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: Turismo. 3
1.2.2. Subsector: Turístico 3
1.2.3. Tipo de proyecto: Obras hidráulicas..... 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. 7
1.6 NATURALEZA DEL PROYECTO. 11
1.7 TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO. 14
2. DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE. 14
2.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. 14
2.2 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTE (RFC). 14
2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL. 14
2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE. 14
3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA-P. 15
3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL. 15
3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP. 15
3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO. 15
3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO. 15

1. DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Planta desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres

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 Atelier Playa Mujeres** es propiedad de la empresa Atelier Inmobiliaria S. de R.L de C.V., conforme a lo estipulado en la Escritura Pública Número P.A. 80,756, volumen 745/2015 de fecha 25 de junio del 2015, pasada ante la fe del Lic. Luis Miguel Cámara Patrón, titular de la Notaria Pública Número 30 de la Ciudad de Cancún, Estado de Quintana Roo, en la que se formalizó el contrato de compraventa entre la empresa TANIT, S.A. DE C.V. y la empresa ATELIER INMOBILIARIA S. DE R.L DE C.V. (Anexo 1), relativo al predio localizado en el Lote 4 (RTH4), Lote de terreno 001, Mza 001, SM 003, Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Estado de Quintana Roo, Condominio Playa Mujeres y cuenta con una superficie total de 116,644.68 m^2.

1.4.1. Entidad federativa: Quintana Roo.

1.4.2. Municipio o delegación: Isla Mujeres

1.4.3. Localidad: Isla Mujeres

1.4.4. Coordenadas geográficas:

Las coordenadas del predio se expresan en el sistema UTM (Universal Transversa de Mercador), referidas al DATUM WGS-84, Zona 16Q, Norte de México.

Cuadro 1. Coordenadas de ubicación Lote RTH4

Vértice	X	Y	Longitud	Latitud
1	519,136.0047	2350356.6184	86°48’56.01	21°15’17.2
2	519283.1126	2350186.9192	86°48’50.9	21°15’11.69
3	519405.8193	2350032.2195	86°48’46.65	21°15’06.66
4	519479.1638	2349972.1388	86°4844.13	21°15’04.68
5	519694.0121	2350162.0483	86°48’44.1	21°15’10.82
6	519860.6417	2350232.9094	86°48’30.88	21°15’13.16
7	519829.7644	2350315.6335	86°48’31.931	21°15’15.84
8	519823.6002	2350332.3057	86°48’32.148	21°15’16.379
9	519533.6809	2350239.6896	86°48’42.22	21°15’13.391
10	519502.2289	2350240.9480	86°48’43.3	21°15’13.42
11	519320.0065	2350315.6776	86°48’49.64	21°15’17.49
12	519218.1381	2350365.5353	86°48’53.17	21°15’17.49
13	519176.1358	2350402.2865	86°48’54.612	21°15’19.684
14	519212.0639	2350371.4352	86°48’53.38	21°15’17.67
15	519167.5869	2350387.6964	86°48’54.89	21°15’18.21
16	519158.1313	2350376.8898	86°48’55.25	21°15’17.85
17	519139.6396	2350360.9391	86°48’55.87	21°15’17.35

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

Cuadro 2. Medidas y colindancias del lote RTH4.

NO. DE LOTE	SUPERFICIE (m^2)	COLINDANCIAS
RTH4	116, 644.68	Norte: En línea quebrada de 702.00 m con CG3 Sur: En línea quebrada de 984.68 m con CG2 Este: En línea quebrada de 106.08 m con Zona Federal Marítimo Terrestre Oeste: En línea quebrada de 61.34 m con Vialidad Paseo Mujeres

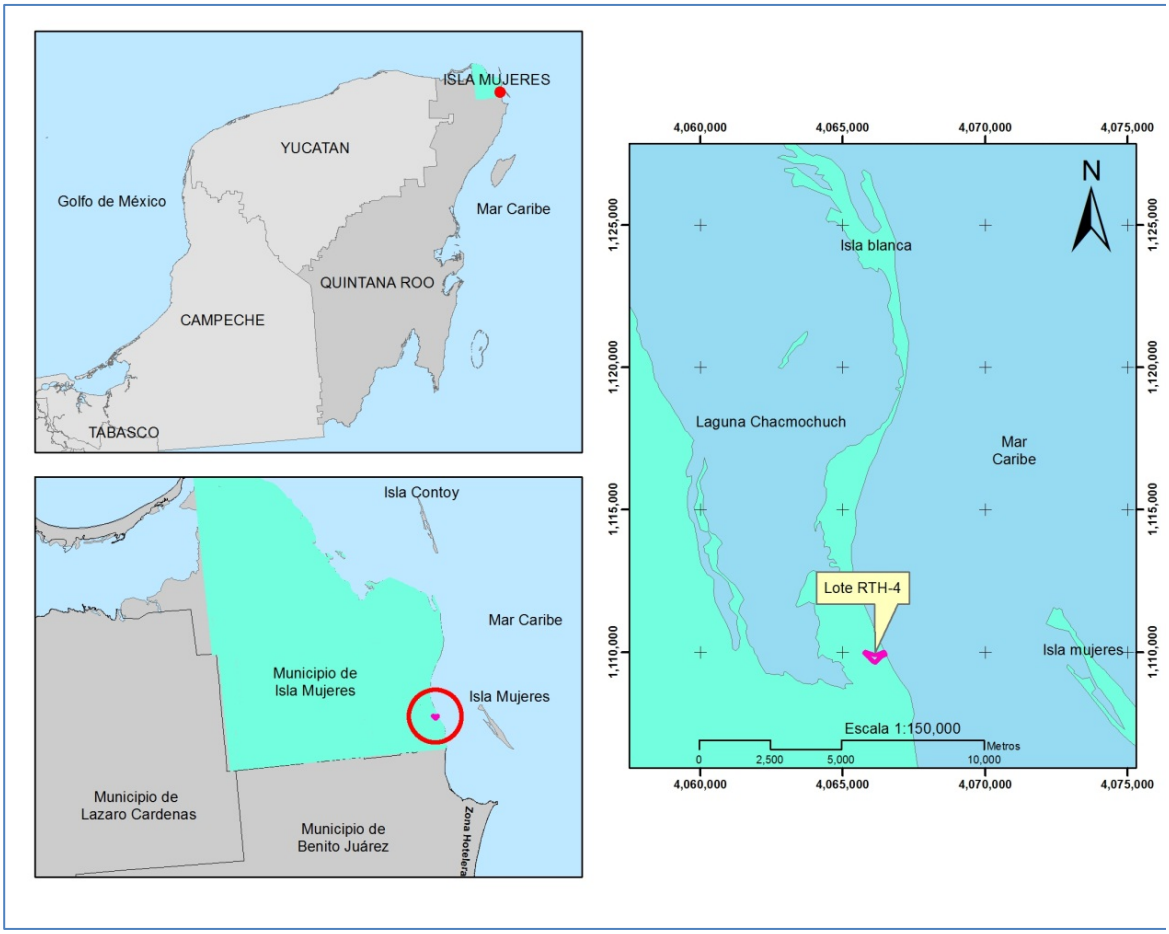


Figura 1. Localización nacional, estatal y regional del proyecto.



Figura 2. Se muestra la localización del predio, en su ámbito espacial.

1.5 ANTECEDENTES.

Para el desarrollo del proyecto “Hotel Atelier Playa Mujeres”, la empresa Atelier Inmobiliaria, S. de R.L. de C.V. obtuvo autorización en materia de impacto ambiental que fue emitida por la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo mediante el oficio No. 04/SGA/1276/16/04133 de fecha 31 de agosto de 2016, que fue notificado el día 2 de septiembre de ese mismo año.

A través del oficio No. 04/SGA/1276/16/04133 de fecha 31 de agosto de 2016, se autorizó la construcción de las siguientes obras.

Cuadro 3. Distribución de superficies de desplante de obras techadas.

Obra	Superficie (m^2)
Hotel	21,912.76
Caseta de acceso general	46.34
Caseta de acceso servicio	109.25
Caseta de seguridad	6
Capilla	200.76
Centro de convenciones	2,898.93
Cabina spa	1,472.60
Restaurante suspiro	530.16
Restaurante frío	13.75
Cuarto de máquinas	848.04
Total	**28,038.59**

Cuadro 4. Distribución de superficies de desplante de obras no techadas (m^2).

Obra	Superficie (m^2)
Camino de acceso y servicio	8,234.66
Camino de carro de golf	1,603.93
Deck alberca	3,039.25
Deck mercado	302.32
Terraza	8.09
Albercas	1,809.15
Andador acceso a playa	76.53
Jardines	1,665.47
Total	**16,739.40**

Para el desplante del proyecto se aprovecharía una superficie de 44,777.99 m^2 de vegetación halófita costera, matorral costero disperso, matorral costero denso, caminos y brechas.

El proyecto inició sus actividades el día 31 de octubre de 2016, lo cual fue informado el día 3 de noviembre del mismo año a la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo, y a la Delegación Federal de la PROFEPA en el Estado de Quintana Roo. Del inicio de actividades hasta el mes de julio de 2017, se realizó el desmonte de una superficie de 36,090.45 m^2 y se niveló una superficie de 1,202.78 m^2 de caminos y brechas previamente existentes, sumando un aprovechamiento total de 37,293.23 m^2.

En el mes de julio de 2017, se solicitó una modificación al proyecto que fue autorizada mediante el oficio No. 04/SGA/1250/17-04020 de fecha 31 de agosto de 2017 (Anexo 2). Se autorizó un cambio en el diseño del proyecto autorizado, incrementando la superficie de aprovechamiento de 44,777.99 m^2 a 46,453.85 m^2 que representan el 39.83 % del predio (de esta superficie 34,794.01 m^2 corresponden a obras techadas y 11,659.84 m^2 a obras no techadas), manteniendo la superficie restante como área de conservación que corresponde a 70,190.03 m^2, que representan el 60.17 % del predio. En el siguiente cuadro se presenta la distribución de las obras del proyecto.

Cuadro 5. Se indica la superficie de obras techadas y no techadas que se proponen con las modificaciones realizadas.

Obra		Superficie (m^2)	%
Obras techadas	Hotel	10,952.94	9.39
	Motor lobby	1,382.41	1.19
	Caseta de acceso principal	50.92	0.04
	Servicios	10,201.72	8.75
	Estacionamiento	3,940.00	3.38
	Spa	2,062.66	1.77
	Gimnasio	752.47	0.65
	Restaurante suspiro	1,135.53	0.97
	Mercado	922.43	0.79
	Alberca y terraza techada	3,392.93	2.91
	Subtotal	34,794.01	29.84
Obras no techadas	Camino y andadores	7,388.72	6.33
	Albercas y asoleaderos	4,271.12	3.66
	Subtotal	11,659.84	9.99
Total		46,453.85	39.83

También se propuso reforestar una superficie de 8,733.34 m^2 de las áreas que no coincidían con el trazo que fue autorizado y que ya habían sido desmontadas.



Figura 3. Plano de conjunto del proyecto autorizado.

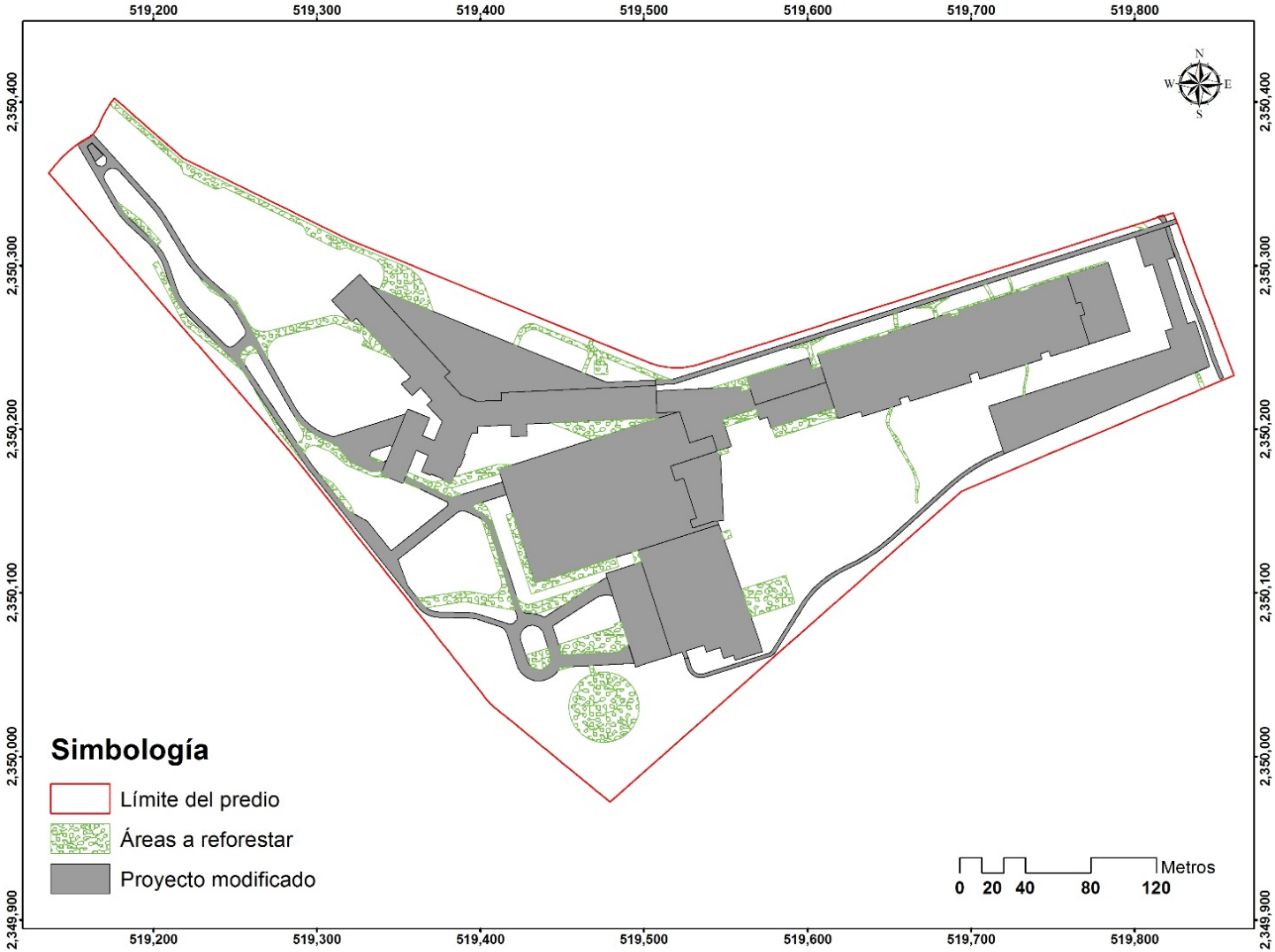


Figura 4. Se presentan las áreas del proyecto autorizado y las áreas que serán reforestadas.

En el predio se han llevado actividades de desmonte, nivelación y construcción en las áreas autorizadas para aprovechamiento. Se cuenta con obras provisionales como bodegas y almacenes, campers, sanitarios de obra, almacén de residuos peligrosos, áreas para almacenamiento de residuos sólidos, y ya se realizó el levantamiento de la estructura de todos los edificios, los cuales se encuentran en obra negra. También se encuentran en proceso constructivo las albercas que colindan con el Mar Caribe.

El proyecto tiene un avance general del 52.0 %. Se tiene un avance del 100 % de las actividades preliminares, 99 % en la cimentación, 96 % en estructura, 92 % en estructura metálica, 67 % en albañilería, 45 % en elevadores, 45 % en instalaciones, 36 % en acabados y recubrimientos, 15 % en tablaroca, 13% en cancelería, herrería y carpintería, y 44.0 % en equipamiento especial

Hasta la fecha se han presentado tres Informes de Cumplimiento de Términos y Condicionantes ante las Delegaciones Federales de la PROFEPA y SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo. El Primer Informe de Cumplimiento de Términos y Condicionantes se presentó a la Delegación de la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo y a la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo, los días 4 y 8 de mayo de 2017, respectivamente.

El Segundo Informe de Cumplimiento de Términos y Condicionantes fue presentado a la Delegación de la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo y a la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo, el día 7 de noviembre de 2017.

El Tercer Informe de Cumplimiento de Términos y Condicionantes se presentó a la Delegación de la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo y a la Delegación Federal de la SEMARNAT en el Estado de Quintana Roo el día 31 de mayo de 2018.

1.6 NATURALEZA DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en el desarrollo de una planta desaladora nueva integrada al complejo turístico “Hotel Atelier Playa Mujeres”. El sistema de potabilización de agua salada constituye una obra complementaria del Hotel y servirá para abastecer 593 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios entre las que se incluyen: estacionamiento, spa, gimnasio, centro de convenciones, restaurantes, mercado, edificio de servicios, albercas y asoleaderos, caminos y andadores, y áreas de reforestación. Para el funcionamiento de la planta, se requerirá la construcción de dos pozos 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 P.A. 80,756, volumen 745/2015 de fecha 25 de junio del 2015, pasada ante la fe del Lic. Luis Miguel Cámara Patrón, titular de la Notaria Pública Número 30 de la Ciudad de Cancún, Estado de Quintana Roo, en la que se formalizó el contrato de compraventa entre la empresa TANIT, S.A. DE C.V. y la empresa ATELIER INMOBILIARIA S. DE R.L DE C.V., el predio tiene una superficie total de 116, 644.68 m^2, de los cuales la planta desaladora ocupará una superficie de 120.23 m^2 y quedará ubicada dentro del edificio de servicios del hotel, en tanto que los pozos se ubicarán en las vialidades aledañas a este edificio y se destinará una superficie de 13.5m^2 para los tres pozos, de modo que corresponderán 4.5m^2 a cada uno, ocupando en total una superficie de 133.73 m^2. 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 Atelier Playa Mujeres”.

En la siguiente imagen se presenta la ubicación de la planta desaladora en el edificio de servicios del Hotel Atelier Playa Mujeres y la ubicación de los pozos de captación y rechazo.

