta Desaladora del Hotel Club Coco Beach se han evaluado todos los procesos involucrados en las distintas etapas del proyecto, desde la construcción y la operación misma, identificando de manera clara las Normas Oficiales Mexicanas Ecológicas que inciden en la regulación de dichas obras o actividades, por lo que a continuación se enlistarán las normas a considerar para la realización del proyecto.

Cuadro 12. Normas Oficiales Mexicanas que le aplican al proyecto en cada una de las etapas. C= Construcción, y O=Operación.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
		C	O	
NOM-003-CNA-1996	Establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.			<p>Esta Norma se aplica a la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales destinadas a los usos agrícola, agroindustrial, doméstico, acuacultura, servicios, industrial, pecuario, público urbano y múltiples.</p> <p>La responsabilidad en la aplicación y cumplimiento de la presente Norma corresponde al concesionario o asignatario que realice la construcción de pozos para la extracción de aguas nacionales.</p> <p>La ubicación de la planta desaladora y de los pozos está observando su diseño en profundidad, tipo de ademe liso y ranurado, ubicación lejos de instalaciones sanitarias a mínimo 30m.</p> <p>Para la perforación de los pozos se contratará a una empresa especializada en ello, la cual se verificará cuenta con herramienta para hacer las perforaciones de tipo comercial estándar, desinfectada y sin residuos de grasas o hidrocarburos que pudieran contaminar el acuífero, empleando los insumos que marca dicha norma. Asimismo, se verificará que los fluidos utilizados estén libres de patógenos con el pH que especifica la norma. Los lodos y materiales resultantes de la perforación serán utilizados en las áreas de mantenimiento del mismo hotel, o dispuestos donde la autoridad municipal indique. Una vez que los</p>

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
		C	O	
				<p>pozos estén construidos con las características detalladas en el Capítulo 2 de la presente MIA, serán desinfectados y probados para poder iniciar su operación. De igual forma, serán instalados los dispositivos de medición (medición de caudal de extracción, medición del nivel del agua del pozo, etc.), y para monitoreo de la calidad del agua, requeridos por la CONAGUA para su operación.</p>
NOM-004-CNA-1996	<p>Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua para el cierre de pozos en general. Teniendo como objetivo proteger la calidad del agua en los acuíferos durante los trabajos de mantenimiento, rehabilitación y cierre de pozos, sea de forma temporal o definitiva.</p>			<p>Esta Norma Oficial Mexicana es aplicable a todos los pozos de exploración, monitoreo o producción que penetren total o parcialmente un acuífero, y que sean destinados a alguno de los usos de extracción de agua clasificados en esta norma, así como aquellos que fueron perforados para otros usos, y que han quedado abandonados. Su cumplimiento es exigible a los concesionarios y asignatarios de pozos de extracción de agua y a los dueños de pozos para otros usos, y es independiente del trámite para la concesión o asignación del volumen de aguas nacionales.</p> <p>La promovente, deberá cumplir con lo especificado en esta ley en cuanto a:</p> <p>Mantenimiento de pozos para extracción de agua</p> <p>Para los pozos destinados a los usos público urbano, así como para aquellos destinados a usos agroindustrial e industrial que procesen alimentos, será obligatoria la desinfección del pozo, como se indica a continuación:</p> <p>Después de que haya sido instalado el equipo permanente del pozo (bomba y motor) y entre en operación, éste debe desinfectarse como mínimo cada tres años. Para ello, deberá aplicarse proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante necesario para que el cloro activo sea de 200 mg/L como mínimo.</p>

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
		C	O	
				<p>El agua en el pozo deberá tratarse con cloro, tabletas de hipoclorito de calcio, solución de hipoclorito de sodio o cualquier otro desinfectante de efecto similar, con la concentración apropiada y aprobada por la Secretaría de Salud.</p> <p>Después de que el desinfectante haya sido aplicado, se agitará y se recirculará el agua del pozo para lograr una buena mezcla e inducir el contacto de dicha mezcla con las paredes del ademe, rejilla, filtro granular y formación del acuífero. Luego se dejará reposar la mezcla agua-desinfectante en el interior del pozo durante al menos 12 horas, pero no más de 24 horas.</p> <p>Monitoreo de calidad del agua</p> <p>En todos los pozos de extracción de agua se deberán tomar muestras simples cada tres años, con objeto de efectuar un análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua, de acuerdo con los métodos de análisis establecidos en Normas Mexicanas (NMX) o los internacionalmente aceptados, que incluyan la determinación de pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio, sólidos disueltos totales y bacterias coliformes fecales.</p>
NOM-081-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.			<p>Se deberá cumplir con esta norma, las fuentes fijas no deberán rebasar los límites permisibles de emisión de ruido.</p> <p>Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitido por fuentes fijas, son los siguientes:</p> <p>6:00 a 22:00 68 dB(A) 22:00 a 6:00 65 dB(A)</p> <p>Por lo que la planta desaladora deberá cumplir con esos límites.</p>

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
		C	O	
NOM-085-SEMARNAT-2011	Establece los niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición			Se deberá cumplir esta norma durante la operación de las máquinas y equipos de combustión que se utilicen.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Que establecen las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.			Es de observancia para la identificación de los residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto.
NOM-054-SEMARNAT-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.			Es de observancia durante la separación y almacenamiento de los residuos peligrosos que se generen durante todas las etapas del proyecto.

7.1. NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-127-SSA1-1994.

El 18 de enero de 1996 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano – Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización".

Al respecto, se observa que el objetivo y campo de aplicación de esta norma señala que su función es establecer los límites permisibles de calidad y los tratamientos de potabilización del agua para uso y consumo humano, que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados.

En este tenor, será responsabilidad del promovente verificar continuamente que estos parámetros se están cumpliendo y de la Secretaría de Salud, verificar que se esté dando cumplimiento. Por lo anterior, se señala que se realizarán análisis a las aguas tratadas para verificar que se cumpla con los parámetros establecidos en la norma en comento.

Asimismo, se advierte que la especificación 4.3 señala que los límites permisibles de Sólidos Disueltos totales en el agua para uso y consumo humano, deberán ser de menos de 1000mg/l, con lo cual se observa que a través de la planta desaladora se cumpliría dicho parámetro, por mucho, pues se espera una concentración de 500mg/l (Considerando que 1ppm=1mg/l) en el agua tratada a través del sistema de ósmosis inversa.

7.2. NOM-059-SEMARNAT-2010, PROTECCIÓN AMBIENTAL-ESPECIES NATIVAS DE MÉXICO DE FLORA Y FAUNA SILVESTRE-CATEGORÍAS Y ESPECIFICACIONES PARA SU INCLUSIÓN, EXCLUSIÓN O CAMBIO-LISTA DE ESPECIES EN RIESGO.

Esta norma tiene por objeto identificar las especies de flora y fauna silvestre que se encuentran en riesgo en la República Mexicana mediante la integración de las listas correspondientes, asimismo, establece los criterios para la inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones.

Es de observancia obligatoria 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 en el territorio nacional.

En relación con lo anterior, no se registraron especies de flora y fauna enlistadas en esta norma, aunado a ello la planta desaladora que se propone se instalará sobre áreas actualmente intervenidas y destinadas a aprovechamiento.

8. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA ET AL. 2000).

El Programa Regiones Prioritarias para la Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO, Arriaga *et al.*, 2000), se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad en diferentes ámbitos ecológicos. Así, CONABIO ha impulsado la identificación, además de las Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), de las Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP, ámbitos acuáticos continentales) y de las Regiones Prioritarias Marinas (RPM, ámbitos costeros y oceánicos). Una regionalización complementaria, desarrollada por Cipamex, corresponde a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA). De ahí que esta regionalización ha sido un esfuerzo técnico de la CONABIO por identificar aquellas regiones con alguna importancia, sin embargo, no han sido elevadas a calidad de regulación específica para el país, sea como norma u otro instrumento, ni publicadas en el Diario ni Periódico Oficial.

En este documento se determinó que el predio se ubica en una de las regiones prioritarias propuestas por la CONABIO, y se analiza su impacto en términos de lo que especifica el área.

8.1. REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS.

En México, la CONABIO tiene como función coordinar, apoyar y promover acciones relacionadas con el conocimiento y uso de la diversidad biológica mediante actividades orientadas hacia su conservación y manejo sostenible. En mayo de 1998, dicha institución inició el *Programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias*, con el objetivo de obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, con la finalidad de establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido. Este programa junto con los *Programas de Regiones Marinas Prioritarias* y *Regiones Terrestres Prioritarias* forman parte de una serie de estrategias instrumentadas por la CONABIO para la promoción a nivel nacional para el conocimiento y conservación de la biodiversidad de México.

El predio del proyecto se encuentra dentro de la Región Hidrológica Prioritaria 105, denominada Región Cancún-Tulum, la cual cuenta con una extensión de 1,715.0 km² (Figura 6).

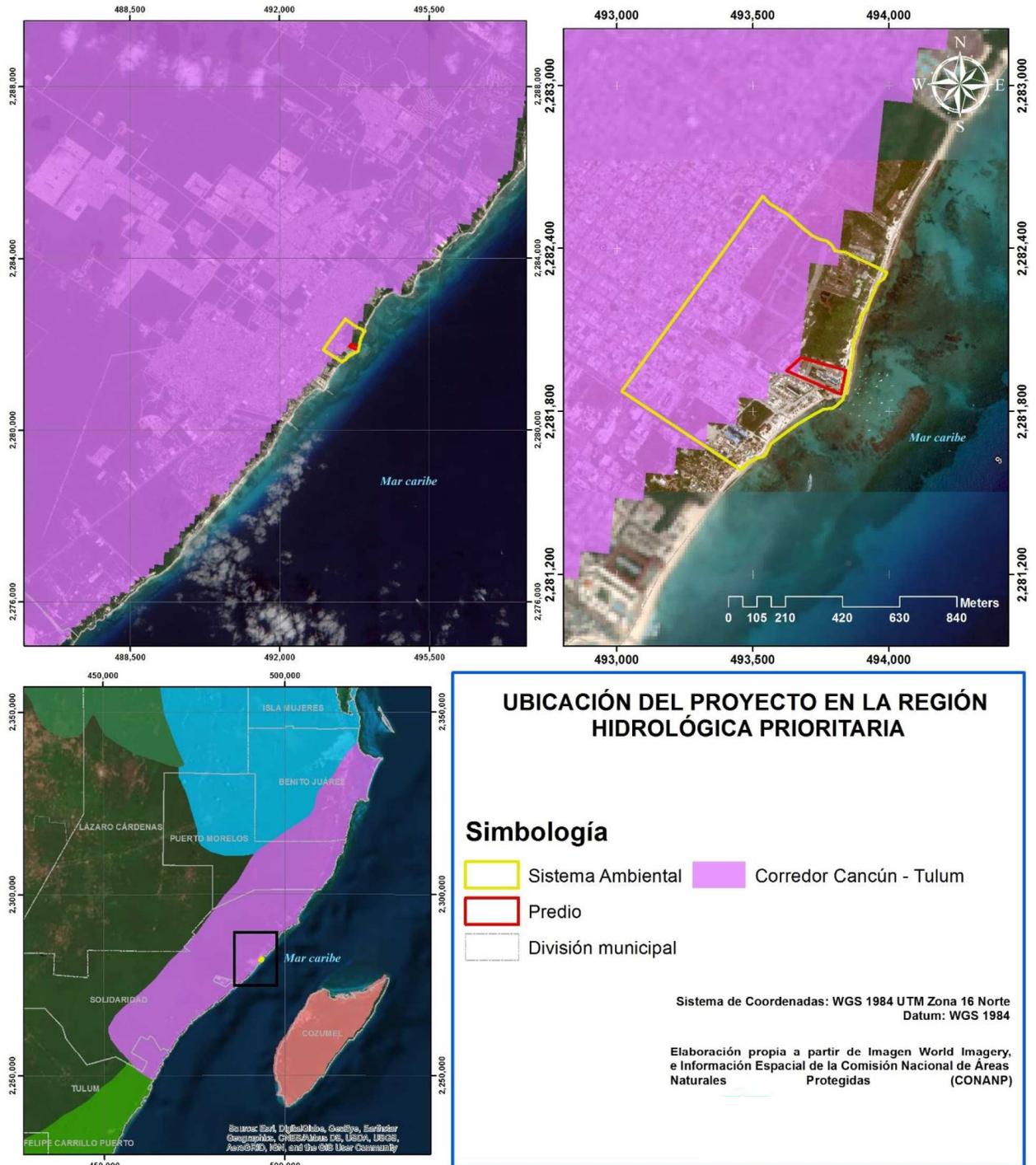


Figura 6. El proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 105 Corredor Cancún Tulum.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Características principales con las que cuenta la Región Hidrológica Cancún Tulum.

Lénticos:	Lagunas de Chakmuchuch y Nichupté, cenotes, estuarios, humedales
Lóticos:	Aguas subterráneas
Geología/Edafología:	Suelos tipo Litosol, Rendzina y Solonchak. Los suelos se caracterizan por poseer una capa superficial abundante en humus y fértil, que descansa sobre roca caliza.
Características varias:	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual de 26-28 °C Precipitación total anual de 1000-2000mm.
Principales poblados:	Cancún, Playa del Carmen, Pto. Morelos, Tulum, Akumal, Xel-ha
Actividad económica principal:	Turismo, forestal y pecuaria
Indicadores de calidad de agua:	ND
Biodiversidad:	Tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, manglar, sabana, palmar inundable y vegetación de dunas costeras. Diversidad de hábitats: estuarios, humedales, dunas costeras, caletas, cenotes y playas. Flora característica: <i>Acacia globulifera</i> , tasiste <i>Acoelorrhaphe wrightii</i> , <i>Annona glabra</i> , <i>Atriplex cristata</i> , <i>Bactris balanoidea</i> , ramón <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Bucida buceras</i> , chaca <i>Bursera simaruba</i> , <i>Caesalpinia gaumeri</i> , <i>Cameraria latifolia</i> , <i>Capparis flexuosa</i> , <i>C. incana</i> , <i>Coccoloba réflex flora</i> , <i>C. uvifera</i> , palma nakax <i>Coccothrinax readii</i> , <i>Cordia sebestena</i> , <i>Crescentia cujete</i> , <i>Curatella americana</i> , <i>Cyperus planifolius</i> , <i>Dalbergia glabra</i> , <i>Eugenia lundellii</i> , palo de tinte <i>Haematoxylum campechianum</i> , <i>Hampea trilobata</i> , <i>Hyperbaena winzerlingii</i> , <i>Ipomoea violacea</i> , chicozapote <i>Manilkara zapota</i> , chechén <i>Metopium brownei</i> , <i>Pouteria campechiana</i> , <i>P. chiricana</i> , palma <i>Pseudophoenix sargentii</i> , mangle rojo <i>Rhizophora mangle</i> , palma chit <i>Thrinax radiata</i> . La flora fitoplanctónica de los cenotes generalmente está dominada por diatomeas como <i>Amphora ovalis</i> , <i>Cocconeis placentula</i> , <i>Cyclotella meneghiniana</i> , <i>Cymbella turgida</i> , <i>Diploneis puella</i> , <i>Eunotia maior</i> , <i>E. monodon</i> , <i>Gomphonema angustatum</i> , <i>G. lanceolatum</i> , <i>Nitzchi ascalaris</i> , <i>Synedra ulna</i> y <i>Terpsinoe musica</i> . Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo <i>Antromysis (Antromysis) cenotensis</i> ; el anfípodo <i>Tulumella unidens</i> ; el palemónido <i>Creaseria morleyi</i> ; los decápodos <i>Typhlatya mitchelli</i> y <i>T. pearsei</i> ; los copépodos <i>Arctodiaptomus dorsalis</i> , <i>Eucyclop sagilis</i> , <i>Macrocylops albidus</i> , <i>Mastigodiatom mustexensis</i> , <i>Mesocyclop sedax</i> , <i>Mesocyclop ssp. Schizopera tobae cubana</i> , <i>Thermocyclops inversus</i> , <i>Tropocyclops prasinus mexicanus</i> , <i>T. prasinus</i> ; los ostrácodos <i>Candonocypris serratomarginata</i> , <i>Chlamydotheca mexicana</i> , <i>Cypridopsis niagrensis</i> , <i>C. rhomboidea</i> , <i>Cyprinotus putei</i> , <i>C. symmetricus</i> , <i>Darwinulaste vensoni</i> , <i>Eucypris cisternina</i> , <i>E. serrato marginata</i> , <i>Herpeto cypris meridiana</i> , <i>Meta cypris americana</i> , <i>Stenocypris</i>

	<p><i>fontinalis</i>, <i>Strandesia intrepida</i>, <i>S. obtusata</i>; de peces como los cíclidos <i>Archocentrus octofasciatus</i>, <i>Cichlasoma friedrichstali</i>, <i>C. robertsoni</i>, <i>C. salvini</i>, <i>C. synspilum</i>, <i>C. urophthalmus</i>, <i>Petenia splendida</i> y <i>Thorichthys meeki</i>; los poecílidos <i>Belonesox belizanus</i>, <i>Gambusia yucatanana</i>, <i>Heterandria bimaculata</i>, <i>Poecilia mexicana</i>, <i>P. orri</i> y <i>P. petenensis</i>; la anguila americana <i>Anguilla rostrata</i>, el carácido <i>Astyanax aeneus</i> y el bagre <i>Rhamdia guatemalensis</i>. Endemismos del isópodo <i>Bahalana mayana</i>; de los anfípodos <i>Bahadzia bozanici</i>, <i>Mayaweckelia cenoticola</i>, <i>Tuluweckelia cernua</i>; del ostrácodo <i>Danielopolina mexicana</i>; del remípedo <i>Speleonectes tulumensis</i>; del termosbenáceo <i>Tulumella unidens</i>, los cuales habitan en cenotes y cuevas; de los peces <i>Astyanax altior</i>, la brótula ciega <i>Ogilbia pearsei</i>, la anguila <i>Ophisternon infernale</i>, <i>Poecilia velifera</i>; de aves el pavo ocelado <i>Agriocharis ocellata</i>, el loro yucateco <i>Amazona xantholora</i>, que junto con el manatí <i>Trichechus manatus</i> se encuentran amenazados por lo reducido y aislado de sus hábitats, por la contaminación y navegación respectivamente. Zona de reproducción de tortugas caguama <i>Caretta caretta</i>, blanca <i>Chelonia mydas</i>, laúd <i>Dermochelis coriacea</i> y el merostomado <i>Limulus polyphemus</i>. Todas estas especies amenazadas junto con los reptiles boa <i>Boa constrictor</i>, huico rayado <i>Cnemidophorus cozumela</i>, garrobo <i>Ctenosaura similis</i>, iguana verde <i>Iguana iguana</i>, casquito <i>Kinosternon scorpioides</i>, mojina <i>Rhinoclemmys areolata</i>, jicotea <i>Trachemys scripta</i>; las aves loro yucateco <i>Amazona xantholora</i>, garceta de alas azules <i>Anas discors</i>, carao <i>Aramus guarauna</i>, aguililla cangrejera <i>Buteogallus anthracinus</i>, hocofaisán <i>Crax rubra</i>, el trepatroncos alileonado <i>Dendrocincla anabatina</i>, garcita alazana <i>Egretta rufescens</i>, halcón palomero <i>Falco columbarius</i>, el gavilán zancudo <i>Geranospizac aerulescens</i>, el bolsero yucateco <i>Icterus auratus</i>, el bolsero cuculado <i>I. cucullatus</i>, zopilote rey <i>Sarcoramphus papa</i>, golondrina marina <i>Sterna antillarum</i>, <i>Strixnigro lineata</i> y los mamíferos mono aullador <i>Alouatta pigra</i>, mono araña <i>Ateles geoffroyi</i>, grisón <i>Galictis vittata</i> y oso hormiguero <i>Tamandua mexicana</i>.</p>
<p>Aspectos económicos:</p>	<p>Pesquerías de caracol y langosta. Cultivo de peces en la laguna de Nichupté. Turismo y ecoturismo. Porcicultura en Pto. Morelos.</p>

Problemática: - *Modificación del entorno: perturbación por complejos turísticos, obras de ingeniería para corredores turísticos, deforestación, modificación de la vegetación (tala de manglar) y de barreras naturales, relleno de áreas inundables y formación de canales.*

Vinculación con el proyecto: El predio se encuentra inmerso en el centro de población costero de Playa del Carmen. El proyecto que se propone se construirá en el sótano del edificio del hotel, por lo que no se afectarán áreas con vegetación.

- *Contaminación: aguas residuales y desechos sólidos.*

Vinculación con el proyecto: Para el manejo de los residuos, se implementará el Programa de Manejo de Residuos que se anexa a esta MIA-P, el cual será aplicado durante todas las etapas del proyecto, y se contará con la infraestructura adecuada para

el acopio y almacenamiento temporal de los residuos que se generen, los cuales se entregarán al servicio de limpia del Municipio de Solidaridad.

Durante la construcción del proyecto los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, que están conectados a la red de drenaje interna del hotel, que a su vez se conecta con la red de drenaje municipal.

Durante la operación de la planta desaladora, sólo se espera generar aguas residuales derivadas del retrolavado, que será canalizada a la red de drenaje interna del hotel, que está conectada a la red de drenaje municipal. También se prevé una generación de agua de rechazo cargada con sales (salmuera) con una concentración al doble de la que tiene el agua antes del tratamiento. Dicha agua de rechazo será inyectada en profundo, a una capa del acuífero en la que la concentración de sales es aún mayor a la contenida en la que se inyecta. Se calcula que el volumen diario de agua de rechazo generada será de aproximadamente 567.60 m³.

- *Uso de recursos: pesca ilegal en la laguna de Chakmuchuch y plantaciones de coco (Cocos nucifera) y tasiste (Acoelorrhaphe wrightii).*

Vinculación con el proyecto: No se hará uso de estos recursos.

Conservación: *se necesita restaurar la vegetación, frenar la contaminación de acuíferos y dar tratamiento a las aguas residuales. Se desconoce la influencia de afloramientos de agua en la zona de la laguna de Nichupté. Están considerados Parques Nacionales Punta Cancún, Punta Nizuc y Tulum. El Parque Nacional Tulum está siendo afectado por la construcción urbana, el saqueo de material vegetal, la construcción de un tren turístico, la presencia de puestos comerciales de artesanías para los turistas y la gran cantidad de basura arrojada a las zonas de manglar y de selva mediana subperennifolia.*

Vinculación con el proyecto: Durante las actividades del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos. Durante la construcción del proyecto los residuos que se generen serán colocados en contenedores ubicados en el área de la planta desaladora, y posteriormente serán almacenados en los cuartos de basura respectivos del hotel y entregados al servicio de limpia municipal.

Durante la construcción del proyecto los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, que están conectados a la red de drenaje interna del hotel, que a su vez se conecta con la red de drenaje municipal.

Durante la operación de la planta desaladora, sólo se espera generar aguas residuales derivadas del retrolavado, que será canalizada a la red de drenaje interna del hotel, que está conectada a la red de drenaje municipal. También se prevé una generación de agua de rechazo cargada con sales (salmuera) con una concentración al doble de la que tiene el agua antes del tratamiento. Dicha agua de rechazo será inyectada en profundo, a una capa del acuífero en la que la concentración de sales es aún mayor a la contenida en la que se inyecta, lo cual puede afectar la calidad del agua del acuífero. Sin embargo, esta forma de dispersión permite la difusión gradual de la salmuera dentro del acuífero marino y va reduciendo su salinidad conforme avanza.

Grupos e instituciones que participaron en la delimitación de la Región Hidrológica

Prioritaria: El Colegio de la Frontera Sur; PRONATURA; DUMAC; Centro de Investigación y Estudios Avanzados, IPN; Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, UNAM; Universidad Autónoma de Yucatán; Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán; Instituto Nacional de Ecología, Comisión Nacional del Agua, SEMARNAP.

8.1.1. Regiones Marinas Prioritarias.

La magnitud de los ecosistemas marinos es una de las principales razones por las que su conocimiento e información son, frecuentemente, escasos y fragmentados. Sin embargo, la intrincada dependencia del hombre de los recursos y la conciencia de que estos recursos están siendo fuertemente impactados por las mismas actividades humanas, ha planteado la necesidad de incrementar el conocimiento sobre el medio marino, a todos los niveles, para emprender acciones que conlleven a su mantenimiento, conservación, recuperación o restauración.

Bajo esta perspectiva, la CONABIO instrumentó el *Programa de Regiones Marinas Prioritarias de México* con el apoyo de la agencia The David and Lucile Packard Foundation (PACKARD), la Agencia Internacional para el Desarrollo de la Embajada de los Estados Unidos de América (USAID), el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza (FMCN) y el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF por sus siglas en inglés). Este programa reunió, por medio de talleres multidisciplinarios, a un grupo de 74 expertos del sector académico, gubernamental, privado, social y organizaciones no gubernamentales de conservación. Como resultado de los talleres, se logró delimitar 70 RMP.

El proyecto se encuentra inmerso en la RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc, misma que cuenta con las siguientes características (Figura 7).

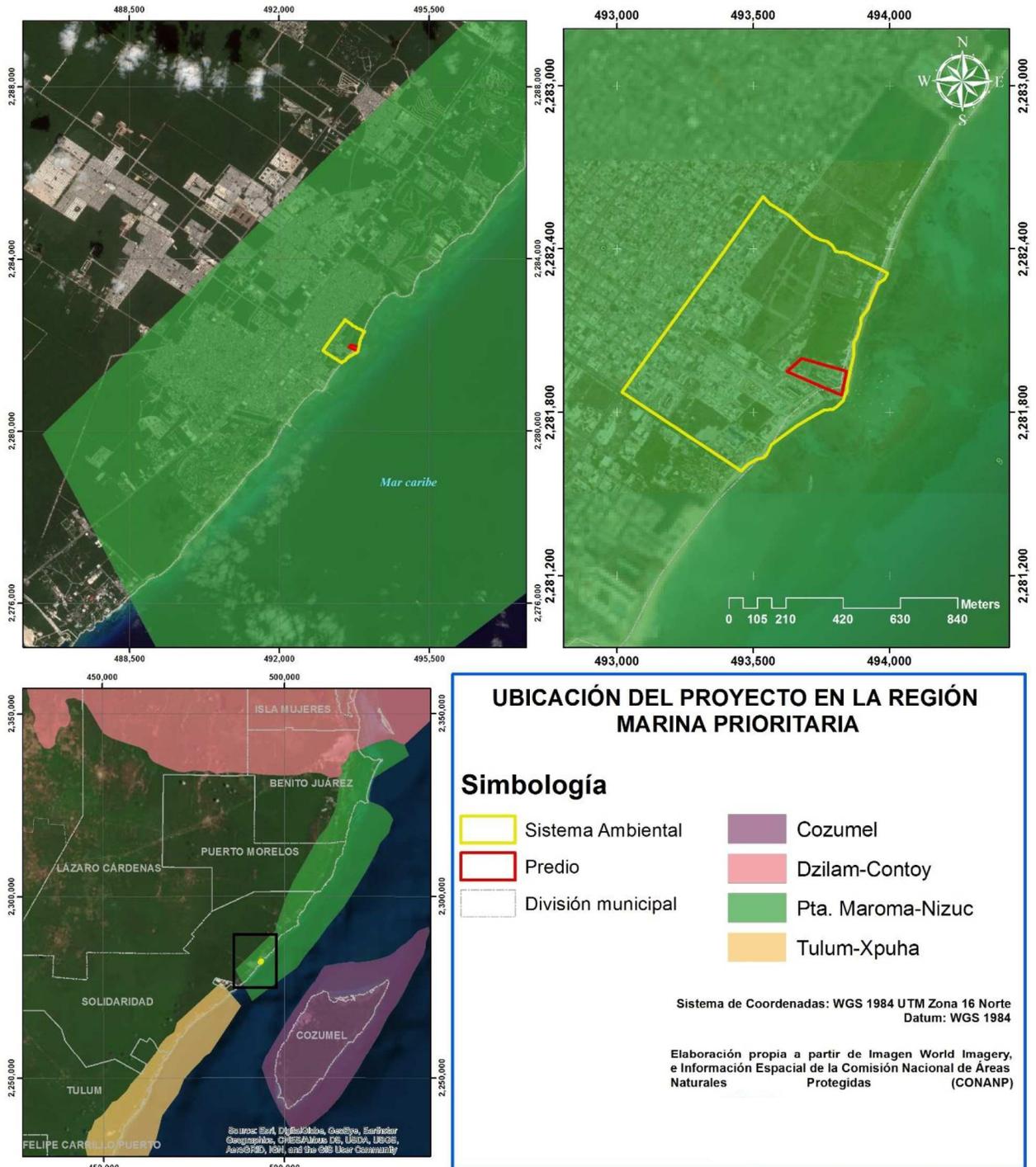


Figura 7. Ubicación del predio en RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc.

Estado (s): Quintana Roo

Extensión: 1,005 km²

Polígono: Latitud. 21°11'24" a 20°32'24"
 Longitud. 87°7'48" a 86°40'12"

Clima: cálido subhúmedo con lluvias en otoño. Temperatura media anual 22-26°C. Ocurren tormentas tropicales, huracanes, nortes.

Geología: placa de Norteamérica, rocas sedimentarias, plataforma amplia.

Descripción: arrecifes, lagunas, playas, dunas costeras, estuarios.

Oceanografía: predomina la corriente de Yucatán. Oleaje variable. Aporte de agua dulce por lagunas. Hay giros y contracorriente.

Biodiversidad: moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, esponjas, corales, artrópodos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares, selva baja inundable. Zona de reproducción de tortugas y merostomados.

Aspectos económicos: zona de poca pesca organizada en cooperativas y libres. Se explotan crustáceos y peces. Crianza de peces en la laguna Nichupté. Turismo de alto impacto, ecoturismo y buceo. Hay porcicultura en Puerto Morelos, Quintana Roo.

PROBLEMÁTICA: *Modificación del entorno: por tala de manglar, relleno de áreas inundables (pérdida de permeabilidad de la barra), remoción de pastos marinos, construcción sobre bocas, modificación de barreras naturales. Daño al ambiente por embarcaciones pesqueras, mercantes y turísticas. Existe deforestación (menor retención de agua) e impactos humanos (Cancún y otros desarrollos turísticos). Blanqueamiento de corales.*

Vinculación con el proyecto: El predio se encuentra inmerso en el centro de población costero de Playa del Carmen. El proyecto que se propone se construirá en el sótano del edificio del hotel, por lo que no se afectará la zona marina, por lo que no se llevarán a cabo actividades de remoción de pastos, modificación de barreras naturales, etc.

El proyecto solo implica la construcción y operación de una planta desaladora, a través de la cual se realizarán actividades de extracción de agua subterránea a una profundidad de 15 m y actividades de inyección de salmuera en un pozo profundo de 80 m, lo cual conlleva cambios en la calidad del agua, sin embargo, esto solo ocurrirá cuando ocurra la inyección del agua y se irá diluyendo a medida que avance por el acuífero.

Contaminación: *por descargas urbanas y falta de condiciones de salubridad.*

Vinculación con el proyecto: Durante las actividades del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos.

Durante la construcción del proyecto los trabajadores utilizarán los sanitarios con los que cuenta el hotel, que están conectados a la red de drenaje interna del mismo, que a su vez se conecta con la red de drenaje municipal.

Durante la operación de la planta desaladora, sólo se espera generar aguas residuales derivadas del retrolavado, que será canalizada a la red de drenaje interna del hotel, que

está conectada a la red de drenaje municipal. También se prevé una generación de agua de rechazo cargada con sales (salmuera) con una concentración al doble de la que tiene el agua antes del tratamiento. Dicha agua de rechazo será inyectada en profundo, a una capa del acuífero en la que la concentración de sales es aún mayor a la contenida en la que se inyecta, lo cual puede afectar la calidad del agua del acuífero. Sin embargo, esta forma de dispersión permite la difusión gradual de la salmuera dentro del acuífero marino y va reduciendo su salinidad conforme avanza.