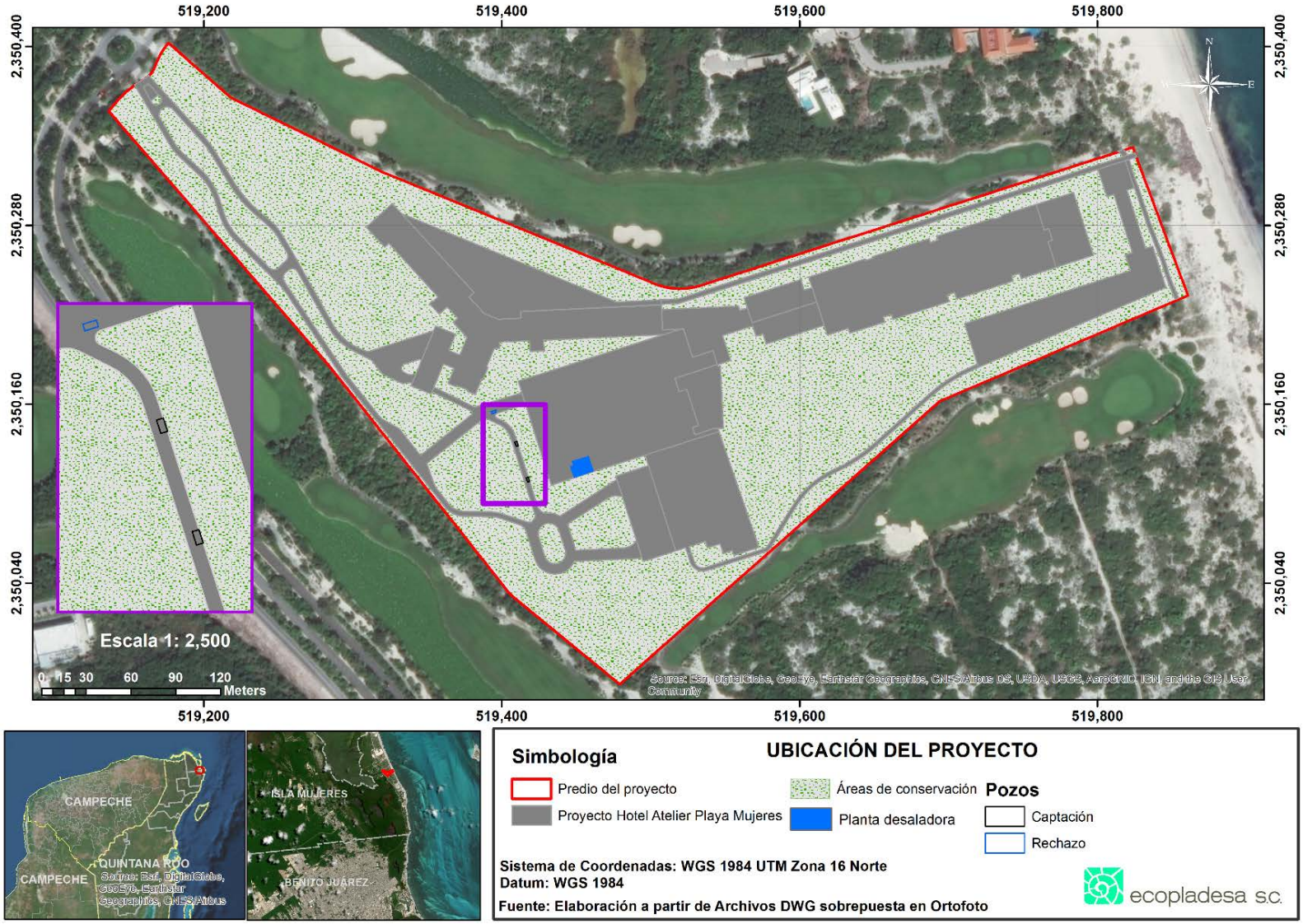


Figura 5. Ubicación de la planta desaladora y los pozos dentro del hotel.

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.

ATELIER INMOBILIARIA S. DE R.L. DE C.V., es una empresa legalmente constituida a través de la Escritura Pública Número P.A. 1652, Volumen 7/2015 de fecha 3 de junio de 2015, pasada ante la fe del Lic. Javier Horacio Sauza Semerena, titular de la Notaría Pública Número 79 de la Ciudad de Cancún, Estado de Quintana Roo (Anexo 3).

2.2 REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTE (RFC).

AIN150603HN9 (Anexo 4).

2.3 NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.

C. Francisco Moctezuma Salazar, apoderado general de la empresa **ATELIER INMOBILIARIA S. DE R.L DE C.V.**, personalidad que se acredita en términos de la Escritura pública número P.A. 84,560, Volumen 787/2015 de fecha 15 de diciembre de 2015, pasada ante la fe del Lic. Luis Miguel Cámara Patrón, titular de la Notaría Pública Número 70 de la Ciudad de Cancún, Estado de Quintana Roo (Anexo 5).
Se presenta identificación oficial y Registro Federal de Contribuyente (RFC) del **C. Francisco Moctezuma Salazar** (Anexo 6).

2.4 DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE.

Calle y número: Avenida Bonampak número 7, Manzana 2, Primer piso de la Torre “A”, oficinas de Dirección Jurídica, en la Supermanzana 10, Ciudad de Cancún.

Código postal: 77500.

Entidad federativa: Quintana Roo.

Municipio o delegación: Benito Juárez.

Teléfono(s): (998) 8818475 y (998) 2142888

3. DATOS GENERALES DE LA EMPRESA RESPONSABLE DE LA ELABORACIÓN DE LA MIA-P.

3.1 NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.

ECOPLADESA, S.C.

3.2 REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES O CURP.

ECO040610GG4

3.3 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO.

Biol. Silvia Magallón Barajas. Cédula Profesional: 1523938.

3.4 DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.

Calle y número: Av. Xcaret. Lote 4-5, Sm.36 Mz.02, Cancún

Entidad federativa: Quintana Roo.

Municipio o delegación: Benito Juárez.

Teléfono(s) y Fax: 01(998) 8-92-22-66 y 8-92-22-67.

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. 9
1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS. 9
2. VOLÚMENES DE AGUA REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN DEL HOTEL. 10
3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 11
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE TRATAMIENTO QUE RECIBIRÁ EL AGUA. 18
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. 26
3.5.1 Operación. 26
3.5.2 Mantenimiento. 27
3.6 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO. 28
3.7 ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO. 28
3.8 UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS. 28
3.9 GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA. 28
3.10 INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS. 30

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 Atelier Playa Mujeres**". El sistema de potabilización de agua salada constituye una obra complementaria del Hotel y servirá para abastecer 593 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios. El hotel cuenta con un área de habitaciones, estacionamiento, spa, gimnasio, centro de convenciones, restaurantes, mercado, edificio de servicios, albercas y asoleaderos, caminos y andadores, y áreas de reforestación.

La planta desaladora ocupará una superficie de 120.23 m^2 y quedará dentro del edificio de servicios del hotel. Los dos pozos de captación y el de rechazo quedarán ubicados sobre las vialidades existentes, cada uno contará con una superficie de 4.5 m^2, sumando en total 13.5m^2 de superficie destinada a pozos. Las líneas de conducción de agua salada también se desplantarán en áreas que ya están autorizadas para las vialidades del 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:

- Dos pozos de captación con diámetro de 16" de ademe y tubería de 6" de diámetro para la alimentación de la planta de ósmosis inversa.
- Un pozo de rechazo con diámetro de 16" de ademe y tubería de 6" de diámetro.
- Equipo de bombeo sumergible
- Sistema de potabilización de agua salada (alimentación, pretratamiento, ósmosis inversa y postratamiento).
- Equipo de bombeo de alta presión y equipo de recuperación de energía.
- Cuarto de control
- Líneas de conducción de agua salada (conexión entre la planta y los pozos).

El proyecto "Hotel Atelier Playa Mujeres" fue autorizado en materia de impacto ambiental mediante el oficio resolutivo No. 04/SGA/1276/16/04133 de fecha 31 de agosto de 2016 y posteriormente modificado de acuerdo con la resolución del oficio No. 04/SGA/1250/17-04020 de fecha 31 de agosto de 2017.

La incorporación de una planta desaladora al proyecto se justifica ampliamente por la generación de un servicio que resulta indispensable para la operación del desarrollo turístico, el abasto de agua potable, sin que ello limite la distribución de agua destinada para la población local toda vez que el líquido será extraído a partir de pozos ubicados dentro del predio del hotel. Se anticipa que el impacto, directo y más significativo, que genere la operación de la desaladora se refiere a 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.

Debido a que se trata de una obra complementaria para el servicio de un hotel en desarrollo, la planta desaladora se ubicará en el edificio de servicios del Hotel Atelier Playa Mujeres y el área destinada para su instalación corresponde a 120.23 m^2. La ubicación de los pozos de captación y rechazo que se requieren perforar estarán ubicados en las vialidades aledañas al edificio de servicios, 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 Atelier Playa Mujeres, ubicado en el lote 4 (RTH4), lote de terreno 001, Mza 001, SM 003, Condominio Playa Mujeres, Zona Continental de Isla Mujeres, Quintana Roo (Figura 1).

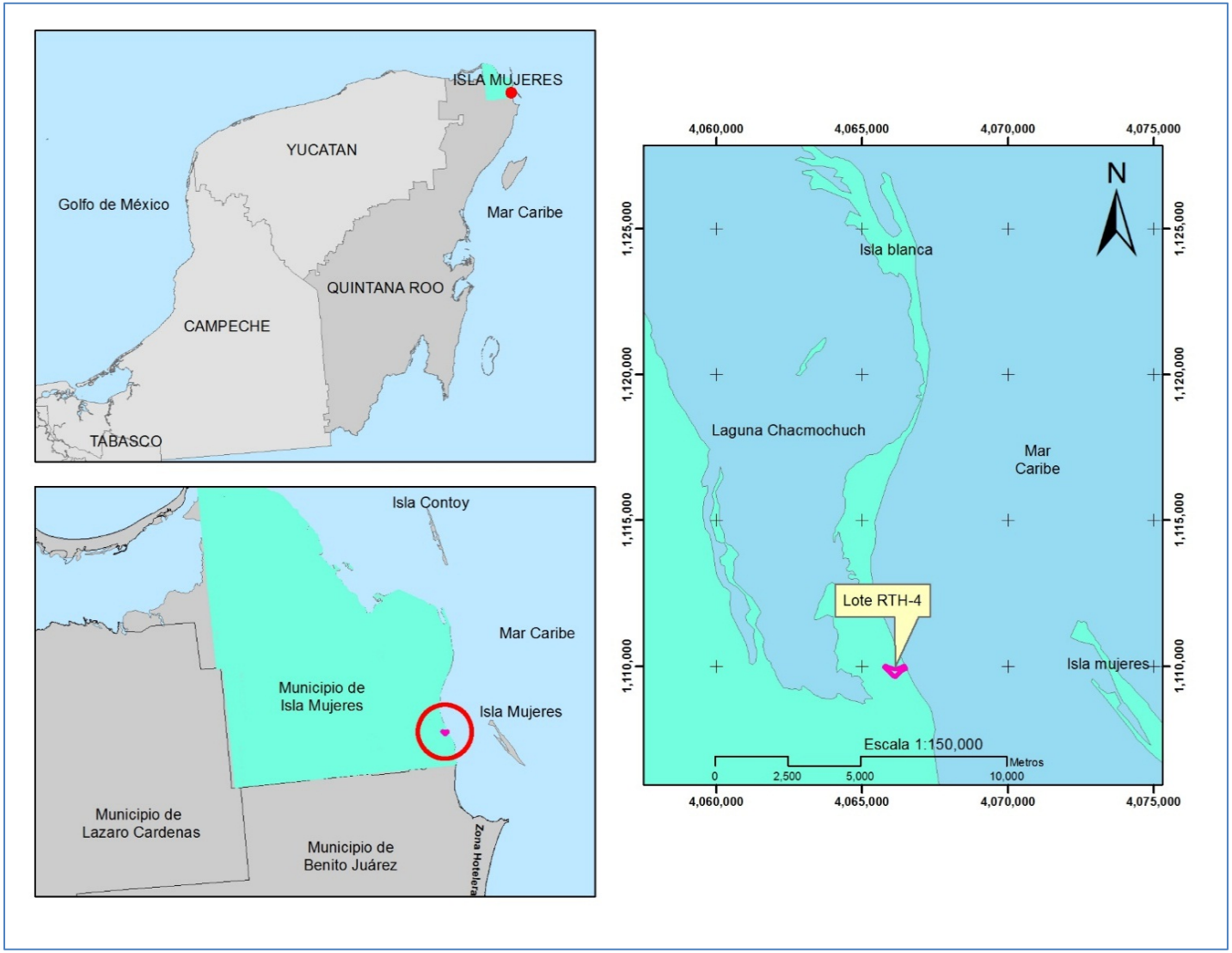


Figura 1. Localización regional y local del predio

1.4 INVERSIÓN REQUERIDA.

Se estima que la inversión para el desarrollo de la Planta desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres es de aproximadamente $ 71,600.00 USD (setenta y un mil seiscientos dólares) 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 $2,148.00 USD dos mil ciento cuarenta y ocho dólares).

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 Atelier Playa Mujeres**, en donde se desarrollará el proyecto es de 116,644.68 m^2, lo cual consta en las escrituras de propiedad anexas al presente estudio.

B. **Superficie de aprovechamiento:**

Para el hotel Atelier Playa Mujeres se autorizó una superficie de aprovechamiento de 46,453.85 m^2 que representan el 39.83 % del predio, manteniendo la superficie restante como área de conservación que corresponde a 70,190.03 m^2, que representan el 60.17 % del predio.

Para el desplante de la planta desaladora se prevé una superficie de aprovechamiento de 120.23 m^2 del edificio de servicios, mientras que, para los tres pozos se requiere de 13.5m^2, destinando 4.5m^2 a cada uno, sumando en total una superficie de 133.73m^2. Los pozos se ubicarán en las vialidades aledañas al edificio de servicios, 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 del edificio de servicios considerado en las áreas de desplante para el Hotel Atelier Playa Mujeres, así como la ubicación de la planta desaladora.

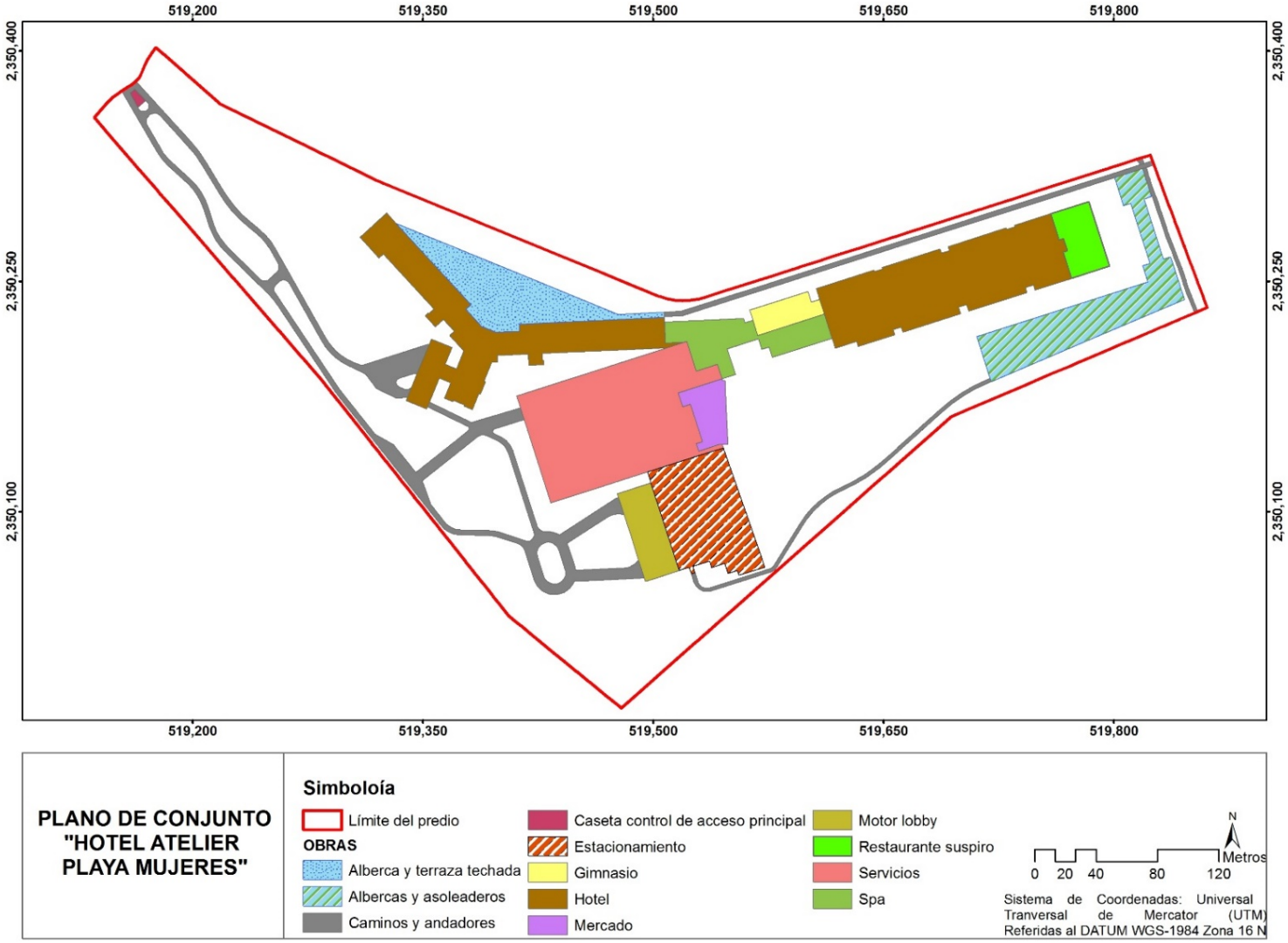


Figura 2a. Desplante autorizado para el Hotel Atelier Playa Mujeres.

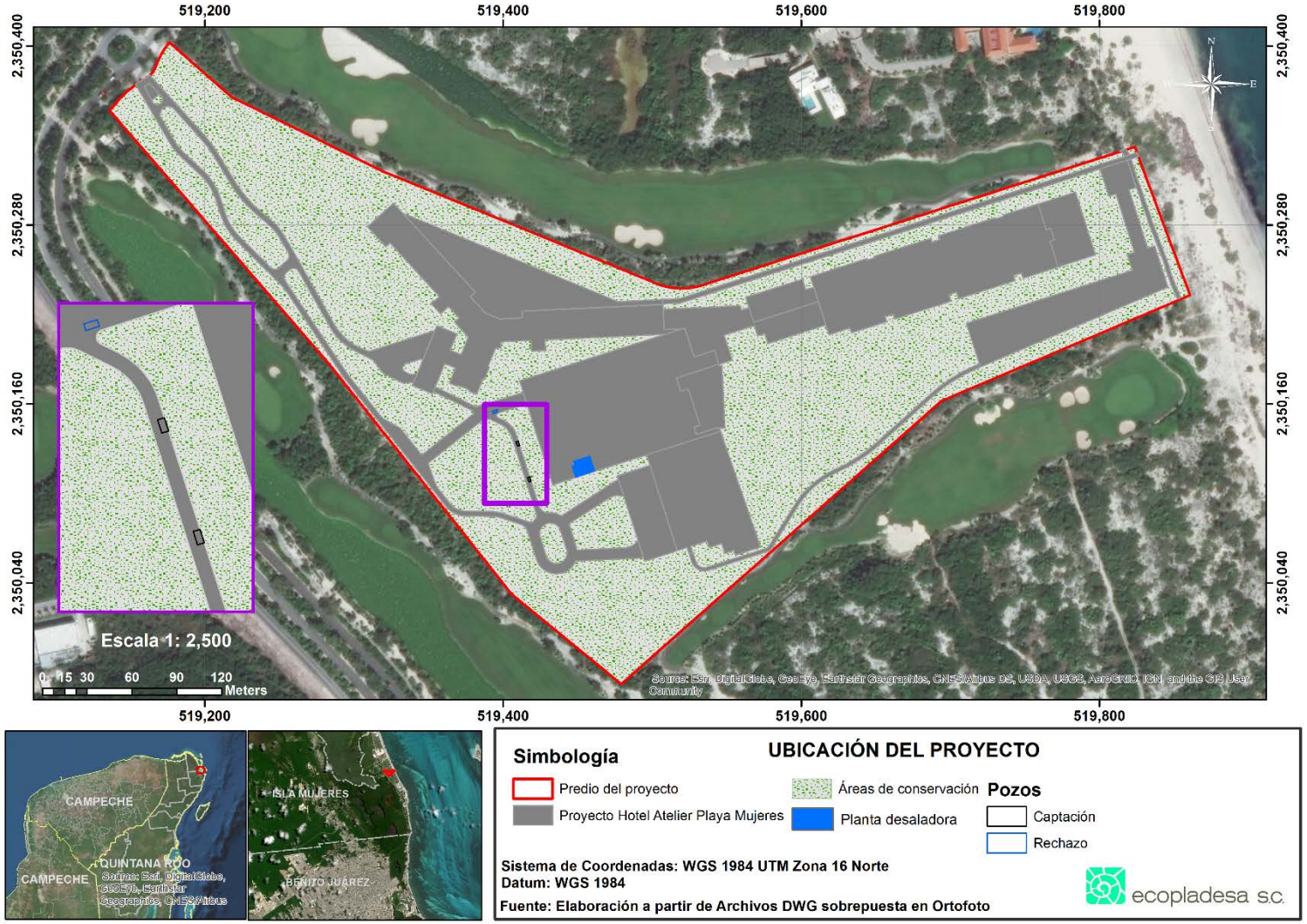


Figura 2b. Ubicación de la planta desaladora dentro del Hotel Atelier Playa Mujeres.

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 Atelier Playa Mujeres el cual ya se encuentra en construcción, mismo que de acuerdo con el Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el día 9 abril de 2008, se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental UGA-09, conocida como Península de Chacmuchuch, cuya política es de aprovechamiento sustentable y su uso está sujeto a lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo de la Península Chacmuchuch.

Durante la construcción del hotel se han seguido los parámetros y restricciones establecidas en el Plan Parcial de Desarrollo de la Península Chacmuchuch, publicado el 27 de diciembre de 2007 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. De acuerdo a este instrumento, el predio se ubica en el Sector No. 3 Playa Mujeres con clave AU3, Aprovechamiento urbano con uso predominante de Mixto comercial, compatible con turístico hotelero, turístico residencial, equipamiento, servicios y comercio, distrital, barrial y vecinal, con una densidad de 25 cuartos/Ha y aprovechamiento del 40 % de la superficie del predio. Para el Hotel Atelier Playa Mujeres se autorizó un aprovechamiento de una superficie de 46,453.85 m^2 que representan el 39.83 % del predio. La instalación de la planta desaladora quedará sujeta a lo establecido en este instrumento.

En el predio se mantienen áreas de conservación donde se desarrolla vegetación de matorral costero denso, matorral costero disperso, halófita costera, zonas de inundación permanente con *C. erectus* y *C. jamaicense*, con ejemplares de *Conocarpus erectus* y de inundación temporal. El predio colinda con la zona federal marítimo terrestre y el Mar Caribe.

1.7 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.

Debido a que el proyecto “Planta desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres” es una obra complementaria del Hotel Atelier Playa mujeres, el predio donde se pretende realizar el Proyecto en cuestión, forma parte del Plan Maestro Playa Mujeres, localizado en la zona continental del municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo (PLAMPM), mismo que es promovido por Desarrollos Quintana Roo, S.A. de C.V. Este complejo inició su construcción en el año 2006, con el desarrollo de las obras secundarias, es decir, las vialidades, campos de golf, planta de tratamiento y alumbrado público, y otros servicios básicos. Actualmente, en el complejo playa mujeres operan varios desarrollos turísticos que generan una importante fuente de empleo para la localidad, mismos que corresponden a La Amada Residences, Excellence Playa Mujeres, y The Beloved Hotel Playa Mujeres entre otros. Sin embargo, aún presenta varios de sus lotes sin desarrollo y con vegetación natural.
En este orden de ideas, el Desarrollo Playa Mujeres cuenta con todos los servicios, los cuales son necesarios para la construcción y operación del proyecto, mismos que se describen a continuación:

Vialidades de acceso: El predio está comunicado con el municipio de Isla Mujeres y Benito Juárez, a través de una vialidad central que está conformada por dos carriles con camellón central. Esta vialidad se conecta con la carretera que comunica la localidad de Isla Blanca en la Zona Continental de Isla Mujeres y con la localidad de Cancún.
Energía eléctrica: La red eléctrica del complejo Playa Mujeres, está conectada a red de suministro de la Comisión Federal de Electricidad.

Como parte del proceso constructivo del Hotel Atelier Playa Mujeres, se están realizando las instalaciones necesarias de suministro de energía eléctrica para el hotel y se contará con una subestación eléctrica en el edificio de servicios. De acuerdo con lo anterior, se contará con el servicio de energía eléctrica para la construcción de la planta desaladora.

Telefonía: El servicio de telefonía es proporcionado por la empresa Teléfonos de México S. A. de C. V., la cual cuenta con red de fibra óptica en la zona, que está siendo instalada en el hotel.

Agua: Durante la etapa de construcción de la planta desaladora, el agua cruda se abastecerá por medio de pipas del servicio público y será almacenada en tinacos plásticos de 1,000 a 5,000 litros de capacidad.

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

En la Manifestación de Impacto Ambiental del Hotel Atelier Playa Mujeres, se incluyeron los cálculos de agua requerida para la operación, los cuales se retoman a continuación.

Agua para Consumo Humano en operación: Tomando en cuenta que el promedio de gasto de agua es de 1.5 m^3 x día x Habitación, y que se construirán 593 cuartos, el volumen anual demandado a capacidad plena es de 324,667.5 m^3/año de agua potable de primera calidad para consumo humano (Cuadro 1).

Cuadro 1. Volumen de agua para consumo humano.

NÚMERO DE CUARTO	1.5 M^3/DÍA X CUARTO	M^3/AÑO
593	889.5	324,667.5

Uso en Áreas de Servicios: Se considera que, en las áreas de servicio, el promedio utilizado por empleado es de 100 L, por lo que, si se considera que el desarrollo tendrá 950 empleados, incluyendo personal de vigilancia, recursos humanos, gerencia, mantenimiento y cocineros el volumen diario que se demandará será de 95 m^3 por día, es decir 34,675.0 m^3/año (Cuadro 2).

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

SERVICIOS	100 LITRO POR EMPLEADO	
Empleados	950	Empleados
Índice	100	L/empleado/día
Volumen	95,000.0	L/día
	95.0	m^3/día
TOTAL	**34,675.0**	**m^3/año**

En suma, el gasto anual de agua potable que se contempla es de 359,342.50m^3/año, ó 984.5 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 898,356.25 m^3 anuales de agua salada con los que se obtendrán 359,342.50m^3/año de agua dulce de primer uso para consumo humano. Resultado de esto, se rechazarán 539,013.75 m^3/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 producirán 287,474.00 m^3/año (80%) de agua residual que serán enviados a su depuración en la planta de tratamiento de aguas residuales (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.

	m^3/Año	**m^3/Día**
EXTRACCIÓN	898,356.25	2,461.25
PRODUCTO	359,342.50	984.50
RECHAZO	539,013.75	1,476.75
AGUA RESIDUAL	287,474.00	787.60

De acuerdo con lo anterior, se requiere extraer un volumen de 2,461.25 m^3/día de agua salada, que equivale a 28.49 lps. Derivado de lo anterior se producirán 984.50m3/día y se rechazarán 1,476.75 m^3 de agua con salmuera. Considerando estos datos se requiere una planta desaladora con capacidad para extraer 28.49lps.

3. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para extraer 2,500m^3/día, que equivale a 28.94 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 2,461.25 m^3/día de agua salada, que equivale a 28.49 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Derivado del proceso de ósmosis inversa se producirán 1,000 m^3/día y para el proyecto se requieren de

984.50 m^3 /día. Se contará con dos pozos de captación con capacidad para extraer 18 lps y un pozo de descarga con capacidad para rechazar un volumen de 22 lps.

La planta desaladora ocupará una superficie de 120.23 m^2 y quedará dentro del edificio de servicios del hotel. Los tres pozos requeridos para su operación se ubicarán en el área de vialidades aledañas al edificio y comprenderán una superficie de 13.5m^2 entre los tres.

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

- Sistema de pretratamiento (filtros dual media, dosificador de inhibidor de incrustaciones).
- 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.
- Dos pozos de aprovechamiento con diámetro de 16” de ademe y tubería de 6” de diámetro para la alimentación de la planta de ósmosis inversa.
- Un pozo de rechazo con diámetro de 16” de ademe y tubería de 6” de diámetro.

En la siguiente figura se muestra la ubicación de la planta desaladora dentro del área de servicios, así como el acomodo y la distribución de los equipos que permitirán llevar a cabo el proceso de potabilización del agua.

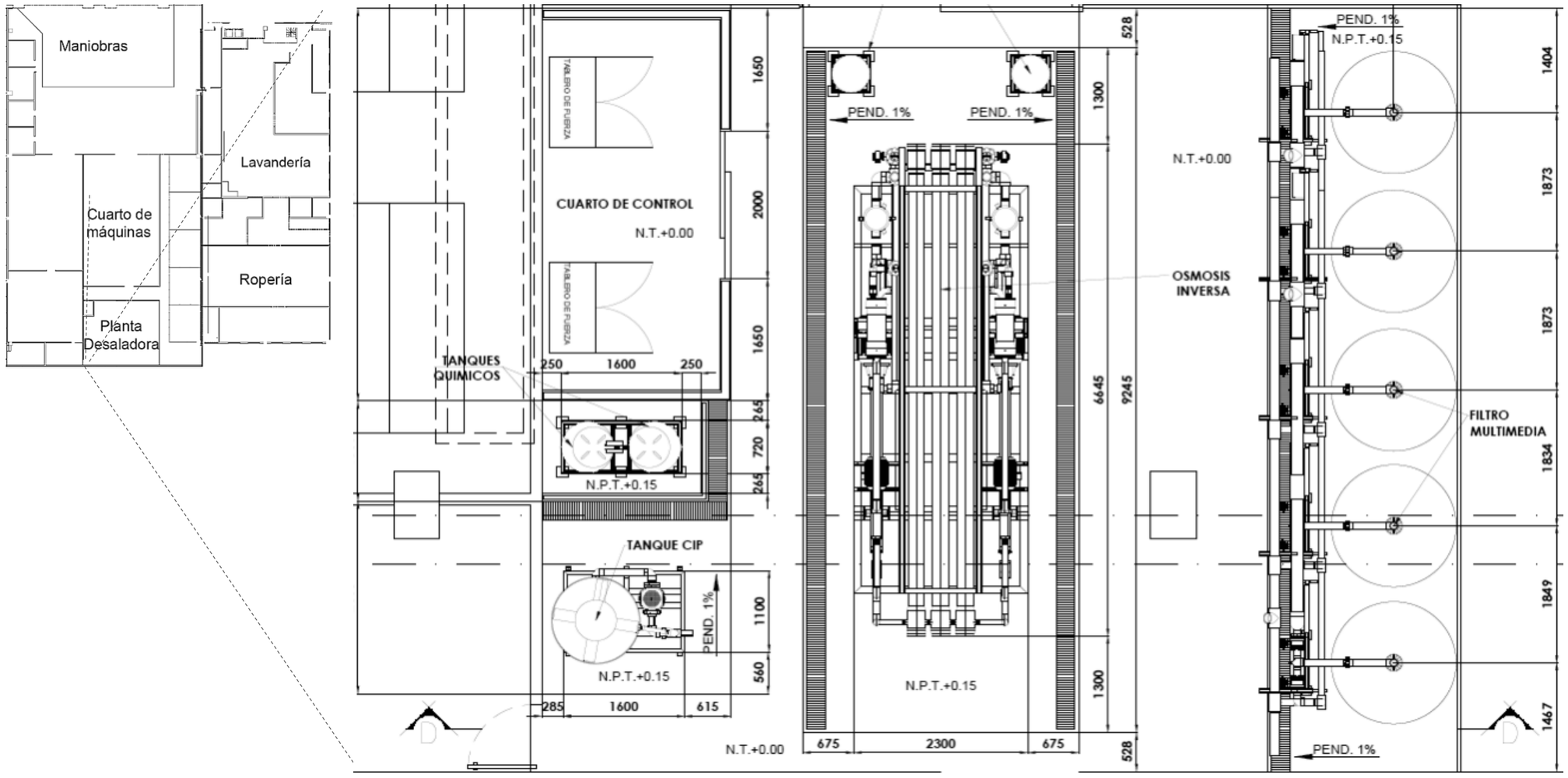


Figura 3. Ubicación y distribución de la planta desaladora dentro del área de servicios del edificio de servicios en el Hotel Atelier Playa Mujeres.

Características de los componentes

Pozos de captación y de rechazo

En la siguiente figura se muestra la profundidad estimada para los pozos de captación y para el pozo de rechazo, teniendo en cuenta el ademe liso que corresponde a 25 m y 80 m, respectivamente, en tanto que el ademe ranurado será 10 m y 20 m.

En lo que refiere al diámetro de tubería de succión designado tanto para el pozo de captación como de rechazo, será de 6” con camisa de succión de 8” y ademe de 16” de diámetro.

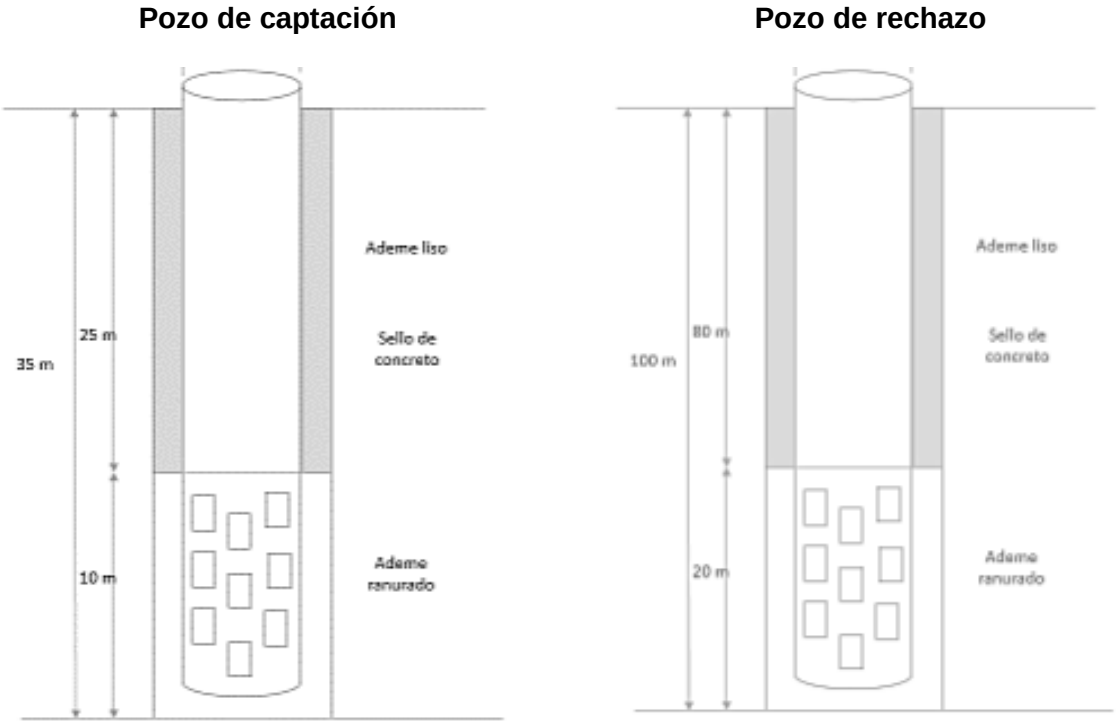


Figura 4. Profundidad estimada para el pozo de captación y de rechazo.

Sistema de pretratamiento

Este equipo acondicionará el agua para ser llevada a la máquina de ósmosis inversa, y constará de una batería de filtración gruesa y un housing pulidor de cartuchos para filtrado fino del agua.

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 40 pulgadas de longitud 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.

Sistema dosificador de inhibidor de incrustaciones

El equipo consta de una bomba dosificadora de diafragma de desplazamiento positivo la cual se puede regular tanto la abertura del diafragma como la frecuencia de pulsaciones. El inhibidor se preparará en un tanque de polietileno de alta densidad con capacidad de 200 L.

Sistemas de bombeo de alta presión

El equipo de bombeo consta de una bomba centrífuga marca Fedco, acoplada a un motor de 75 HP y recuperador de energía ERI tipo PX con bomba booster marca ERI con motor de 10 HP.
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.

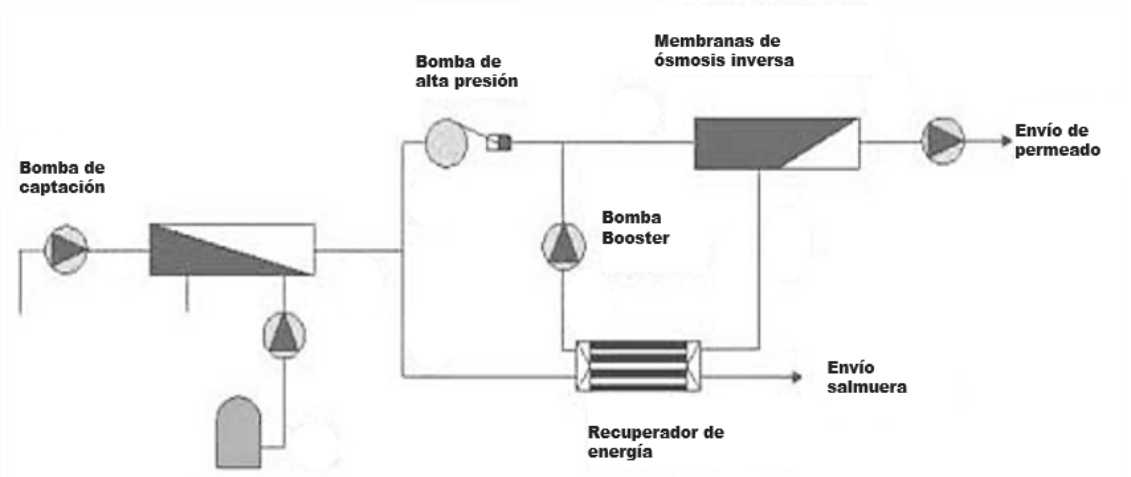


Figura 5. Diagrama de tuberías del proceso general de una planta desaladora con recuperador de energía.
Fuente: Gascón *et al.* (2011).