Uso de recursos: *presión sobre peces (boquinete) y langostas. Pesca ilegal en la laguna Chakmuchuch; campamentos irregulares en el área continental del Municipio de Isla Mujeres.*

Vinculación con el proyecto: El proyecto no colinda con la zona federal marítimo terrestre, y no prevé actividades en la zona marina, por lo que no se afectarán los recursos pesqueros.

Especies introducidas: de *Casuarina spp* y *Columbrina sp.*

Vinculación con el proyecto: En el predio no se desarrollan especies exóticas invasoras como *Casuarina equisetifolia*, misma que sí se ubica en la colindancia norte del mismo.

Conservación: Ya están protegidos los arrecifes de Puerto Morelos; se recomienda dar impulso a su plan de manejo y a su bonificación. La Laguna de Nichupté debería estar sujeta a normas de uso y protección.

Grupos e instituciones: UNAM (ICMyL-Pto. Morelos), INP (CRIP-Pto. Morelos), IPN (Cinvestav-Mérida), Ecosur, CICY, Amigos de Sian Ka'an A.C, Gema.

CAPÍTULO IV

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALIZACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

ÍNDICE

1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).....	3
1.1 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA.	3
2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.	5
3 ASPECTOS ABIÓTICOS.	5
3.1 CLIMA.	5
3.2 TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN.	6
3.3 VIENTOS Y HURACANES.	7
3.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.	9
3.5 SUELO.	11
3.6 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.	13
3.7 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.	15
4 VEGETACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.	19
4.1 METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL SA.	19
4.1.1 Resultados.	19
4.2 METODOLOGÍA.	26
4.3 RESULTADOS EN EL PREDIO.	27
5 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO.....	29
5.1 ANTECEDENTES.....	29
5.2 METODOLOGÍA.	29
5.3 RESULTADOS.	30
5.3.1 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	31
6 PAISAJE.....	31
6.1 EVALUACIÓN DEL PAISAJE.....	32
6.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES.....	37
7 DIAGNOSTICO AMBIENTAL.....	39
8 MEDIO SOCIOECONÓMICO.	39
8.1 JUSTIFICACIÓN.	39
8.2 POBLACIÓN.	40
8.3 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA).....	40
8.4 VIVIENDA.	40
8.5 SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL.....	40
8.6 ASPECTOS URBANOS.	41
8.6.1 Equipamiento.....	41
8.7 ASPECTOS CULTURALES.....	42
9 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.....	43
9.1 TURISMO.....	43
9.1.1 Sector Primario.	44
9.1.2 Sector Secundario: Industria.....	44

1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA).

En este capítulo se describirá y se analizará el Sistema Ambiental delimitado para el Proyecto "**Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach**". La información que se presenta en este apartado, es el resultado de una prospección del área donde se construirá el proyecto y su área de influencia inmediata, así como del Sistema Ambiental.

Por otra parte, se presenta la integración del Sistema de Información Geográfica para la delimitación del Sistema Ambiental, el cual implicó técnicas de análisis espacial, fotointerpretación de imágenes aéreas, ortofotomosaicos e imágenes satelitales, con el cual se realizó la caracterización espacial del Sistema Ambiental del proyecto.

1.1 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN DEL SA.

El sistema ambiental (SA) del predio se refiere al área que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera directa. Con la finalidad de obtener información de carácter territorial sobre el sitio donde se encuentra inmersa el área de estudio. Cabe señalar que el predio donde se propone el proyecto corresponde a un área urbanizada que forma parte del centro de población de Playa del Carmen, de ahí que la modificación del ambiente por el desarrollo urbano antropogénico representa la mayor superficie del sistema.

Para la delimitación del Sistema Ambiental, se hizo uso del Software ArcMap 10.5, en el cual se realizó el sobre posición de una imagen de satélite obtenida de la plataforma de ArcgisOnline, World Imagery 2018 sobre la cual, se observaron los criterios de delimitación del sistema ambiental, mismos que se enlistan a continuación:

1. Discontinuidades en la cobertura vegetal,
2. Presencia de estructuras antropogénicas,
3. Interacción con el medio social predominante.

El polígono que resultó como SA con base en los criterios mencionados se muestra en la siguiente imagen (Figura 1). Considerando lo anterior, los límites contemplados para el sistema ambiental fueron los siguientes:

- Límite Norte: se definió en función de la fragmentación de la vegetación, y se determinó como límite, un acceso de terracería que conduce a predios de propiedad privada que ya fueron desmontados.
- Límite Sur: este límite se encuentra definido en función de la existencia de la Avenida principal 38 Norte, misma que conecta la playa con la Carretera Federal 307.

- Límite Este: delimitado por el Mar Caribe.
- Límite Oeste: delimitado por la Avenida 10 Norte.

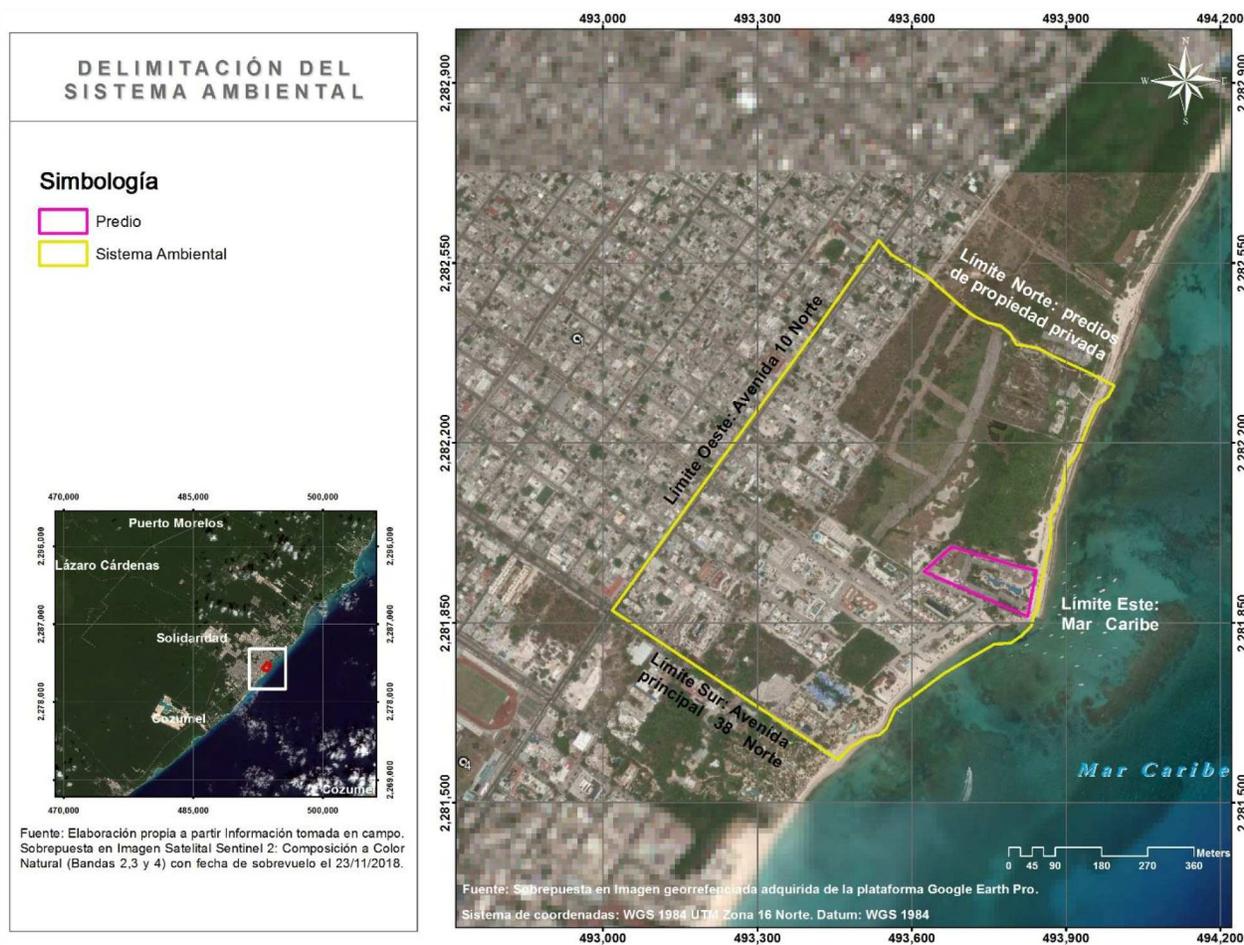


Figura 1. Delimitación del Sistema Ambiental.

Considerando los límites establecidos para términos de análisis del SA, este contempla únicamente la zona terrestre con una superficie de 519,632 m² (51.96 ha).

En cuanto a las condiciones ambientales y de infraestructura del SA este se encuentra inmerso en el centro de población de Playa del Carmen por lo que se puede observar la fragmentación y perturbación de la vegetación por el desarrollo urbano que involucra, entre otras cosas, la apertura de caminos ligados a la delimitación de los lotes de propiedad privada, vialidades de tránsito vehicular principales de la zona urbana, lotes con diferentes grados de desarrollo en su infraestructura, o bien, que ya cuentan con desarrollos turísticos operando.

2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL.

La caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto “**Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach**” se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos. Los parámetros seleccionados para la caracterización y análisis del SA, responden a las características geográficas y geológicas de la zona donde se ubica el proyecto.

3 ASPECTOS ABIÓTICOS.

3.1 CLIMA.

El Estado de Quintana Roo está situado dentro de la zona intertropical que le brinda condiciones particulares como un régimen climático de tipo cálido subhúmedo, característico en toda la Península de Yucatán, aunque son importantes los factores locales como la influencia marina por la cercanía del Mar Caribe al este y con el Golfo de México al norte y oeste. La reducida elevación sobre el nivel del mar y la ausencia de prominencias orográficas que puedan causar modificaciones importantes en los rasgos macro climáticos permite que la influencia marina se extienda sobre prácticamente toda la península.

El clima del Municipio de Solidaridad es cálido subhúmedo con lluvias en el verano de mayor humedad. La temperatura media anual es de 26°C, las temperaturas más bajas se registran en el mes de enero con 14°C y las máximas se alcanzan en el mes de agosto con 33°C. Los vientos predominantes son los del sureste. La precipitación pluvial anual oscila entre los 1,300 y los 1,500 milímetros con estación de lluvia de marzo a noviembre. El clima se ve afectado por ciclones o huracanes que aumentan la precipitación sobre todo en el verano. La temporada de huracanes se extiende del 1 de junio al 30 de noviembre de cada año.

Existe un índice de evapotranspiración total real de entre 1,000 a 1,100 mm anuales; por lo que el agua proveniente de la precipitación se pierde casi en su totalidad dando lugar a un posible déficit de recarga.

De acuerdo con la Carta de Climas de la Península de Yucatán (CONABIO 1998), basada en la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García (2004), al predio del proyecto le corresponde un tipo de clima Aw2 (x') “Clima cálido, el más húmedo de los subhúmedos, con lluvias en verano, alto porcentaje de lluvia invernal mayor de 10.2%, poca oscilación térmica y máxima temperatura antes del solsticio de verano uniformemente repartidas” (Figura 2).

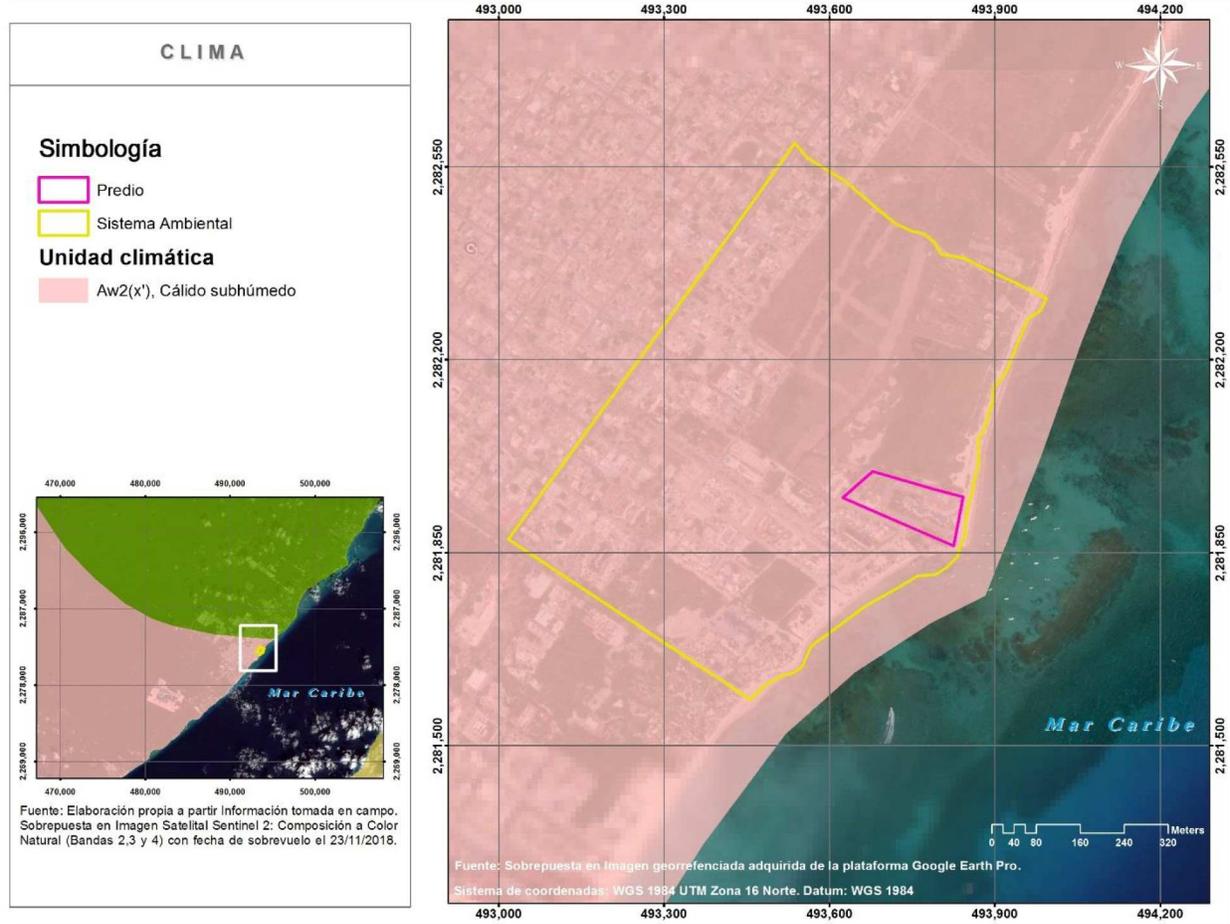


Figura 2. Clima del área de estudio.

3.2 TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN.

De acuerdo con el servicio meteorológico nacional y la estación meteorológica 23163 de la ciudad de Playa del Carmen, la temperatura promedio anual para el 2018 es de 27.2°C, mientras que la media mensual oscila de 22.8°C en el mes más frío (enero) a 29.1°C en el mes más cálido correspondiente a julio.

En cuanto a la precipitación, en el último año de registro con el que se cuenta (2018), se midió una precipitación media anual de 1,065.4 mm. Por otra parte, la oscilación mensual de la precipitación, permite dividir el año en dos temporadas: la primera es la estación de secas, misma que abarca los meses de enero a abril, en la cual la precipitación promedio mensual no supera los 99.2 mm. La segunda temporada corresponde a la estación de lluvias, que abarca de mayo a octubre con precipitaciones promedio mensuales superiores a los 113.8 mm, destacándose junio como el mes con mayor precipitación, pues registró para el 2018 una precipitación promedio de 160.2 mm.

En la figura 3 se presenta el diagrama ombrotérmico en el cual se representa de manera gráfica el comportamiento de la temperatura y la precipitación a lo largo del ciclo anual para el periodo de años de 1998 al 2018 del que se cuenta con datos.

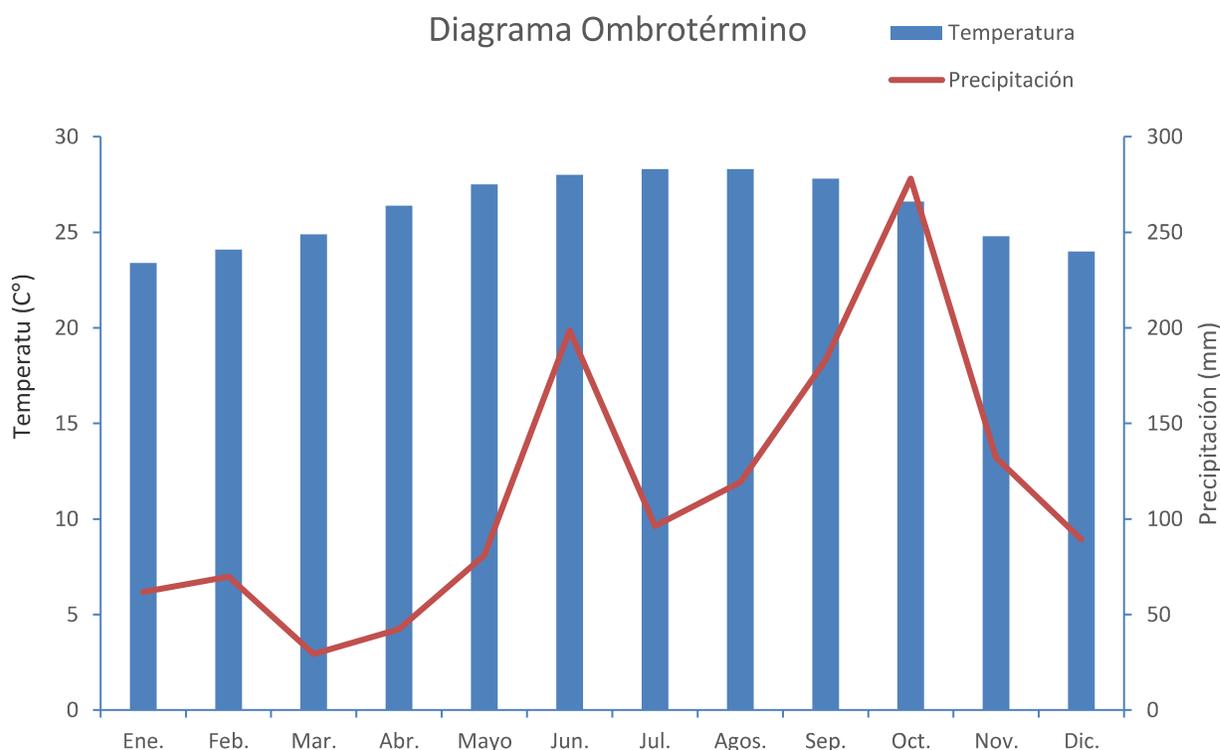


Figura 3. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica 23163 de Playa del Carmen para el periodo 1998 al 2018.

3.3 VIENTOS Y HURACANES.

El SA definido para el proyecto es impactado por varios eventos climatológicos: huracanes, tormentas tropicales, nortes, y suradas o surestes.

Los huracanes son frecuentes durante la última parte del verano y el comienzo del otoño (agosto-octubre e incluso noviembre). Cuando se generan estas perturbaciones atmosféricas afectan a las costas de Quintana Roo. Los fuertes vientos, el oleaje generado por los mismos y las ondas de tormenta que elevan considerablemente el nivel del mar causan con regularidad efectos destructivos en los ecosistemas costeros. Los vientos generados por estos fenómenos suelen alcanzar velocidades superiores a 120 nudos (222 km/h). Los huracanes son eventos climatológicos susceptibles de impactar cada año el sistema ambiental. En retrospectiva, los huracanes más importantes que han afectado el SA durante los últimos 30 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán "Wilma", junto con "Gilberto", han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por

la Península de Yucatán. Dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 km/h.

Como un efecto secundario, los huracanes generalmente desprenden gran cantidad de árboles y arbustos produciendo cientos de toneladas de material vegetal combustible, lo que puede generar incendios de grandes proporciones una vez que llega la temporada de estiaje, situación que aconteció en algunas partes del sistema después del paso del huracán Emily y Wilma principalmente. Otros autores señalan que en las zonas con vegetación la mayor parte del daño incide en la defoliación cercana al 100% de árboles y plantas del sotobosque cayendo en promedio 4.5 toneladas/hectárea de hojas. La densidad de árboles puede disminuir hasta en un 33%, significando un decremento del 12% en el área basal. Los árboles de diámetro pequeño son derribados en su mayoría, mientras que los árboles de las clases diamétricas más grandes sobreviven. El promedio de alturas para los árboles entre 3 y 8 m puede disminuir hasta en un 6%, y para los árboles entre 8 y 16 m disminuye en un 9%. La densidad de plantas del sotobosque también disminuye hasta en un 51% y la cobertura tiene un decremento de 70%. La riqueza específica también disminuye (Sánchez - Sánchez e Islebe, 1999).

Los Nortes son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del Océano Atlántico, así como del continente y que alcanzan altas velocidades. Provocan grandes descargas de agua acompañadas de vientos hasta de 100 km/hr, lo que hace descender la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero, y eventualmente hasta marzo.

Las suradas o surestes son tormentas que se desplazan con dirección al norte y afectan principalmente la costa con vientos fuertes generalmente acompañados de precipitación abundante.

Los Informes de ciclones tropicales del Centro Nacional de Huracanes (2018)¹ (National Hurricane Center por sus siglas en Ingles) contienen información completa sobre cada ciclón tropical, incluida la historia sinóptica, las estadísticas meteorológicas, las víctimas y los daños, y la mejor trayectoria posterior al análisis (posiciones e intensidades de seis horas). Los ciclones tropicales incluyen depresiones, tormentas y huracanes. En la siguiente figura se muestra aquellas que se han presentado recientemente en el área de estudio (Figura 4). Donde, se puede observar que el más reciente se presentó en el año 2011, que corresponde a una tormenta tropical de nombre Rina.

Independientemente de que se trate de huracán, tormenta tropical, surada o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las Costas de Quintana Roo y contribuyen al proceso de erosión de las playas en el Estado. La fuerza del embate ocasiona muertes en la flora y fauna del litoral. Estas pérdidas además se presentan en extensiones considerables. Las comunidades vegetales

¹ National Hurricane Center And Central Pacific Hurricane Center National Oceanic And Atmospheric Administration. 2018. **Pistas ciclónicas tropicales del Atlántico.**

costeras, en particular la duna y el manglar sufren rupturas, desgajamiento y “quemaduras” por sal marina, de tal forma que se modifica temporalmente el paisaje.

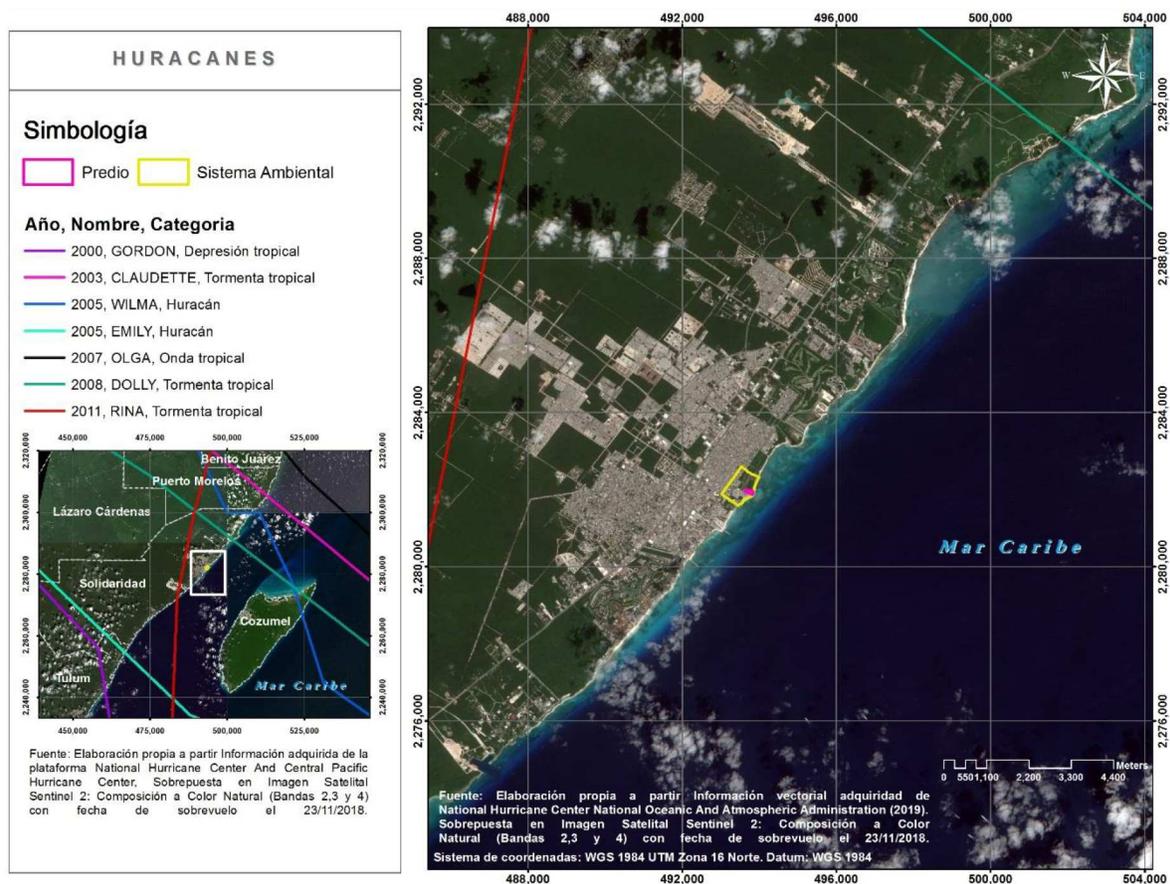


Figura 4. Mapa de fenómenos meteorológicos acontecidos en el área cercana al predio del proyecto (Fuente: National Hurricane Center And Central Pacific Hurricane Center, 2018).

Estos eventos meteorológicos afectan la dinámica costera de Quintana Roo, tanto a nivel geomorfológico como biológico. Por las características que presentan las costas del estado, las fuerzas de un huracán son suficientemente grandes como para modificar su morfología, aunque la magnitud y permanencia de estas modificaciones se determina en mucho por la densidad y la resiliencia de la cobertura vegetal asociada a la franja costera.

3.4 GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA.

La Península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea, encontrándose en un principio cubierta por un mar de poca profundidad, que fue emergiendo poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. Las unidades litológicas del

estado están compuestas por rocas sedimentarias originadas desde el Terciario (Paleoceno) hasta el Cuaternario, aflorando las más antiguas en el suroeste y conforme se avanza rumbo al norte y este, se van haciendo más jóvenes.

Con base en la caracterización ambiental para el municipio de Solidaridad y a la carta geológica del INEGI, la mayor parte del territorio tiene origen geológico en el Terciario Superior con tipo de roca caliza abarcando principalmente la porción continental, mientras que en la costa se diferencian dos orígenes geológicos más, los cuales se refieren al Cuaternario y al Plioceno, con cuatro diferentes orígenes para los suelos que predominan en la zona, los cuales son: palustre (pa), litoral (li), eólico (eo) y lacustre (la). De acuerdo con lo anterior en el municipio de Solidaridad el 98.76% de la superficie tiene un origen geológico en el Terciario Superior, donde el 5.19% se clasifica dentro de la época del Plioceno, esta área se refiere a la porción continental del municipio básicamente; respecto a la costa que tiene un origen más reciente en el Cuaternario, en conjunto suman apenas el 1.24% de la superficie de este municipio, con diferentes orígenes de suelo.

Específicamente para el SA, se presentan dos tipos de rocas la primera corresponde al tipo Tpl (cz) que se refiere a rocas calizas sedimentarias de origen Neógeno dentro de la época del Plioceno (Figura 5), este tipo de rocas se forman cuando los sedimentos arrastrados de las rocas por meteorización o erosión se unen entre sí y forman cúmulos que alcanzan considerable espesor hasta que se convierten en nuevas rocas. Todo el proceso es un poco más complejo. Los materiales arrancados suelen depositarse en el fondo de cuerpos de agua, y con el paso del tiempo se acumulan en varias capas. El peso de las capas superiores aplasta a las inferiores, y por ende, se compactan. Posteriormente los fragmentos se unen en un proceso llamado cementación, el cual origina las rocas sedimentarias.

De igual forma se presenta el tipo de depósito Q(li), Litoral, formado por material que se acumula en las zonas costeras por la acción de las olas y las corrientes marinas. Originada en la era del Cenozoico del sistema cuaternario.

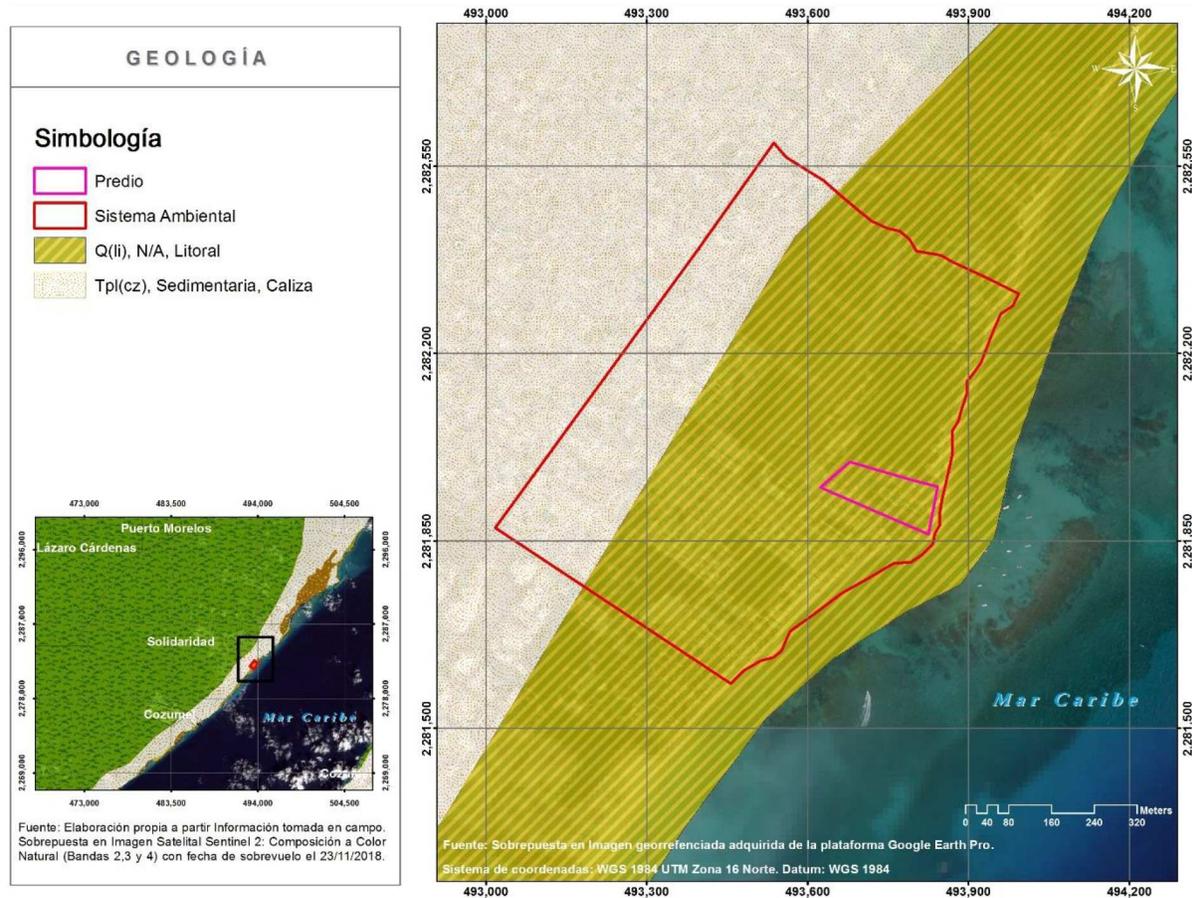


Figura 5. Mapa geológico del área de estudio que corresponde a las Calizas del Cuaternario Eólico.