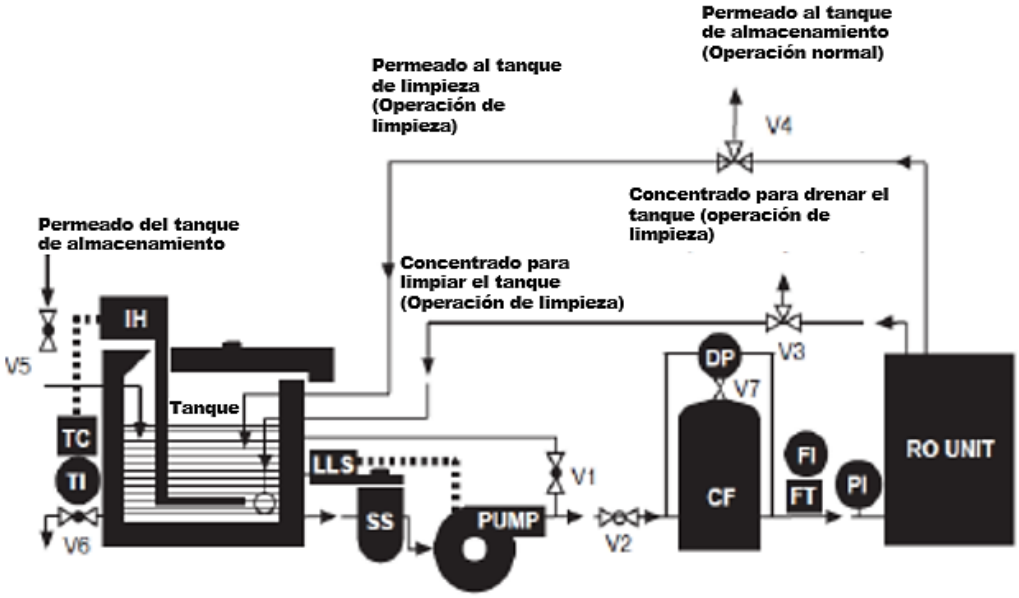
Banco de membranas

El banco de membranas consistirá de treinta y seis elementos de 8” de diámetro x 40” de longitud marca LG o equivalentes distribuidos en seis recipientes en un arreglo 6:0. Las membranas estarán trabajando a un flux de 8.6 gal /día ft^2.

Unidad de limpieza de membranas (CIP)

Consta de un tanque con fondo cónico de 1300 L y una bomba centrífuga horizontal. 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).

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.

De acuerdo con la etapa de que se trate variarán los instrumentos de medición, control, elementos de regulación, las conexiones entre estos elementos y los programas encargados de automatizar el proceso y de garantizar la repetitividad de las medidas.

Entre los instrumentos de medición y control que se prevén utilizar durante las diferentes etapas del proceso se incluyen manómetros, interruptores, reguladores y medidores de nivel, indicadores y transmisores de temperatura y presión, presostatos y caudalímetros. Asimismo, la planta desaladora cuenta con un centro de controles, el cual cuenta con sistema PLC (Controlador Lógico

Programable) para el control automático del sistema e interruptor para paro de emergencia.

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 500m^3/día por cada tren para un total de producción de 1,000 m^3/día.

- Volumen de agua extraído:

  Será extraído un total de 2,500 m^3/día por ambos trenes de ósmosis inversa, de los cuales serán aprovechables 1,000 m^3/día.

- Origen de las aguas recibidas:

  Para fines del proyecto, los dos pozos por medio de los cuales será obtenida el agua desde el manto acuífero, alcanzarán una profundidad de 35 m contemplando el ademe ranurado y tendrá una capacidad de extracción de 18 lps cada uno.

- 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 1500 m^3/día de agua concentrada en sales.

- Destino final del efluente de rechazo:

  La salmuera resultante del proceso de desalación volverá al manto acuífero, para ello, será conducida al pozo de rechazo a razón de 22 lps, el cual se prevé que tendrá 100 m de profundidad, contemplando 20 m de ademe ranurado.

- Capacidad máxima de tratamiento:

  1000 m^3/día

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 cisternas y redes internas de suministro a las diferentes áreas del proyecto.

El proceso de desalación consta de las siguientes etapas:

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

El agua salada se extraerá del acuífero a través de dos pozos de captación, mismos que contarán con una profundidad de 35 m; que a su vez se dividen en 25 m que es la profundidad a la que se extraerá el agua y 10 m en los que se instalará ademe ranurado. Los pozos contarán con 6" de tubería de succión, 8" de camisa de succión y 16" de ademe de pozo. El flujo de aprovechamiento será de 18 lps.

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 misma. Esta etapa consta de los siguientes equipos:

a) Desgasificador

El proceso comienza con la alimentación del agua de mar (230 gpm) con una concentración de sólidos disueltos totales máxima de 36,000 ppm. Posteriormente pasa a través del desgasificador. Este equipo permite la eliminación del oxígeno y otros gases contenidos en el agua de alimentación, tal es el caso del ácido sulfhídrico, de modo que, se evite la corrosión de elementos y tramos que conformen el circuito de la planta.

b) Filtros duales media de operación manual

Consecutivamente, el agua pasa a través de los lechos filtrantes de arena, grava y antracita para eliminar sólidos suspendidos mayores a 20 micras. Cada filtro contará con un manifold 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 horas o 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 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.

c) Filtro pulidor de cartuchos

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

d) 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 0.5 a 1.0 ppm.

Una vez que el agua está filtrada y acondicionada, inicia el proceso de desalinización mediante el sistema de ósmosis inversa. Para ello, el agua pasa a través de la bomba de alta presión para alimentar al 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 92 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 8.6 gal/día ft^2.

Posteriormente, se lleva a cabo el proceso de postratamiento del agua, que consiste en inyectar el agua desalinizada a la cisterna de almacenamiento con que contará el hotel, la cual se ubicará dentro del área de servicios y a la que le será dosificado hipoclorito de sodio y carbonato de sodio. 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.

Asimismo, 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.

Parte del agua generada en el proceso 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																
Ahuyentamiento de fauna																
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 los residuos que pudieron quedarse dentro del área sobre la que se instalará la planta desaladora durante la construcción del edificio de servicios. Asimismo, se llevará a cabo el ahuyentamiento de fauna.

Estas serán las únicas actividades que se prevén durante esta etapa, toda vez que el cuerpo principal de la planta se instalará dentro de uno de los edificios del Hotel, y los pozos y líneas de conducción de afluentes y efluentes se establecerán en áreas que fueron despalmadas previamente para las obras de vialidades del hotel.

3.3.1 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto.

No se consideran obras provisionales, ya que la instalación de la planta de tratamiento se realizará en un edificio que se encuentra en proceso constructivo y los pozos en las áreas de vialidades que también están en proceso de construcción, en el cual se colocarán todos los equipos necesarios.

Para la construcción de los pozos se requiere la delimitación y aprovechamiento de tres metros en media luna para los trabajos y maniobras alrededor de la zona destinada a perforación, la cual se establecerá dentro de los 4.5 m^2 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 las vialidades aledañas al edificio de servicios 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 16”. 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 los pozos de captación, sin embargo, la distancia a la que debe hacerse la perforación es mayor.

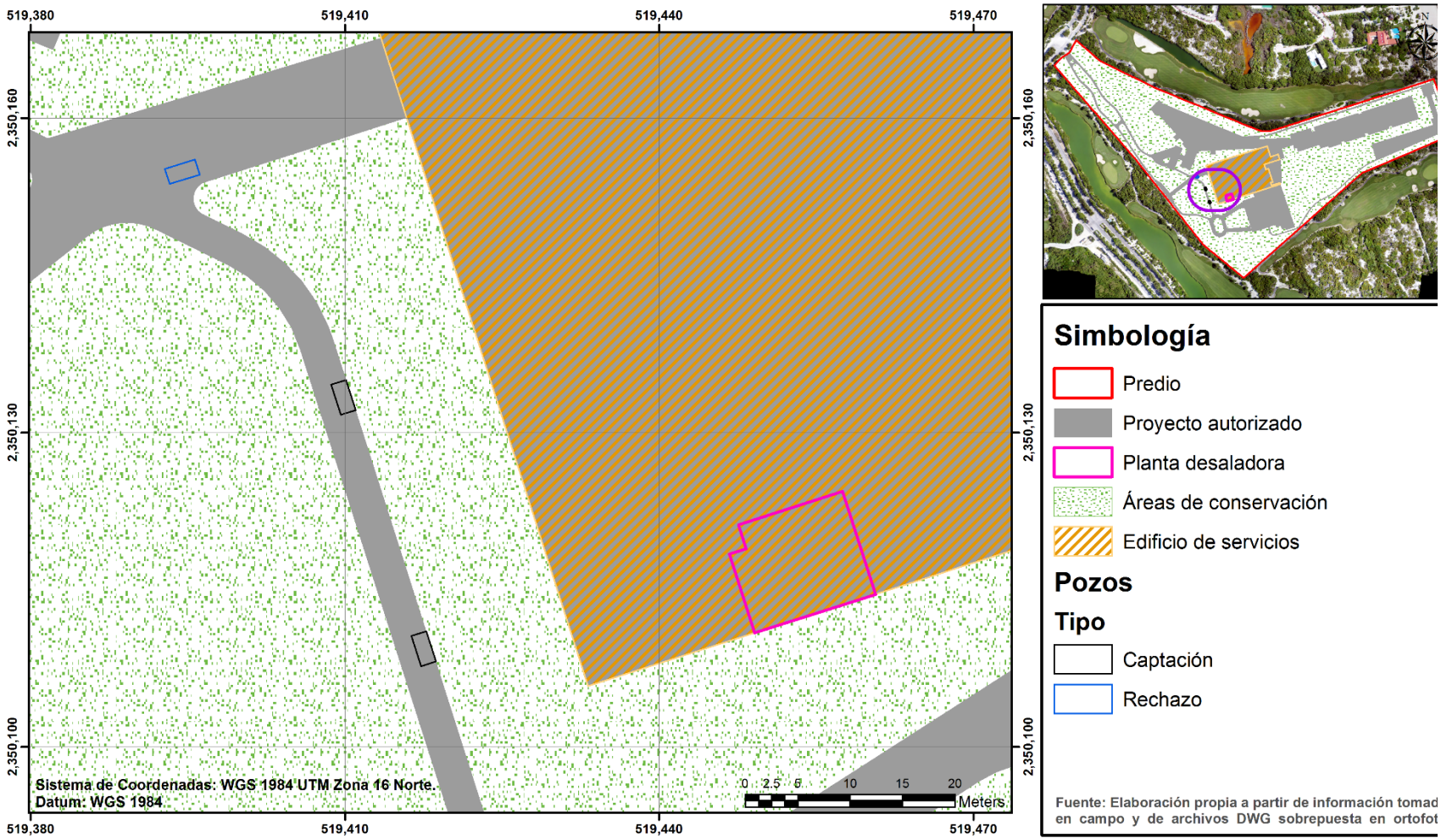


Figura 7. Ubicación de los pozos de captación y rechazo ubicados en las vialidades aledañas al edificio de servicios.

A continuación, se presenta el esquema del pozo de captación y rechazo.

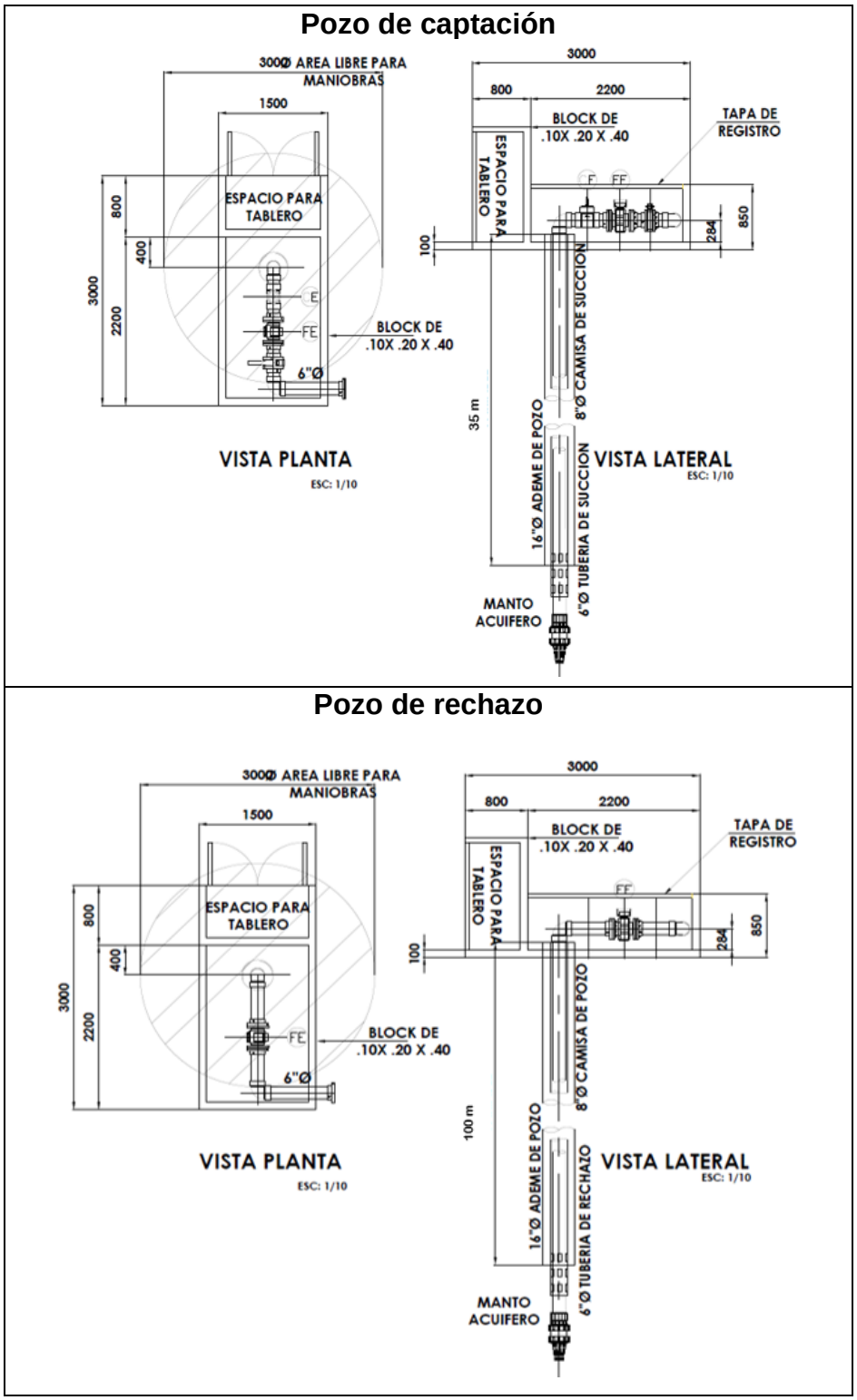


Figura 8. Se muestran las características de los pozos de captación y rechazo.

- 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 salda, 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 100 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 los 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 el hotel entre en operación, ya que, para poder definir las fechas y el periodo de mantenimiento de las máquinas y equipos, así como de las instalaciones del hotel, 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
Debido a que 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, se prevé que los residuos generados serán residuos sólidos urbanos, principalmente aquellos derivados del consumo de alimentos y bebidas por parte de los trabajadores y, mínimamente, escombro.

Construcción.
Se prevé la generación de residuos sólidos domésticos 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.

Asimismo, se espera la generación de agua residual proveniente del uso de sanitarios portátiles por parte de los trabajadores.

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 1500m^3. 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 edificio de servicios, serán dispuestos en contenedores, los cuales estarán debidamente identificados a fin de separar los residuos que resulten susceptibles de reciclaje, teles como latas, botellas, etc.

  En lo que respecta a los residuos de escombro que pudieran generarse en esta etapa, serán dispuestos con los demás residuos de esta índole generados durante la construcción del hotel. Inicialmente serán colectados en tambos de 200 L y posteriormente serán llevados al área de acopio de residuos al interior del predio.

  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, sanitarios portátiles y de obra.

  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 la separación, de los residuos. 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:

El proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres cuenta con un programa de manejo de residuos, asimismo, en la presente manifestación se anexa el programa de manejo de residuos que refiere específicamente al desarrollo de la planta desaladora para dicho desarrollo turístico (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 estos programas. 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.

  En lo referente a las aguas residuales generadas por el uso de sanitarios portátiles, serán retiradas por la empresa arrendadora, la cual habrá de contar con las autorizaciones correspondientes para su disposición.

  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 interno del Plan Maestro Playa Mujeres, para su tratamiento en la planta de tratamiento de aguas residuales autorizada por el complejo Playa Mujeres a la cual estará conectada el hotel.

- 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 de las obras temporales del Hotel Atelier Playa Mujeres 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 se mantendrán en el almacén de residuos peligrosos con el que contará 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. ANALISIS 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. PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DE LA PENÍNSULA CHACMUCHUCH. 8
2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES. 13
2.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS. 36
2.3.1. Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. 40
2.3.2. 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. 40
2.3.3. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre en su artículo 60 TER, así como con la NOM-022-SEMARNAT-2003. 44
2.4. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS. 61
2.5. REGIONES PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN (CONABIO: ARRIAGA *ET AL*. 2000). 62
2.5.1. Regiones Hidrológicas Prioritarias. 63
2.5.2. Regiones Marinas Prioritarias. 67
2.5.3. Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad. 70

1. ANALISIS 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 proyecto denominado Hotel Atelier Playa Mujeres, a continuación, se realizará la vinculación correspondiente a la construcción y operación del proyecto "**Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres**" 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, carboductos y poliductos;

El proyecto de la Planta Desaladora se ubicará dentro del Hotel Atelier Playa Mujeres, así mismo 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 Atelier Playa Mujeres", 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 dispuestos 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 Atelier Playa Mujeres"** 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** dela 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 dela 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.- 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;	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.
II.- El aprovechamiento sustentable de los recursos naturales que comprenden los ecosistemas acuáticos deben realizarse de manera que no se afecte su equilibrio ecológico;	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 359,342.50 m^3/año, ó 984.5 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 898,356.25 m^3 anuales de agua salada con los que se obtendrán 359,342.50 m^3/año de agua dulce de primer uso para consumo humano. Resultado de esto, se rechazarán 539,013.75 m^3/año de aguas saladas con concentraciones entre los 57,200 y 79,200 mg/l de sólidos disueltos totales mismos que serán inyectados nuevamente a través de pozos de inyección a una profundidad de 100 m, para evitar intrusión salina.
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	Si bien, el proyecto se encuentra en una zona de descarga de agua por la cercanía a la costa, no obstante, se mantendrán las áreas de conservación en buen estado, para que estás sigan su función ambiental en el ciclo hidrológico.
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.	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.- La formulación e integración del Programa Nacional Hidráulico;	Este criterio corresponde a las autoridades correspondientes por lo que no se considera el cumplimiento del mismo.
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;	La promovente, realizará los trámites correspondientes para el aprovechamiento de agua subterránea ante la CONAGUA, así mismo, 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.
III.- El otorgamiento de autorizaciones para la desviación, extracción o derivación de aguas de propiedad nacional;	
IV.- El establecimiento de zonas reglamentadas, de veda o de reserva;	Este criterio corresponde a las autoridades correspondientes.
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	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
hidráulicos nacionales o que afecten el equilibrio ecológico;	
VI.- La operación y administración de los sistemas de agua potable y alcantarillado que sirven a los centros de población e industrias;	La construcción y operación de la planta desaladora es una obra complementaria para el servicio del Hotel Atelier Playa Mujeres por lo que no se realizarán actividades de operación y/o administración de los sistemas de agua potable del centro de población de Isla Mujeres.
VII.- Las previsiones contenidas en el programa director para el desarrollo urbano del Distrito Federal respecto de la política de reuso de aguas;	Este criterio no es vinculable con el proyecto debido a que este se llevará a cabo en el estado de Quintana Roo.
VIII.- Las políticas y programas para la protección de especies acuáticas endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;	No se consideran afectaciones a especies acuáticas, debido a que los pozos de captación estarán construidos a 35 m, mientras que los pozos de rechazo estarán a 100 m además de que su diseño se propuso con base en el estudio estratigráfico y de calidad del agua elaborado para el proyecto, contando con ademe liso y ranurado (Anexo Técnico 1).
IX.- Las concesiones para la realización de actividades de acuacultura, en términos de lo previsto en la Ley de Pesca, y	El proyecto no contempla la realización de actividades de acuacultura, ni actividades de pesca.
X.- La creación y administración de áreas o zonas de protección pesquera.	

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.

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, como sus construcción y operación, es importante manifestar que este fue proyectado y estructurado de manera que en todas y cada una de sus etapas cumpla 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.

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. PLAN PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DE LA PENÍNSULA CHACMUCHUCH.

El predio en estudio está regulado por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuchuch (PPDU) publicado el 27 de diciembre de 2007 en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo. De acuerdo a este instrumento, el predio se ubica en el Sector No. 3 Playa Mujeres con clave AU3, Aprovechamiento urbano con uso predominante de Mixto comercial, compatible con turístico hotelero, turístico residencial, equipamiento, servicios y comercio, distrital, barrial y vecinal, con una densidad de 25 cuartos/Ha (Figura 1). Para el Sector No. 3 con clave AU3, se tienen que respetar los siguientes parámetros:

Cuadro 1. Parámetros establecidos para el sector 3 del PPDU.

Parámetros PPDU	
Densidad	25 cuartos/ha
COS	0.3+0.1*

Parámetros PPDU	
Superficie de aprovechamiento	40 %
CUS	1.50
Altura en metros	Max. 17.5 m
en niveles	5+ce**

*El COS+0.1área libre de utilización de suelo sin cubrir.
**5+ce=cinco niveles más cubo de elevador

También considera las siguientes restricciones.

Cuadro 2.Se indican las restricciones que se deben respetar.

Restricción	PDU	Metros
Frontal	h *0.334	5.8
Lateral	h *0.167	2.92
Fondo	h *0.167	2.92

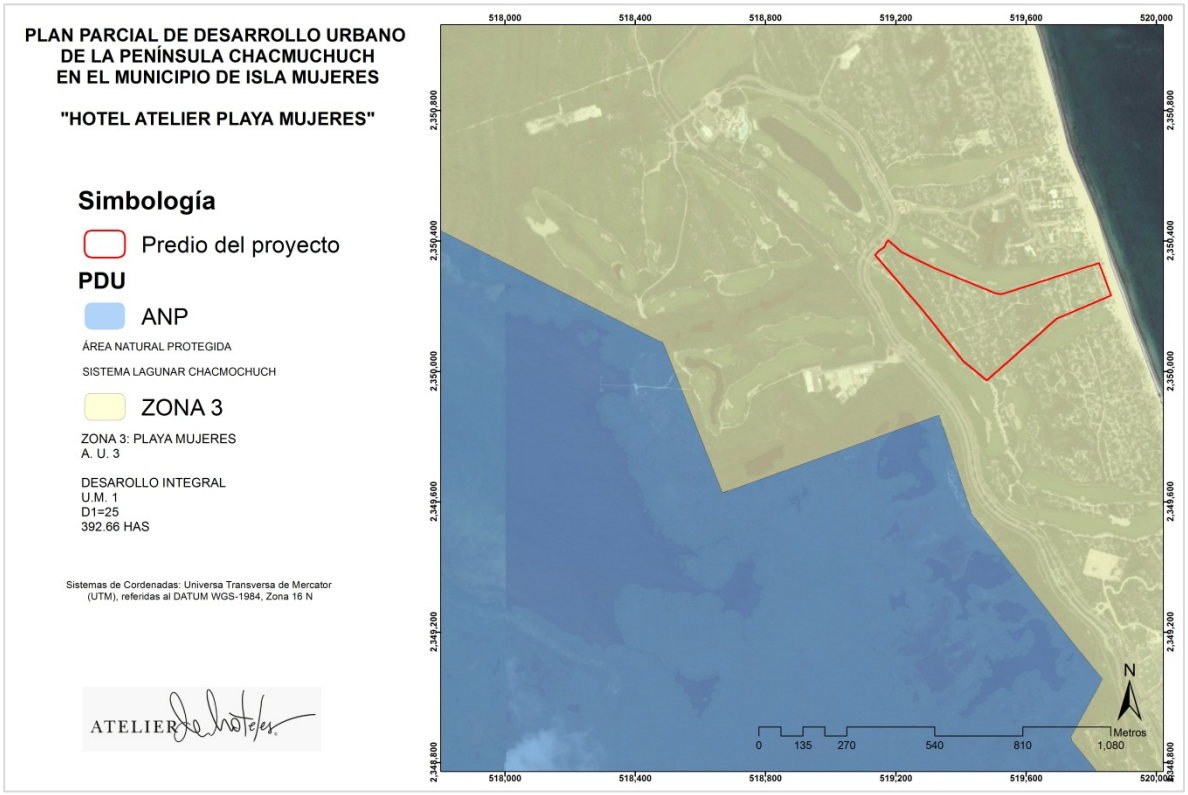


Figura 1. Se muestra la localización del predio con relación al Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuchuch del Municipio de Isla Mujeres, mismo que corresponde al Sector 3.

De la misma forma, el PPDU estipula que se deben cumplir los siguientes criterios mareomotrices basados en los estudios realizados por “GS Ingeniería Integral” y “Cambio de las líneas Costeras”:

M.4.- Que las dunas o bermas de la playa no sean niveladas hasta una elevación que les haga perder su efectividad en su función de proteger contra olas de tormenta.

En relación con lo anterior, el predio del proyecto está conformado por varios cordones de dunas, algunos arenosos y otros ya consolidados y en proceso de litificación.

Los cordones arenosos que se registran en el predio corresponden en primer lugar a las dunas embrionarias que tienen mayor movimiento de arena y que están parcialmente descubiertas de vegetación. En segundo lugar y avanzando en sentido este-oeste, se ubican los cordones de duna arenosos pero ya son más estables, están cubiertos con vegetación y presentan la dinámica del primer cordón de duna y posteriores. Estos cordones están bien conformados con un frente, cresta y duna posterior de diferentes niveles.

Así, el primer cordón de duna arenoso más estable se ubica a partir de la cota topográfica de 0.75 presentando un frente, cresta y duna posterior; la cota más elevada es la de 1 msnm. Posteriormente se ubican otros 3 cordones arenosos pequeños que terminan en la cota topográfica de 1.75 msnm, teniendo la cresta más alta en las cotas de 2.25msnm en la parte sureste del predio, pero fuera de sus límites. El cuarto cordón arenoso se encuentra bien consolidado y está cubierto con vegetación halófita costera.

Lo que corresponde al primer, segundo y tercer cordón de dunas arenosas quedan ubicadas fuera de los límites del predio del proyecto en su porción Este; solamente el cuarto queda ubicado dentro de sus límites. Posterior al cuarto cordón arenoso se ubica el camino existente. Este camino existente rompió la continuidad en las elevaciones de las dunas, por lo que se considera que es el límite donde terminan las dunas arenosas.

La vegetación presente en los primeros dos cordones de duna está representada por halófitas costeras rastreras y herbáceas con especies de arbustos de baja altura, de las especies: *Ambrosia hispida, Distichlisspicata, Sporobolusvirginicus, Paspalumvaginatum, Tournephortiagnaphalodes, Suriana maritima, Scaevolaplumieri,* principalmente. La vegetación del tercer y cuarto cordón además presentan la presencia de *Cocos nucifera, Coccolobauvifera e Hymenocallislitorallis*, así como las especies de los primeros dos cordones pero en una cobertura mayor y alcanzando mayor altura. El proyecto se desplantará muy detrás del límite del primer cordón de dunas, quedando a una distancia de 470 m de este primer cordón arenoso que se distinguió en el perfil de playa, y 490 m en el caso de los pozos.

Derivado de este análisis, es evidente que los cordones de duna semimóviles están ubicados fuera del límite del predio (tres primeros cordones de dunas) y están cumpliendo con su función de protección ante eventos de tormenta y otros servicios ambientales que prestan las dunas para la formación de playa.

Estos cordones no serán modificados por el proyecto, debido a que no se contemplan obras de ningún tipo en esa zona sino dentro del edificio de servicios y en las vialidades aledañas a este que ya están autorizadas para el hotel, permitiendo el crecimiento de la vegetación y el uso como hábitat por parte de la fauna. De acuerdo con lo anterior, los cordones arenosos de dunas conservarán sus funciones de protección contra los vientos y el oleaje, de hábitat para la fauna y se evitará la erosión de la playa.

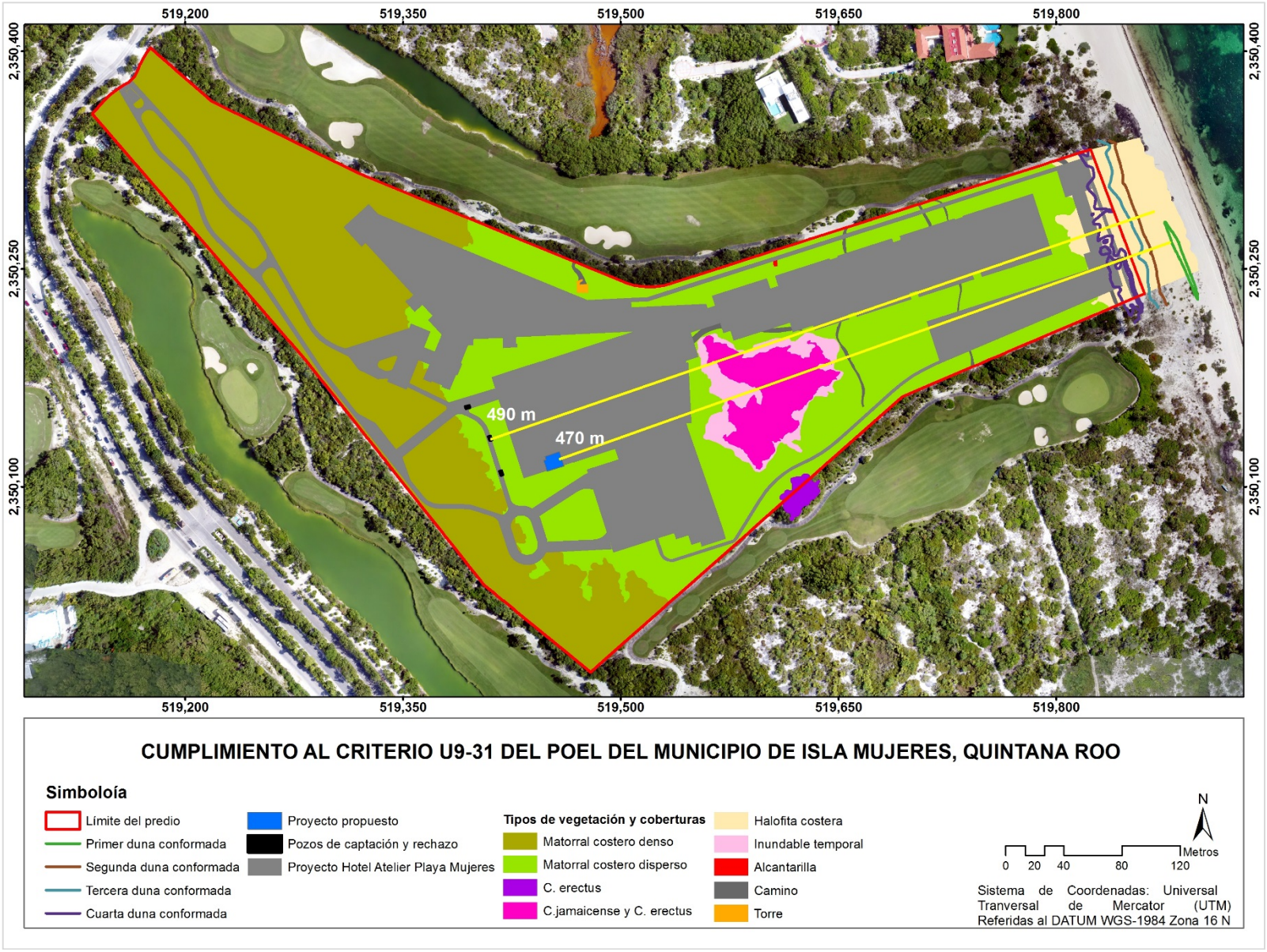


Figura 2. Se muestra que el proyecto se desplantará detrás del límite del primer cordón de dunas.

M.5.- No se construyan muros verticales porque causan erosión de la playa frente a ellos.

En la playa no se construirán muros verticales que causen erosión.

M.6.- No se construyan espolones, rompeolas o atracaderos si causan erosión de aguas abajo que no pueda ser corregida fácilmente.

El proyecto no contempla la construcción de espolones, atracaderos ni rompeolas, toda vez que este corresponde a la construcción y operación de una planta desaladora dentro de las instalaciones del proyecto autorizado Hotel Atelier Playa Mujeres.

M.7.- La alimentación artificial de las playas, se haga con material apropiado en (características físico -químicas) que pueda permanecer en la playa por mucho tiempo.

En el proyecto no se pretende realizar la alimentación de playas por lo que no le aplica este criterio.

M.8.- Los desarrollos turísticos o industriales se construyan lejos de la playa, hacia el continente, para prevenir la erosión ocasionada por los cambios cíclicos de la playa que ocurren de década a década.

El proyecto autorizado Hotel Atelier Playa Mujeres se desplantó detrás del primer cordón de dunas, a una distancia de entre los 41.51 y 52.09 m de la playa, por lo que no se afectará la zona de playa, teniendo así, que el proyecto “Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres” al ubicarse dentro de las instalaciones o zona de aprovechamiento del proyecto autorizado, cumple con lo dispuesto en el este criterio.

Además, el PPDU establece para mitigar las fuerzas mareomotrices que las obras como hoteles, desarrollos turísticos y similares, independientemente de que cada inversionista realice su propio análisis económico, su desplante se hará en cotas mínimas de la +2.0 msnm. De tal forma que el proyecto se apega a lo establecido ya que:

- ✓ El proyecto se desplantará dentro de las instalaciones del proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres, el cual está construido sobre una elevación de 2.25 msnm.
- ✓ Las obras se desplantarán detrás del primer cordón de dunas.
- ✓ Se permitirá el libre flujo de agua ya que como se mencionó, el desplante del proyecto propuesto es dentro de la zona autorizada para el desarrollo del Hotel Atelier Playa Mujeres, el cual está construido con cimentación piloteada.

En cuanto al cumplimiento de los parámetros establecidos el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuchuch (PPDU), a continuación, se presenta un cuadro comparativo de los que están permitidos y los autorizados para el hotel y con la planta desaladora, los cuales no cambian en ninguno de sus parámetros, ya que la planta será construida dentro del edificio de servicios y los pozos en áreas de vialidades previamente autorizados al hotel.

Cuadro 3**.** Cuadro comparativo de los parámetros del PPDU de la Península Chacmuchuchdel proyecto autorizado y con la planta desaladora que se propone.

Parámetros PPDU			**Proyecto autorizado y con la planta desaladora que se propone**
Densidad	25 cuartos/ha		593 cuartos
COS	0.3+0.1*	46,657.87m^2	46,453.85m^2, 39.83 %
CUS	1.50	174,967.02 m^2	96,643.23m^2, 0.83
Altura en metros	Max. 17.5 m	2 a 5 niveles y sótano	5 niveles y sótano Altura de 17.5 m
en niveles	5+ce**		

El COS+0.1 área libre de utilización de suelo sin cubrir.

**5+ce=cinco niveles más cubo de elevador

COS. El factor que multiplicado por el área total del lote o predio, determina la máxima superficie desplantable del mismo, excluyendo de su cuantificación las áreas ocupadas por sótanos.

CUS. El factor que multiplicado por el área total de un lote o predio, determina la máxima superficie construida que puede tener una edificación, en un lote determinado, excluyendo de su cuantificación las áreas ocupadas por sótanos.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto cumple con los parámetros establecidos en el Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuchuch.

Por lo anterior, la Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres que se pretende instalar en el predio y dentro de las instalaciones del proyecto previamente autorizado, no corresponde a un espacio que requiera ser cuantificado para efectos del COS, con lo cual este coeficiente mantiene los mismo valores previamente evaluados y autorizados. De acuerdo con la resolución 04/SGA/1250/1704020 con fecha 31 de agosto 2017, las obras autorizadas ocupan un COS del 39.83% del predio, lo cual está debajo de lo permitido por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuchuch (40%).

2.2. PROGRAMA DE ORDENAMIENTO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo,publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo, el día 9 abril de 2008, el predio de interés se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental UGA-09, conocida como Península de Chacmuchuch, cuya política es de aprovechamiento sustentable y su uso está sujeto a lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo de la Península Chacmuchuch(Figura 3).

Política	**Recursos y procesos prioritarios**	**Usos predominantes**	**Usos compatibles**	**Usos condicionados**	**Usos incompatibles**
Aprovechamiento Sustentable	Playa, Paisaje, Agua, dunas y manglar	Los establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmuchuch	Los establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmuchuch.	Los establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmuchuch	Aquéllos que se contrapongan a los usos establecidos en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmuchuch

Política	Recursos y procesos prioritarios	Usos predominantes	Usos compatibles	Usos condicionados	Usos incompatibles
					o bien los que causen deterioro a los recursos y procesos prioritarios.

Cuadro 4. Unidad de gestión ambiental dentro de la cual se encuentra el predio del proyecto.

Unidad de gestión ambiental	09Península de Chacmuchuch

Política Ambiental: Aprovechamiento Sustentable
Lineamientos:

1. Proteger los ecosistemas de manglar.
2. Las áreas con vegetación de duna costera están integradas a los desarrollos turísticos y residenciales.
3. Se mantiene el acceso y calidad sanitaria actual de las playas.
4. Se mantiene la calidad actual del agua de los cuerpos de agua colindantes.
5. No existe contaminación por residuos sólidos.
6. En el sector de la angostura solo se permite la construcción de vialidades que permitan el flujo hidrológico entre el mar y la laguna.

Estrategias

1. No se presentan pérdidas en la cobertura de manglar.
2. Las modificaciones a la vegetación de dunas costeras de cada predio serán conforme a los coeficientes de ocupación del suelo y un máximo de 10 % para jardines conforme a los programas de desarrollo vigentes en el Municipio.
3. No se rebasan los límites máximos permisibles de contaminantes en los cuerpos de agua, de acuerdo con lo establecido en las normas oficiales mexicanas aplicables.
4. En los sectores San Augusto-El Meco y Santa Fátima- Francisco Javier existen 9.0 m^2 de área verde por habitante.
5. El sistema de drenaje da cobertura a la totalidad de los fraccionamientos residenciales en los sectores San Augusto-El Meco y Santa Fátima- Francisco Javier.
6. Los residuos líquidos son canalizados a las plantas de tratamiento con la capacidad suficiente para su procesamiento.
7. Los desarrollos turísticos cuentan con sistemas de tratamiento de aguas residuales, reúso y disposición final autorizados.
8. No hay tiraderos a cielo abierto.
9. La totalidad de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados por los desarrollos turísticos están sujetos a un programa de manejo integral.