3.5 SUELO.

El territorio del municipio de Solidaridad en la mayor parte de su superficie continental presenta suelo de tipo Litosol como suelo primario, mientras que en la porción Oriental, donde existen ecosistemas costeros y de manglar, los suelos primarios presentes son Litosol con Rendzina, Solonchak órtico, Solonchak gléyico, Gleysol mólico y Regosol calcárico. De acuerdo con la caracterización ambiental de Solidaridad, el 85.92% de la superficie del municipio presenta un suelo primario de Litosol, del cual el 82.57% tiene suelo secundario de Redzina de clase textural media (I+E2); las Redzinas como suelos primarios ocupan una superficie del 12.96%, el Solonchak el 0.88%, el Regosol el 0.17% y el Gleysol 0.08%.

Los suelos encontrados en el Sistema Ambiental corresponden a Rendzinas y Regosol, mientras que en la superficie del predio se presenta únicamente el suelo de tipo Regosol (Figura 6), por lo que a continuación se describirá de manera más amplia de acuerdo con INEGI (2005):

Rendzina: estos suelos se presentan en climas semiáridos, tropicales o templados. Se caracterizan por tener una capa superficial abundante en materia orgánica y muy fértil que descansa sobre roca caliza o materiales ricos en cal. Generalmente las

rendzinas son suelos arcillosos y poco profundos por debajo de los 25 cm pero llegan a soportar vegetación de selva alta perennifolia.

Regosol: son suelos con poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí, en general son claros o pobres en materia orgánica, pareciéndose siempre a la roca que les da origen. En México, este tipo de suelos constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión. Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Se incluye en este grupo los suelos arenosos costeros y que son empleados para el cultivo de coco y sandía con buenos rendimientos.

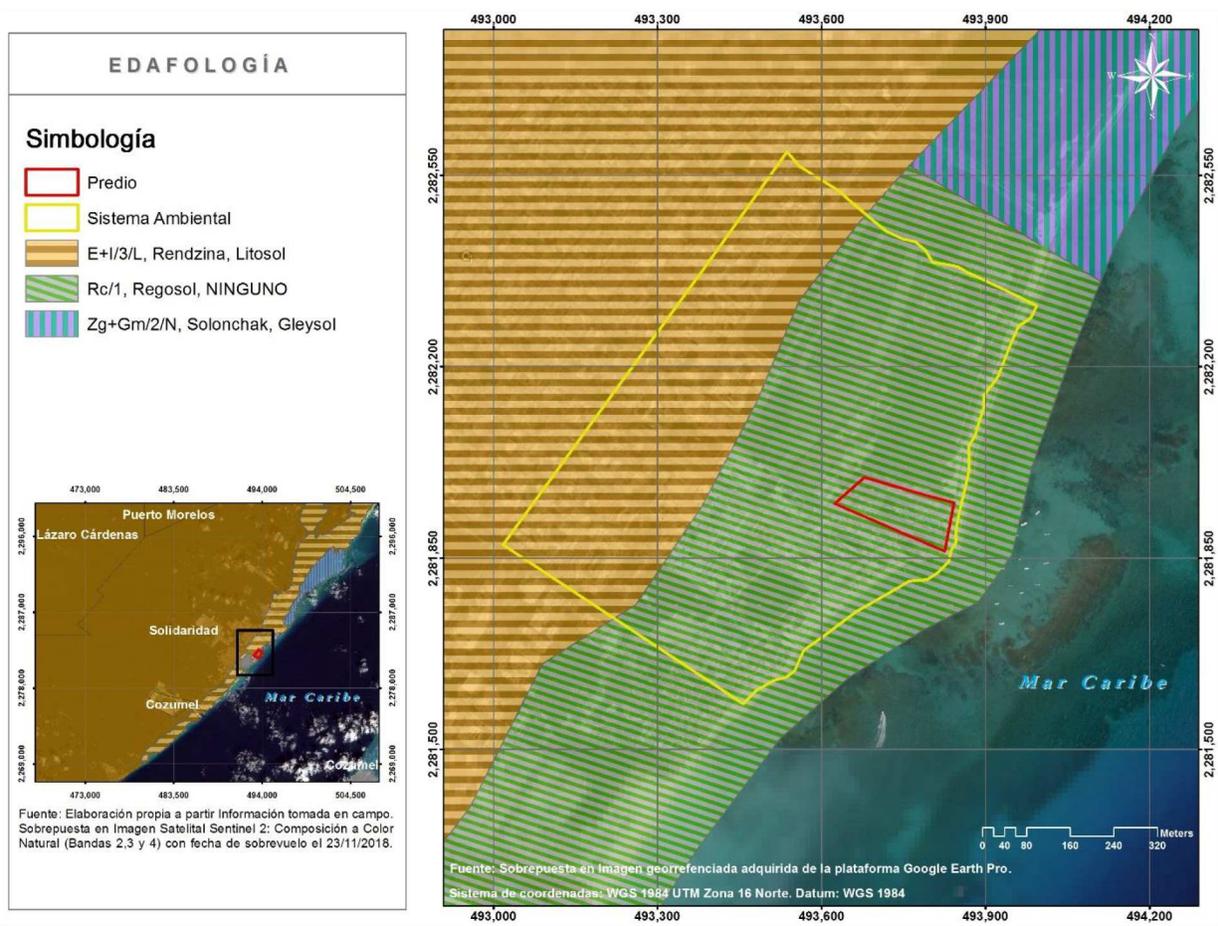


Figura 6. Tipo de suelo presente en el área de estudio y sistema ambiental.

Cabe señalar que el suelo del área donde se ubicará el proyecto ha sido modificado por la construcción del hotel, por lo que será desplantado sobre áreas ya construidas del mismo.

3.6 HIDROLOGÍA SUPERFICIAL.

El SA se ubica en la Región Hidrológica 32 (como se muestra en la figura 7), Cuenca 32A Quintana Roo, la cual ocupa 31% de la superficie estatal e incluye prácticamente toda la zona norte del estado, así como las Islas Cozumel, Mujeres y Contoy; recibe una precipitación anual que va desde 800 mm en el Norte a más de 1,500 al Sureste de la cuenca, presentando un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda la porción continental, excepto las franjas costeras que tienen de 5 a 10 % o 10 a 20% debido a la presencia de arcillas y limos. En esta cuenca no existen corrientes superficiales, así como tampoco cuerpos de agua de gran importancia; sólo pequeñas lagunas como la de Cobá, Punta Laguna y La Unión, así como lagunas costeras como la de Conil, Chacmochuch y Nichupté.



Figura 7. El SA se encuentra en la Región Hidrológica 32, denominada Quintana Roo.

La temperatura media anual es de 26°C con una precipitación que va de 800 mm en el Norte a más de 1,500 mm al Sureste y con un rango de escurrimiento de 0 a 5 % que la abarca prácticamente toda, excepto en las franjas costeras que tienen

de 5 a 10 % o 10 a 20 % debido a la presencia de arcillas y limos (INEGI, 2002)²(Figura 8).

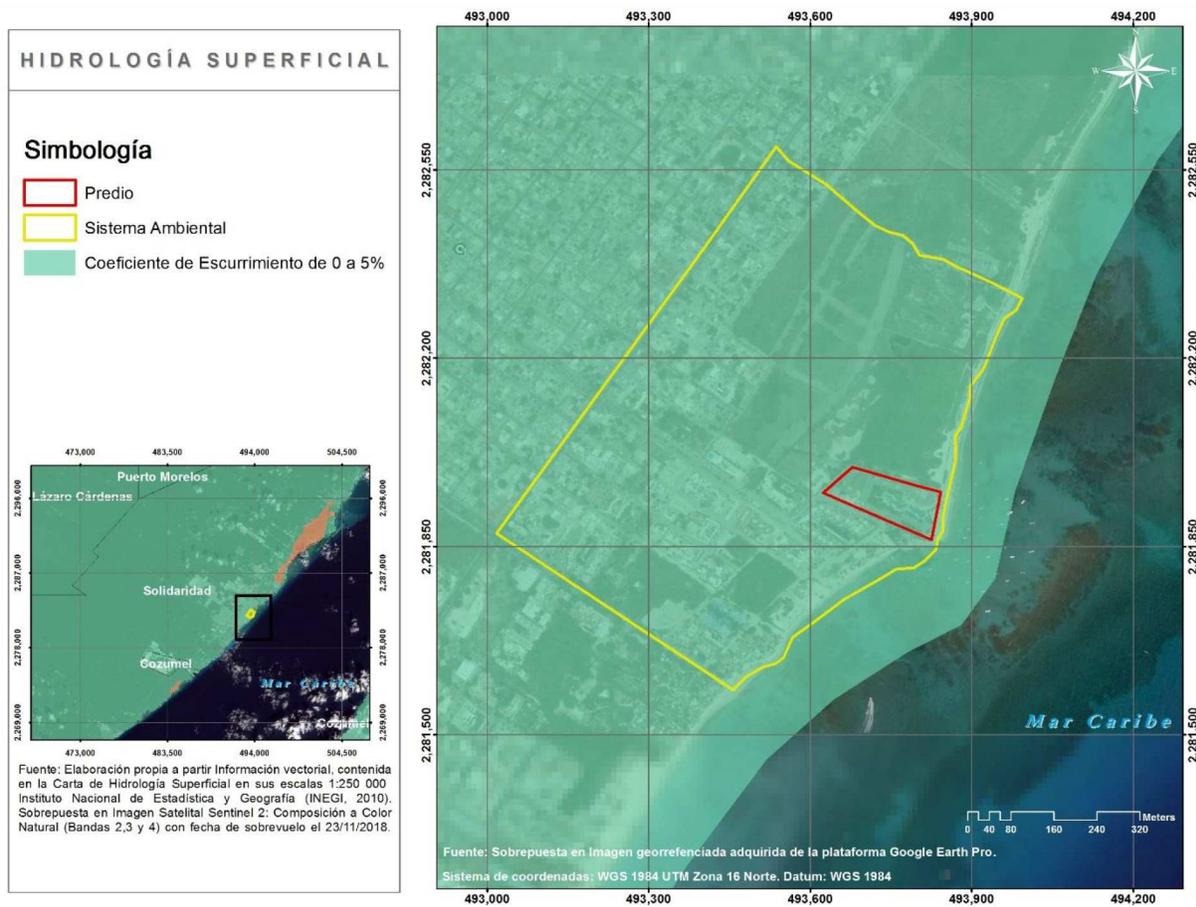


Figura 8. Mapa de la cuenca hidrológica donde se ubica el área de estudio.

Para el área de estudio como para el resto del estado de Quintana Roo la mayoría de las corrientes superficiales son transitorias, de bajo caudal, recorrido muy corto y desembocan en depresiones topográficas donde forman lagunas. Por este motivo, el aprovechamiento del agua superficial es muy limitado y, si se compara con el uso del agua subterránea, es muy poco significativo. La alta permeabilidad del suelo ha favorecido el desarrollo del relieve cárstico. Sin embargo, también hay superficies de permeabilidad intermedia y baja, ubicadas en depresiones tectónicas o cársticas donde se han acumulado suelos residuales y materiales transportados por la escasa actividad fluvial. Las corrientes superficiales suelen formar redes dendríticas, surgencias y pérdidas. El régimen de la mayoría de las corrientes, salvo algunas excepciones, es intermitente; muchas de ellas sólo circulan en presencia de pendiente en el suelo (mayor a 1.5 %), por lo que al llegar a una zona de ruptura de la pendiente su cauce desaparece en la superficie y continúa en la profundidad.

² SARH, Código de Cuencas y Subcuencas de las Regiones 31, 32, 33. 1:500,000. Inédito. En: INEGI, 2002. Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. México, 79 p.

En el área de estudio no se presentan corrientes superficiales debido a la naturaleza cárstica del terreno y al relieve ligeramente plano que presenta alta permeabilidad. Al no existir flujos superficiales permanentes, la porción del agua pluvial que no se pierde por evapotranspiración, se filtra al suelo, produciendo una saturación de las capas superficiales y por consiguiente su incorporación al acuífero subterráneo.

Los cuerpos de agua superficiales más representativos en el territorio del Municipio de Solidaridad y en el estado, corresponden principalmente a afloramientos de agua subterránea alumbrados por procesos naturales de disolución de la roca caliza por efecto del agua de lluvia que se infiltra al subsuelo y erosiona, química y físicamente, la roca, formando grutas y cavernas, algunas de las cuales presentan desplomes en su techo formando los denominados cenotes.

Otros cuerpos de agua que se presentan son intermitentes y de origen pluvial, Akalchés, como se les denomina localmente, los cuales se forman en suaves depresiones topográficas con sedimentos finos impermeables, hacia donde fluye el agua producto de la precipitación pluvial por escurrimientos y queda atrapada por el sedimento impermeable. La permanencia y temporalidad de estos cuerpos de agua dependen de factores climáticos como la temperatura, evaporación y precipitación pluvial.

3.7 HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA.

Con base en la carta de hidrología subterránea del INEGI, existen 4 unidades geohidrológicas, las cuales se clasifican de acuerdo a sus características físicas e hidrológicas en dos grupos: consolidados y no consolidados, y conforme con su factibilidad de funcionar como acuífero en tres grupos: con posibilidades altas, medias y bajas.

Siguiendo con la cartografía mencionada, se tiene que parte del Sistema Ambiental se encuentra en la zona denominada, material consolidado con posibilidades altas, mientras que el predio del proyecto se ubica dentro de la unidad geomorfológica denominada como, material no consolidado con posibilidades bajas de comportarse como un acuífero (Figura 9), siendo una zona sujeta a inundación temporal y que por su cercanía a la costa no es apta para el desarrollo del acuífero.

Material no consolidado con posibilidades bajas: Se encuentra distribuido en una franja cerca de la línea de costa, por lo que corresponden a zonas de inundación, palustre y litorales, está compuesto por arcilla, limos y áreas con gran contenido de materia orgánica y lodo calcáreo. Su espesor es reducido por lo que no conforman acuíferos, aunque se encuentra sobre rocas calcáreas que forman parte del acuífero libre.

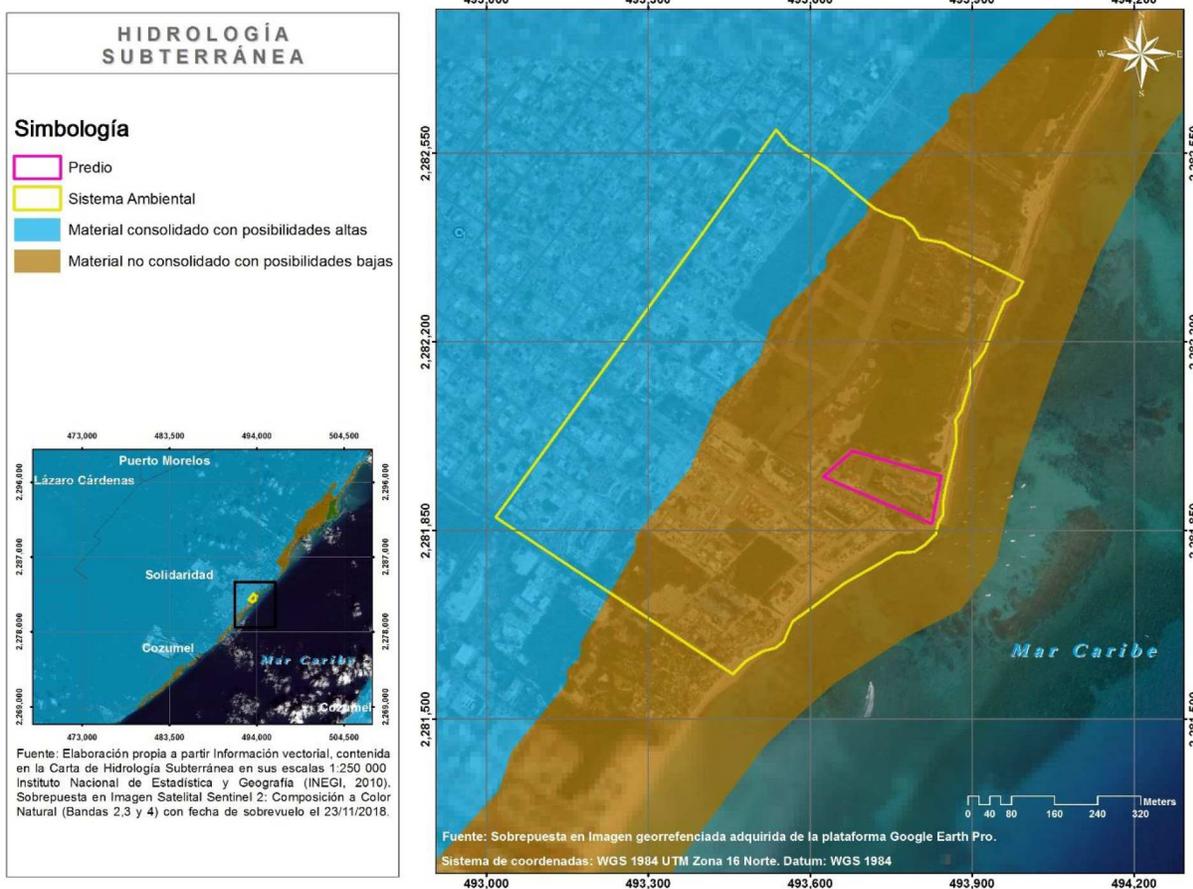


Figura 9. Mapa de hidrología subterránea del área de estudio.

Ahora bien, se generó un Estudio Geohidrológico (Anexo 1 de la presente MIA-P) en el predio, con el objetivo primordial de determinar la no afectación del acuífero por la instalación de un sistema de Ósmosis para la potabilización y tratamiento de aguas y considerando los valores registrados en el estudio geohidrológico, así como la demostración de que el área de estudio predomina un sistema cárstico que determina un balance hidráulico favorable debido al flujo subterráneo y la gran transmisibilidad del acuífero existente en la zona. De acuerdo con dicho estudio, se hace viable la instalación del sistema de Ósmosis ya que no afectará al acuífero en ninguna forma la derrama de excedentes del agua de rechazo al inyectarla a un pozo profundo debidamente diseñado para este fin. Algunos puntos que resaltan del Estudio Geohidrológico son:

- Los rasgos estructurales geológicos más notables en esta zona se exhiben en dos direcciones: una que corresponde principalmente a fracturas subterráneas que se alinea de noreste a suroeste, y otra, con una orientación de noreste a sureste, muestra claramente fracturas de dimensiones diversas y estructuras cavernosas normales, además que por regla general los cenotes se encuentran en estos accidentes o en su intersección. En el área de estudio se encuentra una unidad de material consolidado ampliamente

distribuida en toda el área, está constituida por caliza de textura mudstone, wackstone, packstone y grainstone; en estratos delgados, gruesos y masivos; en ocasiones se presenta alto contenido de coquina, con contenido fosilífero abundante y variado, e intercalaciones de horizontes y lengüetas arcillosas en estratificación cruzada, en posición casi horizontal y gran fracturamiento ya que en esta unidad se han desarrollado cavernas por disolución.

- Se realizaron 3 sondeos eléctricos verticales (SEV), mismos que tuvieron alcances de 100 m cada uno, mediante la colocación de los electrodos de potencial y de corriente colocadas en la superficie del terreno, para efectuar la lectura de la diferencia potencial y de la corriente que circula en el subsuelo. De los resultados obtenidos con el Modelo Geo-eléctrico en el sitio las condiciones resistivas prevalcientes bajo la superficie del terreno, reflejan de manera indirecta tanto las características litológicas, como las relaciones con el agua subterránea que se mueve a través de las rocas, las zonas altamente conductoras se asocian con la intrusión del agua marina hacia el continente, con los valores de resistividad menores de 100 ohm-m y por consiguiente la roca caliza presente un alto grado de carsticidad o disolución, ya que permite un flujo sin resistencias. Con base en estos criterios se interpretó la sección geo-eléctrica dentro del área de estudio, lo cual se presenta a continuación en la figura 10.

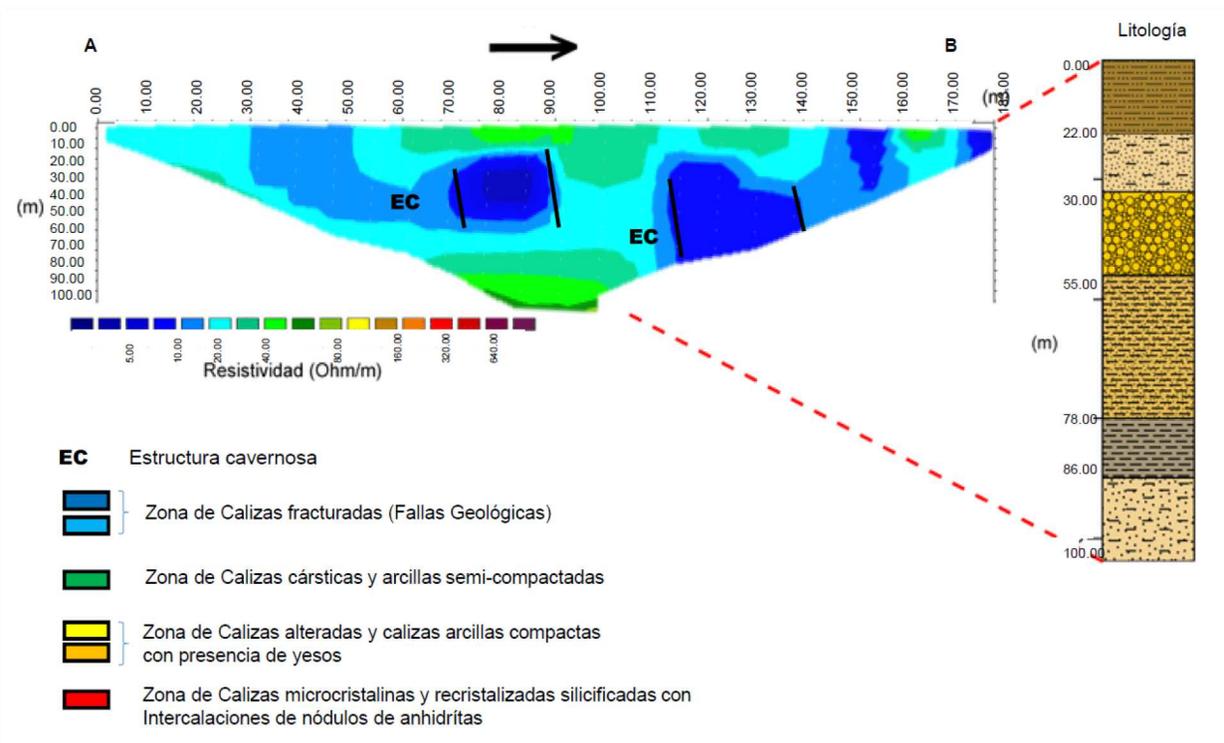


Figura 10. Descripción sección Geo-eléctrica A-B.

- Del flujo subterráneo, debido a la gran permeabilidad del acuífero el movimiento del agua es inducido por un gradiente hidráulico sumamente

pequeño de 2 a 20 cm por km; en consecuencia, la carga hidráulica sobre el nivel del mar es menor que dos metros dentro de una faja de 10 a 50 km de ancho a partir de la costa, de 10 a 20 m en la porción alta de la llanura y de 20 a 30 m en el borde sur-occidental del estado. A escala regional no se ha provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del suelo es despreciable en comparación con la recarga. En la figura 11 se muestra el diagrama de flujo preferencial del acuífero en la zona estudio.

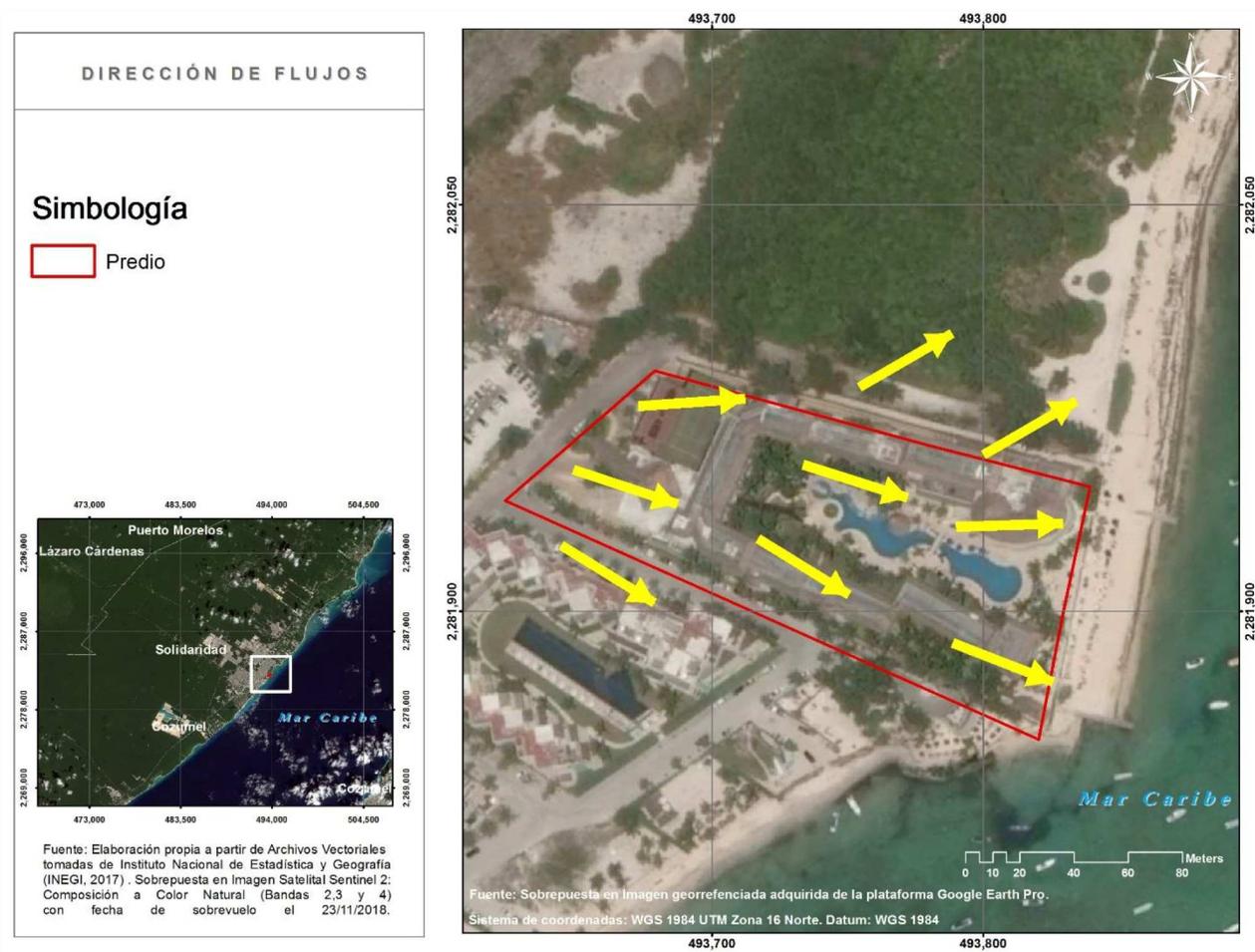


Figura 11. Dirección de flujo subterráneo en el área de estudio.

- Que de acuerdo con la medición del nivel estático, se visualiza que la variación del nivel del mar sí afecta en la variación del nivel del acuífero de acuerdo al comportamiento de las mareas, sin embargo, el nivel del agua del mar no rebasa el nivel del acuífero en ninguno de los puntos que fueron monitoreados.
- El modelo de Ferris supone que el efecto observado tierra adentro por efecto de la marea (eficiencia de la marea y variación periódica del nivel estático), se traduce en el resultado de la oposición del medio poroso (transmisibilidad

y almacenamiento) a que ésta se transmita reduciendo su amplitud y retrasando su efecto. Con base este modelo, mostró que el acuífero regional alojado en su mayoría en la zona de estudio tiene un espesor de caliza de 5m de espesor confinado por un acuitardo de calcarenita impermeable. Debido a las condiciones hidráulicas que imperan se supusieron valores de almacenamientos de entre 1×10^{-1} y 1×10^{-3} (suponiendo que el acuífero de calizas arrecifales está semi-confinado por el espesor de calcarenita; esta última aloja un acuitardo libre o semi-libre colgado); estos mismos almacenamientos fueron utilizados para simular en los sondeos el comportamiento del acuífero y la influencia de la marea como se muestran en los registros.

- Referente al cálculo del caudal subterráneo, se estimó el gasto unitario, es decir, el gasto en metros cúbicos por día o litros por segundo que atraviesa por cada metro lineal de acuífero de espesor de 15 m. Los resultados son que ingresan $0.77 \text{ m}^3/\text{día}$ por cada metro lineal de acuífero.
- Al hacer el balance de Entradas-Salidas (disponibilidad), se observa que el balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de $188.98 \text{ m}^3/\text{día}$; sin embargo, este balance incluye únicamente el agua dulce del predio atrapada en la duna de arena y el acuitardo de calcarenitas; despreciando el agua salobre y el acuífero de agua marina por lo que el aprovechamiento de agua salobre estará disponible a las necesidades del usuario.

4 VEGETACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL.

4.1 METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL SA.

Para describir la vegetación del sistema ambiental, primero se consultó la caracterización vegetal realizada para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, publicada por la UQROO (2005), después se prosiguió a identificar lo establecido en la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI establecido por el INEGI.

Finalmente, para caracterizar la vegetación presente en el SA, se hizo una sobre posición del polígono que conforma el Sistema Ambiental sobre una imagen satelital obtenida de la plataforma de World Imagery 2018 directamente en el software ArcMap 10.5. Así mismo se analizaron algunos ortofotomosaicos, así como imágenes georeferenciados adquiridas de la plataforma de Google Earth Pro realizados en los años 2015 y 2016 para la zona de la carretera federal 307 hacia el Mar Caribe.

4.1.1 Resultados.

La caracterización vegetal realizada para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, publicado por la UQROO (2005), describe con mayor detalle los diferentes tipos de vegetación del estado. Este documento fue uno de los puntos de comparación para los resultados del presente estudio en lo que a vegetación

terrestre se refiere. Según este documento en el área de estudio se desarrollan los siguientes tipos de vegetación:

- Vegetación de duna costera: Conformada por vegetación pionera o halófila costera, constituida principalmente por especies herbáceas y rastreras que se distribuyen de manera muy cercana a la línea de rompiente de la marea, como *Cakile lanceolata*, *Ipomoea pes-caprae* (riñonina), *Sporobolus virginicus* (zacate de mar) y *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de mar). En la costa rocosa se desarrolla la comunidad formada por *Strumpfia maritima* y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), en donde también se encuentran especies como *Ageratum littorale*, *Rhynchospora cymosa*, *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de mar) y *Sporobolus virginicus*.
- Vegetación arbórea y arbustiva con desarrollo secundario: Esta vegetación es extensa en el estado en zonas donde la vegetación natural de selva (en sus tres niveles de altura), ha sido reemplazada por áreas de vegetación alterada y en distintos grados de recuperación, la cual en la gran mayoría de los casos alcanza la misma altura (8 a 14 m), y composición florística semejantes a las de la vegetación de selva baja Subcaducifolia, por esta razón la vegetación con desarrollo secundario en muchas ocasiones es inadecuadamente identificada. Las causas que han afectado a la vegetación son variadas y pueden ser atribuidas a fenómenos naturales como es el impacto de huracanes, a la presencia de incendios, o bien, zonas desmontadas con fines agrícolas, pecuarios o desmontes furtivos que han quedado en abandono y en las que no se lleva a cabo ninguna actividad productiva. Otra de las actividades que promueve la formación de acahuales es el aprovechamiento furtivo de la madera, el cual se realiza sin ninguna tecnificación.

Ahora bien, a partir de la carta de Uso de Suelo y Vegetación 1:250,000 serie VI del INEGI³, tanto el Sistema Ambiental como el predio del proyecto, se encuentran inmersos en la unidad ambiental denominada como Urbano Construido (AH).

³ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Diciembre 2017. **Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI.** <
http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2017/especiales/especiales2017_12_01.pdf>.

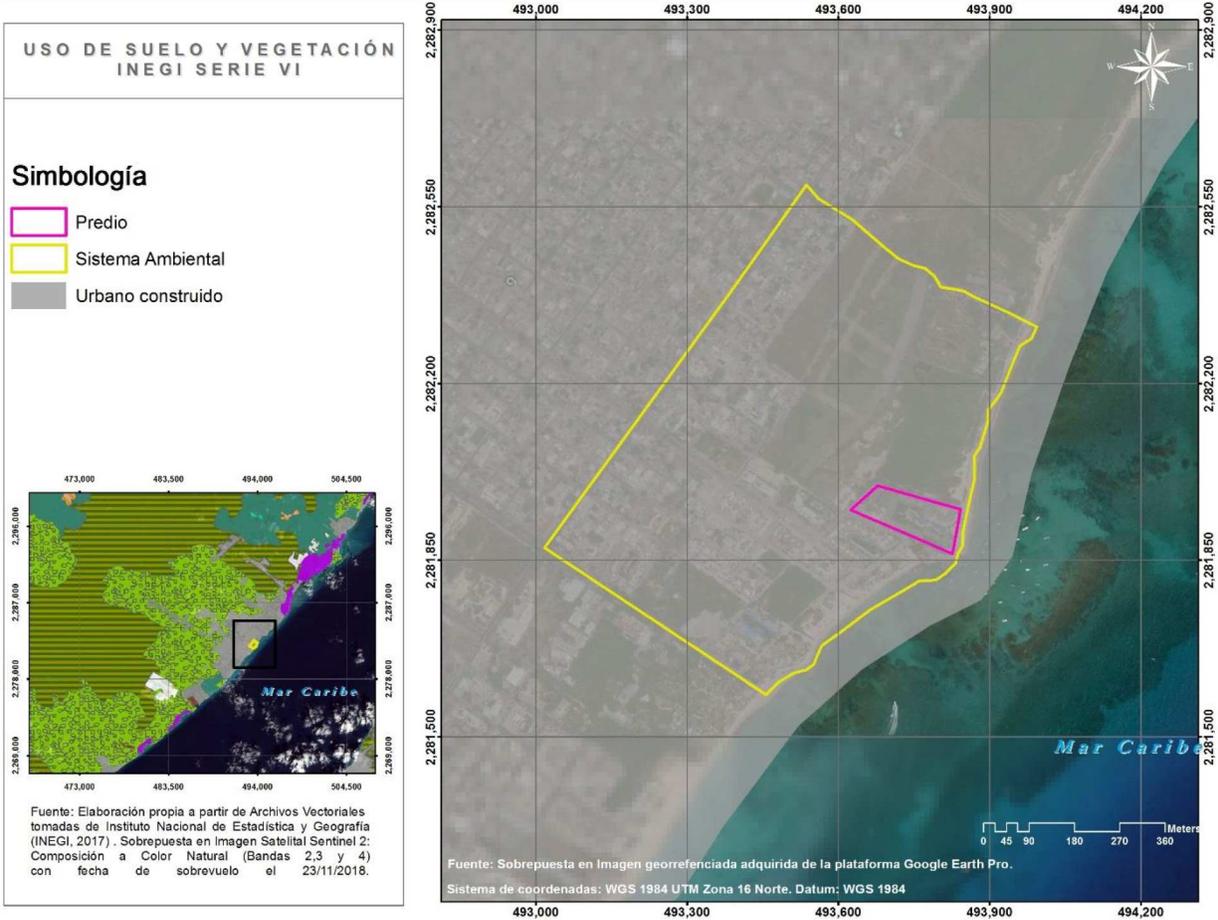


Figura 12. Mapa de uso de suelo y vegetación, resultado de la capa del mismo nombre del INEGI serie V.

Como resultado del análisis de fotointerpretación se determinó que para el SA se distinguen 4 unidades ambientales por el tipo de cobertura vegetal, siendo en orden de mayor a menor superficie: vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia con el 13.20%, matorral costero con 5.32%, vegetación herbácea con el 4.14%, y por último el manglar con 2.30% (Figura 13). Asimismo, hay otras coberturas de índole natural como una zona inundable ocupando el 3.44%, continuando con una playa arenosa misma que representa el 3.32% dentro del SA (Cuadro 1).

En cuanto a otras coberturas, la que presentó mayor superficie con un porcentaje de ocupación fue los asentamientos humanos con 56.96%, seguido del uso desprovisto de vegetación con un porcentaje de ocupación de 6.90%, área perturbada con 4.42%, zona inundable con 3.44% y por último playa arenosa con 3.32%.

Con base a los resultados obtenidos de la fotointerpretación se puede notar que el sistema ambiental está cubierto en su mayor parte por los asentamientos humanos, seguido por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Cuadro 1. Superficies del SA cubiertos por los diferentes tipos de vegetación y asociaciones vegetales, según la fotointerpretación.

Tipo de vegetación	Superficie		
	m ²	ha	%
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	68,566.00	6.85	13.20
Matorral costero	27,632.00	2.76	5.32
Vegetación herbácea	21,526.00	2.15	4.14
Manglar	11,996.00	1.21	2.30
Subtotal	129,723.00	12.97	24.96
Otras coberturas			
Asentamientos humanos	295,936.00	29.59	56.96
Desprovisto de vegetación	35,858.00	3.60	6.90
Área perturbada	22,996.00	2.30	4.42
Zona inundable	17,868.00	1.78	3.44
Playa	17,248.00	1.72	3.32
Subtotal	389,909.00	38.99	75.04
Total	519,632.00	51.96	100.00

Con base al cuadro presentado anteriormente, a continuación se presenta el mapa de la fotointerpretación realizada en el sistema ambiental.

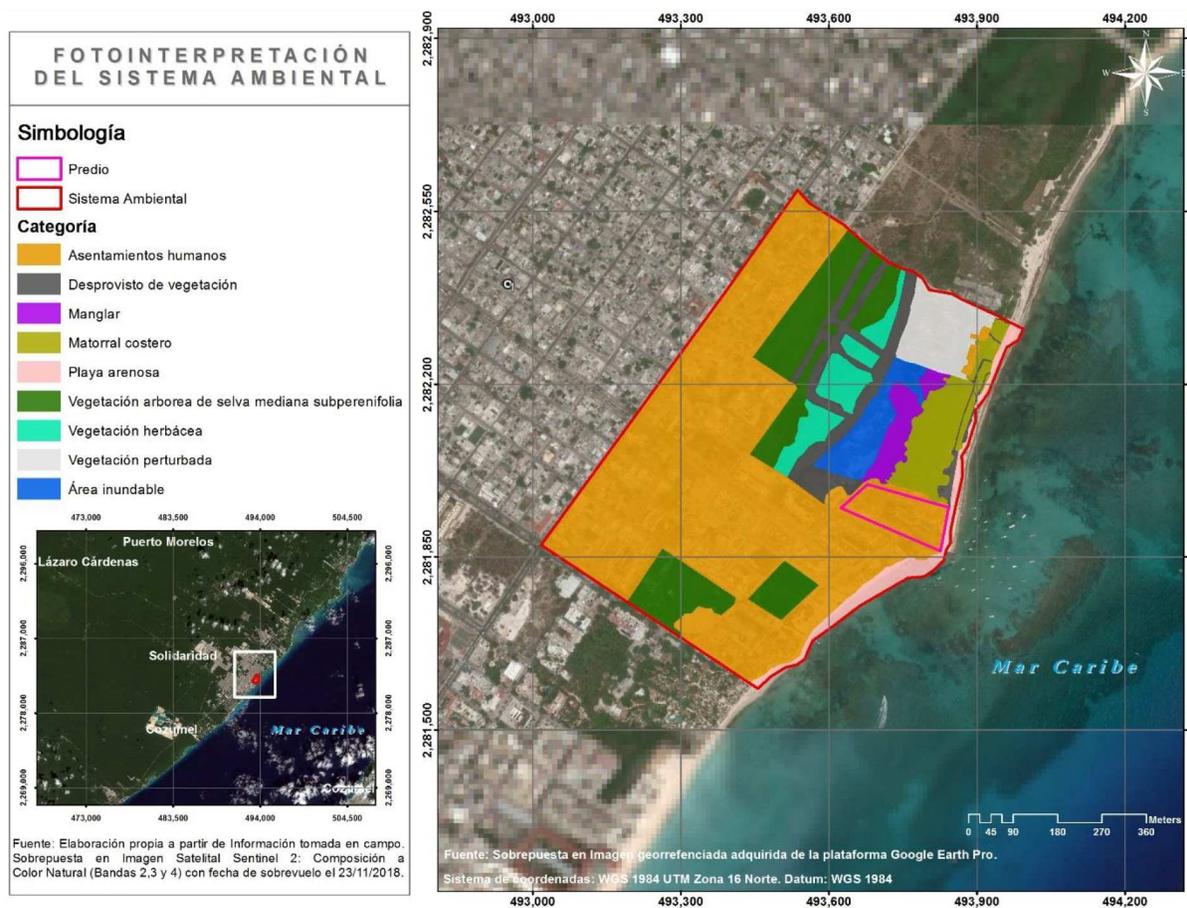


Figura 13. Mapa de vegetación y usos de suelo, resultado de la fotointerpretación del polígono del SA.

La playa arenosa se constituye como una comunidad arbustiva de matorral costero de entre 1 y 2 m de altura, donde las especies dominantes son *Cordia sebestena* (siricote de mar), *Thrinax radiata* (chit) y *Suriana maritima* (pantsil). Estas especies no llegan a constituir una comunidad muy densa y dominan los individuos de baja talla (UQROO, 2005).

En cuanto a los humedales, estos se localizan en pequeños manchones de manglar en la zona noreste del SA mismos que se encuentran relacionados al tipo de suelo.

Dentro del SA se encuentran zonas de la línea de costa donde no crece vegetación debido a las condiciones físicas específicas, siendo el suelo solo arena o un suelo desprovisto de vegetación, y en algunos puntos la vegetación que se llega a presentar es muy incipiente, o bien, se han establecido especies exóticas invasoras como es el caso de *Casuarina equisetifolia*, de la cual se observan varios individuos arbóreos en el sistema y en el predio colindante al norte con el hotel, donde hay varios ejemplares arbóreos establecidos en la colindancia. La zona de playa presenta problemas de erosión importantes por lo que varios hoteles han colocado infraestructura para su protección.

Resulta importante mencionar que dentro de la cobertura denominada asentamientos humanos, se encuentran agrupados desarrollos como hoteles, condominios y casas habitación. A continuación, se ilustran las unidades ambientales definidas para el SA.



Figura 14. Vista de la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.





Figura 15. Vegetación de manglar (arriba) y zona inundable (abajo izq.). Obsérvese el desarrollo vigoroso de *Casuarina equisetifolia* que es una especie exótica invasora señalada con las flechas color azul.



Figura 16. Vista de la playa arenosa del sistema ambiental.



Figura 17. Vista de los accesos principales a algunos de los desarrollos turísticos enmarcados en el sistema ambiental.



Figura 18. Vista de los asentamientos humanos del sistema ambiental ubicados al poniente de la carretera federal 307.

Con el objetivo de contar con un panorama detallado de las condiciones de la vegetación específicamente para el área del predio, objeto del presente estudio, se llevó a cabo la caracterización de las condiciones de dicho lote, siguiendo la siguiente metodología y obteniendo los resultados que se presentan a continuación.

4.2 METODOLOGÍA.

En Octubre de 2018 se recorrió el predio para el reconocimiento preliminar del área. En este reconocimiento se tomaron las coordenadas de los vértices del lote y se hizo un levantamiento de los puntos que definen las áreas ajardinadas y el desplante del proyecto.

Resulta de suma importancia mencionar que de acuerdo a las condiciones ambientales del predio del proyecto, no se realizó ningún método de muestreo específico, sino únicamente un listado de las especies nativas y ornamentos presentes en sus áreas verdes.

4.3 RESULTADOS EN EL PREDIO.

El desplante de la planta Desaladora se encuentra en una superficie construida, el predio corresponde al “Hotel Reef Club Coco Beach”. En la siguiente Imagen se puede apreciar las condiciones del predio, en las que las áreas verdes corresponden a los jardines del Hotel.

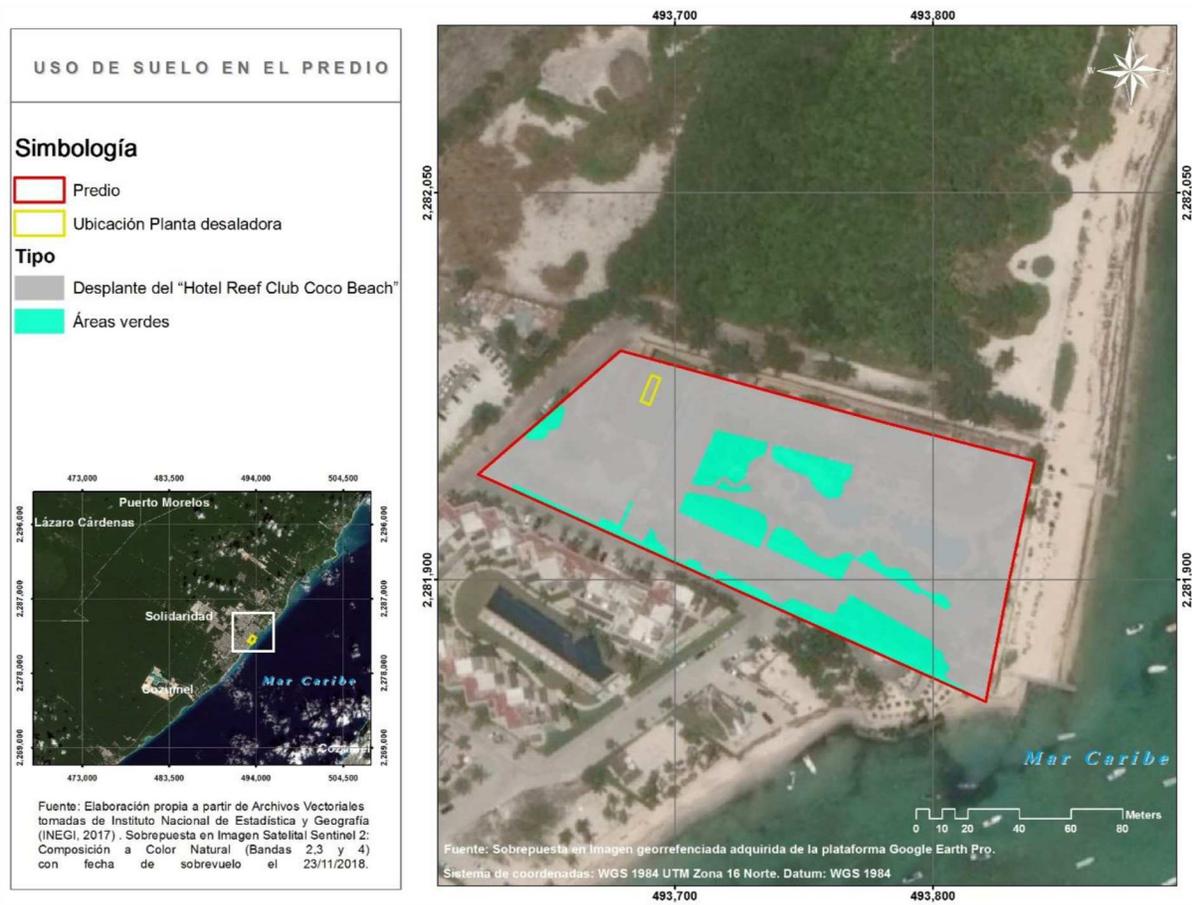


Figura 19. Condiciones del predio donde pretende establecerse la Planta Desaladora.

A continuación, se presentan unas imágenes de las condiciones ambientales del predio donde es evidente el alto grado de perturbación que presenta:

Desplante del Hotel Reef Club Coco Beach y áreas verdes.

En el predio donde se pretende establecer la Planta Desaladora actualmente se encuentra operando el “Hotel Reef Club Coco Beach”, consistente en 8 edificios, cuartos hoteleros y con los servicios de restaurante, vestíbulos sports bar, gimnasio-spa, teatro, lobby y recepción, motor lobby, albercas (aquabarril, jacuzzi, chapoteadero, lago, asoleaderos) y áreas verdes ajardinadas. En la siguiente figura se puede visualizar el “Hotel Reef Club Coco Beach” en operación.



En el siguiente Cuadro 2 se enlistan las especies identificadas en las áreas verdes ajardinadas del “Hotel Reef Club Coco Beach” en operación:

Cuadro 2. Listado de especies en las áreas verdes ajardinadas del Hotel en operación.

Familia	Nombre científico	Nombre común
Moraceae	<i>Ficus benjamina</i>	Laurel de la india
Arecaceae	<i>Cocos nucifera</i>	Coco
Arecaceae	<i>Dypsis lutescens</i>	Palma areca
Poaceae	<i>Stenotaphrum secundatum</i>	Pasto san Agustín
Asparagaceae	<i>Sansevieria trifasciata</i>	Lengua de tigre
Arecaceae	<i>Roystonea regia</i>	Palma real
Goodeniaceae	<i>Scaevola taccada</i>	Arbusto de playa

Conclusiones

Las condiciones ambientales del predio donde se pretende establecer el Proyecto “Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach” indican que se trata de un sitio ya construido, que es donde se encuentra operando el proyecto Hotel Reef Club Coco Beach.

Como se mencionó anteriormente, el Hotel Reef Club Coco Beach se aprobó con Oficio resolutivo S.G.P.A.-DGIRA.-DIA.-0677/02 de fecha 8 de agosto de 2002, y se ajustó a lo establecido con el Plan Director de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Quintana Roo, el 29 de marzo de 1996, así como del cumplimiento con el Ordenamiento Ecológico de la Región denominado Corredor Cancún-Tulum (2001).

Ahora bien, a pesar de que el proyecto “Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach” se pretende desarrollar en un sitio ya construido, éste también se apega a la normatividad vigente como lo es: el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo publicado en el Periódico Oficial el de 25 de

mayo de 2009 y el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen 2010-2050 publicado en el Periódico Oficial el 20 de diciembre el de 2010.

5 CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO.

5.1 ANTECEDENTES.

Si bien son pocos los antecedentes de trabajos científicos formales y sistemáticos sobre la fauna de Quintana Roo, para la zona donde se encuentra el predio objeto de este programa no se cuenta con antecedentes de trabajos científicos sobre fauna; sin embargo se cuenta con datos obtenidos en predios cercanos.

La Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Particular del proyecto "Desarrollo Costa Turquesa" ubicado al norte del predio del proyecto, realizada en 2005, reportó 6 especies de fauna distribuidas en tres grupos taxonómicos: Anfibios, Reptiles y Aves.

Teniendo entonces una especie de sapo (*Bufo valliceps*), un individuo de tortuga jicotera (*Trachemys scripta*); 4 especies de aves entre ellas, un trogon (*Trogon violaceus*), una chachalaca (*Ortalis vetula*), el aura común (*Cathartes aura*) y el halcón gris (*Buteo nitidus*), esta última como cualquier ave rapaz, juega un papel importante como controlador de poblaciones.

5.2 METODOLOGÍA.

Para llevar a cabo la caracterización de la fauna dentro de las instalaciones del hotel de interés, se realizaron recorridos dentro del mismo para el registro de manera directa e indirecta de individuos. La técnica empleada se denomina búsqueda activa y consiste en hacer recorridos por el área de interés para registrar durante el recorrido a los ejemplares o las evidencias de su presencia, tales como excretas, huellas, mudas, restos óseos, nidadas, rasguños en el piso o troncos, etc.

Durante el trabajo de campo se identificaron las especies observadas en el área de muestreo, anotando su nombre común, nombre científico, coordenadas de los sitios de avistamiento y tipo de vegetación donde fueron observadas. Al mismo tiempo, se tomaron fotografías de los ejemplares tanto para corroborar la identificación preliminar como para archivo fotográfico.

La identificación de las especies registradas en campo se logró utilizando claves especializadas para cada grupo como son: Aves comunes de la Península de Yucatán (2008).

5.3 RESULTADOS.

Durante los recorridos realizados dentro del predio del proyecto y sus colindancias, únicamente se registraron dos especies de aves las cuales se enlistan en el cuadro 3:

Cuadro 3. Listado de especies de aves identificadas en el SA.

Familia	Nombre común	Nombre científico	NOM-059-SEMARNAT-2010
Tyrannidae	Luis gregario	<i>Myiozetetes similis</i>	NA
Columbidae	Paloma alas blancas	<i>Zenaida asiatica</i>	NA



Figura 20. Se muestran las aves registradas en el predio del proyecto, **Izquierda:** *Myiozetetes similis*. **Derecha:** *Zenaida asiatica*.

De las principales características de la especie *Zenaida asiatica* se tiene que: es una especie tolerante a las actividades humanas.

En cuanto a *Myiozetetes similis* se sabe que: es una especie común en las zonas urbanas cerca de fuentes de agua, lo que concuerda con su registro ya que el predio colinda con una zona inundable.

Es importante mencionar que a pesar de que los registros de fauna dentro del predio del proyecto son mínimos, los antecedentes mencionados indican que existen otras especies en predios aledaños, por lo que se infiere que estos individuos pudieran llegar a encontrarse en el predio del proyecto en algún momento durante las tres etapas de desarrollo del mismo.

Es importante señalar que la riqueza de especies reportada para el área es escasa, por lo que no es de extrañar que el predio con la alta perturbación que presente albergue muy pocas especies y que las que ahí se mueven sean las que son tolerantes a la perturbación.

5.3.1 Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Durante el recorrido realizado no se encontraron especies de fauna incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

6 PAISAJE.

Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos (citando a Lowenthal 1962, González 1981a, Benayas 1992). Si consideramos al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas (citando a Dunn, 1974, MOPT 1993). Se puede considerar como la expresión espacial y visual del medio y entenderlo como un recurso natural escaso y valioso.

Conforme a lo anterior, en el SA se encuentran seis unidades ambientales, la primera corresponde a vegetación natural formada por vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, la segunda a vegetación herbácea, la tercera corresponde a vegetación de matorral costero y la cuarta a vegetación de manglar. Asimismo, se registraron otras coberturas de índole natural como una zona inundable y la playa arenosa. La última corresponde a los elementos antrópicos conformados por asentamientos humanos y, áreas sin vegetación.

A continuación, se procede a la descripción de las unidades ambientales del SA.

Vegetación natural: Como se ha descrito líneas arriba, la vegetación natural presente el SA representa el 24.96% de este, y está conformada por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia, vegetación herbácea, matorral costero y manglar. De estas el manglar y el matorral ofrecen aún servicios ecosistémicos para la flora y fauna, ya que la vegetación secundaria es mayormente habitada por especies adaptadas a las condiciones de perturbación.

Zona inundable: Esta categoría corresponde a la zona inundable de humedales dentro del SA donde se desarrolla manglar de cuenca con las especies *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erectus* principalmente. Esta área representa el 3.44% del SA.

Playa: Corresponde a la zona de playa arenosa ubicada al Este del SA donde se desarrolla la principal actividad recreativa turística de la Ciudad de Playa del Carmen. Representa el 3.32% del SA.

Asentamientos humanos y áreas sin vegetación: Esta unidad ambiental corresponde al 63.86% del SA. En esta se encuentran agrupados desarrollos como hoteles, condominios y casas habitación.

Conforme a lo anterior, se determina que, en el Sistema Ambiental definido para el proyecto, predominan rasgos paisajísticos de tipo antrópico y urbanizado, con elementos naturales, esto definido por que la unidad ambiental antrópica representa el 68.28 % del SA y la natural el 31.72%.

6.1 EVALUACIÓN DEL PAISAJE.

En el contexto de las actividades humanas, el paisaje se comporta como un recurso natural aprovechable mediante actividades específicas. Sin embargo, la evaluación de la calidad del paisaje presenta la dificultad de ser un componente básicamente subjetivo, pero destacan tres criterios básicos: la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual.

De acuerdo con la guía de la MIA-P establecida por la SEMARNAT, la visibilidad, la calidad paisajística y la fragilidad visual, se define como sigue:

Cuadro 4. Definición de los criterios para la evaluación del paisaje.

La visibilidad	Se entiende como el espacio del territorio que puede apreciarse desde un punto o zona determinada. Esta visibilidad suele estudiarse mediante datos topográficos tales como altitud, orientación, pendiente, etc. Posteriormente puede corregirse en función de otros factores como la altura de la vegetación y su densidad, las condiciones de transparencia atmosférica, distancia, etc. La visibilidad puede calcularse con métodos automáticos o manuales.
La calidad paisajística	Incluye tres elementos de percepción: las características intrínsecas del sitio, que se definen habitualmente en función de su morfología, vegetación, puntos de agua, etc.; la calidad visual del entorno inmediato, situado a una distancia de 500 y 700 m; en él se aprecian otros valores tales como las formaciones vegetales, litología, grandes masas de agua, etc.; y la calidad del fondo escénico, es decir, el fondo visual del área donde se establecerá el proyecto. Incluye parámetros como intervisibilidad, altitud, formaciones vegetales, su diversidad y aspectos geomorfológicos.
La fragilidad del paisaje	Es la capacidad del mismo para absorber los cambios que se produzcan en él. La fragilidad está conceptualmente unida a los atributos anteriormente descritos. Los factores que la integran se pueden clasificar en biofísicos (suelos, estructura y diversidad de la vegetación, contraste cromático, etc.) y morfológicos (tamaño y forma de la cuenca visual, altura relativa, puntos y zonas singulares).

Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana. No es lo mismo un paisaje prácticamente sin observadores que uno muy frecuentado, ya que la población afectada es superior en el segundo caso. Las vialidades, zonas urbanas, tipos de vegetación, cuerpos de agua y puntos escénicos deben ser tomadas en cuenta.

Para el análisis del paisaje vamos a delimitar primero las siguientes actividades o factores:

Actividad	Aplicación al proyecto “Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach”
<p>Área de estudio y zona de influencia.</p>	<p>El área de estudio corresponde al predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto, el cual se ubica en la ciudad de Playa del Carmen, en una zona completamente urbanizada. El predio donde se pretende establecer el Proyecto “Planta Desaladora Del Hotel Reef Club Coco Beach” se trata de un sitio ya construido, que es donde se encuentra operando el hotel.</p> <p>La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para producir 500 m³/día de agua potable derivada del proceso de ósmosis inversa, que equivale a 5.79 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 378.4 m³/día de agua, que equivale a 4.37lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Asimismo, se enfatiza en que es recomendable mantener un margen de 25% entre la capacidad máxima de producción de la planta y el volumen de producción requerido. En este sentido, se estima que se mantendría un margen de 24.32% con respecto a la planta que se propone. Asimismo, se manifiesta que, para efectos de operación de la planta, se habilitará un pozo de captación con capacidad para extraer hasta 11.00 lps, sin embargo, se mantendrá operando a razón de 10.95 lps.</p> <p>La zona de influencia se refiere al Sistema Ambiental (SA) definido para el proyecto, cuyos límites se establecieron en función de las discontinuidades de la vegetación, la presencia de estructuras antropogénicas y la interacción con el medio social predominante. En general es un SA fragmentado, ya que solo quedan algunos fragmentos de vegetación entre los lotes con desarrollos turísticos y habitacionales, que conforman la mancha urbana de Playa del Carmen.</p>
<p>Concentración demográfica, accesibilidad y flujo de observadores.</p>	<p>La concentración demográfica y turística en la zona de influencia del proyecto es notable, ya que el predio se encuentra inmerso en la zona urbana de Playa del Carmen.</p> <p>En el predio donde se pretende establecer la Planta Desaladora actualmente se encuentra operando el “Hotel Reef Club Coco Beach”, consistente en 8 edificios, cuartos hoteleros y con los servicios de restaurante, vestíbulos, sports bar, gimnasio-spa, teatro, lobby y recepción, motor lobby, albercas (aquabar, jacuzzi, chapoteadero, lago, asoleaderos) y áreas ajardinadas.</p> <p>La planta desaladora ocupará una superficie de 40 m² y quedará dentro del área de servicios y mantenimiento del hotel de ahí que no será perceptible por los transeúntes del hotel, sino únicamente para el personal que ingrese a dicha área de servicios. Contará con un pozo de captación y uno de rechazo, cada uno con una superficie de</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach”
	<p>4.0 m², sumando en total 8.0 m² de superficie destinada a pozos. Los pozos se habilitan en el suelo y lo que es perceptible es la tubería de conexión a la planta desaladora, la mayor parte de la cual es enterrada.</p> <p>El paisaje que los observadores perciben del Sistema Ambiental es el de zonas donde convengan tres componentes principales, el <u>escenario urbano</u> que comprenden los desarrollos turísticos, habitacionales, y de servicios, vialidades y caminos; <u>la zona de playa</u> que ofrece belleza escénica con los elementos naturales que enmarca; y <u>la zona inundable y la vegetación natural</u>, conforman el tercer componente paisajístico del sistema ambiental ya que se integran de forma armónica con los demás elementos, creando un escenario natural en el que convergen la flora y fauna silvestre.</p> <p>El escenario del predio del proyecto que es visible para los espectadores corresponde a las diferentes áreas del Hotel Reef Club Coco Beach en operación como los edificios, cuartos hoteleros y con los servicios de restaurante, vestíbulos sports bar, gimnasio-spa, teatro, lobby y recepción, motor lobby, albercas y áreas ajardinadas.</p> <p>Cuando el proyecto se encuentre en operación, este no podrá ser apreciado en el sistema ambiental ni a nivel predio ya que se la planta desaladora estará dentro de las áreas de servicio del Hotel donde sólo circulan personal.</p>
<p>Componente central y componentes restantes: unidades de paisaje (UP).</p>	<p>Para definir el componente central de paisaje para el proyecto se consideró que la mayoría de los observadores que fluyen por el área de estudio y del sistema ambiental llegan a la zona con vehículos y utilizando transporte.</p> <p>De acuerdo con la caracterización realizada en el SA convergen 6 unidades ambientales: la primera corresponde a vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, la segunda a vegetación herbácea, la tercera corresponde a vegetación de matorral costero y la cuarta a vegetación de manglar. Asimismo, se registraron otras coberturas de índole natural como una zona inundable y la playa arenosa. La última cobertura corresponde a los elementos antrópicos conformados por asentamientos humanos y, áreas sin vegetación.</p> <p>Dado este diagnóstico de las condiciones ambientales, el componente central del análisis de paisaje se dividiría en la zona con vegetación natural y la zona inundable, y por otra parte, están las áreas de asentamientos humanos y sin vegetación.</p>
<p>Controlar las condiciones de visibilidad.</p>	<p><u>La visibilidad</u> del paisaje relativa a la construcción del proyecto se circunscribe a lo que se pueda apreciar por los observadores.</p>

Actividad	Aplicación al proyecto “Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach”
	<p>Las actividades de construcción y operación del proyecto no serán percibidas por los observadores que transiten por la zona, ya que la superficie de desplante se encuentra dentro de las áreas de servicio del Hotel donde sólo circula el personal.</p>
<p>Analizar calidad y fragilidad paisajística.</p>	<p><u>Calidad del paisaje</u> Como se ha descrito a lo largo de este capítulo, el sistema ambiental presenta modificaciones importantes en sus unidades naturales y de paisaje, principalmente hacia el desarrollo turístico y urbano. En el caso particular del proyecto se sumará a los desarrollos turísticos construidos acorde a los parámetros y reglas urbanísticas que marque el PDU de Ciudad de Playa del Carmen y el POEL. De sus obras, la que sobresaldrá principalmente del paisaje será el edificio del hotel, sin embargo, en las colindancias hay otros hoteles y condominios.</p> <p><u>Fragilidad</u> Se valora la fragilidad en función de los factores biofísicos que ponderan la fragilidad visual del punto específico considerando suelo, cubierta vegetal, pendiente, orientación y accesibilidad dado por la distancia y acceso visual a y desde los núcleos de observadores.</p> <p>A nivel del SA, las unidades de paisaje con vegetación en mejor grado de conservación es la de manglar y de matorral costero, así como la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia, por lo que tiene un valor de fragilidad bajo siendo que presentan condiciones más apegadas a las naturales. Las unidades de paisaje con alta fragilidad corresponden a las áreas sin vegetación y con vegetación herbácea.</p> <p>El predio presenta áreas construidas, esto es por la operación del Hotel. Se ubicaron áreas verdes ajardinadas, donde se identificaron especies de tipo ornamental como: el Laurel de la india (<i>Ficus benjamina</i>), coco (<i>Cocos nucifera</i>), palma areca (<i>Dyopsis lutescens</i>), entre otras. En el predio también se construyeron edificios, cuartos hoteleros y con los servicios de restaurante, vestíbulos sports bar, gimnasio-spa, teatro, lobby y recepción, motor lobby y albercas por lo que la fragilidad paisajística es alta.</p>

Con base en la descripción de la vegetación y el análisis del paisaje con base en los núcleos de observadores, se define que las obras del proyecto se integrarán al paisaje urbanizado que presenta el área, y que ha ido desarrollándose paulatinamente en apego a los usos de suelo y parámetros urbanos específicos.