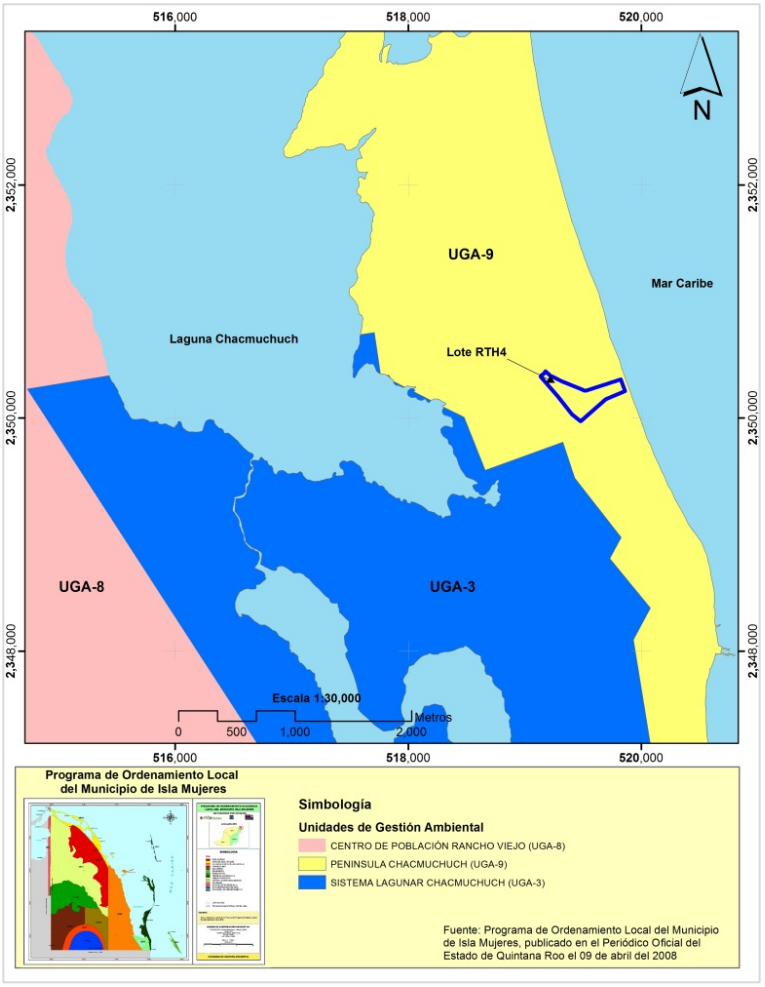


Figura 3. Ubicación del predio del proyecto en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres (2008).

El Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Isla Mujeres, establece criterios ecológicos de aplicación general y específica a los distintos sectores de la UGA 09.

Cuadro 5. Criterios de regulación ecológica asignados a los sectores del PPDU

SECTOR	USO	CRITERIOS APLICABLES (CLAVE U9)		
		PLAYAS Y PAISAJE	AGUA	DUNAS Y MANGLAR
3	Playa Mujeres	1,2,3,4,5,8,9,10, 11, 12,13, 14, 15, 16	17,18,19,21,22,23,24,25	26,27,28,29,31,32

En los siguientes cuadros se enlistan los criterios de aplicación general y urbanos enmarcados por el POEL y su respectiva vinculación con el proyecto.

Cuadro 6. Criterios de regulación ecológica de aplicación general y su vinculación con el proyecto.

CRITERIOS ECOLOGICOS DE APLICACIÓN GENERAL		
Criterio		**Cumplimiento**
Recurso prioritario Agua		
CG-01	Para la recarga de los acuíferos, en las superficies de predios que se pretendan utilizar para obras e instalaciones, se deberá permitir la filtración de aguas pluviales al suelo y subsuelo. Por tal motivo, las personas físicas o morales quedan obligadas a proporcionar un porcentaje del terreno a construir preferentemente como área verde, lo que en su caso siempre será permeable, con los siguientes porcentajes: a) En predios con área menor a 100 metros cuadrados se destinará como mínimo 10% de la superficie total del predio, b) En predios de 101 hasta 500 metros cuadrados, se destinará como mínimo 20% de la superficie total del predio, c) En los lotes de 501 a 3,000 metros cuadrados, se destinará como mínimo 30% de la superficie total del predio, y d) En los lotes de 3,001 metros cuadrados en adelante se destinará como mínimo 40% de la superficie total del predio.	En relación con este criterio, y toda vez que el predio posee una superficie mayor a 3,001 metros cuadrados se debe destinar el 40% como mínimo como área permeable. El predio posee una superficie total de 11.66Ha, le corresponde mantener 4.66 Ha como área permeable. Si bien, la construcción y operación de la planta desaladora se realizará en la planta baja del edificio de servicios del proyecto autorizado (Hotel Atelier Playa Mujeres), por lo que se mantendrán las superficies de conservación que corresponde a 70,190.03m^2 (60.17 % del predio) por lo que se cumplirá con este criterio.
CG-02	Se debe favorecer la captación del agua de lluvia como fuente alterna para el consumo humano y actividades domésticas.	El proyecto no considera la captación de agua de lluvia, debido a las características del mismo.
CG-03	No se permite verter hidrocarburos y productos químicos no biodegradables, al suelo, cuerpos de agua, ni al mar.	En el proyecto no se pretende verter hidrocarburos o productos químicos al suelo, agua o el mar.
CG-04	Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en materia de calidad de aguas.	Debido a las características del proyecto, este no contempla la reutilización de aguas residuales. No obstante, dentro del Hotel Atelier Playa Mujeres se pretenden utilizar las aguas tratadas provenientes de las plantas de tratamiento existentes en el Plan Maestro Playa Mujeres, para el riego de las áreas ajardinadas, por lo que se cumplirá con este criterio.

CRITERIOS ECOLOGICOS DE APLICACIÓN GENERAL		
	Criterio	**Cumplimiento**
CG-05	Los aprovechamientos que involucren el uso de agroquímicos deberán incluir un programa de monitoreo de la calidad del agua del subsuelo, previamente aprobado por la autoridad competente, a fin de detectar y prevenir la contaminación del recurso.	La construcción y operación de la planta desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres, no involucra el uso de agroquímicos, teniendo entonces que se da cumplimiento a este criterio.
CG-06	Las aguas residuales (negras, azules. Grises, jabonosas), no deben canalizarse a pozos de absorción, de agua pluvial. Deberán disponerse a través del sistema de drenaje municipal o bien a través de algún sistema de tratamiento de aguas residuales cumpliendo en todo momento con la normatividad vigente aplicable.	El proyecto, no generará aguas residuales. La instalación de la planta desaladora tiene como objetivo la potabilización de agua salada para dotar de servicios al complejo turístico en el que se encontrará inmerso, el desarrollo del proyecto constituye una obra complementaria del Hotel Atelier Playa Mujeres y servirá para abastecer 593 habitaciones distribuidas en un edificio de tres módulos.
CG-07	La ubicación de fosas sépticas debe dar cumplimiento a la NOM-006-CNA-1997- *Fosas sépticas prefabricadas, especificaciones y métodos de prueba*.	En el proyecto no se pretende realizar la instalación de fosas sépticas, por lo que este criterio no le aplica.
CG-08	La construcción de obras e infraestructura para el drenaje pluvial deberá ser diseñada y autorizada de conformidad con la normatividad de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado.	En el proyecto no se pretende la instalación de pozos de absorción por lo que no será necesario solicitar autorización en esta materia.
CG-09	En todas las obras y/o actividades se debe separar la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	En las obras que se proponen estará separado el drenaje pluvial del sanitario, por lo que se cumplirá con este criterio.
CG-10	Los usos autorizados deben incluir acciones para el ahorro del recurso agua, así como medidas de prevención de contaminación del manto freático.	Durante todas las etapas del proyecto se promoverá el ahorro del recurso, al mismo tiempo se aplicarán las medidas necesarias para evitar la contaminación del manto freático descritas a detalle en el capítulo VI de esta MIA-P.
CG-11	Durante todas las etapas de las actividades autorizadas, se deberá contar con un programa integral de manejo de desechos sólidos y líquidos (minimización, separación, recolección y disposición final), que incluya medidas preventivas para el manejo y disposición adecuados de grasas, aceites e hidrocarburos. Dicho programa deberá ser previamente aprobado por la autoridad competente.	Durante todas las etapas del proyecto se realizará un manejo integral de los residuos que se generen mediante su separación, colecta, almacenamiento y traslado al sitio de disposición final, de acuerdo con el Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos, que se anexa a la presente MIA-P (Anexo Técnico 2). Se espera generar residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos

CRITERIOS ECOLOGICOS DE APLICACIÓN GENERAL		
Criterio		**Cumplimiento**
		peligrosos. Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial serán separados de acuerdo con su tipo, y los que sean susceptibles de reciclaje serán entregados a empresas autorizadas en su manejo. En tanto que los posibles residuos peligrosos que se generen serán separados de acuerdo con su tipo y entregados a una empresa autorizada en su manejo.
CG-12	Para la construcción de vialidades se deben reconocer y respetar los flujos hidrológicos para garantizar la hidrodinámica original del sitio.	Dadas las características del proyecto, este no contempla la construcción de vialidades. La planta desaladora se desplantará sobre el edificio de servicios del Hotel Atelier Playa Mujeres que se encuentra construido sobre el nivel del suelo a 2.25 msnm, y los pozos se ubicarán sobre las vialidades existentes. Estos pozos serán construidos de acuerdo a las especificaciones recomendadas en el estudio de estratigrafía y calidad del agua, para evitar la afectación de los flujos hidrológicos del sitio.
Recurso prioritario: biodiversidad, flora y fauna		
CG-13	En el desarrollo de los usos de suelo y actividades permitidas, deberán plantearse como primera opción de aprovechamiento aquellos sitios que ya están abandonados por ejemplo: potreros, bancos de materiales para la construcción, así como las áreas desmontadas o con vegetación secundaria u otras áreas afectadas, salvo disposición legal en contrario.	El desplante del proyecto se realizará sobre obras ya conformadas y previamente autorizadas, que forman parte del Hotel Atelier Playa Mujeres, por lo cual la construcción y operación de la planta desaladora no afectará ningún tipo de vegetación. No obstante, el predio dentro del cual se desplantará el proyecto propuesto, ya cuenta con autorización en materia de impacto ambiental para el cambio de uso de suelo mediante oficio número 04/SGA/1250/1704020 con fecha 31 de agosto 2017. Por lo anterior y de manera particular, únicamente se somete a evaluación la presente MIA-P para su autorización en materia de impacto ambiental por el desarrollo de esta obra complementaria.
CG-14	Cuando se pretenda la remoción total o parcial de la vegetación de los terrenos forestales para destinarlos a actividades no forestales se debe obtener la autorización para el cambio de uso del suelo en terreno forestal, en los términos que indica la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.	

CRITERIOS ECOLOGICOS DE APLICACIÓN GENERAL		
Criterio		**Cumplimiento**
CG-15	De acuerdo a lo estipulado en el Art. 28 de la LGEEPA y en su reglamento en materia de Impacto Ambiental, se deben realizar los estudios ambientales que a juicio de la autoridad evaluadora, se necesiten para identificar y valorar los impactos potenciales de las obras y actividades sobre los recursos naturales prioritarios y/o las poblaciones o comunidades de flora y fauna, a fin de determinar las medidas de prevención, mitigación y/o compensación correspondientes y en consecuencia dictaminar su viabilidad, poniendo especial énfasis en las etapas de operación y mantenimiento.	Este estudio que corresponde a una Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, se presenta en cumplimiento del artículo 28 de la LGEEPA y su reglamento, para su correspondiente evaluación por parte de la SEMARNAT. En el Capítulo V de esta MIA-P se definieron los impactos potenciales que podría causar el proyecto sobre los recursos naturales, y en el Capítulo VI de esta MIA-P se describen las medidas de mitigación y/o compensación que se proponen.
CG-16	En las áreas naturales deberán eliminarse los ejemplares de especies exóticas considerados como invasoras por la Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la biodiversidad (CONABIO). El material vegetal deberá ser eliminado mediante procedimientos que no permitan su regeneración y/o propagación.	En el predio se registró la presencia de *Casuarina equisetifolia* y *Dactylo cteniumaegyptium*, que son consideradas como especies exóticas invasoras por la CONABIO, por lo que se realizará su erradicación mediante su corte y eliminación desde la raíz.
CG-17	En la superficie del predio autorizada para su aprovechamiento, en forma previa al desmonte y/o a la nivelación del terreno, debe realizarse un Programa de rescate selectivo de flora y recolecta de material de propagación a fin de aprovechar el material vegetal que sea susceptible para obras de reforestación, restauración y /o jardinería.	El sitio donde se desplantará el proyecto propuesto, corresponde a la planta baja del edificio de servicios del Hotel Atelier Playa Mujeres y a las vialidades autorizadas, por lo corresponden a zonas sin vegetación, por lo que no se requiere ejecutar un programa de rescate de flora.
CG-18	Las actividades recreativas que se desarrollen en zonas de anidación y reproducción de la fauna silvestre con estatus de protección señalada en la normatividad federal aplicable, requieren de un programa cuyo objetivo sea el de preservar estos sitios.	En el proyecto no se pretenden realizar actividades recreativas, por lo que no le es aplicable este criterio, sin embargo, se promoverá la protección de las especies de fauna, particularmente de las enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
CG-19	Previo al desarrollo de cualquier obra o actividad se deberá ejecutar un programa de rescate y reubicación selectiva de fauna, poniendo especial atención a las especies protegidas y las de lento desplazamiento.	La falta de vegetación en el sitio donde se desplantará el proyecto propuesto, propicia la escases de fauna en el área que ocupa, sin embargo, eventualmente es posible observarse pueden observar individuos de iguana rayada (*Ctenosaura similis*), por lo que en el caso de

CRITERIOS ECOLOGICOS DE APLICACIÓN GENERAL		
Criterio		**Cumplimiento**
		encontrarse estos individuos, se realizarán actividades de ahuyentamiento para que se desplacen por sus propios medios a las zonas con vegetación aledañas al sitio del proyecto. En virtud de esa posible presencia se pone a su consideración el Programa de Rescate de Fauna en el Anexo Técnico 3.
CG-20	Para las actividades proyectadas que impliquen la afectación o alteración de poblaciones de especies incluidas en los listados de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, se debe elaborar y ejecutar un programa de monitoreo de dichas poblaciones a fin de prevenir riesgos de desplazamiento o eliminación de las mismas, así como alteraciones de las condiciones que hacen posible su presencia.	Dentro del predio del proyecto se registraron tres especies de flora en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, que corresponden a la palma chit (*Thrinax radiata*), nacax (*Coccothrinax readii*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erecta*), que están en la categoría de amenazadas. En cuanto a la fauna en el área de estudio se registraron 9 especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondientes a los grupos de anfibios, reptiles y aves También puede darse el arribo de tortugas marinas de las especies *Chelonia mydas* y *Caretta caretta,* las cuales están en peligro de extinción. No obstante, el desarrollo del proyecto que se propone, no considera la afectación a estas especies debido a que se desplantará sobre un área previamente impactada, sin embargo, durante la construcción y operación de la planta desaladora, se realizarán las actividades descritas en el Programa de Monitoreo de las especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, el cual se anexó a la MIA-P del proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres, y que solamente se ha adecuado para incorporar lo relativo a la planta desaladora (Anexo Técnico 4). En cuanto a los sitios potenciales de anidación, es característico el sitio en la playa que cada género escoge para

CRITERIOS ECOLOGICOS DE APLICACIÓN GENERAL		
Criterio		**Cumplimiento**
		anidar y parece estar relacionado con la talla y el peso promedio del animal. Si bien, se ha mencionado que el proyecto propuesto será desplantado dentro de uno de los edificios del Hotel Atelier Playa Mujeres y en el área de vialidades ya autorizadas, el cual se encontrará a una distancia mínima de 470 m de donde inicia vegetación halófita y termina la playa, por lo que no se afectarán los sitios de anidación de tortugas marinas.
CG-21	En el tratamiento de plagas y enfermedades deben manejarse productos que afecten específicamente la plaga o enfermedad que se desea controlar, que sean preferentemente orgánicos o los estrictamente autorizados por la comisión Intersecretarial para el Control del Proceso y Uso de Plaguicidas, Fertilizantes y Substancias Tóxicas (CICOPLAFEST).	Debido a las características del proyecto, no se pretende el uso de plaguicidas y/o agroquímicos de ninguna índole.
CG-22	El uso de agroquímicos y la disposición final de sus envases deberá seguir las indicaciones de la ficha técnica del producto en cuanto a dosis y frecuencia de aplicación, así como lo que establezca la (CICOPLAFEST).	
CG-23	Para evitar el fraccionamiento de hábitats, las autoridades correspondientes deberán desincentivar o en su caso condicionar estrictamente la construcción de nuevos caminos de acceso en Unidades de Gestión Ambiental con políticas de Preservación y Protección.	Este criterio les corresponde a las autoridades competentes.
CG-24	Solo se permite la utilización de materiales vegetales de especies citadas en la NOM- 059-SEMARNAT-2001, cuando sean obtenidas a través de Unidades de conservación, Manejo y Aprovechamiento sustentable de la vida silvestre (UMAs), u otro esquema regulado por la autoridad competente.	En el proyecto no se pretende utilizar materiales vegetales de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
CG-25	Toda la información ambiental generada por las actividades autorizadas en sus diferentes etapas,	La información ambiental que se genere del proyecto estará disponible para la autoridad que lo requiera y se

CRITERIOS ECOLOGICOS DE APLICACIÓN GENERAL		
Criterio		**Cumplimiento**
	incluyendo las que se realicen dentro de los límites de las Áreas Naturales Protegidas, deberá ser incorporada a la bitácora ambiental, con la frecuencia y organización que establezca el Comité de Seguimiento del POEL.	incorporará a la bitácora ambiental cuando se solicite.
CG-26	La fauna silvestre capturada y/o rescatada en los sitios de aprovechamiento de este municipio podrán ser liberados en las Unidades de Gestión Ambiental con política ambiental de Preservación y Protección, en ecosistemas semejantes a los de su hábitat natural, siempre y cuando no presenten daños severos de salud y no hayan permanecido en cautiverio prolongado. Para lo anterior se deberá contar con la aprobación de la autoridad ambiental competente.	La fauna silvestre que sea rescatada de los sitios de aprovechamiento, será liberada inmediatamente en las áreas de conservación del Plan Maestro, donde se desarrolla el mismo tipo de vegetación, conforme al Programa de Rescate de Fauna que se anexa a la presente MIA-P.
CG-27	En las Unidades de Gestión Ambiental con política ambiental de Preservación y Protección, el volumen de sonido que emitan fuentes fijas y móviles, no deberá rebasar los límites máximos de los decibeles registrados generados por la misma naturaleza, de acuerdo a estudio sonométrico que realice el promovente del proyecto.	El predio del proyecto se ubica en la UGA 09 con política de aprovechamiento sustentable, por lo que no le aplica este criterio, sin embargo, se considera verificar con un sonómetro que las fuentes fijas y móviles que se utilicen no rebasen los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad. Los resultados de dicha verificación se reportarán en los informes de cumplimiento que solicite la autoridad.
CG-27	Las autoridades competentes deben priorizar el pago de servicios ambientales en aquellas Unidades de Gestión Ambiental con políticas de Preservación, Protección y Restauración donde se incluye este uso.	Este criterio les corresponde a las autoridades competentes.
CG-28	Con la finalidad de que la fauna silvestre se desplace libremente, no deben establecerse barreras físicas u obstáculos que impidan el paso entre las áreas naturales de predios colindantes.	En el proyecto no se contempla establecer barreras físicas como bardas o mallas que impidan el libre paso de la fauna silvestre por las áreas con vegetación de los predios colindantes.
CG-29	Del mes de mayo al mes de septiembre, los propietarios de predios colindantes con playas arenosas y los concesionarios de la zona federal marítimo terrestre en playas arenosas,	En el predio del hotel donde se instalará la desaladora pueden llegar a anidar tortugas marinas, por lo que se tomarán las medidas necesarias para evitar

CRITERIOS ECOLOGICOS DE APLICACIÓN GENERAL		
	Criterio	**Cumplimiento**
	a fin de proteger las poblaciones de tortugas marinas deberán: a. Asesorarse y coordinarse con la autoridad competente para la protección de los sitios de anidación de la tortuga marina. b. Evitar la iluminación directa al mar y zona de playa. La iluminación deberá ser color ámbar, de baja intensidad y estar cubierta por un difusor. c. La limpieza de playas únicamente podrá realizarse en forma manual utilizando rastrillos con penetración máxima de 5 centímetros de profundidad en la zona de anidación. d. Retirar del área de playa, de las 18:00 a las 6:00 horas del día siguiente, todos los bienes móviles que puedan constituir un obstáculo para el arribo de las tortugas. e. Abstenerse de encender fogatas en el área de playa.	afectaciones sobre estos organismos, para ello se realizará lo siguiente: Etapa de construcción ✓ Se delimitará el área de trabajo con tapial, para evitar que los trabajadores pasen a la playa del predio. ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos. ✓ Durante la noche no se colocará ningún tipo de iluminación, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas. ✓ En el frente de playa se promoverá la colonización de vegetación de forma natural. ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena. Etapa de operación ✓ Se coordinará con las autoridades la protección de los sitios de anidación de la tortuga marina. ✓ Durante la temporada de anidación se suspenderán actividades en la zona de playa a partir de las 6:00 pm hasta las 6:00 am. ✓ Durante la temporada de anidación de tortugas marinas la zona de playa se mantendrá limpia y libre de obstáculos que impidan el paso de estos organismos.