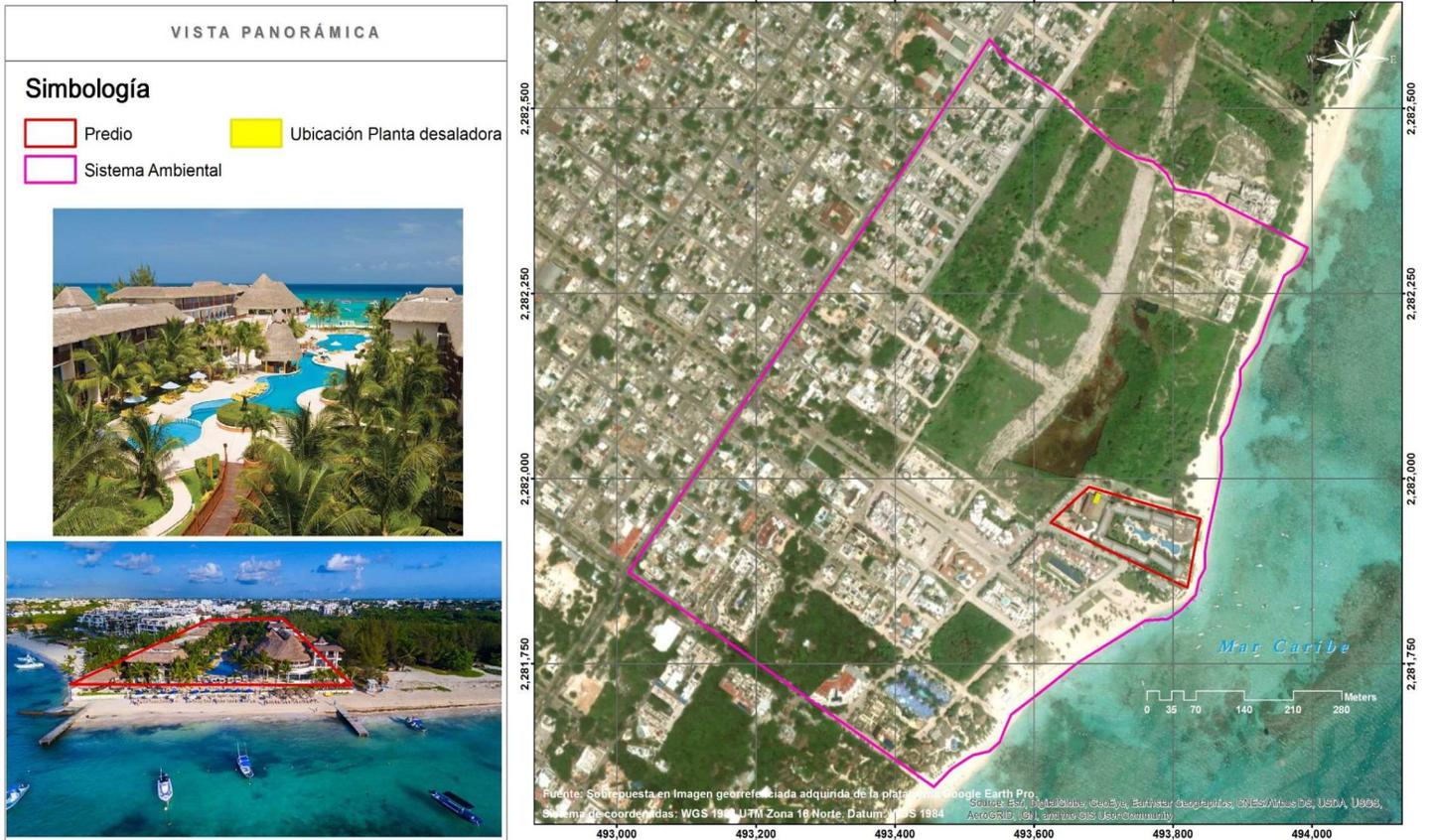


Figura 21. Vista panorámica del predio con relación a los elementos naturales y antrópicos presentes en el SA.

6.2 ZONIFICACIÓN DEL ÁREA UTILIZABLE E IDENTIFICACIÓN DE ZONAS FRÁGILES.

De acuerdo con la caracterización ambiental realizada para el SA, se determinó que las unidades ambientales presentan diferentes grados de conservación, cuyos valores se describe a continuación:

Cuadro 5. Estado de conservación de las unidades ambientales del SA.

Alto	Medio	Bajo
Cuando las condiciones no han sido modificadas, o han sido modificadas de forma poco significativa.	Cuando se ha modificado el estado original, pero existe un grado aceptable de conservación.	La afectación del factor es relevante y su naturaleza ha sido modificada significativamente.

A partir de lo anterior, se construyó un mapa en el que se pueden observar las condiciones de las unidades ambientales del SA respecto del estado de conservación. Lo anterior se muestra que el SA presenta un 20.82% de su superficie con un grado de conservación medio, mismo que comprende la vegetación de manglar, la zona inundable, la vegetación de matorral costero y la vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia. El 79.18% del SA presenta un grado de conservación bajo, determinado por la presencia de áreas con vegetación herbácea, carentes de vegetación o con infraestructura.

Con base en los resultados obtenidos de la caracterización ambiental del predio particular del proyecto, se puede definir que presenta un grado de conservación bajo.

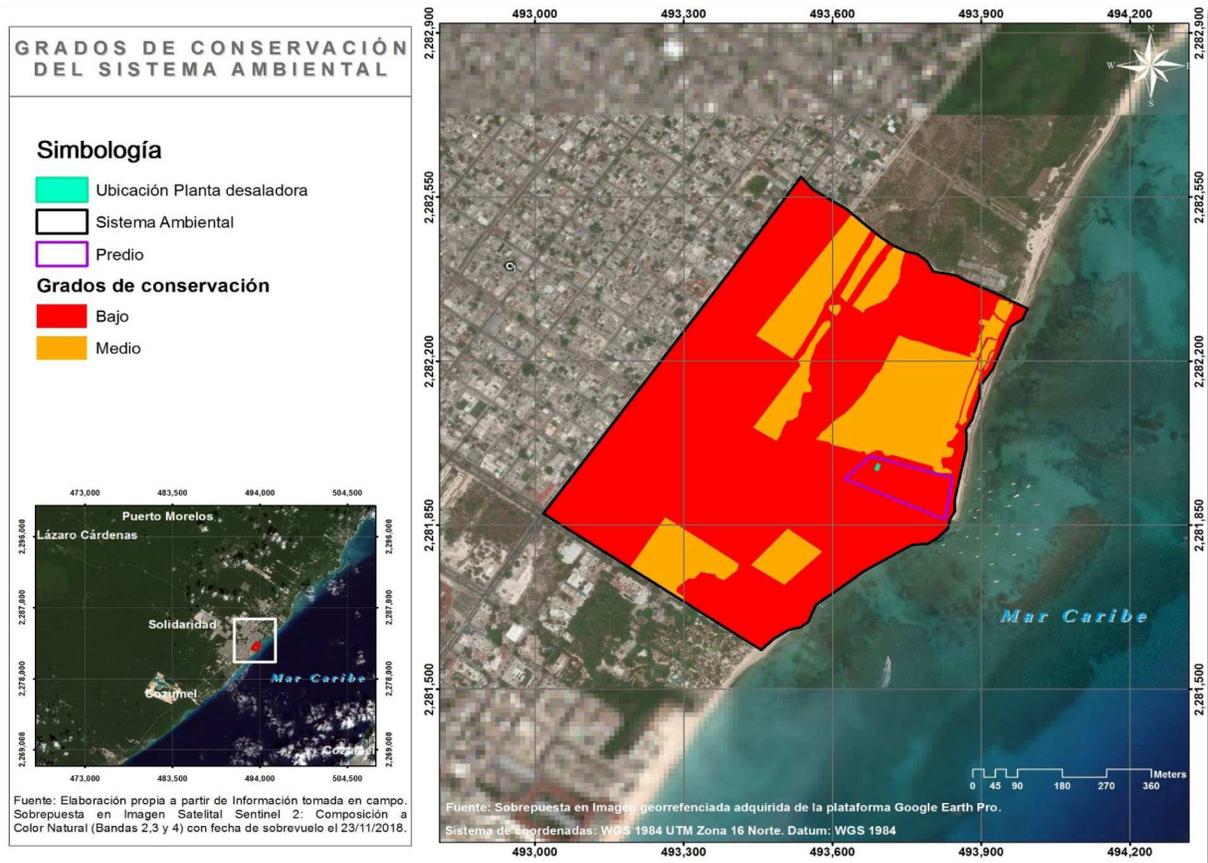


Figura 22. Grado de conservación del Sistema ambiental.

7 DIAGNOSTICO AMBIENTAL.

El área del SA que se definió para el proyecto presenta un estado de conservación bajo, debido a que en su mayoría el SA se encuentra cubierto por asentamientos humanos, y las escasas áreas con vegetación natural cuentan con uso de suelo y potencial de desarrollo asignado por los instrumentos de planeación urbana, por lo que se visualiza que tras el paso del tiempo serán desarrollados.

De ahí que el sistema tiene un alto grado de fragmentación y pérdida de ecosistemas, razón por la cual la vegetación natural que hay se observa como islas, en las cuales aún habita fauna silvestre. Sin embargo, las áreas que ya han sido construidas y urbanizadas, forman un hábitat para especies altamente tolerantes a la perturbación.

Sin embargo, dentro de la infraestructura se conoce que hay áreas de conservación que han mantenido los diferentes desarrollos turísticos que por la escala del análisis escapan a su determinación. Por lo cual hay un margen de áreas con vegetación natural que no se están detallando, sin embargo, por la proporción que ocuparían aún el uso de asentamientos humanos seguiría siendo mucho mayor.

De lo anterior se asume que el lote del proyecto se encuentra en un sistema urbanizado, modificado por la construcción misma del hotel donde se ubicará, y presenta un alto tránsito de personas y vehículos, por lo que los niveles de ruido y perturbaciones mecánicas no coadyuvan al mantenimiento de las condiciones ambientales adecuadas para el establecimiento de la fauna.

Las áreas de playas que presenta el sistema son utilizadas por los desarrollos turísticos para sus actividades recreativas, y al igual que la generalidad de los ecosistemas costeros, están siendo impactados por los procesos erosivos naturales que hay a nivel global, por lo que su estado de conservación es medio. Sin embargo, aún presentan cobertura vegetal en muchas de las áreas y fungen como hábitat para la fauna.

En el sistema ambiental es susceptible de registrarse un mayor número de especies exóticas y alguna invasora en las áreas verdes o ya desmontadas como es el caso de los ejemplares arbóreos de *Casuarina equisetifolia*, debido a que muchos desarrollos tienen muchos años en su conformación. Esta especie se ubica en el predio colindante al norte del Hotel Reef Cocobeach, sin embargo no ha invadido sus áreas verdes.

8 MEDIO SOCIOECONÓMICO.

8.1 JUSTIFICACIÓN.

Las características socioeconómicas que se detallan a continuación están en función del Municipio de Solidaridad, Quintana Roo, debido a que el predio

correspondiente al proyecto “Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach” se encuentra inmerso dentro de este municipio.

8.2 POBLACIÓN.

De acuerdo con el censo de población y vivienda realizado por el INEGI en 2010, el municipio de solidaridad cuenta con una población de 159,310 personas de los cuales 83,468 son hombres y 75,842 son mujeres.

En cuanto a la estructura por edad, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda realizado en el año 2010, en el Estado de Quintana Roo, el 66.79 % de la población se encontraba entre los 15 y 64 años de edad, el 28.78 % tenía de 0 a 14 años de edad y el 2.97 % tenía más de 65 años de edad, por lo que la mayor parte de la población se encontraba en la etapa productiva.

Resulta importante mencionar que el municipio representa la menor dependencia del estado, teniendo 41 dependientes por cada 100 independientes.

8.3 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA).

La población económicamente activa del municipio de Solidaridad de acuerdo con datos del INEGI, 2008 se encuentra representada por 64,662 personas lo que representa el 40.58% con respecto a la población total reportada para el 2010. De aquí que el 74.5% se encuentra representado por personal dedicado al sector terciario y el 18.74% se mantiene en el sector secundario, mientras que el 6.72% restante se distribuye en personal ocupado en el sector primario.

8.4 VIVIENDA.

Del total de viviendas censadas en el Municipio de Solidaridad (48,904) el 94.4% de las viviendas cuentan con piso diferente a la tierra, siendo el segundo más alto para el estado, lo que se refleja en una mejor condición de higiene. Se registró que en las viviendas ocupadas hay un total de 158,802 ocupantes.

De acuerdo con los datos del Censo de Población y Vivienda, realizado en el 2010, en el municipio de Solidaridad el 96.2% de las viviendas habitadas contaban con energía eléctrica, el 95.4% disponían de agua de la red pública y 95.7% de las viviendas habitadas cuentan con drenaje.

8.5 SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL.

El 61.8% de la población del Municipio de Solidaridad es derechohabiente de un servicio de salud. En estas instituciones se beneficiaron a un total de 54,894 personas.

La consolidación de la Riviera Maya como un destino importante en el Caribe, ha inducido a un dinámico crecimiento demográfico y urbano de la ciudad de Playa del

Carmen, definida como núcleo de la actividad urbana y turística de la Riviera Maya y de mayor importancia del Estado.

8.6 ASPECTOS URBANOS.

Actualmente Playa del Carmen representa el centro de población con mayor dinamismo sociodemográfico del Estado y por ende los requerimientos de equipamiento (vivienda, instalaciones de salud y educación, unidades deportivas, áreas verdes y sitios de recreación), infraestructura (energía eléctrica, agua potable, drenaje, vías de comunicación) y servicios públicos indispensables (recolección y tratamiento de residuos sólidos, alumbrado público, pavimentación) cada vez se hacen más urgentes, a pesar de los esfuerzos de las autoridades municipales y estatales.

Las características del crecimiento explosivo y desorganizado que se registra en Playa del Carmen, han generado una serie de procesos que dañan continuamente al medio ambiente, siendo importantes fuentes de contaminación y de daño a la salud de la población.

8.6.1 Equipamiento.

Manejo de Residuos Sólidos

En el municipio de Solidaridad actualmente se recolectan un promedio de 2,572 toneladas de basura por mes. Poco más del 80% de estos residuos son recogidos por la empresa concesionaria del servicio y el 19% restante es recolectado por las autoridades municipales.

La generación per cápita de residuos sólidos urbanos (RSU) en el Municipio de Solidaridad es de 0.897 kg/hab/día y la generación total es de 326.25 Ton/día. Los residuos son trasladados a un sitio no controlado en donde se recolecta PET y otros plásticos duros, además de chatarra (Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, México. 2009 -2013).

El Municipio de Solidaridad ya cuenta con un relleno sanitario para la disposición final de sus residuos.

Manejo de Residuos Líquidos

En el año 1992 se construyó la primera planta de tratamiento "Gonzalo Guerrero" para dar servicio a la zona centro de la Ciudad de Playa del Carmen y algunas colonias y hoteles de la zona costera.

Actualmente, el Municipio de Solidaridad cuenta con cuatro plantas de tratamiento, tres del servicio público y una privada. Las capacidad instalada para las plantas de uso público hasta el 2015 era de 359.0 litros por segundo y la de servicio privado

era de 150 litros por segundo, de acuerdo con el Anuario Estadístico y Geográfico de Quintana Roo, 2016.

8.7 ASPECTOS CULTURALES.

De acuerdo con los datos del XIII Censo de Población realizado por el INEGI en el 2010, en el municipio de Solidaridad solo el 12.5% de la población mayor de 3 años habla una lengua indígena. La lengua predominante es la maya, aunque también se habla el Tzotzil y el Chol.

Es importante notar que los poblados de apoyo localizados en la Riviera Maya cuentan con la educación hasta el nivel medio y los jóvenes que pretenden ingresar al nivel medio superior cambian su lugar de residencia hacia la ciudad de Playa del Carmen, ya que es la única opción.

El 92% de la población del municipio de Solidaridad entre 6 a 14 años asiste a la escuela. La tasa más baja de analfabetismo de la población de 15 años y más por municipio corresponde a Solidaridad (2.7%). El número de años promedio de escolaridad de esta misma población equivale a haber aprobado el tercer año de secundaria.

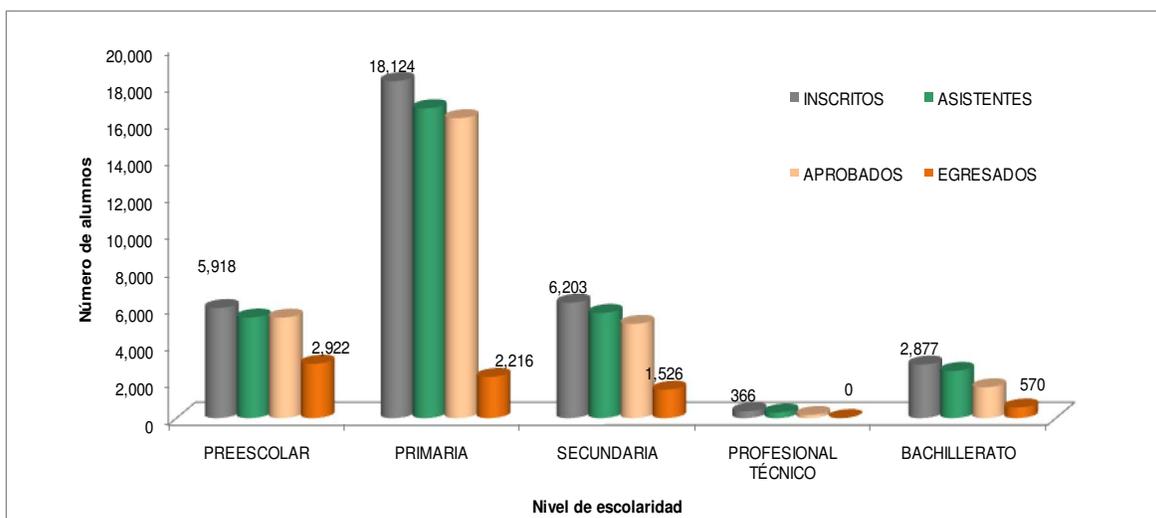


Figura 23. Distribución y egreso de los alumnos en cada nivel de escolaridad en el Municipio de Solidaridad de acuerdo al censo 2010.

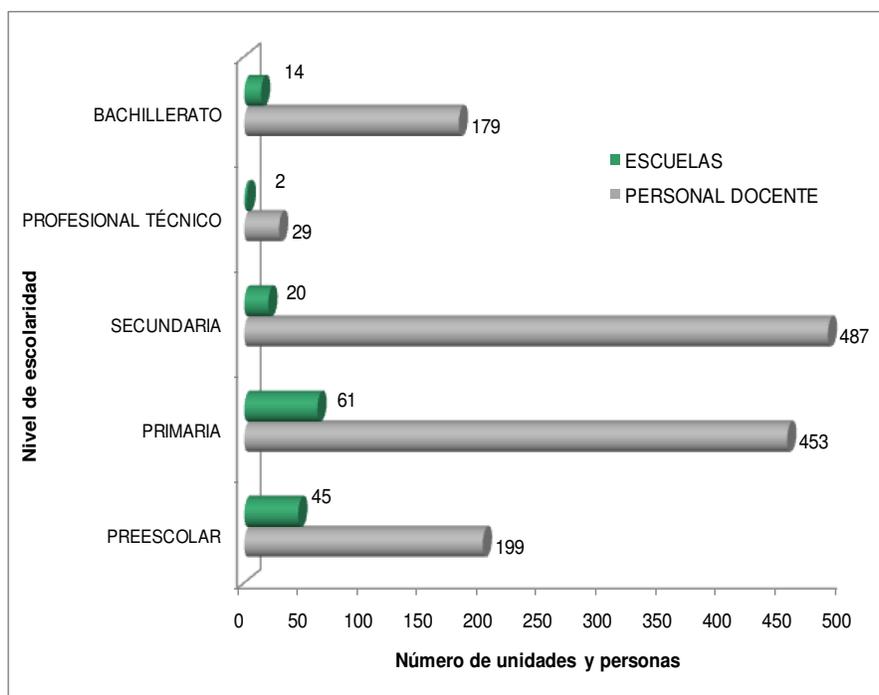


Figura 24. Distribución de la cantidad de escuelas por nivel educativo y la cantidad de docentes reportados por nivel. Fuente: INEGI (2010).

9 ACTIVIDADES PRODUCTIVAS.

9.1 TURISMO.

Sin duda, la actividad económica preponderante en el estado es el turismo y los servicios que lo rodean han registrado un crecimiento sostenido a lo largo de los últimos años. De acuerdo al censo 2010 el 40.58% de la población estatal está ocupada en el sector comercio y de servicios.

De acuerdo con el Reporte Anual de Turismo (SEDETUR, 2017)⁴ el estado recibió 16 millones 911 mil 163 visitantes, lo que representa un crecimiento de 5.3% respecto de 2016. En cuanto a la generación de derrama económica, se reporta de manera preliminar 8 mil 810.38 millones de dólares más que en 2016. Lo que significa un alza de 2.4%.

Con una operación de ocupación promedio de 79.7%, el año pasado, Quintana Roo logró conseguir un mayor número de turistas hospedados, 3.8% más frente a 2016 ascendiendo a un total de 11 millones 448 mil 690 turistas hospedados y 27 millones 375 mil 679 cuartos ocupados, lo cual se demuestra la competitividad y el liderazgo que mantiene el Estado de Quintana Roo.

⁴ SEDETUR. 2017. **Reporte Anual de Turismo Quintana Roo 2017**. Secretaria de Turismo.

9.1.1 Sector Primario.

Las actividades del sector primario que se realizan en el Municipio de Solidaridad son: agricultura, principalmente cultivo de maíz de temporal; ganadería; apicultura; y pesca.

De acuerdo al censo 2010 solo 6.72% de la población del estado está ocupada en este sector.

9.1.2 Sector Secundario: Industria.

De acuerdo al censo 2010 el 18.74% de la población del estado está ocupada en el sector industrial y de la construcción.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	3
2.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	3
3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.....	10
3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	10
4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN.	14
4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).....	14
4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.	16
4.2.1 Impactos residuales.....	22
4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL.....	23

1. INTRODUCCIÓN.

La base para la correcta definición de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, aplicables a un proyecto, se encuentra en la adecuada identificación de los impactos potenciales que el proyecto puede generar en todas sus etapas de desarrollo. Para ello, es indispensable partir del conocimiento del ¿Qué vamos a hacer? ¿En dónde lo vamos a hacer? y ¿Cómo lo vamos a hacer? En los capítulos I, II y IV nos dimos a la tarea de establecer dichos conocimientos describiendo las características generales del proyecto, así como la situación ambiental y socioeconómica en el que se enmarca a nivel local y regional.

Adicionalmente, en el capítulo III fijamos las directrices a las que el proyecto deberá apegarse para cumplir con las leyes, normas ambientales, programas de ordenamiento y otros lineamientos ambientales vigentes.

En el presente capítulo nos avocamos al análisis de los impactos ambientales del proyecto.

2 IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) define en su artículo 3° como Impacto ambiental la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

La identificación de impactos es parte esencial del proceso de Evaluación de Impacto Ambiental, necesario para que la Autoridad competente establezca las condiciones a las que deben sujetarse las obras o actividades que puedan causar un daño al ambiente (LGEEPA Art. 28).

Habiendo descrito en los capítulos anteriores las características generales del proyecto, así como la situación ambiental en la que se enmarca, en este capítulo corresponde analizar los impactos ambientales potenciales de generarse por la preparación, construcción y operación del proyecto, considerando los impactos acumulativos, los impactos residuales y los efectos sinérgicos, directos e indirectos que puede tener el desarrollo del mismo, a través del análisis de las características del área de estudio que está incluida dentro del Sistema Ambiental (descrito en el Capítulo IV). De esta forma, se pondera de manera más precisa la influencia y magnitud de los impactos ambientales que pudieran generarse por las obras y actividades contempladas.

2.1 METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto **“Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach”**, se usaron tres metodologías

diferentes, primero la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de estas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos “palpables”, que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente, es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapa	Actividades
Preparación del sitio	1. Presencia de personal
	2. Limpieza del área donde se instalará la planta y donde se construirán los pozos.
Construcción	3. Presencia de personal.
	4. Actividades de perforación y construcción de los pozos de captación y rechazo.
	5. Instalaciones de los equipos de ósmosis inversa y líneas de conducción eléctricas y hacia los pozos.
Operación y Mantenimiento	6. Operación de la planta desaladora
	7. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 7 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Emisión de gases y ruido por uso de la maquinaria de perforación.
- Cambios en el flujo disponible del agua por las actividades de extracción e inyección.

Solo algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de las obras. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

b) Identificación de los componentes ambientales

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del Sistema Ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico.

La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Factores ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Medio abiótico	Aire
	Hidrología
Medio Socioeconómico	Residuos
	Infraestructura de servicios
	Salud humana
	Economía

c) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.

- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 3).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 3. Se detallan los indicadores ambientales por factor ambiental.

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire	Emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero	CO ₂ , NO _x , SO ₂
		Generación de ruido	dB
Hidrología	Flujo subterráneo	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	Disponibilidad de agua
	Calidad del agua	Cambios de la calidad del agua por actividades de extracción e inyección del agua.	Parámetros de pH, temperatura, sólidos suspendidos, salinidad, grasas, DBO, DQO, fosfatos, nitratos y coliformes fecales
Residuos	Generación	Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Kg de residuos generados y de residuos que se reciclen.
		Generación de residuos peligrosos	Kg de residuos peligrosos
Demanda de infraestructura	Servicios	Demanda de agua	Volumen de agua (m ³)
Salud humana	Exposición a personas	Exposición a personas a riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
Economía	Empleos	Generación de empleos	No. de empleos
	Derrama económica	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta desaladora.	\$ Inversión por adquisición de insumos, pagos de derechos, etc.

d) Características de los indicadores.

A continuación se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 4).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 4. Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
Medio abiótico	Aire	<p>En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles, como el The Reef Coco Beach, The Elements, The Mahekal Beach Resort, así como los condominios entre otros. También se genera ruido por el paso de vehículos, ya que la zona es muy transitada, así como el que generan las personas que se transitan por la zona.</p>
	Hidrología	<p>Los rasgos estructurales geológicos más notables en esta zona se exhiben en dos direcciones: una que corresponde principalmente a fracturas subterráneas que se alinea de noreste a suroeste, y otra, con una orientación de noreste a sureste, muestra claramente fracturas de dimensiones diversas y estructuras cavernosas normales, además que por regla general los cenotes se encuentran en estos accidentes o en su intersección. En el área de estudio se encuentra una unidad de material consolidado ampliamente distribuida en toda el área, está constituida por caliza de textura mudstone, wackstone, packstone y grainstone; en estratos delgados, gruesos y masivos; en ocasiones se presenta alto contenido de coquina, con contenido fosilífero abundante y variado, e intercalaciones de horizontes y lengüetas arcillosas en estratificación cruzada, en posición casi horizontal y gran fracturamiento ya que en esta unidad se han desarrollado cavernas por disolución.</p> <p>De los resultados obtenidos con el Modelo Geo-eléctrico en el sitio las condiciones resistivas prevalecientes bajo la superficie del terreno, reflejan de manera indirecta tanto las características litológicas, como las relaciones con el agua subterránea que se mueve a través de las rocas, las zonas altamente conductoras se asocian con la intrusión del agua marina hacia el continente, con los valores de resistividad menores de 100 ohm-m y por consiguiente la roca caliza presente un alto grado de carsticidad o disolución, ya que permite un flujo sin resistencias. Con base en estos criterios se interpretó la sección geo-electica dentro del área de estudio.</p> <p>Del flujo subterráneo, debido a la gran permeabilidad del acuífero el movimiento del agua es inducido por un gradiente hidráulico sumamente pequeño de 2 a 20 cm por km; en consecuencia, la carga hidráulica sobre el nivel del mar es</p>

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		<p>menor que dos metros dentro de una faja de 10 a 50 km de ancho a partir de la costa, de 10 a 20 m en la porción alta de la llanura y de 20 a 30 m en el borde sur-occidental del estado. A escala regional no se ha provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del suelo es despreciable en comparación con la recarga.</p> <p>Referente al cálculo del caudal subterráneo, se estimó el gasto unitario, es decir, el gasto en metros cúbicos por día o litros por segundo que atraviesa por cada metro lineal de acuífero de espesor de 15 m. Los resultados son que ingresan 0.77m³/día por cada metro lineal de acuífero. Al hacer el balance de Entradas-Salidas (disponibilidad), se observa que el balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 188.98 m³/día; sin embargo, este balance incluye únicamente el agua dulce del predio atrapada en la duna de arena y el acuitardo de calcarenitas; despreciando el agua salobre y el acuífero de agua marina por lo que el aprovechamiento de agua salobre estará disponible a las necesidades del usuario.</p>
Medio social y económico	Residuos	De acuerdo con los datos del Anuario Estadístico y Geográfico del INEGI del 2015, para el Municipio de Solidaridad se estimó que la generación per cápita de residuos que es de 2.04kg/persona/día.
	Infraestructura y servicios públicos	<p>En la Península de Yucatán se tiene una disponibilidad media per cápita por habitante de 6,740.0 m³ de agua. Las regiones en donde la disponibilidad es menor a 1,700 m³ por año se considera que presentan "estrés hídrico", donde puede presentarse escasez con frecuencia. De acuerdo con lo anterior, no se presenta escasez de agua.</p> <p>La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, agua potable, drenaje y vías de comunicación.</p>
	Salud humana	<p>La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes.</p> <p>Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 26 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán "Wilma", junto con "Gilberto", han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos</p>

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		<p>registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsible ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños.</p> <p>Por otra parte, también pueden causar riesgos a la salud humana durante el proceso constructivo por el mal uso del equipo de seguridad y por el manejo inadecuado de los residuos que se generen en la construcción del proyecto.</p>
	Economía	<p>En el año 2017 el Estado de Quintana Roo recibió 16 millones 911 mil 163 visitantes, lo que representa un crecimiento de 5.3% respecto de 2016.</p> <p>En cuanto a la generación de derrama económica en 2017, se reportan de manera preliminar 8 mil 810.38 millones de dólares, 207.9 millones de dólares más que en 2016. Lo que significa un alza de 2.4%. Con una ocupación promedio de 79.7%, el año pasado, Quintana Roo logró conseguir un mayor número de turistas hospedados, 3.8% más frente a 2016 ascendiendo a un total de 11 millones 448 mil 690 turistas hospedados y 27 millones 375 mil 679 cuartos ocupados, lo cual se demuestra la competitividad y el liderazgo que mantiene el Estado de Quintana Roo.</p> <p>Destinos como la Riviera Maya reportaron una ocupación promedio de 82.77%, con un crecimiento de 1.13%. En 2017 arribaron vía aérea 4 millones 141 mil 388 pasajeros nacionales, 15.4% más que en 2016 y 7 millones 702 mil 730 pasajeros internacionales, con un incremento porcentual de 8.4%. De acuerdo con la Unidad de Política Migratoria de la Secretaría de Gobernación, ingresaron a la entidad 7 millones 78 mil 93 extranjeros, 8.02% más que en 2016.</p>

Tomando como base los indicadores que se definieron previamente, se determinaron los siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro 5. Factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Factor	Impacto Ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero
	Cambios de la calidad del agua por actividades de extracción e inyección del agua.
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU)

Factor	Impacto Ambiental
	y de Manejo Especial (ME).
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos (RP)
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud
	Generación de empleos
Economía	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta desaladora.

3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERÍSTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS.

3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia. La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla. Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.
2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc \quad \text{5 Expresión V.1}$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min}$$
 Expresión V.2

I_{\min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{\max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

De acuerdo con Gómez-Orea (2007) para los impactos positivos no se les asigna valor de reversibilidad y recuperabilidad, ya que estos valores carecen de sentido para estos impactos.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Cuadro 6. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: Es el que deriva de un efecto primario	No aplica	Directo: el impacto tiene una repercusión inmediata en un factor ambiental
Acumulación (A)	Simple: Se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos.	No aplica	Acumulativo: Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios factores simples supone un impacto mayor.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando el efecto se produce en un ciclo anual	Mediano: el efecto se produce después de 5 años	Largo: Cuando el efecto en un período mayor a 5 años
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 5 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a cinco años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de forma cíclica o recurrente.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 7. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
Significativo (S)	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
No significativo (NS)	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables (D)	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

Por lo anterior, es que el Índice de incidencia correspondiente a 0.00 no se considera para la representación de los impactos en la Matriz de jerarquización.

Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de "impacto significativo" establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar los límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menoscabo de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN.

4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN).

Matriz de interacciones simple

Con esta matriz se identificaron 24 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 20 son adversas y 4 son benéficas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Matriz de interacciones simples del proyecto.

FACTOR/ ACTIVIDAD	PREPARACIÓN DEL SITIO		CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN		TOTAL
	Presencia de personal	Limpieza del área donde se instalará la planta y donde se construirán los pozos	Presencia de personal	Actividades de perforación y construcción de los pozos	Actividades de instalación de equipos, líneas de conducción	Operación de la planta desaladora	Actividades de mantenimiento	
Aire				A		A	A	3
Hidrología				A		A	A	3
Residuos	A	A	A	A	A	A	A	7
Demanda de infraestructura						A		1
Salud humana			A	A		A	A	4
Economía	B		B		B	B		4
Paisaje				A	A			2
TOTAL	2	1	3	5	3	6	4	24

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

Matriz de identificación de impactos ambientales

Cuadro 9. Matriz de identificación de impactos ambientales.

FACTOR	ACTIVIDAD/IMPACTO	ETAPAS						TOTAL		
		Preparación		Construcción			Operación		Positivos	Negativos
		Presencia de personal	Actividades de limpieza del sitio	Presencia de personal	Actividades de perforación y construcción de los pozos	Actividades de instalación de equipos, líneas de conducción	Operación de la planta desaladora	Actividades de mantenimiento		
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero							0	2	
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido							0	3	
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero							0	1	
	Cambios de la calidad del agua							0	3	
Residuos	Incremento en la generación de RSU y ME							0	7	
	Incremento en la generación de RP							0	3	
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en la demanda de consumo de agua y de energía eléctrica.							0	1	
Salud humana	Exposición a personas y riesgos de salud							0	4	
Economía	Generación de Empleos							3	0	
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos							2	0	
Paisaje	Modificación del paisaje							0	2	
NÚMERO DE IMPACTOS		2	1	3	7	3	10	5	26	
NÚMERO DE IMPACTOS POR ETAPA		3		13			15		31	

RSU-Residuos Sólidos Urbanos. ME- Manejo Especial. RP- Residuos Peligrosos

4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA.

En la matriz de identificación de impactos ambientales se registraron un total de 31 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 26 son adversos y 5 benéficos. A continuación, se describen los impactos registrados en cada etapa.

El proyecto “Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach” se trata de una obra complementaria del Hotel y servirá para abastecer 200 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios. El hotel cuenta con restaurantes, vestíbulo sports-bar, gimnasio-spa, teatro, lobby y recepción, motor lobby, alberca y áreas ajardinadas.

La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para producir 500m³/día de agua potable derivada del proceso de ósmosis inversa, que equivale a 5.79 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 378.4 m³/día de agua, que equivale a 4.37 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Asimismo, se enfatiza en que es recomendable mantener un margen de 25% entre la capacidad máxima de producción de la planta y el volumen de producción requerido. En este sentido, se estima que se mantendría un margen de 24.32% con respecto a la planta que se propone. Asimismo, se manifiesta que, para efectos de operación de la planta, se habilitará un pozo de captación con capacidad para extraer hasta 11.00 lps, sin embargo, se mantendrá operando a razón de 10.95 lps.

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 2 impactos negativos y 1 positivo, los cuales derivan por las actividades de limpieza del sitio y la presencia de personal.

De tal manera que derivado de estas actividades solo se prevé la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores y la generación de residuos derivados de la limpieza del sitio para la instalación y habilitación de la planta desaladora.

Impactos durante la etapa de construcción

En esta etapa se contabilizaron 11 interacciones de impactos negativos y 2 impactos positivos. Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con las actividades de presencia de personal, perforación y construcción de los pozos, así como por la instalación de los equipos de ósmosis inversa y las líneas de conducción de energía eléctrica y del agua de los pozos y la modificación al paisaje.

En lo que refiere al pozo de captación o aprovechamiento, se considera una profundidad de 15 m a partir del terreno natural, el diámetro de perforación corresponderá a 12 pulgadas, en tanto que el diámetro del ademe considerado es de 10 pulgadas.

En las actividades de construcción, existe el riesgo de que durante las obras de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes de los pozos, éstos permitan la infiltración a los acuíferos de materiales contaminantes de la superficie, como sustancias y materiales suspendidos, lo cual puede afectar la calidad del agua del acuífero.

Las actividades de construcción de las obras e instalación de equipos implican por sí mismas la generación de residuos derivados de la construcción y residuos derivados del consumo de alimentos, los cuales tendrán un manejo adecuado.

En cuanto a los impactos benéficos tendrán un efecto sobre la economía por la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto.

Impactos en la etapa de operación del proyecto

En esta etapa se determinaron 15 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 13 son negativos y 2 son positivos. Los impactos negativos están relacionados con la operación de la planta desaladora y las actividades de mantenimiento, lo cual conlleva actividades de extracción y descarga del agua, emisiones de gases, ruido, la generación de residuos y la generación de empleos.

Durante la operación del proyecto se realizarán las actividades de extracción de agua salada y la descarga de salmuera derivada del proceso de ósmosis inversa. Las actividades de extracción podrían generar cambios en la disponibilidad de agua del acuífero. Las actividades de descarga, también podrían afectar la calidad del agua del acuífero, ya que la salmuera que se inyecta tiene mayores concentraciones de sales.

Las actividades de mantenimiento implican actividades de retrolavado y desinfección, las cuales se realizarán de manera periódica e involucran la generación de aguas residuales, las cuales se conducirán a la red de drenaje interna del hotel.

Asimismo, se espera la generación de residuos sólidos por parte del personal que opere la planta, cuya generación será mínima. También se prevé la generación de residuos peligrosos derivado del uso de sustancias peligrosas en envases.

Por otra parte, el ruido que genere la planta será mínimo, además las instalaciones recibirán el mantenimiento preventivo para que funcionen conforme a la normatividad aplicable.

Los impactos benéficos que se darán en la operación del proyecto, están relacionados con la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto, lo cual beneficiará la economía local.

Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización.

Cuadro 10. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

Factor	Impacto	Signo	Consecuencia (C)	Acumulación (A)	Sinergia (S)	Momento o tiempo	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia (I)	Significancia
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0.00	D
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.13	D
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	N	3	3	1	3	3	3	3	3	22	0.88	S
	Cambios de la calidad del agua	N	3	3	1	3	1	3	3	1	18	0.63	NS
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	N	3	3	1	3	3	3	3	1	20	0.75	S
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos	N	1	3	1	3	3	3	3	1	18	0.63	NS
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en la demanda de consumo de agua y de energía eléctrica.	N	3	3	3	3	3	3	3	3	24	1.00	S
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud	N	1	1	1	3	1	1	3	1	12	0.25	D
Economía	Generación de Empleos	P	3	3	1	3	-	3	3	-	16	0.50	NS
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos	P	3	3	1	3	-	1	3	-	14	0.38	D
Paisaje	Modificación del paisaje	N	1	1	1	1	1	1	1	1	8	0.00	D

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D).

(-) Para los impactos positivos no se les asigna valor de Reversibilidad y Recuperabilidad, ya que de acuerdo con lo establecido en la metodología propuesta por Gómez-Orea, 2007, estos valores carecen de sentido para estos impactos.

(I)= El valor de incidencia 0.00 no se considera para la matriz de Jerarquización de los impactos

Cuadro 11. Matriz de Jerarquización.

Factor	Impacto	Signo	Incidencia	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	10	0.13	D
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	N	22	0.88	S
	Cambios de la calidad del agua	N	18	0.63	NS
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	N	20	0.75	S
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos	N	18	0.63	NS
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en la demanda de consumo de agua y de energía eléctrica.	N	24	1.00	S
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud	N	12	0.25	D
Economía	Generación de Empleos	P	16	0.50	NS
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos	P	14	0.38	D

Negativo (N), Positivo (P), Significativo (S), No significativo (NS), Despreciable (D)

En la Matriz de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 6 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 9 posibles impactos potenciales que pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto “Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach”.

Con relación al Índice de Incidencia y su significancia, del total de impactos negativos que en total fueron 9; 3 fueron significativos, 2 fueron no significativo y 4 despreciables.

Ahora bien, de los 11 impactos potenciales identificados en la Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales se identificaron 9 impactos negativos y 2 impactos positivos.

- Directos e Indirectos

En cuanto al efecto de la totalidad de impactos negativos y positivos, 7 impactos se calificaron como directos y 4 como indirectos, es decir, que el 63.63 % son primarios y son generados directamente por la construcción del proyecto, mientras que el 36.36% tienen efectos secundarios y terciarios. Los impactos directos están relacionados con la generación de ruido, los cambios en la hidrología, así como la generación de residuos, la demanda de consumo de agua, la generación de empleos y la derrama económica por la adquisición de insumos.

Por otra parte, los impactos valorados como indirectos están relacionados con los cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera, la generación de residuos peligrosos, la exposición de personas a riesgos de salud y la modificación del paisaje.

- Acumulativos.

De la totalidad de los impactos, 7 (63.63%) se calificaron como acumulativos, ya que el efecto en la ambiente resulta de la suma de los efectos de acciones particulares ocasionados por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o están ocurriendo en el presente. Se clasificaron como impactos acumulativos los relacionados con los cambios en la hidrología por la disponibilidad y calidad de agua. Los impactos sobre la generación de residuos, el aumento en la demanda de servicios, la generación de empleos y derrama económica, también se consideraron como acumulativos.

Los 4 (36.36%) impactos restantes, se calificaron como simples y tienen relación con las emisiones de gases y ruido, la exposición a personas a riesgos de salud y en cuanto a la modificación del paisaje.

- Sinergia.

En lo que se refiere a la sinergia, únicamente 1 impacto (9.09%) se calificó como sinérgico y está relacionado con el incremento en la demanda de consumo de agua y energía eléctrica. El resto de los impactos (90.90%) se clasificaron como no sinérgicos están relacionados con las emisiones de gases y ruido, el incremento en la generación de residuos, la exposición a personas a riesgos de salud, generación de empleos y la derrama económica, entre otros.

- Momento, periodicidad y permanencia

En lo que se refiere al momento o tiempo, el 72.73%, es decir 8 de los impactos se realizarán en un largo plazo; mientras que los 3 impactos restantes (27.27%) de los impactos tendrán un efecto a corto plazo y están relacionados con las emisiones de gases y de ruido y los cambios en las características del paisaje.

En cuanto a la periodicidad, el 45.45% (5) de los impactos se realizarán de manera ocasional y están vinculados con las emisiones de gases y ruido, la exposición a personas a riesgos de salud y la derrama económica y compra de materiales e insumo y modificación del paisaje. Los otros seis impactos (54.54%) ocurrirán de manera reiterativa y están relacionados con los cambios en la disponibilidad y calidad del agua, la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, el aumento en el consumo de agua y la generación de empleos.

Para el caso de la permanencia, 3 (27.27%) impactos son temporales y 8 (72.73%) son permanentes. Los impactos temporales están relacionados con las emisiones de gases y ruido y la modificación del paisaje.

- Reversibilidad del impacto

El 36.36% (4) de los impactos negativos se consideran como irreversibles y 5 (45.45%) como reversibles. Los impactos irreversibles o reversibles a largo plazo están relacionados con los cambios en las características del suelo, en la disponibilidad del agua, en la generación de residuos y la demanda de agua. Los dos impactos positivos no se consideraron en la evaluación de este atributo.

- Recuperabilidad.

El 63.63% (7) de los impactos negativos se consideraron como recuperables y el 18.18% (2) como irrecuperables. Los impactos irrecuperables están relacionados con los cambios en la disponibilidad de agua del acuífero, incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de manejo especial, el incremento en la generación de residuos peligrosos y el incremento en la demanda de consumo de agua y de energía eléctrica. El resto de los impactos se consideraron como recuperables.

Los impactos negativos significativos fueron:

- Cambios en la disponibilidad de agua del acuífero.
- Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial.
- Incremento en la demanda de consumo de agua y de energía eléctrica.

Los no significativos corresponden a:

- Cambios de la calidad del agua
- Incremento en la generación de Residuos Peligrosos

Los impactos negativos despreciables fueron:

- Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero
- Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido
- Exposición a personas a riesgos de salud
- Modificación del paisaje

En el caso de los impactos positivos, son los siguientes.

- Generación de empleos.
- Derrama económica por la compra de insumos, equipos, pago de derechos, etc.

4.2.1 Impactos residuales.

Estos impactos son los que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación. Dado que la valoración de los impactos se realizó sin considerar la aplicación de medidas de mitigación, a continuación, se identifican los impactos recuperables (aquellos que con la aplicación de medidas de mitigación por parte del promovente podrán recuperar en la medida de lo posible sus condiciones originales) y los irrecuperables (aquellos que aún y con la aplicación de medidas de mitigación el impacto seguirá presente por lo que deberán aplicarse medidas de compensación). Estos últimos son considerados como impactos residuales puesto que aun y con la aplicación de medidas de mitigación, permanecerán sus efectos. La valoración de irrecuperabilidad de los impactos se realizó en el entendido de que el proyecto estará causando impactos hasta que se concluyan sus tres etapas: preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento.

Cuadro 12. Capacidad de recuperación de los impactos.

Factor	Impacto	Recuperabilidad	
		Recuperable	Irrecuperable
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	1	
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	1	
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero		3
	Cambios de la calidad del agua	1	
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	1	
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos	1	
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en la demanda de consumo de agua y de energía eléctrica.		3
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud	1	
Paisaje	Modificación del paisaje	1	

Del total de impactos residuales identificados en el cuadro anterior, 7 se consideraron recuperables y dos irrecuperables, por lo que se deberán proponer medidas de compensación ya que no son recuperables aún con las medidas de mitigación.

El impacto relativo a los cambios en la disponibilidad de agua del acuífero, se producirá durante las actividades de extracción de agua del acuífero y la inyección del agua, dado que al realizar estas actividades se podría reducir la disponibilidad de este recurso, lo cual sería permanente.

Respecto al incremento en la demanda de consumo de agua y de energía eléctrica, se consideró como irrecuperable, debido a que la maquinaria se mantiene encendida durante su vida útil y el consumo de agua y energía es permanente.

4.3. DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL.

Para un mejor análisis de los impactos adversos se describirá su efecto sobre los principales factores ambientales:

➤ Aire

Para este factor se consideraron 2 impactos, los cuales se calificaron como despreciables y están relacionados con los cambios en la calidad del aire por la emisión de contaminantes, partículas de polvo y gases de efecto invernadero y por la generación de ruido.

La emisión de bióxido de carbono (CO₂) derivada del consumo de combustibles fósiles es responsable de la mayor parte del incremento de la concentración atmosférica de ese gas. De los gases de efecto invernadero (GEI), el CO₂ es considerado el más importante, ya que se caracteriza por una elevada persistencia en la atmósfera, que varía entre los 5 y 200 años. En el año 2010, en México se generaron 748,252.247 gigagramos de CO₂ equivalente.

Durante las actividades de construcción, se emitirán gases derivados del uso de la maquinaria y equipos. Se generarán emisiones de gases contaminantes como CO, NO_x, SO₂ e hidrocarburos, sin embargo, estos serán dispersados por el viento.

También se espera la generación de polvos a causa del movimiento de los materiales que son extraídos para formar el pozo, sin embargo, esto se asentará rápidamente y solo se producirán durante las actividades de perforación, que se realizarán en un período corto de tiempo.

Por otra parte, se espera generar ruido derivado del empleo de equipo y maquinaria, así como por la presencia de personal, etc. El ruido producido durante las actividades del proyecto se sumará al ruido existente, ya que se encuentra en operación el Hotel Reef Club Coco Beach, y se consideró como despreciable, ya que será temporal y se establecerán medidas de mitigación para disminuir el impacto.

Cabe señalar que las actividades que producirán mayor ruido serán las actividades de perforación de los pozos, los cuales se ubicarán en las vialidades aledañas al área de servicios y mantenimiento. Durante las actividades de instalación de equipos de la planta desaladora el ruido que se producirá será mínimo.

Como parte de las medidas de mitigación, se mantendrá la maquinaria y equipo en buenas condiciones para que se respeten los niveles máximos de ruido permitidos según las normas oficiales mexicanas.

Durante la operación de la planta desaladora, se prevé que el ruido que generen los equipos será mínimo, ya que serán instalados equipos nuevos que cumplirán con la normatividad. Además, que todas las instalaciones de la planta tendrán mantenimiento preventivo.

De manera global se tiene que hay actividades y equipos que generarán emisiones a la atmósfera sea de gases o ruido que se han calificado como mínimos, y que en conjunto no representarán una afectación significativa, ya que se implementarán las medidas para que su condición de operación sea óptima y se apeguen a la normatividad aplicable.

➤ Hidrología

Se determinaron dos impactos negativos relacionados con los cambios en la disponibilidad de agua del acuífero y en la calidad del agua, el primero se calificó como significativo y el segundo como no significativo.

En relación con el impacto relacionado con los cambios en la disponibilidad del agua del acuífero se consideró como negativo, directo, acumulativo, sinérgico, con efecto a largo plazo, reiterativo, irreversible, permanente e irrecuperable.

Para lograr el suministro del volumen señalado, se requiere realizar la extracción de agua por medio de ósmosis. Se calcula que para producir 1,000 litros de agua dulce se requiere extraer 2,500 litros de agua salada con una concentración máxima de 36,000 mg/l de sólidos disueltos totales, de tal forma que se requiere extraer 345,290.00 m³ anuales de agua salada con los que se obtendrán 138,116.00 m³/año de agua dulce de primer uso para consumo humano. Resultado de esto, se rechazarán 207,174.00 m³/año de aguas saladas con concentraciones entre los 57,200 y 79,200 mg/l de sólidos disueltos totales. Después del uso del agua potable en habitaciones y servicios se producirá 110,492.80m³/año (80%) de agua residual que será enviada a través de la red de drenaje municipal a la planta de tratamiento de aguas residuales para su depuración.

Los rasgos estructurales geológicos más notables en esta zona se exhiben en dos direcciones: una que corresponde principalmente a fracturas subterráneas que se alinea de noreste a suroeste, y otra, con una orientación de noreste a sureste, muestra claramente fracturas de dimensiones diversas y estructuras cavernosas normales, además que por regla general los cenotes se encuentran en estos accidentes o en su intersección. En el área de estudio se encuentra una unidad de material consolidado ampliamente distribuida en toda el área, está constituida por caliza de textura mudstone, wackstone, packstone y grainstone; en estratos delgados, gruesos y masivos; en ocasiones se presenta alto contenido de coquina, con contenido fosilífero abundante y variado, e intercalaciones de horizontes y lengüetas arcillosas en estratificación cruzada, en posición casi horizontal y gran fracturamiento ya que en esta unidad se han desarrollado cavernas por disolución.

De los resultados obtenidos con el Modelo Geo-eléctrico en el sitio las condiciones resistivas prevalecientes bajo la superficie del terreno, reflejan de manera indirecta tanto las características litológicas, como las relaciones con el agua subterránea que se mueve

a través de las rocas, las zonas altamente conductoras se asocian con la intrusión del agua marina hacia el continente, con los valores de resistividad menores de 100 ohm-m y por consiguiente la roca caliza presente un alto grado de carsticidad o disolución, ya que permite un flujo sin resistencias. Con base en estos criterios se interpretó la sección geo-electica dentro del área de estudio.

Del flujo subterráneo, debido a la gran permeabilidad del acuífero el movimiento del agua es inducido por un gradiente hidráulico sumamente pequeño de 2 a 20 cm por km; en consecuencia, la carga hidráulica sobre el nivel del mar es menor que dos metros dentro de una faja de 10 a 50 km de ancho a partir de la costa, de 10 a 20 m en la porción alta de la llanura y de 20 a 30 m en el borde sur-occidental del estado. A escala regional no se ha provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del suelo es despreciable en comparación con la recarga.

Referente al cálculo del caudal subterráneo, se estimó el gasto unitario, es decir, el gasto en metros cúbicos por día o litros por segundo que atraviesa por cada metro lineal de acuífero de espesor de 15 m. Los resultados son que ingresan 0.77 m³/día por cada metro lineal de acuífero. Al hacer el balance de Entradas-Salidas (disponibilidad), se observa que el balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 188.98 m³/día; sin embargo, este balance incluye únicamente el agua dulce del predio atrapada en la duna de arena y el acuitardo de calcarenitas; despreciando el agua salobre y el acuífero de agua marina por lo que el aprovechamiento de agua salobre estará disponible a las necesidades del usuario.

Por otra parte, de acuerdo con la caracterización del sistema ambiental, a escala regional no se han provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del subsuelo es despreciable en comparación con la recarga, y por otra, a que los efectos de bombeo se propagan rápidamente.

De esta manera, se garantiza que no se aprovechen volúmenes superiores a los solicitados y por lo tanto no se generen afectaciones en la disponibilidad de agua del acuífero. De acuerdo con el estudio del perfil estratigráfico y de calidad del agua, que se anexa a esta MIA-P, se registró la presencia de agua marina en toda la columna del pozo muestreado, lo cual indica que existe intrusión salina natural debido a la cercanía del mar.

➤ Residuos

En este factor se determinaron dos impactos adversos, uno se calificó como significativo y está vinculado con el incremento en la generación de residuos sólidos y de manejo especial, y el otro se calificó como no significativo y se relaciona con el incremento en la generación de residuos peligrosos.

El impacto relativo al incremento de la generación de residuos sólidos y de manejo especial se consideró como negativo, directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, permanente, reiterativo y recuperable.

Durante las actividades de preparación del sitio y construcción, se generarán residuos sólidos derivados de la limpieza del sitio, del consumo de alimentos y de la instalación de equipos de la planta desaladora, los cuales serán acopiados en sitios específicos dentro del predio.

Los residuos derivados de las actividades de limpieza del sitio corresponden a restos de materiales de construcción y residuos inorgánicos. También se espera generar residuos por la presencia de los trabajadores de tipo orgánico e inorgánico como restos de alimentos, empaques, recipientes y restos de platos desechables. Estos residuos serán acopiados en contenedores con tapa ubicados en el área de aprovechamiento y serán trasladados al relleno sanitario. Los residuos que sean susceptibles de reciclaje serán separados y entregados a una empresa encargada de su reciclaje.

Los residuos de obra generados a partir de la instalación de la planta, tales como, pedacería de plástico, PVC, mosaico y vidrio serán colectados en tambos de 200 L y posteriormente serán llevados al área de acopio de residuos al interior del predio, para su posterior traslado al relleno sanitario.

Asimismo, se prevé generar material derivado de las actividades de perforación, el cual será retirado de manera manual con el uso de palas y carretillas, posteriormente, se acopiará en costales para ser trasladado fuera del sitio y depositado en el lugar que disponga la autoridad.

En cuanto al manejo de aguas residuales, se utilizarán los sanitarios conectados al drenaje municipal con los que cuenta actualmente el hotel en operación.

En la operación del proyecto, como parte las actividades de mantenimiento de la planta desaladora, se prevé la posible generación de envases de plástico, cartón. Asimismo, se producirán periódicamente filtros pulidores de cartucho, los cuales son desechables, por lo que se generarán residuos sólidos derivados de este proceso. Los residuos sólidos serán trasladados a las cámaras de basura del hotel y dispuestos mediante el servicio de limpia municipal.

También se prevé la generación de aguas residuales derivadas de las actividades de retrolavado y desinfección de la planta desaladora, las cuales serán conducidas a través de la red interna de drenaje del hotel.

En relación con el impacto relativo al incremento en la generación de residuos peligrosos se consideró como negativo, indirecto, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, permanente, reiterativo y recuperable.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se prevé que se generen residuos peligrosos, tales como estopas impregnadas con solventes derivados de la instalación de la planta, así como envases de pegamento, impermeabilizante y pintura, los cuales se dispondrán en contenedores debidamente etiquetados dentro de un almacén de residuos peligrosos y serán entregados a una empresa autorizada en su manejo.

Una vez que la planta se encuentre en operación se generarán envases impregnados con los químicos requeridos como parte del proceso de pretratamiento y postratamiento, entre los que se encuentra los inhibidores de incrustaciones, hipoclorito de sodio y carbonato de sodio. Estos residuos serán llevados al almacén de residuos peligrosos del hotel y entregados a una empresa autorizada en su manejo.

De acuerdo con lo anterior, se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen, de acuerdo con lo establecido en el Programa Integral de Manejo de Residuos anexo a la presente MIA-P, con lo que se reducen los impactos de generación de estos residuos.

➤ Demanda de infraestructura de servicios.

Para este factor se determinó un impacto relacionado con el aumento en la demanda de servicios de energía eléctrica y demanda de agua, el cual se calificó como significativo.

Este impacto se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irreversible, reiterativo, permanente e irrecuperable. Está relacionado con el aumento en el consumo de agua durante la operación del hotel, ya que será necesario llevar a cabo la extracción de agua salada de manera continua y permanente.

Asimismo, la operación de la planta desaladora implica la utilización de energía para el funcionamiento de los equipos, sin embargo, estos serán nuevos y energéticamente más eficientes. En el hotel se están realizando las instalaciones para el suministro de energía eléctrica, a las cuales se conectará la planta desaladora.

➤ Salud humana

Para este factor se determinó un impacto derivado de la exposición de personas a riesgos a la salud, el cual se calificó como despreciable. Este se consideró como indirecto, simple, con efecto a largo plazo, reversible, de aparición irregular, permanente y recuperable.

El personal que participe en la construcción de la planta desaladora estará expuesto a accidentes que pueden poner en riesgo su salud. Durante la etapa de preparación de sitio y construcción, los trabajadores estarán en riesgo durante la construcción de las obras por el uso de equipo y maquinaria, sin embargo, se utilizará el equipo de seguridad necesario para cada actividad.

Durante la operación de la planta desaladora, se manipularán algunas sustancias químicas, por lo que se tomarán las medidas necesarias para manejarlas adecuadamente de acuerdo con sus hojas de seguridad.

En caso que se presente algún evento hidrometeorológico, se atenderá lo establecido por Protección Civil y el Municipio de Solidaridad.

➤ Economía

Se determinaron dos impactos positivos sobre la economía, uno está relacionado con la generación de empleos y el otro con la derrama económica por la adquisición de insumos, el pago de derechos de servicios, etc., los cuales se calificaron como no significativo y despreciable, respectivamente.

El impacto de la generación de empleos se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, reiterativo y permanente. Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, se contratará personal de la zona del ramo de la construcción de este tipo de equipo. En la etapa operativa también se generarán empleos ya que se contratará personal para operar la planta desaladora.

Con relación al impacto relativo a la derrama económica se consideró como directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, irregular y permanente. La economía local se beneficiará por la adquisición de insumos para la construcción del proyecto, ya que los equipos de la planta desaladora serán adquiridos con una empresa local, que se encargará de su instalación. También se realizarán las inversiones necesarias para obtener las autorizaciones correspondientes para la construcción y operación de la planta desaladora, y para dar seguimiento de dichas autorizaciones.

➤ Paisaje

Para este factor se definió un impacto relacionado con la modificación del paisaje, el cual se calificó como despreciable, ya que éste se verá modificado de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio y construcción de los pozos, la entrada y salida de vehículos con material, manejo de residuos, etc.

Las actividades se llevarán a cabo realizando en todo momento un manejo adecuado de los residuos y manteniendo el mayor orden posible para evitar dar un mal aspecto a la obra.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.	3
2.	SISTEMA AMBIENTAL.	3
2.1.	CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL.	6
2.2.	PREDIO DE INTERÉS.	6
3.	PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.	7
4.	IMPACTOS POTENCIALES.	8
5.	IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.	10
6.	DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS.	10
6.1.	ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS. .	11
7.	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.	16
8.	CONCLUSIONES.	17

1. INTRODUCCIÓN.

Una vez que en los capítulos anteriores se han detallado las actividades y la forma en la que éstas influirán en el sistema tanto en las inmediaciones del proyecto como del sistema ambiental, en el presente capítulo se analiza la interacción final que tendrá el proyecto con los recursos y procesos biológicos.

Asimismo, se realiza un pronóstico de la calidad ambiental del sitio durante la realización y vida útil del proyecto, y de las medidas de monitoreo que se realizarán para determinar dicha condición.

2. SISTEMA AMBIENTAL.

El Sistema Ambiental definido para el proyecto “**Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach**”, se determinó a partir de las discontinuidades en la cobertura vegetal, presencia de estructuras antropogénicas y la interacción con el medio social.

Conforme a lo anterior, a continuación, se presentan los límites del Sistema Ambiental definido para el proyecto:

- Límite Norte: se definió en función de la fragmentación de la vegetación, y se determinó como límite, un acceso de terracería que conduce a predios de propiedad privada que ya fueron desmontados.
- Límite Sur: este límite se encuentra definido en función de la existencia de la Avenida principal 38 Norte, misma que conecta la playa con la Carretera Federal 307.
- Límite Este: delimitado por el Mar Caribe.
- Límite Oeste: delimitado por la Avenida 10 Norte.

Considerando los límites establecidos para términos de análisis del SA, este contempla únicamente la zona terrestre con una superficie de 519,632.55 m² (51.96 ha), (Figura 1).