CRITERIOS ECOLOGICOS DE APLICACIÓN GENERAL		
Criterio		**Cumplimiento**
		✓ No se colocará ningún tipo de iluminación que incida sobre la playa, dado que esta puede alterar la conducta de las tortugas. ✓ Se realizará el manejo adecuado de los residuos, evitando dejarlos en la zona de playa, dado que estos podrían modificar las características fisicoquímicas de la arena. ✓ Se colocarán letreros informativos para el conocimiento, la protección y conservación de las tortugas marinas.
Recurso prioritario: Suelo y subsuelo		
CG-30	No se permite la transferencia o traspaso de superficies de aprovechamiento de una unidad de gestión ambiental a otra, así como de una zonificación urbana a otra.	El proyecto solo queda en una unidad de gestión ambiental y en el sector 3 de Playa Mujeres del PPDU, y no se pretende realizar ninguna transferencia de superficies de aprovechamiento, ya que solo se trata de construir y operar una planta desaladora, por lo que este criterio no le aplica.
CG-31	El uso de material pétreo, sascab, caliza, tierra negra, tierra de despalme, madera, materiales vegetales y/o arena, deberá provenir de fuentes y/o bancos de material autorizados por la autoridad competente conforme a la legislación vigente en la materia correspondiente.	El material pétreo y vegetal que se utilice para el proyecto provendrá de fuentes de material autorizados por la autoridad competente.
CG-32	La disposición final de residuos sólidos únicamente podrá realizarse de acuerdo con la normatividad aplicable y en los sitios y condiciones que determine la autoridad responsable.	Los residuos sólidos que se generen durante la construcción y operación del proyecto serán trasladados al relleno sanitario intermunicipal Benito Juárez-Isla Mujeres, que es utilizado para tal fin.
CG-33	Para el desarrollo de usos condicionados se debe elaborar y ejecutar un programa de monitoreo ambiental sobre los recursos y procesos prioritarios. Los resultados deberán entregarse a la autoridad ambiental correspondiente para su incorporación a la bitácora ambiental, bajo la periodicidad que determine dicha autoridad.	El predio del proyecto se ubica en el Sector No. 3 Playa Mujeres con clave AU3, Aprovechamiento urbano con uso predominante de Mixto comercial, compatible con turístico hotelero, por lo que se destinará para un uso compatible y por tanto este criterio no le aplica.

CRITERIOS ECOLOGICOS DE APLICACIÓN GENERAL		
	Criterio	**Cumplimiento**
CG-34	Para el aprovechamiento de predios en los que se encuentren vestigios arqueológicos deberá contarse con autorización previa del Instituto Nacional de Antropología e Historia.	En el predio no se registraron vestigios arqueológicos, por lo que este criterio no le aplica.
CG-35	Los campamentos de construcción o de apoyo deben: a) Contar con al menos una letrina y una regadera por cada 15 trabajadores. b) Incluir un área específica y delimitada para la elaboración y consumo de alimentos. c) Un programa de manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos generados. d) Un programa de manejo, almacenamiento, retiro, transporte y disposición final de los residuos sólidos peligrosos, avalado por la autoridad competente y por la Dirección Municipal de Protección Civil. e) Garantizar techo y servicios básicos para la totalidad de los trabajadores. f) Garantizar el transporte para los trabajadores que se trasladan fuera del área de aprovechamiento, una vez concluida la jornada laboral.	Para la construcción de las obras no se considera la instalación de campamentos de construcción, dado que solo se contratará personal de la Zona Continental de Isla Mujeres, así como de la Ciudad de Cancún que puede trasladarse diariamente al predio. Durante la construcción y operación de las obras se espera generar residuos sólidos, los cuales serán colectados y almacenados temporalmente, para posteriormente ser entregados al servicio de limpia para evitar afectaciones al agua, al suelo o al aire. Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores, se utilizarán sanitarios portátiles, los cuales serán arrendados y cuyas aguas residuales serán dispuestas por la empresa contratada. 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.
CG-36	La superficie de aprovechamiento prevista en otros instrumentos, cuando sean diferentes o en casos especiales a los contemplados en este programa de ordenamiento, podrán incrementarse siempre y cuando se demuestre en forma fehaciente a través de estudios técnicos y científicos que los impactos ambientales generados por dicha modificación, son menores a los previstos. En estos casos, los estudios técnicos se someterán al análisis y aprobación por parte de las	El proyecto no pretende un aprovechamiento mayor al establecido por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmuchuch, por lo que no le aplica este criterio.

CRITERIOS ECOLOGICOS DE APLICACIÓN GENERAL		
Criterio		**Cumplimiento**
	autoridades correspondientes en el ámbito de su competencia.	
CG-37	La superficie de aprovechamiento señalada para cada Unidad de Gestión Ambiental será aplicada a nivel de predio de manera proporcional a su superficie, y debe considerar e incluir la presencia de vialidades.	El proyecto está sujeto a lo establecido por el PPDU de la Península de Chacmuchuch, el cual permite un COS de 0.30+0.10, un CUS de 1.50 y altura máxima de 17.5 m. Al mismo tiempo, se reitera que debido a las características del proyecto que se propone la construcción y operación de la planta desaladora no modifica los parámetros de COS y CUS establecidos para el predio del proyecto, toda vez que se desplantará en planta baja del edificio de servicios del Hotel Atelier Playa Mujeres y los pozos en las vialidades proyectadas para el mismo, el cual cuenta con autorización para su desarrollo y se ajusta a los parámetros permitidos por el PPDU, teniendo entonces que la construcción y operación del proyecto que se propone se ajusta al área de aprovechamiento permitida por el PPDU de la Península de Chacmuchuch.
CG-38	En predios donde se desarrollan ecosistemas de manglar, se debe dar cumplimiento a lo establecido en la NOM-022-SEMARNAT-2003 y la Ley General de Vida Silvestre.	El proyecto cumplirá con lo establecido en la NOM-022-SEMARNAT-2003 y el Artículo 60 Ter de la Ley General de Vida Silvestre, como se describirá en el apartado correspondiente.
CG-39	Se permite el establecimiento de asentamientos humanos únicamente cuando estén relacionados con las actividades productivas autorizadas y usos de suelo permitidos.	De acuerdo con el PPDU de la Península de Chacmuchuch, el predio del proyecto tiene asignado un uso de suelo Mixto comercial compatible con el uso turístico hotelero, por lo que es acorde con las actividades que se proponen.
CG-40	Se prohíbe la creación y establecimiento de nuevos centros de población fuera de los límites de los programas de desarrollo urbano vigentes.	El proyecto no se establecerá fuera del centro de población, por lo que no le aplica este criterio.

Cuadro 7.Criterios urbanos aplicables a la UGA 09 del POEL del Municipio de Isla Mujeres.

Criterios		**Cumplimiento**
U9-01	Para garantizar el acceso y disfrute de los espacios naturales como buen común; tales como dunas costeras, playas, manglares, lagunas y mar, entre otros, la	Este criterio no es aplicable al proyecto, dado que les corresponde a las autoridades competentes.

Criterios		Cumplimiento
	autoridad competente deberá elaborar e instrumentar un programa de imagen urbana que ubique los accesos a la zona federal marítimo terrestre previo a la edificación de los futuros desarrollos urbanos y turísticos, asegurando la visual paisajística de los espacios naturales, el acceso público y libre a las zonas federales y su correspondiente equipamiento, conforme a la Ley de Bienes Nacionales y su reglamento en la materia.	
U9-02	Para recuperar el paisaje y compensar la pérdida de vegetación en las áreas de desplante de los diferentes proyectos, además de observar la disposición referente a los Coeficientes de Ocupación del Suelo (COS) y sus áreas de equipamiento, en las actividades de reforestación se deben usar de manera prioritaria especies nativas acordes a cada ambiente.	El proyecto se ajusta a lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmuchuch en cuanto al Coeficiente de Ocupación del Suelo y demás parámetros aplicables.
U9-03	El mantenimiento de las superficies que quedan fuera del área de aprovechamiento autorizada por el PDU vigente, pueden ser utilizadas para el establecimiento de estructuras temporales que permitan incorporar al área como elemento de recreación paisajística. Estas estructuras temporales deben de ocupar menos del 5 % del área a conservar. En esta área de conservación no se permite el establecimiento de equipamiento o infraestructura adicional.	El proyecto está sujeto a lo establecido por el PPDU de la Península de Chacmuchuch, el cual permite un COS de 0.30+0.10, un CUS de 1.50 y altura máxima de 17.5 m. Al mismo tiempo, se reitera que debido a las características del proyecto que se propone la construcción y operación de la planta desaladora no modifica los parámetros de COS y CUS establecidos para el predio del proyecto, toda vez que se desplantará en planta baja del edificio de servicios del Hotel Atelier Playa Mujeres y los pozos en las vialidades aledañas que de igual forma ya están autorizadas para el hotel, el cual cuenta con autorización para su desarrollo y se ajusta a los parámetros permitidos por el PPDU, teniendo entonces que la construcción y operación del proyecto que se propone se ajusta al área de aprovechamiento permitida por el PPDU de la Península de Chacmuchuch.
U9-04	Las autorizaciones municipales para el uso de suelo en los predios colindantes a la zona federal marítimo terrestre y las concesiones de zona federal marítimo terrestre otorgadas por la Federación, deberán ser congruentes con la	Este criterio le corresponde a la autoridad municipal, por lo que no es aplicable al proyecto.

Criterios		Cumplimiento
	conservación de los recursos y procesos naturales prioritarios de la zona.	
U9-05	Para asegurar la permanencia presente y futura de área naturales que brindan servicios y bienes ambientales, las áreas naturales que quedan fuera de las superficies de aprovechamiento autorizadas por el plan de desarrollo urbano vigente y por las autoridades ambientales competentes, deben ser inscritas en el registro público de la propiedad y el comercio como áreas de Protección de Flora y Fauna, con excepción de los predios suburbanos destinados a la construcción de casa habitación unifamiliar.	El proyecto Hotel Atelier que promueve la construcción de la planta desaladora que se somete a autorización, dará cumplimiento a lo que marca este criterio, en función de las áreas de conservación que ha mantenido. La construcción de la planta desaladora, no representa ninguna disminución de las áreas de conservación autorizadas, ya que se desplanta en la planta baja del edificio de servicios y sus pozos se ubicarán en las vialidades aledañas, por lo que no implica remoción de vegetación.
U9-06	El establecimiento de actividades de la industria cementera, concretera y similares debe garantizar la baja emisión de partículas contaminantes a la atmósfera, de acuerdo a las Normas y Legislación aplicables en la materia.	El proyecto no pretende realizar actividades de la industria cementera, concretera y similares, ya que corresponde a la construcción de una planta desaladora, por lo que no le es aplicable este criterio.
U9-07	En el caso específico del Sector de La Angostura, únicamente se permite el aprovechamiento para el trazo y desplante de vialidades e infraestructura (sólo por debajo de la vialidad), las cuales deberán ser piloteadas, para atenuar los impactos ambientales sobre la duna y procesos costeros, además de permitir el libre flujo hídrico entre la laguna y el mar. Para este caso, el porcentaje de aprovechamiento estará determinado por el mismo proyecto.	El predio no se encuentra en el sector de la Angostura por lo que no le aplica este criterio.
U9-08	En el caso de los campos de golf o usos de suelo similares que requieran la aplicación de riegos provenientes de agua de subsuelo, agroquímicos, aguas residuales tratadas y los que representen una fuente potencial de contaminación al suelo, cuerpos de agua, y mantos freáticos, deberán desarrollar durante las etapas de construcción y operación un programa de monitoreo estacional y periódico de calidad del agua, con el fin que se cumpla con los límites máximos permitidos por la norma oficial mexicana aplicable o disposición jurídica vigente. Este programa deberá ser autorizado en materia de impacto ambiental y los	El proyecto consiste en la construcción y operación de una planta desaladora para el Hotel Atelier Playa Mujeres, si bien, este proyecto no considera campos de golf ni usos similares, teniendo que la desalinización del agua será empleada para abastecimiento de agua potable del hotel, por lo que se apegará a lo dispuesto en las normas oficiales mexicanas tanto en la etapa de construcción como en la operación, con el fin de cumplir los parámetros y límites máximos permitidos para llevar a cabo dicho aprovechamiento.

Criterios		Cumplimiento
	resultados obtenidos de los análisis deberán presentarse a la Comisión Nacional del Agua con copia a los Comités Técnico y Ejecutivo responsables de la Bitácora Ambiental para la incorporación de la información a este instrumento.	
U9-09	En las áreas previstas para campos de golf se deberá mantener o en su caso restaurar la vegetación nativa en las zonas adyancentes a las vialidades, áreas de acceso (*fairway*), áreas de tiro (*tee*) y en las áreas de hoyos (*green*).	El proyecto no contempla un campo de golf, ya que corresponde a la construcción y operación de una planta desaladora para suministro de agua del Hotel Atelier Playa Mujeres, por lo que no le aplican estos criterios.
U9-10	En campos de golf el sistema de riego deberá incluir dispositivos de control que aseguren la optimización del uso del agua y de los agroquímicos que se utilicen, evitando la saturación del terreno y la contaminación del subsuelo y del acuífero.	
U9-11	En los campos de golf, la áreas que requieran de mantenimiento intensivo con agroquímicos, deben establecerse sobre una capa impermeable que evite la infiltración de los escurrimientos al subsuelo. Dichos escurrimientos deben ser canalizados a un sistema de tratamiento de aguas para su reutilización.	
U9-12	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en las zonas urbanas y suburbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos en general, deben existir parques y espacios recreativos por lo menos dentro de un radio de 0.5 km de distancia de cada habitante (Acuerdo de la Cumbre de Alcaldes, Programa Ambiental de las Naciones Unidas 2005) (Punta Sam y Santa Fátima).	La dotación de parques y espacios recreativos para los ciudadanos está a cargo de las autoridades municipales, por lo que este criterio no le aplica al proyecto. El proyecto de planta desaladora no requiere remover vegetación adicional en el predio del proyecto, ya que se desplantará en áreas autorizadas para desplante del hotel Atelier.
U9-13	Para mitigar el aumento de la temperatura y la sensación térmica en la zonas urbanas, mejorar el paisaje, proteger las zonas de infiltración de aguas y recarga de mantos acuíferos, favorecer la función de barrera contra ruido, dotar espacios	

Criterios		Cumplimiento
	para recreación y mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes en general, la planeación urbana debe incluir 9 m² de área verde por habitante como mínimo, de acuerdo a las recomendaciones de la Organización Mundial de Salud. (Punta Sam y Santa Fátima).	
U9-14	Para mantener y conservar las áreas verdes de los centros de población, deberá realizarse la inscripción de las mismas en el Registro Público de la Propiedad.	El proyecto Hotel Atelier que promueve la construcción de la planta desaladora que se somete a autorización, dará cumplimiento a lo que marca este criterio, en función de las áreas de conservación que ha mantenido. La construcción de la planta desaladora, no representa ninguna disminución de las áreas de conservación autorizadas, ya que se desplanta en la planta baja del edificio de servicios y sus pozos se ubicarán en las vialidades aledañas, por lo que no implica remoción de vegetación.
U9-15	Para garantizar el uso recreativo de dominio público en las áreas verdes, estas deben contar con las condiciones y equipamiento adecuados para ello.	El proyecto no considera áreas verdes de dominio público, por lo que estos criterios no le aplican.
U9-16	El equipamiento de las áreas verdes de uso público debe ser congruente con el objetivo de las mismas.	
Clave	**Agua**	
U9-17	Cuando no existan sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios de hoteles, fraccionamientos, condominios, plazas comerciales, clubes y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento, reciclaje y disposición final de las aguas residuales, para satisfacer las condiciones particulares de descarga que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables.	El proyecto que se propone, no considera la generación de aguas residuales y por lo tanto no considera la instalación de plantas de tratamiento. Ahora bien, debido a las características del funcionamiento de la planta desaladora se espera que se generen aguas de rechazo las cuales contendrán únicamente mayor cantidad de sales, mismas que serán similares a las del agua que se encuentra a la profundidad a la que será descargada. Esta agua será canalizada a un pozo de rechazo que está proyectado a ubicarse en una vialidad aledaña al edificio de servicios.
U9-18	Cuando no existen sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios oficinas, comercios, casas particulares y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las	El predio del proyecto cuenta con el servicio de drenaje que canalizará las aguas residuales a la planta de tratamiento del Plan Maestro Playa Mujeres. La planta desaladora no requiere de un sistema de tratamiento de las aguas

Criterios		Cumplimiento
	autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables, de acuerdo a sus volúmenes de descarga.	residuales de origen sanitario, sino el agua residual del proceso de ósmosis inversa, cuya agua de rechazo únicamente contendrá una mayor concentración de sales, mismas que serán similares a las del agua que se encuentra a la profundidad a la que será descargada. Esta agua será canalizada a un pozo de rechazo que está proyectado a ubicarse en una vialidad aledaña al edificio de servicios.
U9-19	Cuando no exista el servicio de dotación de agua potable, la extracción, conducción y aprovechamiento de la misma deberá cumplir con lo estipulado por la Comisión Nacional del Agua, así como por los supuestos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y a la Protección al Ambiente (LGEEPA) y demás disposiciones aplicables.	La construcción operación de la planta desaladora, tiene como objetivo la dotación de agua potable para servicio del Hotel Atelier Playa Mujeres, la cual se construirá cumpliendo con toda la normatividad aplicable. La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para extraer 2,500 m^3/día, que equivale a 28.94 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 2,461.25m^3/día de agua salada, que equivale a 28.49 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Derivado del proceso de ósmosis inversa se producirán 1,000 m^3/día y para el proyecto se requieren de 984.50 m^3/día. Se contará con dos pozos de captación con capacidad para extraer 18 lps y un pozo de descarga con capacidad para rechazar un volumen de 22 lps. A continuación, se enlistan los componentes generales de la planta desaladora y sus obras relacionadas mismos que cumplirán con todos y cada uno de los parámetros establecidos en la normatividad aplicable: • Dos pozos de captación con diámetro de 16” de ademe y tubería de 6” de diámetro para la alimentación de la planta de ósmosis inversa. • Un pozo de rechazo con diámetro de 16” de ademe y tubería de 6” de diámetro. • Sistema de pretratamiento (filtros dual media, dosificador de inhibidor de incrustaciones). • 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).