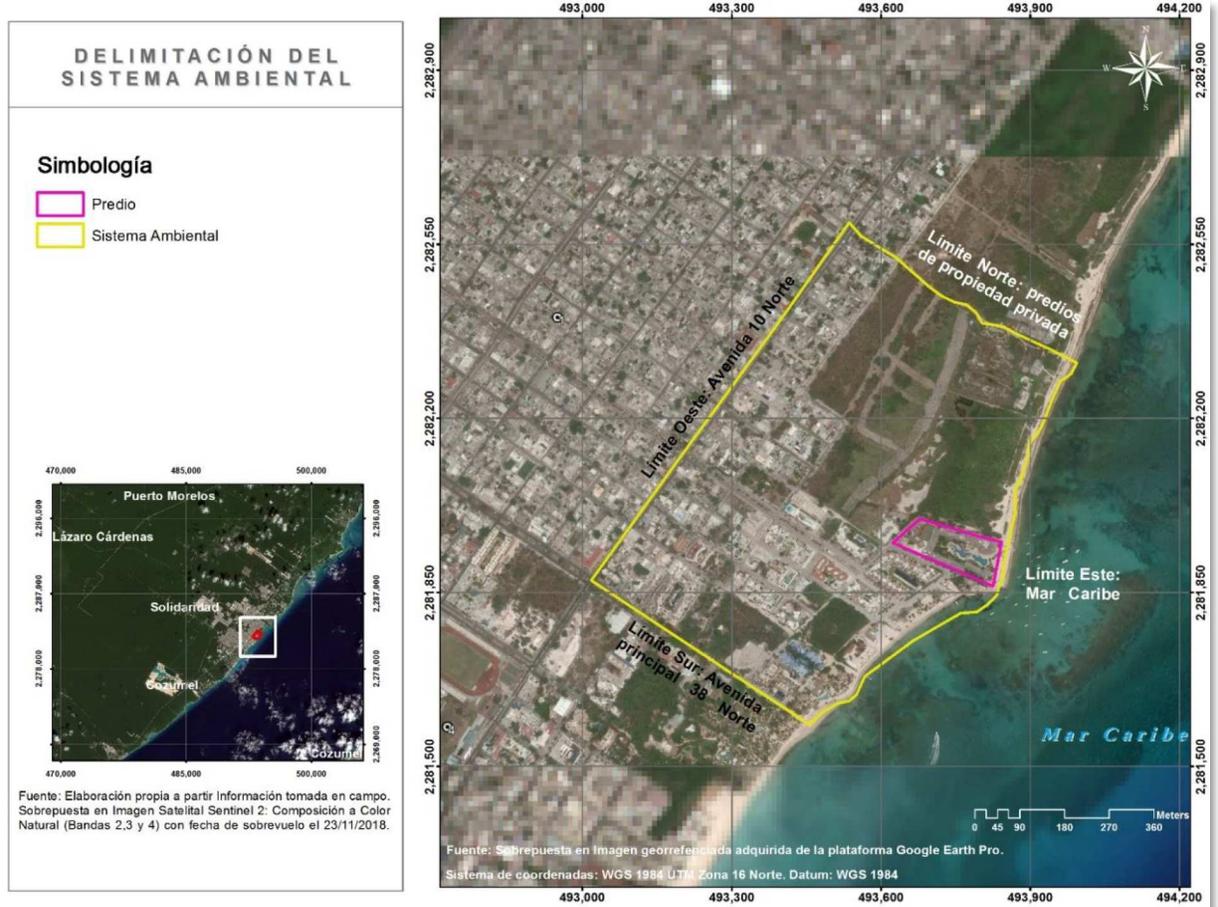


Figura 1. Delimitación del Sistema Ambiental.

Como resultado del análisis de fotointerpretación se determinó que para el SA se distinguen 4 unidades ambientales por el tipo de cobertura vegetal, siendo en orden de mayor a menor superficie: vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia con el 13.20%, matorral costero con 5.32%, vegetación herbácea con el 4.14%, y por último el manglar con 2.30% (Figura 2). Asimismo, hay otras coberturas de índole natural como una zona inundable ocupando el 3.44%, continuando con una playa arenosa misma que representa el 3.32% dentro del SA (Cuadro 1).

En cuanto a otras coberturas, la que presentó mayor superficie con un porcentaje de ocupación fue los asentamientos humanos con 56.96%, seguido del uso desprovisto de vegetación con un porcentaje de ocupación de 6.90%, área perturbada con 4.42%, zona inundable con 3.44% y por último playa arenosa con 3.32%.

Con base a los resultados obtenidos de la fotointerpretación se puede notar que el sistema ambiental está cubierto en su mayor parte por los asentamientos humanos, seguido por vegetación secundaria de selva mediana subperennifolia.

Cuadro 1. Superficies del SA cubiertas por los diferentes tipos de vegetación y asociaciones vegetales, según la fotointerpretación.

Tipo de vegetación	Superficie		
	m ²	ha	%
Vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia.	68,566.00	6.85	13.20
Matorral costero	27,632.00	2.76	5.32
Vegetación herbácea	21,526.00	2.15	4.14
Manglar	11,996.00	1.21	2.30
Subtotal	129,723.00	12.97	24.96
Otras coberturas			
Asentamientos humanos	295,936.00	29.59	56.96
Desprovisto de vegetación	35,858.00	3.60	6.90
Área perturbada	22,996.00	2.30	4.42
Zona inundable	17,868.00	1.78	3.44
Playa	17,248.00	1.72	3.32
Subtotal	389,909.00	38.99	75.04
Total	519,632.00	51.96	100.00

Con base al cuadro presentado anteriormente, a continuación, se presenta el mapa de la fotointerpretación realizada en el sistema ambiental.

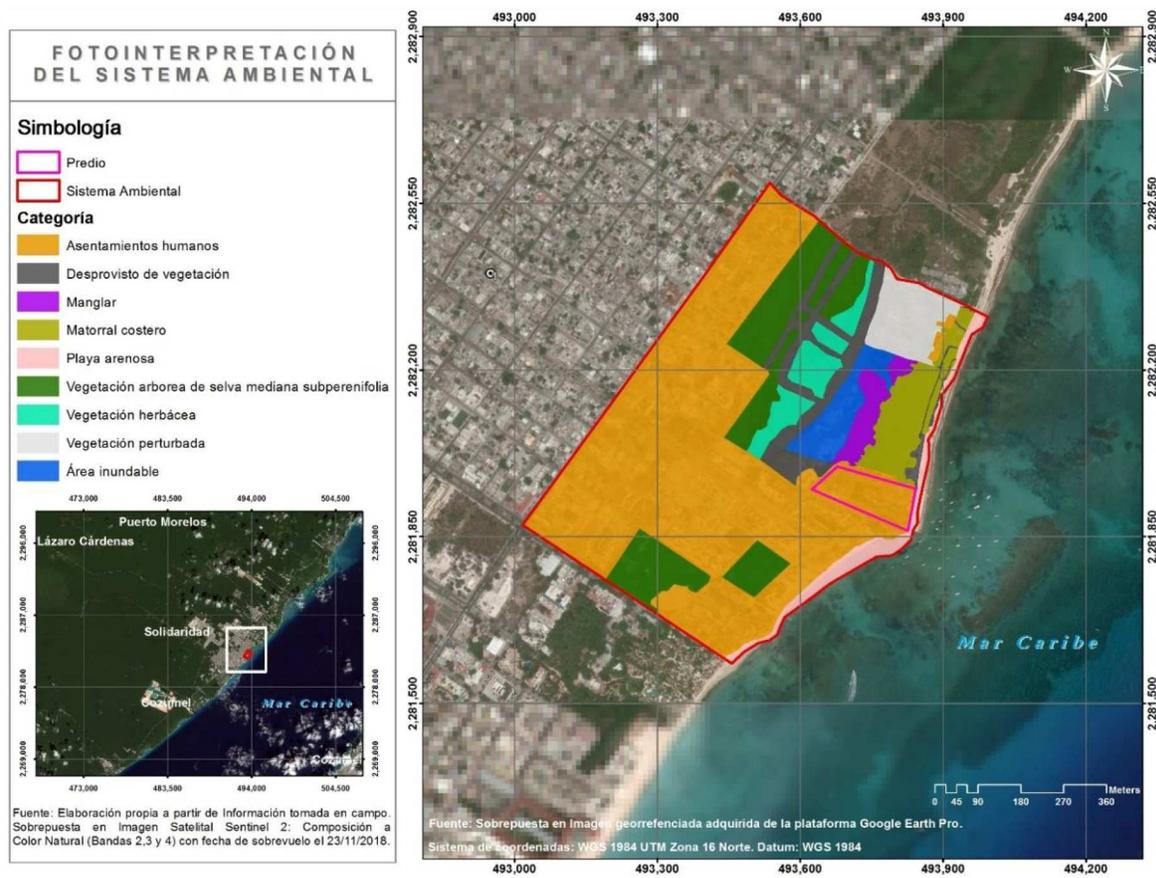


Figura 2. Mapa de vegetación y usos de suelo, resultado de la fotointerpretación del polígono del SA.

2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL.

El área del SA que se definió para el proyecto presenta un estado de conservación bajo, debido a que en su mayoría el SA se encuentra cubierto por asentamientos humanos, y las escasas áreas con vegetación natural cuentan con uso de suelo y potencial de desarrollo asignado por los instrumentos de planeación urbana, por lo que se visualiza que tras el paso del tiempo serán desarrollados.

De ahí que el sistema tiene un alto grado de fragmentación y pérdida de ecosistemas, razón por la cual la vegetación natural que hay se observa como islas, en las cuales aún habita fauna silvestre. Sin embargo, las áreas que ya han sido construidas y urbanizadas, forman un hábitat para especies altamente tolerantes a la perturbación.

Sin embargo, dentro de la infraestructura se conoce que hay áreas de conservación que han mantenido los diferentes desarrollos turísticos que por la escala del análisis escapan a su determinación. Por lo cual hay un margen de áreas con vegetación natural que no se están detallando, sin embargo, por la proporción que ocuparían aún el uso de asentamientos humanos seguiría siendo mucho mayor.

De lo anterior se asume que el lote del proyecto se encuentra en un sistema urbanizado, modificado por la construcción misma del hotel donde se ubicará, y presenta un alto tránsito de personas y vehículos, por lo que los niveles de ruido y perturbaciones mecánicas no coadyuvan al mantenimiento de las condiciones ambientales adecuadas para el establecimiento de la fauna.

Las áreas de playas que presenta el sistema son utilizadas por los desarrollos turísticos para sus actividades recreativas, y al igual que la generalidad de los ecosistemas costeros, están siendo impactados por los procesos erosivos naturales que hay a nivel global, por lo que su estado de conservación es medio. Sin embargo, aún presentan cobertura vegetal en muchas de las áreas y fungen como hábitat para la fauna.

En el sistema ambiental es susceptible de registrarse un mayor número de especies exóticas y alguna invasora en las áreas verdes o ya desmontadas como es el caso de los ejemplares arbóreos de *Casuarina equisetifolia*, debido a que muchos desarrollos tienen muchos años en su conformación. Esta especie se ubica en el predio colindante al norte del Hotel Reef Coco Beach, sin embargo, no ha invadido sus áreas verdes.

2.2. PREDIO DE INTERÉS.

El desplante de la planta Desaladora se llevará a cabo en una superficie construida perteneciente al "Hotel Reef Club Coco Beach". En la siguiente imagen se pueden apreciar las condiciones del predio, donde más del 50% corresponde al desplante del Hotel y a las áreas verdes ajardinadas construidos bajo Oficio resolutivo S.G.P.A.-DGIRA.-DIA. -0677/02 de fecha 8 de agosto de 2002 y en operación desde tiempo atrás.

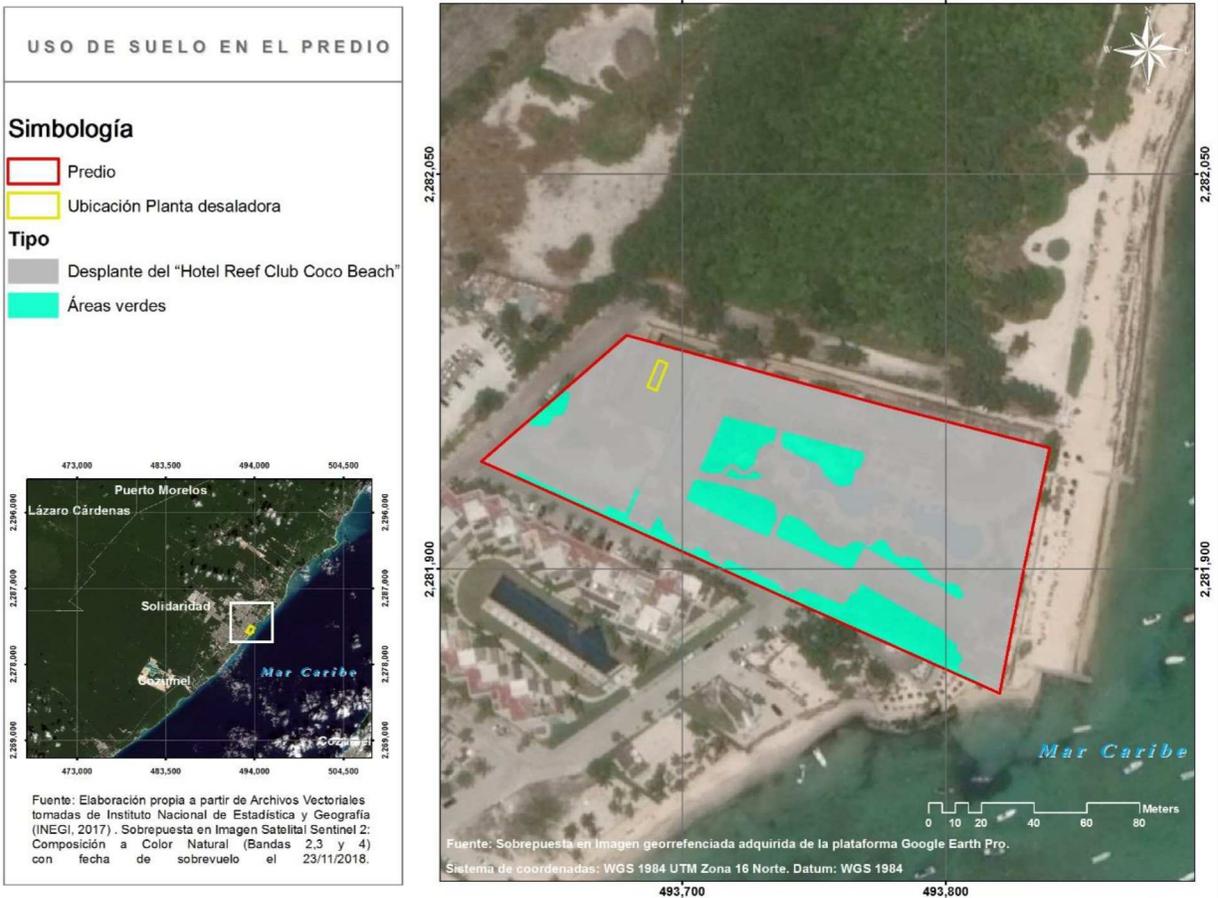


Figura 3. Condiciones del predio donde pretende establecerse la Planta Desaladora.

3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.

la planeación y diseño del proyecto se realizó bajo los lineamientos establecidos por el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad, por lo que se consideró lo siguiente:

- ✓ En el predio donde se pretende establecer el proyecto “Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach” actualmente se encuentra operando el “Hotel Reef Club Coco Beach”, consistente en 8 edificios, cuartos hoteleros y con los servicios de restaurante, vestíbulos sports bar, gimnasio-spa, teatro, lobby y recepción, motor lobby, albercas (aquabarras, jacuzzi, chapoteadero, lago, asoleaderos) y áreas verdes ajardinadas.
- ✓ La planta desaladora ocupará una superficie de 40 m² y quedará dentro del área de servicios y mantenimiento del hotel. Contará con un pozo de captación y uno de rechazo, cada uno con una superficie de 4.0 m², sumando en total 8.0 m² de superficie destinada a pozos. Las líneas de conducción de agua salada también se desplantarán en áreas que ya están contempladas para aprovechamiento en el

hotel. De acuerdo con lo anterior, no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales.

- ✓ El desplante de la planta Desaladora se efectuará en una superficie desmontada y donde ya se realizó el cambio de uso de suelo y emplazamiento del sitio hacia otro uso, de ahí que ya no provee servicios ambientales importantes.
- ✓ Las actividades y obras propuestas para el proyecto "Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach" no conllevan alguna afectación del humedal, toda vez que no alterará la continuidad, contigüidad y funcionalidad ecosistémica e hídrica del mismo, ya que se conservarán los flujos naturales, su productividad, integridad y servicios ecológicos.

Asimismo, durante la planeación del proyecto y en apego al Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad (2009), se presentan junto con esta MIA-P: El Programa de Manejo de Residuos.

4. IMPACTOS POTENCIALES.

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 7 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 11 posibles impactos potenciales que pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto "Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach".

De los 11 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 9 son negativos y 2 son positivos.

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 2 impactos negativos y 1 positivo, los cuales derivan por las actividades de limpieza del sitio y la presencia de personal.

De tal manera que derivado de estas actividades solo se prevé la generación de residuos sólidos derivados del consumo de alimentos por parte de los trabajadores y la generación de residuos derivados de la limpieza del sitio.

Impactos durante la etapa de construcción

En esta etapa se contabilizaron 9 interacciones de impactos negativos y 2 impactos positivos. Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con las actividades de presencia de personal, perforación y construcción de los pozos, así como por la instalación de los equipos de ósmosis inversa y las líneas de conducción de energía eléctrica y del agua de los pozos.

Para llevar a cabo la perforación de los pozos y la instalación de las tuberías de conducción de agua aprovechada y el agua de descarga, se requiere remover parte del suelo, de las capas superficiales y de las capas inferiores, hasta llegar a la profundidad requerida de 15 m para el pozo de aprovechamiento. También se espera la generación de polvos y emisiones de gases por la operación de la maquinaria de perforación. Asimismo, se producirá ruido derivado de estas actividades.

En las actividades de construcción, existe el riesgo de que durante las obras de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes de los pozos, éstos permitan la infiltración a los acuíferos de materiales contaminantes de la superficie, como sustancias y materiales suspendidos, lo cual puede afectar la calidad del agua del acuífero.

Las actividades de construcción de las obras e instalación de equipos implican por sí mismas la generación de residuos derivados de la construcción y residuos derivados del consumo de alimentos, los cuales tendrán un manejo adecuado.

En cuanto a los impactos benéficos tendrán un efecto sobre la economía por la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto.

Impactos en la etapa de operación del proyecto

En esta etapa se determinaron 15 impactos para la etapa de operación del proyecto, de los cuales 13 son negativos y 2 son positivos. Los impactos negativos están relacionados con la operación de la planta desaladora y las actividades de mantenimiento, lo cual conlleva actividades de extracción y descarga del agua, emisiones de gases, ruido, la generación de residuos y la generación de empleos.

Durante la operación del proyecto se realizarán las actividades de extracción de agua salada y la descarga de salmuera derivada del proceso de ósmosis inversa. Las actividades de extracción podrían generar cambios en la disponibilidad de agua del acuífero. Las actividades de descarga, también podrían afectar la calidad del agua del acuífero, ya que la salmuera que se inyecta tiene mayores concentraciones de sales.

Las actividades de mantenimiento implican actividades de retrolavado y desinfección, las cuales se realizarán de manera periódica e involucran la generación de aguas residuales, las cuales se conducirán a la red de drenaje interna del hotel.

Asimismo, se espera la generación de residuos sólidos por parte del personal que opere la planta, cuya generación será mínima. También se prevé la generación de residuos peligrosos derivado del uso de sustancias peligrosas en envases.

Por otra parte, el ruido que genere la planta será mínimo, además las instalaciones recibirán el mantenimiento preventivo para que funcionen conforme a la normatividad aplicable.

Los impactos benéficos que se darán en la operación del proyecto, están relacionados con la generación de empleos y la compra de insumos para el proyecto, lo cual beneficiará la economía local.

5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS.

Para realizar el pronóstico de los posibles escenarios se consideró la dinámica ambiental en función de la intensidad y permanencia de los impactos ambientales residuales, de los no mitigables, de los mecanismos de autorregulación y estabilización de los ecosistemas que pudieran contrarrestarlos, y de los factores que determinan los procesos de deterioro y su interrelación.

6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS.

Con base en la información obtenida a partir del sistema ambiental, del análisis de impactos y de las medidas de mitigación, descritos en los capítulos IV, V y VI, respectivamente, se describen los posibles escenarios para el predio en particular, y para el sistema ambiental considerando:

Escenario 1. Condición actual, es decir, sin el desarrollo del proyecto.

Escenario 2. Escenario con el desarrollo del proyecto sin la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

Escenario 3. Escenario con el desarrollo del proyecto y con la aplicación de medidas de prevención y mitigación.

6.1. ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS.

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
<p>Estado de Conservación de los Ecosistemas</p>	<p>El área del SA que se definió para el proyecto presenta un estado de conservación bajo, debido a que en su mayoría el SA se encuentra cubierto por asentamientos humanos, y las escasas áreas con vegetación natural cuentan con uso de suelo y potencial de desarrollo asignado por los instrumentos de planeación urbana, por lo que se visualiza que tras el paso del tiempo serán desarrollados.</p> <p>De ahí que el sistema tiene un alto grado de fragmentación y pérdida de ecosistemas, razón por la cual la vegetación natural que hay se observa como islas, en las cuales aún habita fauna silvestre. Sin embargo, las áreas que ya han sido construidas y urbanizadas, forman un hábitat para especies altamente tolerantes a la perturbación.</p> <p>Sin embargo, dentro de la infraestructura se conoce que hay áreas de conservación que han mantenido los diferentes desarrollos turísticos que por la escala del análisis escapan a su determinación. Por lo cual hay un margen de áreas con vegetación natural que no se están detallando, sin embargo, por la proporción que ocuparían aún el uso de asentamientos humanos seguiría siendo mucho mayor.</p> <p>De lo anterior se asume que el lote del proyecto se encuentra en un sistema urbanizado, modificado por la construcción misma del hotel donde se ubicará, y presenta un alto tránsito de personas y vehículos, por lo que los niveles de ruido y perturbaciones mecánicas no coadyuvan al mantenimiento de las condiciones ambientales adecuadas para el establecimiento de la fauna.</p> <p>Las áreas de playas que presenta el sistema son utilizadas por los desarrollos turísticos para sus actividades recreativas, y al igual que la generalidad de los ecosistemas costeros, están siendo impactados por los procesos erosivos naturales que hay a nivel global, por lo que su estado de conservación es medio. Sin embargo, aún presentan cobertura vegetal en muchas de las áreas y fungen como hábitat para la fauna.</p> <p>En el sistema ambiental es susceptible de registrarse un mayor número de especies exóticas y alguna invasora en las áreas verdes o ya desmontadas como es el caso de los ejemplares arbóreos de <i>Casuarina equisetifolia</i>, debido a que muchos desarrollos tienen muchos años en su conformación. Esta especie se ubica en el predio colindante al norte del Hotel Reef Coco Beach, sin embargo, no ha invadido sus áreas verdes.</p>	<p>El diseño del proyecto se realizaría sin considerar los criterios ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Solidaridad y lo establecido en el Programa de Desarrollo Urbano de Playa del Carmen.</p> <p>Se conformarían áreas verdes ajardinadas utilizando especies exóticas invasoras, que desplazan las plantas nativas y se propagarían fácilmente a otras áreas.</p> <p>Se generarían residuos que al no darles un manejo adecuado pueden contaminar el suelo y el agua.</p> <p>En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas, estas se infiltrarían al suelo y al agua causando más contaminación.</p> <p>Se realizaría fecalismo al aire libre, causando contaminación al suelo y al agua.</p>	<p>El proyecto consiste en el desarrollo de una planta desaladora nueva integrada al complejo turístico "Hotel Reef Club Coco Beach". El sistema de potabilización de agua salada constituye una obra complementaria del hotel y servirá para abastecer 200 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios. El hotel cuenta con restaurantes, vestíbulo sports-bar, gimnasio-spa, teatro, lobby y recepción, motor lobby, alberca y áreas ajardinadas.</p> <p>La planta desaladora ocupará una superficie de 40 m² y quedará dentro del área de servicios y mantenimiento del hotel. Contará con un pozo de captación y uno de rechazo, cada uno con una superficie de 4.0 m², sumando en total 8.0 m² de superficie destinada a pozos. Las líneas de conducción de agua salada también se desplantarán en áreas que ya están contempladas para aprovechamiento en el hotel. De acuerdo con lo anterior, no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales.</p> <p>En cuanto al manejo de residuos, se implementarán las medidas adecuadas para su separación, acopio y disposición final de acuerdo a su tipo, planteadas en el Programa de Manejo de Residuos, que se anexa a esta MIA-P.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
<p>Aire</p>	<p>En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera provenientes de la operación de hoteles, como el The Reef Coco Beach, The Elements, The Mahekal Beach Resort, así como los condominios entre otros. También se genera ruido por el paso de vehículos, ya que la zona es muy transitada.</p> <p>En relación con la emisión de contaminantes en el 2008, en el Estado de Quintana Roo se emitieron 135,070.64 Ton de CO, 47 291.63 Ton de NOx y 2,752.42 Ton de SO₂, entre otras partículas. En relación con la emisión de gases de efecto invernadero en el año 2010, en México se generaron 748,252.247 gigagramos de CO₂ equivalente.</p>	<p>Se incrementarían los niveles de contaminación a la atmósfera por el uso de maquinaria en malas condiciones lo que repercutiría en la salud humana, principalmente.</p> <p>No se respetarían horarios de trabajo y se ocasionaría mucho ruido, por lo que este perturbaría a las diferentes especies de fauna de los alrededores.</p> <p>Se generaría la emisión de polvos durante el traslado de materiales en camiones sin lona y actividades de construcción de los pozos, lo que afectará la calidad del aire.</p>	<p>Se prevé que con la aplicación de las medidas propuestas en el Capítulo VI de la presente MIA-P, la generación de polvos y contaminantes a la atmósfera sea menor, disminuyendo el impacto sobre la salud humana.</p> <p>Se espera que al establecer un horario de trabajo diurno (07:00 a 17:00 horas), para que se disminuya el impacto del ruido.</p> <p>Durante la operación del proyecto, los equipos de la planta desaladora recibirán un mantenimiento adecuado para reducir los niveles de ruido.</p>
<p>Hidrología</p>	<p>Los rasgos estructurales geológicos más notables en esta zona se exhiben en dos direcciones: una que corresponde principalmente a fracturas subterráneas que se alinea de noreste a suroeste, y otra, con una orientación de noreste a sureste, muestra claramente fracturas de dimensiones diversas y estructuras cavernosas normales, además que por regla general los cenotes se encuentran en estos accidentes o en su intersección. En el área de estudio se encuentra una unidad de material consolidado ampliamente distribuida en toda el área, está constituida por caliza de textura mudstone, wackstone, packstone y grainstone; en estratos delgados, gruesos y masivos; en ocasiones se presenta alto contenido de coquina, con contenido fosilífero abundante y variado, e intercalaciones de horizontes y lengüetas arcillosas en estratificación cruzada, en posición casi horizontal y gran fracturamiento ya que en esta unidad se han desarrollado cavernas por disolución.</p> <p>Referente al cálculo del caudal subterráneo, se estimó el gasto unitario, es decir, el gasto en metros cúbicos por día o litros por segundo que atraviesa por cada metro lineal de acuífero de espesor de 15 m. Los resultados son que ingresan 0.77m³/día por cada metro lineal de acuífero. Al hacer el balance de Entradas-Salidas (disponibilidad), se observa que el balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 188.98 m³/día; sin embargo, este balance incluye únicamente el agua dulce del predio atrapada en la duna de arena y el acuitardo de calcarenitas; despreciando el agua salobre y el acuífero de agua</p>	<p>Se realizará la disposición inadecuada de residuos sólidos, líquidos y peligrosos, así como lixiviados de los mismos, lo cual podría provocar contaminación al suelo y agua subterránea.</p> <p>Durante las actividades de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes de los pozos, puede ocurrir la infiltración al acuífero de materiales contaminantes de la superficie, lo cual podría afectar la calidad del agua del acuífero.</p> <p>Durante las actividades de captación o extracción, se podría afectar la disponibilidad del agua del acuífero, al extraer mayores volúmenes de agua.</p> <p>Los pozos se construirían a profundidades inadecuadas, por lo que las actividades de captación y rechazo podrían afectar la calidad y disponibilidad de agua el acuífero.</p> <p>Las actividades de captación y rechazo de manera inadecuada podrían afectar la calidad del agua del acuífero.</p>	<p>La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para producir 500 m³/día de agua potable derivada del proceso de ósmosis inversa, que equivale a 5.79 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 378.4 m³/día de agua, que equivale a 4.37 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto.</p> <p>Asimismo, se manifiesta que, para efectos de operación de la planta, se habilitará un pozo de captación con capacidad para extraer hasta 11.00 lps, sin embargo, se mantendrá operando a razón de 10.95 lps.</p> <p>De esta manera, se garantiza que no se aprovechen volúmenes superiores a los solicitados y por lo tanto no se generen afectaciones en la disponibilidad de agua del acuífero.</p> <p>Las actividades de captación y rechazo, no afectarán la calidad del agua del acuífero, ya que la operación de la planta desaladora se realizará conforme a la normatividad aplicable, siguiendo los lineamientos que establezca la CONAGUA.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
	marina por lo que el aprovechamiento de agua salobre estará disponible a las necesidades del usuario.		

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
<p>Residuos</p>	<p>De acuerdo con los datos del Anuario Estadístico y Geográfico del INEGI del 2015, para el Municipio de Solidaridad se estimó que la generación per cápita de residuos que es de 2.04 kg/persona/día.</p>	<p>En el proyecto no se llevaría a cabo un manejo adecuado de los residuos que se generen, por lo que se realizaría su disposición inadecuada sobre el suelo, lo cual podría provocar cambios en las características del suelo y del agua subterránea.</p> <p>Los residuos se podrían dispersar hacia las áreas de conservación, afectando su calidad ambiental.</p> <p>No se realizaría la separación de residuos.</p> <p>La disposición inadecuada de los residuos, promovería la proliferación de fauna nociva.</p> <p>Los residuos peligrosos se dispondrían junto con los residuos sólidos, contaminando otros residuos y se llevarían al sitio de disposición final del municipio, donde generarían otros impactos y posible contaminación al suelo y agua.</p>	<p>Se espera generar residuos sólidos de tipo orgánico e inorgánico como restos de alimentos, empaques, recipientes y restos de platos desechables. Estos residuos serán acopiados en contenedores con tapa y serán trasladados al relleno sanitario (preparación del sitio y construcción) y/o colectados por el servicio de limpia (operación). Los residuos que sean susceptibles de reciclaje serán separados y entregados a una empresa encargada de su reciclaje.</p> <p>Los residuos de obra generados a partir de la instalación de la planta, tales como, pedacería de plástico, PVC, mosaico y vidrio serán colectados en tambos de 200 L y posteriormente serán llevados al área de acopio de residuos al interior del predio, para su posterior traslado al relleno sanitario.</p> <p>Se utilizarán los sanitarios con los que cuenta actualmente el hotel en operación, mismos que reciben limpieza periódica.</p> <p>Durante la etapa operativa de la planta desaladora se prevé la generación de aguas residuales derivadas de las actividades de retrolavado y desinfección de la planta desaladora, las cuales serán conducidas a través de la red interna de drenaje del hotel hacia el cárcamo que se conecta con la red de drenaje del mismo.</p> <p>El manejo de los residuos se realizará conforme al Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos que se anexa a esta MIA-P.</p>
<p>Demanda de infraestructura de servicios</p>	<p>En la Península de Yucatán se tiene una disponibilidad media per cápita por habitante de 6,740.0 m³ de agua. Las regiones en donde la disponibilidad es menor a 1,700 metros cúbicos por año se considera que presentan "estrés hídrico", donde puede presentarse escasez con frecuencia. De acuerdo con lo anterior, no se presenta escasez de agua.</p> <p>La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, agua potable, drenaje y vías de comunicación.</p>	<p>Se podrían extraer mayores volúmenes de agua subterránea para cubrir los requerimientos del hotel.</p> <p>Al realizar la captación o extracción de mayores volúmenes se afectaría la disponibilidad de agua del acuífero. Se gastaría un mayor volumen de agua, ya que no se llevarían a cabo buenas prácticas ambientales para reducir su consumo, por lo que se tendría que extraer mayores volúmenes de agua, lo que comprometería el acuífero.</p> <p>No se utilizarían sistemas ahorradores para reducir el consumo de agua. Los equipos de la planta desaladora no serían energéticamente más eficientes.</p> <p>No se promovería entre el personal el ahorro del agua y la reducción del consumo de energía eléctrica.</p>	<p>Se utilizarán los sanitarios con los que cuenta actualmente el hotel en operación, mismos que reciben limpieza periódica.</p> <p>El suministro de energía eléctrica será suministrado por CFE.</p> <p>Para la etapa de operación, el proyecto se conectará con la red de agua potable interna del hotel.</p> <p>Durante la operación del proyecto, las aguas residuales se conducirán a través de la red interna del proyecto, que se conectará a la red de drenaje municipal.</p>

ATRIBUTO AMBIENTAL	ESCENARIO 1 (SIN PROYECTO)	ESCENARIO 2 (CON PROYECTO SIN MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN O PREVENCIÓN DE IMPACTOS)	ESCENARIO 3 (CON PROYECTO Y MEDIDAS DE COMPENSACIÓN, MITIGACIÓN Y PREVENCIÓN DE IMPACTOS)
<p>Salud humana</p>	<p>Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 25 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007).</p> <p>La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsible ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños. Se pueden causar riesgos a la salud durante las actividades de construcción de cualquier proyecto.</p>	<p>Las actividades no prevenirían adecuadamente la alerta de huracán o tormenta tropical, exponiendo al personal a daños físicos, o bien, dejando el equipo o maquinaria sin la protección adecuada.</p> <p>El manejo inadecuado de sustancias peligrosas podría provocar la liberación de vapores y posible riesgo de incendio.</p> <p>Los trabajadores no utilizarían equipo de protección personal.</p> <p>No se contaría con botiquín de primeros auxilios y no sería posible la atención del personal que se lastime.</p> <p>No se contaría con vehículo para trasladar al personal que está herido, lo cual podría poner en riesgo su vida.</p>	<p>Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal para evitar accidentes.</p> <p>Se contará con botiquín de primeros auxilios y números de emergencia para atender cualquier contingencia.</p> <p>Se contará con un vehículo para trasladar al personal, en caso de que tenga una herida.</p>
<p>Economía</p>	<p>En el año 2017 el Estado de Quintana Roo recibió 16 millones 911 mil 163 visitantes, lo que representa un crecimiento de 5.3% respecto de 2016.</p> <p>En cuanto a la generación de derrama económica en 2017, se reportan de manera preliminar 8 mil 810.38 millones de dólares, 207.9 millones de dólares más que en 2016. Lo que significa un alza de 2.4%. Con una ocupación promedio de 79.7%, el año pasado, Quintana Roo logró conseguir un mayor número de turistas hospedados, 3.8% más frente a 2016 ascendiendo a un total de 11 millones 448 mil 690 turistas hospedados y 27 millones 375 mil 679 cuartos ocupados, lo cual se demuestra la competitividad y el liderazgo que mantiene el Estado de Quintana Roo.</p> <p>Destinos como la Riviera Maya reportaron una ocupación promedio de 82.77%, con un crecimiento de 1.13%. En 2017 arribaron vía aérea 4 millones 141 mil 388 pasajeros nacionales, 15.4% más que en 2016 y 7 millones 702 mil 730 pasajeros internacionales, con un incremento porcentual de 8.4%. De acuerdo con la Unidad de Política Migratoria de la Secretaría de Gobernación, ingresaron a la entidad 7 millones 78 mil 93 extranjeros, 8.02% más que en 2016.</p>	<p>El proyecto se construiría sin observar las medidas de mitigación urbanas y ambientales, para su buen funcionamiento, lo cual puede generar pérdidas económicas al hotel y con ello al ingreso económico del centro urbano.</p>	<p>La economía de la región se verá impactada de manera positiva con el proyecto ya que generará empleos temporales del ramo de la construcción para los habitantes de la región durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto. Asimismo, se impactará la economía local por la adquisición de insumos para la construcción del proyecto.</p> <p>En la etapa operativa también se generarán empleos, ya que se contratará personal para el mantenimiento de la planta desaladora, asimismo, tendrá un impacto positivo en la economía local por la adquisición de insumos para la operación de la misma, y por el mejor servicio que ofrecerá el hotel a sus huéspedes.</p>

7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL.

Los proyectos en una zona con valores ambientales importantes deben considerar una serie de acciones dirigidas a la conservación de los mismos, siendo una de las herramientas más útiles la implementación de un *Programa Integral de Manejo Ambiental* (PIMA). Éste consiste en distintas medidas encaminadas a disminuir los posibles impactos al medio ambiente.

El PIMA busca definir estrategias de prevención y mitigación de los impactos ambientales potenciales de generarse por el desarrollo de un proyecto. Los esfuerzos en las distintas etapas del proyecto, consideran los diferentes actores que participan en el mismo y se proponen acciones que conllevan al cumplimiento de la normatividad ambiental vigente, y adicionalmente es un esquema de autorregulación voluntaria.

La implementación y ejecución del *Programa Integral de Manejo Ambiental*, exige que se contemplen todos los procesos que tengan una implicación ambiental, teniendo como base una capacitación y sobre todo una concientización ambiental de los trabajadores del proyecto. De igual manera, se busca un manejo eficiente de los recursos (agua, combustibles, luz, etc.) lo cual conlleva un beneficio no sólo ambiental sino económico a favor de los costos del proyecto.

Considerando que la empresa deberá cumplir con las medidas de mitigación propuestas por el mismo, las impuestas por la autoridad, y con el fin de que las propuestas sean tomadas en cuenta dentro de un esquema de cumplimiento coherente y de fácil aplicación, se propone que la empresa adopte un *Programa Integral de Manejo Ambiental* para realizar actividades acordes con el desarrollo sustentable.

Este Programa Integral de Manejo Ambiental se ha integrado de los siguientes programas incluidos en esta MIA-P, todos ellos para contribuir a la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos potenciales de este proyecto:

1. Programa de Manejo de Residuos.

Preparación del sitio, Construcción y Operación.

Durante la preparación del sitio, construcción y la operación del proyecto, se implementarán las medidas que se proponen en el Capítulo VI de la presente MIA-P, siendo las más relevantes las siguientes:

Cuadro 2. Actividades que conforman el Programa Integral de Manejo Ambiental del proyecto en sus diferentes etapas.

Preparación del sitio	Construcción	Operación
Contratación de personal local	Contratación de personal local	Contratación de personal local
Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.	Manejo adecuado de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos.
Colocación de letreros informativos, indicativos y restrictivos.	Mantenimiento de letreros informativos, indicativos y restrictivos.	Señalización y capacitación en materia ambiental y de seguridad.
Materiales provendrán de fuentes autorizadas	Materiales provendrán de fuentes autorizadas	Instalación de equipos ahorradores, buenas prácticas ambientales
Preparación de equipo y maquinaria	Mantenimiento de la maquinaria y equipo	Mantenimiento periódico de equipos y de las instalaciones.
Supervisión ambiental	Supervisión ambiental	Supervisión ambiental

8. CONCLUSIONES.

El proyecto consiste en el desarrollo de una planta desaladora nueva integrada al complejo turístico "**Hotel Reef Club Coco Beach**". El sistema de potabilización de agua salada constituye una obra complementaria del hotel y servirá para abastecer 200 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios. El hotel cuenta con restaurantes, vestíbulo sports-bar, gimnasio-spa, teatro, lobby y recepción, motor lobby, alberca y áreas verdes ajardinadas.

De manera resumida, se enlistan las principales razones del porque se considera viable el proyecto.

- Las obras y actividades que se plantean se realizarán en áreas que cuentan con infraestructura, ya que la planta desaladora se instalará al interior del edificio de servicios y los pozos con sus líneas de conducción quedarán sobre vialidades interiores ya construidas, por lo que no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales.
- El proyecto ha descrito la forma en la que dará cumplimiento a los instrumentos normativos vigentes en materia urbana y ambiental con el fin de apearse a las estrategias de protección del sistema ambiental.
- El proyecto generará impactos positivos relacionados con la generación de empleos temporales y permanentes, y la derrama económica por la adquisición de insumos, equipos, obtención de permisos para su adecuado funcionamiento, etc.

- Se considera que la mayor parte de los impactos ambientales negativos potenciales de generarse, son puntuales y de poca magnitud, y que además el proyecto propone una serie de medidas de mitigación que disminuyen los impactos previstos.
- La implementación de las medidas de mitigación propuestas aumentará el esfuerzo encaminado a proteger los recursos de la zona de manera directa o indirecta.

CAPÍTULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

INDICE

1.	METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACION DE la vegetación.....	3
1.1	METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL SA.	3
1.2	METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL PREDIO.	3
2.	METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO.....	3
3.	METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	4
3.1	EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.	11
4.	REFERENCIAS.	16

1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN.

1.1 METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL SA.

Para describir la vegetación del sistema ambiental, primero se consultó la caracterización vegetal realizada para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial, publicada por la UQROO (2005), después se prosiguió a identificar lo establecido en la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI establecido por el INEGI.

Finalmente, para caracterizar la vegetación presente en el SA, se hizo una sobre posición del polígono que conforma el Sistema Ambiental sobre una imagen satelital obtenida de la plataforma de World Imagery 2018 directamente en el software ArcMap 10.5. Así mismo se analizaron algunos ortofotomosaicos, así como imágenes georeferenciados adquiridas de la plataforma de Google Earth Pro realizados en los años 2015 y 2016 para la zona de la carretera federal 307 hacia el Mar Caribe.

1.2 METODOLOGÍA PARA LA DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN EN EL PREDIO.

En octubre de 2018 se recorrió el predio para el reconocimiento preliminar del área. En este reconocimiento se tomaron las coordenadas de los vértices del lote y se hizo un levantamiento de los puntos que definen las áreas ajardinadas y el desplante del proyecto.

Resulta de suma importancia mencionar que, de acuerdo a las condiciones ambientales del predio del proyecto, no se realizó ningún método de muestreo específico, sino únicamente un listado de las especies nativas y ornamentos presentes en sus áreas verdes.

2. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA DENTRO DEL ÁREA DONDE PRETENDE DESARROLLARSE EL PROYECTO

Para llevar a cabo la caracterización de la fauna dentro de las instalaciones del hotel de interés, se realizaron recorridos dentro del mismo para el registro de manera directa e indirecta de individuos. La técnica empleada se denomina búsqueda activa y consiste en hacer recorridos por el área de interés para registrar durante el recorrido a los ejemplares o las evidencias de su presencia, tales como excretas, huellas, mudas, restos óseos, nidadas, rasguños en el piso o troncos, etc.

Durante el trabajo de campo se identificaron las especies observadas en el área de muestreo, anotando su nombre común, nombre científico, coordenadas de los sitios de avistamiento y tipo de vegetación donde fueron observadas. Al mismo tiempo, se tomaron fotografías de los ejemplares tanto para corroborar la identificación preliminar como para archivo fotográfico.

La identificación de las especies registradas en campo se logró utilizando claves especializadas para cada grupo como son: Aves comunes de la Península de Yucatán (2008).

3. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

La efectividad de la metodología utilizada para la evaluación de los impactos ambientales depende de la información ambiental con la que se cuente, del tipo de proyecto, y principalmente de la identificación de los principales factores en los que incidirá el proyecto en cada una de las etapas del desarrollo.

Para evaluar los impactos potenciales de desarrollarse con la construcción del proyecto “**Planta Desaladora del Hotel Reef Club Coco Beach**”, se usaron tres metodologías diferentes, primero la matriz de interacción simple, la matriz de identificación de impactos y la matriz de valoración y jerarquización. Por medio de éstas se identificaron y analizaron los impactos provocados en las diferentes etapas de desarrollo, con el fin de no obviar ningún efecto que pueda ser mitigado.

Es común limitar la evaluación de impacto ambiental sólo a aquellos impactos “palpables”, que por su magnitud o trascendencia son fáciles de identificar, sin embargo, los impactos indirectos traen consigo consecuencias que son, en algunos casos, mayores al impacto que las generó. No es fácil identificar este segundo nivel de impactos y mucho menos cuantificarlos, el reconocimiento de éstos queda en muchos casos en función de la experiencia del trabajo de campo o en las actividades de seguimiento de condicionantes ambientales de proyectos en desarrollo u operación, en los que se pueden reconocer los efectos de un impacto directo e indirecto a través del tiempo.

Para evaluar de manera puntual los aspectos citados anteriormente, primeramente, es importante definir: A) cuáles serán las actividades a realizar en cada una de las etapas del proyecto y su impacto en el ambiente y, B) los componentes ambientales sobre los cuales incidirán, para de esta forma poder analizar los efectos de las actividades sobre los componentes.

a) Identificación de actividades que impactarán al ambiente.

Las actividades del proyecto que se identificaron como los posibles agentes de cambio en el sistema se enlistan en el cuadro siguiente.

Cuadro 1. Principales actividades que se llevarán a cabo para el desarrollo del proyecto en cada una de sus etapas.

Etapas	Actividades
Preparación del sitio	1. Presencia de personal
	2. Limpieza del área donde se instalará la planta y donde se construirán los pozos.
Construcción	3. Presencia de personal.

Etapas	Actividades
	4. Actividades de perforación y construcción de los pozos de captación y rechazo.
	5. Instalaciones de los equipos de ósmosis inversa y líneas de conducción eléctricas y hacia los pozos.
Operación y Mantenimiento	6. Operación de la planta desaladora
	7. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 7 actividades que potencialmente pueden afectar a algún factor o componente ambiental en cada una de las tres etapas del proyecto. Así mismo, dichas actividades tendrán un efecto en el entorno generando impactos como:

- Emisión de gases y ruido por uso de la maquinaria de perforación.
- Cambios en el flujo disponible del agua por las actividades de extracción e inyección.

Solo algunas actividades se repiten en las distintas etapas del proyecto, de ahí que generarán efectos continuos en el ambiente, tales como la presencia del personal en el área del proyecto. Sin embargo, otras son puntuales a cada una de las etapas, como las actividades particulares de construcción de las obras. De ahí que habrá actividades cuyo efecto se evalúe de manera puntual en una etapa, pero la de otras se repita en las tres fases de desarrollo variando en su intensidad.

b) Identificación de los componentes ambientales

Se buscaron componentes ambientales que reflejarán impactos significativos, considerando las características y cualidades del Sistema Ambiental. La evaluación de los impactos ambientales sobre los ecosistemas se sustenta en el conocimiento de sus componentes ambientales físicos (abióticos), biológicos y socioeconómicos, mismos que ya fueron descritos en el capítulo IV de este mismo documento. Los componentes ambientales se agruparon en primera instancia en subsistemas medio físico, biótico y subsistema socioeconómico.

La identificación de los factores o componentes ambientales se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Factores ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Medio abiótico	Aire
	Hidrología
Medio Socioeconómico	Residuos
	Infraestructura de servicios
	Salud humana
	Economía

c) Identificación de indicadores de cambio:

Indicadores de impacto: Una definición genéricamente utilizada del concepto de Indicador establece que este es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (SEMARNAT, 2002).

Por indicadores de impacto ambiental se entiende la expresión medible de un impacto ambiental, es decir, aquella variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración. De esta manera un indicador debe ser capaz de representar numéricamente aquello que se pretende valorar (Gómez-Orea, 2003).

Se buscaron indicadores de impacto que fueran:

- ✓ Representativos: Se refiere al grado de información que posee el indicador respecto al impacto global de la obra.
- ✓ Relevantes: Se refiere a que la información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.
- ✓ Excluyentes: Se refiere a que no exista superposición con otros indicadores distintos.
- ✓ Cuantificables: Se refiere a que sea posible medirlo en términos cuantitativos para estimar la magnitud del impacto.
- ✓ De fácil identificación: Se refiere a que su definición sea clara y concisa.

Tomando como base los Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México (SEMARNAT, 2013), se definieron los siguientes indicadores para el proyecto (Cuadro 3).

Cabe señalar que solo se escogieron algunos de los indicadores de Desempeño Ambiental propuestos por la SEMARNAT de acuerdo con el proyecto que se evalúa, también se retomaron algunos considerados por Perevochtchikova (2013), y se añadieron los del medio socioeconómico.

Cuadro 3. Se detallan los indicadores ambientales por factor ambiental.

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire	Emisiones de contaminantes y gases de efecto invernadero	CO ₂ , NO _x , SO ₂
		Generación de ruido	dB
Hidrología	Flujo subterráneo	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	Disponibilidad de agua
	Calidad del agua	Cambios de la calidad del agua por actividades de extracción e inyección del agua.	Parámetros de pH, temperatura, sólidos suspendidos, salinidad, grasas, DBO, DQO, fosfatos, nitratos y coliformes fecales

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
Residuos	Generación	Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.	Kg de residuos generados y de residuos que se reciclen.
		Generación de residuos peligrosos	Kg de residuos peligrosos
Demanda de infraestructura	Servicios	Demanda de agua	Volumen de agua (m ³)
Salud humana	Exposición a personas	Exposición a personas a riesgos de salud (accidentes laborales)	Probabilidad de ocurrencia
Economía	Empleos	Generación de empleos	No. de empleos
	Derrama económica	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta desaladora.	\$ Inversión por adquisición de insumos, pagos de derechos, etc.

d) Características de los indicadores.

A continuación se indican las características y cualidades de cada uno de los componentes ambientales, considerando los indicadores ambientales que se determinaron (Cuadro 4).

Cabe aclarar, que no hay datos disponibles de todos los indicadores que se determinaron para poder analizar posteriormente en el apartado de análisis de impactos, por lo que solo se consideraron los datos que se presentan a continuación.

Cuadro 4. Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
Medio abiótico	Aire	En el sistema ambiental hay varias fuentes fijas de emisiones a la atmósfera proveniente de la operación de hoteles, como el The Reef Coco Beach, The Elements, The Mahekal Beach Resort, así como los condominios entre otros. También se genera ruido por el paso de vehículos, ya que la zona es muy transitada, así como el que generan las personas que se transitan por la zona.
	Hidrología	Los rasgos estructurales geológicos más notables en esta zona se exhiben en dos direcciones: una que corresponde principalmente a fracturas subterráneas que se alinea de noreste a suroeste, y otra, con una orientación de noreste a sureste, muestra claramente fracturas de dimensiones diversas y estructuras cavernosas normales, además que por regla general los cenotes se encuentran en estos accidentes o en su

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		<p>intersección. En el área de estudio se encuentra una unidad de material consolidado ampliamente distribuida en toda el área, está constituida por caliza de textura mudstone, wackstone, packstone y grainstone; en estratos delgados, gruesos y masivos; en ocasiones se presenta alto contenido de coquina, con contenido fosilífero abundante y variado, e intercalaciones de horizontes y lengüetas arcillosas en estratificación cruzada, en posición casi horizontal y gran fracturamiento ya que en esta unidad se han desarrollado cavernas por disolución.</p> <p>De los resultados obtenidos con el Modelo Geo-eléctrico en el sitio las condiciones resistivas prevalecientes bajo la superficie del terreno, reflejan de manera indirecta tanto las características litológicas, como las relaciones con el agua subterránea que se mueve a través de las rocas, las zonas altamente conductoras se asocian con la intrusión del agua marina hacia el continente, con los valores de resistividad menores de 100 ohm-m y por consiguiente la roca caliza presente un alto grado de carsticidad o disolución, ya que permite un flujo sin resistencias. Con base en estos criterios se interpretó la sección geo-electica dentro del área de estudio.</p> <p>Del flujo subterráneo, debido a la gran permeabilidad del acuífero el movimiento del agua es inducido por un gradiente hidráulico sumamente pequeño de 2 a 20 cm por km; en consecuencia, la carga hidráulica sobre el nivel del mar es menor que dos metros dentro de una faja de 10 a 50 km de ancho a partir de la costa, de 10 a 20 m en la porción alta de la llanura y de 20 a 30 m en el borde sur-occidental del estado. A escala regional no se ha provocado cambios apreciables en las direcciones principales de flujo ni en la elevación de los niveles del agua, lo cual se debe, por una parte, a que el volumen de agua extraído del suelo es despreciable en comparación con la recarga.</p> <p>Referente al cálculo del caudal subterráneo, se estimó el gasto unitario, es decir, el gasto en metros cúbicos por día o litros por segundo que atraviesa por cada metro lineal de acuífero de espesor de 15 m. Los resultados son que ingresan 0.77m³/día por cada metro lineal de acuífero. Al hacer el balance de Entradas-Salidas (disponibilidad), se observa que el balance es positivo y muestra una disponibilidad de agua de 188.98 m³/día; sin embargo, este balance incluye únicamente el agua dulce del predio atrapada en la duna de arena y el acuitardo de</p>

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		calcarenitas; despreciando el agua salobre y el acuífero de agua marina por lo que el aprovechamiento de agua salobre estará disponible a las necesidades del usuario.
Medio social y económico	Residuos	De acuerdo con los datos del Anuario Estadístico y Geográfico del INEGI del 2015, para el Municipio de Solidaridad se estimó que la generación per cápita de residuos que es de 2.04kg/persona/día.
	Infraestructura y servicios públicos	<p>En la Península de Yucatán se tiene una disponibilidad media per cápita por habitante de 6,740.0 m³ de agua. Las regiones en donde la disponibilidad es menor a 1,700 m³ por año se considera que presentan "estrés hídrico", donde puede presentarse escasez con frecuencia. De acuerdo con lo anterior, no se presenta escasez de agua.</p> <p>La zona del proyecto cuenta con infraestructura para el suministro de energía eléctrica, agua potable, drenaje y vías de comunicación.</p>
	Salud humana	<p>La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes.</p> <p>Estos eventos meteorológicos pueden ocurrir en los meses de junio a octubre (incluso extenderse hasta diciembre) y dependiendo de su intensidad generan fuertes vientos que en ocasiones alcanzan velocidades de hasta 300 Km/h. Los huracanes más importantes que han afectado el estado durante los últimos 26 años son: Gilberto (1988), Roxana (1995), Emily y Wilma (2005) y Dean (2007). El huracán "Wilma", junto con "Gilberto", han sido catalogados como algunos de los eventos hidrometeorológicos más intensos registrados en el hemisferio tropical occidental y que provocaron graves daños durante su desplazamiento por la Península de Yucatán. La presencia de huracanes en la zona expone a las personas a estos eventos meteorológicos previsible ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños.</p> <p>Por otra parte, también pueden causar riesgos a la salud humana durante el proceso constructivo por el mal uso del equipo de seguridad y por el manejo inadecuado de los residuos que se generen en la construcción del proyecto.</p>
	Economía	En el año 2017 el Estado de Quintana Roo recibió 16 millones 911 mil 163 visitantes, lo que representa un crecimiento de 5.3% respecto de 2016.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		<p>En cuanto a la generación de derrama económica en 2017, se reportan de manera preliminar 8 mil 810.38 millones de dólares, 207.9 millones de dólares más que en 2016. Lo que significa un alza de 2.4%. Con una ocupación promedio de 79.7%, el año pasado, Quintana Roo logró conseguir un mayor número de turistas hospedados, 3.8% más frente a 2016 ascendiendo a un total de 11 millones 448 mil 690 turistas hospedados y 27 millones 375 mil 679 cuartos ocupados, lo cual se demuestra la competitividad y el liderazgo que mantiene el Estado de Quintana Roo.</p> <p>Destinos como la Riviera Maya reportaron una ocupación promedio de 82.77%, con un crecimiento de 1.13%. En 2017 arribaron vía aérea 4 millones 141 mil 388 pasajeros nacionales, 15.4% más que en 2016 y 7 millones 702 mil 730 pasajeros internacionales, con un incremento porcentual de 8.4%. De acuerdo con la Unidad de Política Migratoria de la Secretaría de Gobernación, ingresaron a la entidad 7 millones 78 mil 93 extranjeros, 8.02% más que en 2016.</p>

Tomando como base los indicadores que se definieron previamente, se determinaron los siguientes impactos que podría generar el proyecto.

Cuadro 5. Factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Factor	Impacto Ambiental
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero
	Cambios de la calidad del agua por actividades de extracción e inyección del agua.
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y de Manejo Especial (ME).
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos (RP)
Demanda de infraestructura de servicios	Incremento en el consumo de agua y de energía eléctrica.
Salud humana	Exposición a personas a riesgos de salud
Economía	Generación de empleos
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta desaladora.

3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

Matriz de identificación de Impactos Ambientales.

La Matriz de Identificación de Impactos Ambientales consiste en una tabla que confronta cada actividad prevista por el proyecto con el factor sobre el que incide y el impacto que provoca en él. Los impactos fueron identificados previamente. En la matriz se clasifican los impactos como negativos o positivos. Según Gómez-Orea (2002), el signo de un impacto mide la gravedad de éste cuando es negativo y el “grado de bondad” cuando es positivo; en uno u otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma en que un factor ambiental es alterado y al significado ambiental de dicha alteración.

Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales

Para calcular la significancia o relevancia de un impacto se consideró la incidencia. La incidencia se refiere a la severidad, grado y forma de la alteración, definidos por su intensidad y por la siguiente serie de atributos de tipo cualitativo: consecuencia, acumulación, sinergia, momento, reversibilidad, periodicidad, permanencia y recuperabilidad (Gómez-Orea, 2002). Para calcular la incidencia se le asignó a cada uno de dichos atributos un valor entre 1 y 3 según las definiciones que se muestran en la tabla.

Con base en lo anterior, se generó una Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales en donde se califica cada impacto y de acuerdo con el factor ambiental y sus propiedades afectadas. Con los resultados de dicho análisis se pudo calcular el Índice de Incidencia para cada impacto, mediante la aplicación del modelo propuesto por Gómez-Orea (2002) y cuyos pasos se describen a continuación:

1. Se atribuyó un código numérico a cada carácter del atributo, acotado entre un valor máximo para la más desfavorable y uno mínimo para la más favorable.
2. El índice de incidencia de cada impacto se evaluó a partir del siguiente algoritmo simple, que consiste en la sumatoria de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala:

$$I = C + A + S + T + Rv + Pi + Pm + Rc \quad \text{Expresión V.1}$$

3. Se estandarizó cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la expresión V.2.

$$\text{Incidencia} = I - I_{\min} / I_{\max} - I_{\min} \quad \text{Expresión V.2}$$

I_{\min} = el valor de la expresión en caso de que los atributos se manifiesten con el menor valor, que para el caso de esta evaluación será 8, por ser 8 atributos con un valor mínimo cada uno de 1.

Siendo:

I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.

I_{max} = el valor de la expresión en el caso de que los atributos se manifestarán con el mayor valor, que para el caso de esta evaluación será 24, por ser 8 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

Cuadro 6. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: Es el que deriva de un efecto primario	No aplica	Directo: el impacto tiene una repercusión inmediata en un factor ambiental
Acumulación (A)	Simple: Se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos.	No aplica	Acumulativo: Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya adición puede producir impactos graves.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios factores simples supone un impacto mayor.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando el efecto se produce en un ciclo anual	Mediano: el efecto se produce después de 5 años	Largo: Cuando el efecto en un período mayor a 5 años
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 5 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a cinco años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de forma cíclica o recurrente.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Esta matriz permitió evaluar los impactos ambientales generados en términos de su importancia, conocer los componentes ambientales más afectados por el proyecto e identificar y evaluar los impactos acumulativos y residuales, asociados directamente con los atributos de acumulación y recuperabilidad. Es importante aclarar que esta evaluación se realiza considerando los impactos sin aplicar medidas de mitigación.

De acuerdo con Gómez-Orea (2007) para los impactos positivos no se les asigna valor de reversibilidad y recuperabilidad, ya que estos valores carecen de sentido para estos impactos.

Posteriormente, se integrará esta información en una Matriz de Jerarquización de Impactos Ambientales que tiene el objetivo de ordenar los impactos de mayor a menor para una mejor visualización de la jerarquía de los mismos, asignándoles un código de color para facilitar su valoración.

Es necesario realizar una jerarquización de los impactos, así como una valoración global que permite adquirir una visión integrada y completa de la incidencia ambiental del proyecto. La primera exigencia requiere determinar el valor de cada impacto en unidades conmensurables; en esta metodología el valor se atribuye a partir de los valores de incidencia entre 0 y 1, el valor de cada impacto también se hace variar entre 0 y 1, ese valor es quien marca la jerarquía exigida.

Cuadro 7. Se indican los atributos que se utilizaron para valorar los impactos.

Atributos	Escala		
	1	2	3
Consecuencia (C)	Indirecto: Es el que deriva de un efecto primario	No aplica	Directo: el impacto tiene una repercusión inmediata en un factor ambiental
Acumulación (A)	Simple: Se manifiesta en un solo componente ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos.	No aplica	Acumulativo: Incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera. También se refiere a la suma de los efectos de muchas actividades pequeñas cuyos efectos son despreciables, pero cuya

Atributos	Escala		
	1	2	3
			adición puede producir impactos graves.
Sinergia (S)	No Sinérgico: cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.	No aplica	Sinérgico: Reforzamiento de efectos simples, se produce cuando la coexistencia de varios factores simples supone un impacto mayor.
Momento o Tiempo (T)	Corto: cuando el efecto se produce en un ciclo anual	Mediano: el efecto se produce después de 5 años	Largo: Cuando el efecto en un período mayor a 5 años
Reversibilidad del impacto (R)	A corto plazo: la tensión puede ser revertida por las actuales condiciones del sistema en un período de tiempo relativamente corto, de un año.	A mediano plazo: el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el efecto permanece de 1 a 5 años.	A largo plazo: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a cinco años, o no sea reversible.
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular: cuando el efecto ocurre de manera ocasional.	No aplica	Periódico: cuando el efecto se produce de forma cíclica o recurrente.
Permanencia (Pm)	Temporal: el efecto se produce durante un periodo definido de tiempo.	No aplica	Permanente: el efecto se mantiene al paso del tiempo.
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable: que el componente afectado puede volver a contar con sus características.	No aplica	Irrecuperable: que el componente afectado no puede volver a contar con sus características (efecto Residual).

Debido a que al estandarizar los valores obtenidos para el Índice de Incidencia el máximo valor posible es 1, los impactos se agruparon en 3 rangos de 0.33 y a cada uno de los cuales se le asignó un código de color.

Cuadro 8. Se muestran los rangos que se utilizaron para valorar el índice de incidencia.

Rango	Interpretación	Índice de incidencia
Significativo (S)	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SA	0.68 o mayor
No significativo (NS)	Se compromete la integridad de elementos o procesos sin poner en riesgo la estructura y función de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.67
Despreciables (D)	Alteraciones de muy bajo impacto a elementos o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	0.33 o menor

Los impactos ambientales que por su índice de incidencia resulten despreciables no serán considerados para la determinación de su significancia. Lo anterior se fundamenta en el hecho de que no todos los impactos identificados deben analizarse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave (Gómez-Orea, 2002).

Determinación de significancia.

La determinación de la significancia o relevancia de un impacto es la tarea que muestra de forma más convincente el carácter multidisciplinario de la evaluación de impacto ambiental. La significancia de los impactos evaluados se determinó de acuerdo con la definición de “impacto significativo” establecida en el Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, que en su fracción IX del Artículo 3 dice a la letra:

IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Esta definición y su consecuente razonamiento, indica que no todos los impactos deben atenderse con la misma intensidad, sino que conviene centrarse en los impactos clave, es decir, aquellos que potencialmente pueden generar desequilibrios ecológicos o ecosistémicos o que puedan sobrepasar los límites establecidos en normas jurídicas específicas, sin menoscabo de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

4. REFERENCIAS.

Gómez, O. D. (2002). Evaluación de Impacto Ambiental, Previsión Ambiental.

Gómez Orea, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Gómez Orea, D. (2007). *Evaluación ambiental estratégica*. Mundi-Prensa Libros.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Diciembre 2017.

Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI. <
http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2017/especiales/especiales2017_12_01.pdf>.

INEGI. (2015). Anuario estadístico y geográfico de Quintana Roo.

Llamosa Neumann, E. (2008). Aves comunes de la Península de Yucatán (No. CY/598.2097265 L5).

Perevochtchikova, M. (2013). La evaluación del impacto ambiental y la importancia de los indicadores ambientales. *Gestión y política pública*, 22(2), 283-312.

Universidad de Quintana Roo (UQROO). 2005. Caracterización natural para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial del estado de Quintana Roo.