Criterios		Cumplimiento
		• Unidad de limpieza de membranas (CIP). • Instrumentación y control. Los pozos de captación tendrán una profundidad de 35 m y el de rechazo de 100m. Su diseño se propuso con base en el estudio estratigráfico y de calidad del agua elaborado para el proyecto (Anexo Técnico 1), contando con ademe liso y ranurado.
U9-20	Solo en aquellos casos excepcionales en que las condiciones socioeconómicas y topográficas lo justifiquen, podrá el municipio autorizar el empleo de letrinas y/o fosas sépticas para que en los domicilios particulares se realice un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente y deberán contar con certificación ambiental.	Este criterio les compete a las autoridades municipales, por lo que no le aplica al proyecto.
U9-21	En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio, siempre y cuando estas aguas cumplan con lo dispuesto en la normatividad aplicables.	El predio del proyecto se conectará a la red de drenaje del Plan Maestro Playa Mujeres que canaliza sus aguas residuales hacia la planta de tratamiento del complejo. La planta desaladora no requiere de un sistema de tratamiento de las aguas residuales, ya que el agua de rechazo únicamente contendrá una mayor concentración de sales, mismas que serán similares a las del agua que se encuentra a la profundidad a la que será descargada. Esta agua será canalizada a un pozo de rechazo que está proyectado a ubicarse en una vialidad aledaña al edificio de servicios.
U9-22	Con la finalidad de disminuir el volumen de los residuos sólidos municipales, así como su capacidad de contaminación, la autoridad competente promoverá el uso de los mejores sistemas para su separación, reutilización y reciclaje.	Durante todas las etapas del proyecto se realizará un manejo integral de los residuos que se generen mediante su separación, colecta, almacenamiento y traslado al sitio de disposición final, de acuerdo con el Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos, que se anexa a la presente MIA-P (Anexo Técnico 2). Se espera generar residuos sólidos urbanos, de manejo especial y residuos peligrosos. Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial serán separados de acuerdo con su tipo, y los que sean susceptibles de reciclaje
U9-23	Las actividades hoteleras, de centros comerciales, de restaurantes, y aquellas que sean consideradas como grandes generadores de residuos sólidos no peligrosos, están obligados a establecer programas de separación, reutilización y reciclaje de los mismos, previo a la	

Criterios		Cumplimiento
	recolección por parte del servicio de aseo urbano municipal.	serán entregados a empresas autorizadas en su manejo. En tanto que los posibles residuos peligrosos que se generen serán separados de acuerdo con su tipo y entregados a una empresa autorizada en su manejo.
U9-24	En las áreas urbanas deberá darse cumplimiento al Artículo 23 fracción VIII de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente que indica a la letra. El aprovechamiento del agua para usos urbanos, deberá incorporar de manera equitativa los costos de su tratamiento, considerando la afectación a la calidad del recurso y la cantidad que se utilice.	De acuerdo con la información descrita en el capítulo II de la presente MIA-P, se requiere extraer un volumen de 2,461.25 m^3/día de agua salada, que equivale a 28.49 lps. Derivado de lo anterior se producirán 984.50m^3/día y se rechazarán 1,476.75 m^3 de agua con salmuera. Considerando estos datos se requiere una planta desaladora con capacidad para extraer 28.49 lps, por lo que se consideraron los costos de extracción, instalación e infraestructura y mantenimiento.
U9-25	Para evitar la contaminación del suelo, subsuelo y aguas subterráneas, los pozos de descarga de aguas pluviales para todos los proyectos de desarrollo, incluyendo vialidades, deberán contener mecanismos de filtración de residuos sólidos, grasas, aceites, sedimentos y los que determine la autoridad competente.	Dadas las características del proyecto, no se considera la construcción de pozos pluviales, no obstante, se construirán los pozos de captación y rechazo. Este último será para la inyección de las aguas de rechazo proveniente de la planta desaladora, las cuales únicamente contendrán mayores concentraciones de sal, sin embargo, estas serán inyectadas a una profundidad donde se encuentre agua salada y conforme a la dirección de los flujos subterráneos de la zona, para no afectar las características del agua subterránea. Las especificaciones de los pozos para evitar contaminación al acuífero fueron generadas a partir del estudio de estratigrafía y calidad del agua elaborado para el proyecto (Anexo Técnico 1).
Clave	**Dunas y Manglar**	
U9-26	En los programas de rescate de fauna silvestre que deben elaborarse y ejecutarse con motivo de la eliminación de la cobertura vegetal de un predio, se deberá incluir el sitio de reubicación de los ejemplares dentro de las zonas con políticas y/o usos de suelo de aprovechamiento de flora y fauna, protección, forestal y preservación que se encuentran en el municipio, en congruencia con las necesidades de hábitat de la fauna que se trate.	De manera previa a las actividades del proyecto, se llevará a cabo el ahuyentamiento de la fauna, y en caso de registrar fauna de lento desplazamiento o que no pueda moverse, se llevarán acciones de rescate. Las actividades de rescate se llevarán a cabo conforme al Programa de Rescate Fauna que se presentó en la MIA-P del desarrollo turístico hotelero autorizado, el cual incluye los sitios reubicación de los ejemplares en

Criterios		Cumplimiento
		las áreas de conservación del predio y del Plan Maestro. El sitio de reubicación para la fauna en el caso del rescate, será el mismo autorizado por la SEMARNAT para el hotel Atelier, el cual se ubica en el borde del Sistema Lagunar Chacmochuch a 1,440 m y 850 m del predio. Mismo que fue aprobado por oficio 04/SGA/1517/16-004859 de fecha 5 de octubre de 2016 (Anexo legal 7).
U9-27	Los residuos vegetales derivados del mantenimiento de áreas verdes deberán triturarse y disponerse en los sitios que indique la autoridad.	El proyecto que se propone, no considera la conformación de áreas verdes por lo que este criterio no se considera aplicable al proyecto.
U9-28	Con la finalidad de proteger a la fauna silvestre que se ubique en las áreas de protección de flora y fauna, el tránsito de vehículos que se realice en cualquier tipo de vialidad deberán respetar una velocidad máxima de 40 km/hr; para lo cual se establecerán señalizaciones horizontales y verticales que con topes y reductores de velocidad aseguren el cumplimiento de esta disposición.	En los caminos del proyecto se colocará la señalización que indique la velocidad permitida y que promueva la protección de la fauna. También se instalarán reductores de velocidad para permitir el paso de la fauna.
U9-29	En las plantas de tratamiento de aguas residuales y de desactivación de lodos deberán establecerse franjas de vegetación arbórea de al menos 30 m de ancho que presten el servicio de barreras dispersantes de malos olores.	Las plantas de tratamiento del Plan Maestro existentes, se ubican en el área de servicios que queda a un costado de la vialidad principal de acceso al Plan Maestro Playa Mujeres, al sur del predio de RTH4 y está rodeada de vegetación en sus alrededores.
U9-30	En áreas cercanas a humedales y/o zonas inundables, las vialidades deberán contar con pasos de agua que aseguren el libre flujo de este líquido, además del libre desplazamiento de fauna relativa a estos ecosistemas a través de las mismas.	El desplante del proyecto que se propone será dentro del edificio de servicios del hotel Atelier Playa Mujeres, por lo que se considera que no afectará los flujos de agua ni al desplazamiento de la fauna.
U9-31	Con el fin de preservar la duna como un hábitat de especies especialistas (aquellas especies que sólo pueden vivir bajo condiciones alimenticias o ambientales muy concretas) y que contribuyen como elementos de protección costera, la edificación de cualquier infraestructura deberá observar lo estipulado en el apartado de criterios mareomotrices del Programa Parcial de la Península Chacmuchuch y/o programa de desarrollo urbano vigente, siempre y	La construcción y operación de la planta desaladora para el hotel Atelier Playa Mujeres, se realizará en la planta baja del edificio de servicios de dicho hotel, esta se encuentra a una distancia de 470 m y los pozos se ubican a 490 m aproximadamente de la duna costera, por lo que se infiere que el desarrollo del proyecto que se propone, mantendrá la duna como hábitat de especies especialistas y no se afectará la conformación y continuidad de las dunas

Criterios		Cumplimiento
	cuando se ubiquen detrás de la primera duna, comprueben que dicho desplante de infraestructura no afecta la conformación y continuidad de las dunas costeras; que no afecta los proceso de anidación de tortugas marinas y demás especies protegidas y que no se incrementaran los proceso erosivos.	costeras y/o los procesos de anidación de tortugas marinas.
U9-32	Se promoverá la reforestación de la duna costera en todos los predios.	No se consideran actividades de reforestación de la duna costera para efectos de esta MIA-P, debido a que dichas actividades se comprometieron en la solicitud de autorización del proyecto hotelero, mismas que se implementarán cuando correspondan.

2.3. NORMAS OFICIALES MEXICANAS.

Para el proyecto Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres 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 7. 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.			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. 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. 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 30 m, y de pozos de absorción pluvial que tendrá el hotel en su diseño final. Para la perforación de los pozos se contratará a una empresa especializada en ello, la cual se verificará cuente 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 construcción del mismo hotel, o dispuestos donde la autoridad municipal indique. Una vez que los

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
		C	O	
				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.
NOM-004-CNA-1996	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.			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. La promovente, deberá cumplir con lo especificado en esta ley en cuanto a: Mantenimiento de pozos para extracción de agua 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: 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.

NORMAS OFICIALES MEXICANAS	DESCRIPCIÓN	ETAPAS		APLICACIÓN
		C	O	
				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. 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. Monitoreo de calidad del agua 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.
NOM-081-SEMARNAT-1994	Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.			Se deberá cumplir con esta norma, las fuentes fijas no deberán rebasar los límites permisibles de emisión de ruido. Los límites máximos permisibles del nivel sonoro en ponderación "A" emitido por fuentes fijas, son los siguientes: 6:00 a 22:00 68 dB(A) 22:00 a 6:00 65 dB(A) Por lo que la planta desaladora en su totalidad, deberá cumplir con esos límites.

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.

2.3.1. 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 400mg/l (Considerando que 1ppm=1mg/l) en el agua tratada a través del sistema de ósmosis inversa.

2.3.2. 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 el predio se registraron algunas especies que se encuentran en alguna de las categorías de riesgo establecidas en esta norma, sin embargo, las especies de flora no se verán afectadas en función de que para el proyecto no se requiere la remoción de vegetación. En el caso de la fauna, es susceptible de encontrar algún ejemplar en áreas cercanas a los trabajos sólo en el caso de especies tolerantes y que se muevan por las áreas de conservación cercanas. En el caso de *S. cozumelae* tiene un movimiento restringido en la zona de dunas arenosas por lo que no se considerar susceptible de encontrar en el área de trabajo de la desaladora.

A continuación, se definen las categorías de riesgo establecidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la Ley General de Vida Silvestre (Cuadro 8).

Cuadro 8. Definiciones de los términos Especie amenazada, Especie bajo protección especial y Especie endémica de acuerdo con la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Concepto	Ley General de Vida Silvestre (Título VI, Capítulo I, Art. 58, incisos b y c):	NOM-059-SEMARNAT-2010 (Puntos 2.2.2., 2.2.3., y 2.6.)
Especie amenazada:	Aquellas (especies y poblaciones) que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.	Aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.
Especie en peligro de extinción	Aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.	Aquellas especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
Especie Sujeta a Protección especial		Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.
Endémica		Aquella cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al territorio nacional y a las zonas donde la nación ejerce su soberanía y jurisdicción.

- **ESPECIES DE FAUNA**

En el área de estudio se registraron 9 especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondientes a los grupos de anfibios, reptiles y aves estos se enlistan en el Cuadro 9.

Las categorías de riesgo se clasifican en: Peligro de extinción (P), Amenazadas (A) y sujetas a Protección especial (Pr).

Cuadro 9. Listado de especies de vertebrados registrados en el predio del proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A=Amenazada, Pr= Protección especial

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	SITIO DE REGISTRO
Craugastor yucatanensis	Rana ladrona	Pr	Al límite sur del predio
Ctenosaura similis	Iguana rayada	A	En los limites norte, sur, este y oeste, así como dentro del predio.
Sceloporus cozumelae	Merech de playa	Pr	Fuera del predio, en la zona de duna frente al predio.
Crocodylus acutus	Cocodrilo de rio	Pr	Fuera del predio, en el campo de golf al sur del predio.
Vireo pallens	Vireo manglero	Pr	En límite sur del predio colindante con el campo de golf
Amazona albifrons	Loro frente blanca	Pr	En el límite oeste del predio colindante con la vialidad.
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	Pr	En el límite oeste del predio colindante con la vialidad.
Buteo albonotatus	Aguililla aura	Pr	En el límite oeste del predio colindante con la vialidad.
Passerina ciris	Colorín sietecolores	Pr	En límite sur del predio colindante con el campo de golf

De estas especies la que presentó una mayor presencia fue la iguana rayada (*C. similis*) la cual es una especie que ha demostrado mayor adaptabilidad a la perturbación antropogénica.

Es importante mencionar que, debido a las condiciones observadas de la vegetación del predio, este es utilizado como paso de la fauna entre los manchones de vegetación del campo de golf del complejo Playa Mujeres, ya que al momento no ofrece el suficiente

alimento ni refugio para muchas de las especies de vertebrados de la región. Así mismo, la actual construcción del Hotel Atelier Playa Mujeres, es un factor importante para el ahuyentemiento natural de las especies poco tolerantes a las perturbaciones.

No obstante, para la protección y conservación de las especies de fauna enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, y aun las que no lo están, se pondrán en marcha los Programas de Rescate de Fauna y Monitoreo de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, incluidos en la presente MIA-P, en los cuales se presentan una serie de estrategias y medidas tendientes a salvaguardar a dichos individuos, toda vez que la promovente está consciente de la importancia biológica, ecológica e histórica que estos representan.

Durante las actividades que se proponen no se afectarán estas especies debido a que en el caso de los reptiles, se prevé que se desplacen fácilmente con las actividades de ahuyentamiento que se realizarán de manera previa a las actividades de desmonte del predio. En caso que se registren especies de lento desplazamiento y nidos se realizará su rescate y reubicación en las áreas de conservación. En el caso de las tortugas marinas, no se verán afectadas durante la construcción del proyecto ya que no se llevarán a cabo actividades en la playa, mientras que en la etapa operativa, se coordinarán acciones con el Municipio de Isla Mujeres para su protección y se tomarán las medidas necesarias que permitan el arribo de estos organismos.

La iguana rayada se ha observado en las colindancias del predio con los lotes vecinos, donde se resguardan entre las oquedades de las rocas. Siendo que estas zonas no serán aprovechadas por el proyecto, no se espera que su desarrollo implique afectaciones a las poblaciones de esta especie. Sin embargo, se aplicará el programa de rescate de fauna encaminado a estos organismos previo a las labores de construcción, al igual que se ha realizado como parte de la construcción del desarrollo turístico hotelero.

En el caso de las tortugas marinas, la costa del estado de Quintana Roo, incluyendo la zona de playa colindante al proyecto, es sitio potencial de anidación de estas cuatro especies. De acuerdo con los registros de la zona, las tortugas marinas anidan de mayo a octubre, depositando los huevos en la zona federal marítimo terrestre. Para evitar afectaciones a este proceso de anidación se tomarán diversas medidas, como son:

- No instalar ningún tipo de obra o mobiliario en la Zona Federal Marítimo Terrestre.
- No iluminar directamente la zona de playa o área marina.
- Retirar al atardecer todo el mobiliario de la zona de playa.
- Las instalaciones fijas como bares o casetas, deberán ser piloteados, con una altura mínima de 1 metros sobre el terreno para permitir el paso de organismos por debajo.
- Dar aviso a la Dirección de Ecología de cualquier anidación que se presente en el frente de playa durante la temporada correspondiente, para que se apliquen los protocolos de su programa y se reubiquen los nidos.

Asimismo, se considera que la planta desaladora, no afectará a estas especies, en virtud de que se ubicará dentro de uno de los edificios y su interacción con la flora y la fauna será

nula. Por otra parte, se sabe que el proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres, contará con procedimientos específicos para el manejo de la fauna que se encuentre en el predio o su zona de influencia.

2.3.3. Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre en su artículo 60 TER, así como con la NOM-022-SEMARNAT-2003.

En relación con el Artículo 60 TER y la NOM-022-SEMARNAT-2003 en sus numerales 4.0 al 4.43, las obras que se proponen realizar no afectarán ningún área de manglar, ya que se desplantarán a una distancia mínima de 111 m sobre la planta baja del edificio de servicios del Hotel Atelier Playa Mujeres el cual se encuentra en construcción, y a 163 m de la ubicación de los pozos de captación y rechazo.

Realizamos el análisis de las especificaciones de ambos instrumentos normativos de protección al manglar, considerando que en el predio se registró en la parte central un área de humedal de inundación permanente con *C. jamaicense* con ejemplares aislados de mangle botoncillo y un manchón con ejemplares arbóreos de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) al Sur del predio. La zona de inundación permanente está rodeada de una zona de inundación temporal, donde no se registraron ejemplares de mangle botoncillo.

No obstante, la construcción y operación de la planta desaladora, no implicarán la remoción, relleno, trasplante, poda ni cualquier otra actividad en áreas de manglar, que afecte la integralidad del flujo hidrológico, del ecosistema o de su área de influencia, así como en los procesos naturales de productividad, hábitat para la fauna e interacciones con los ecosistemas adyacentes como es el caso de la duna costera, fragmentos de selva, cenotes y el arrecife.

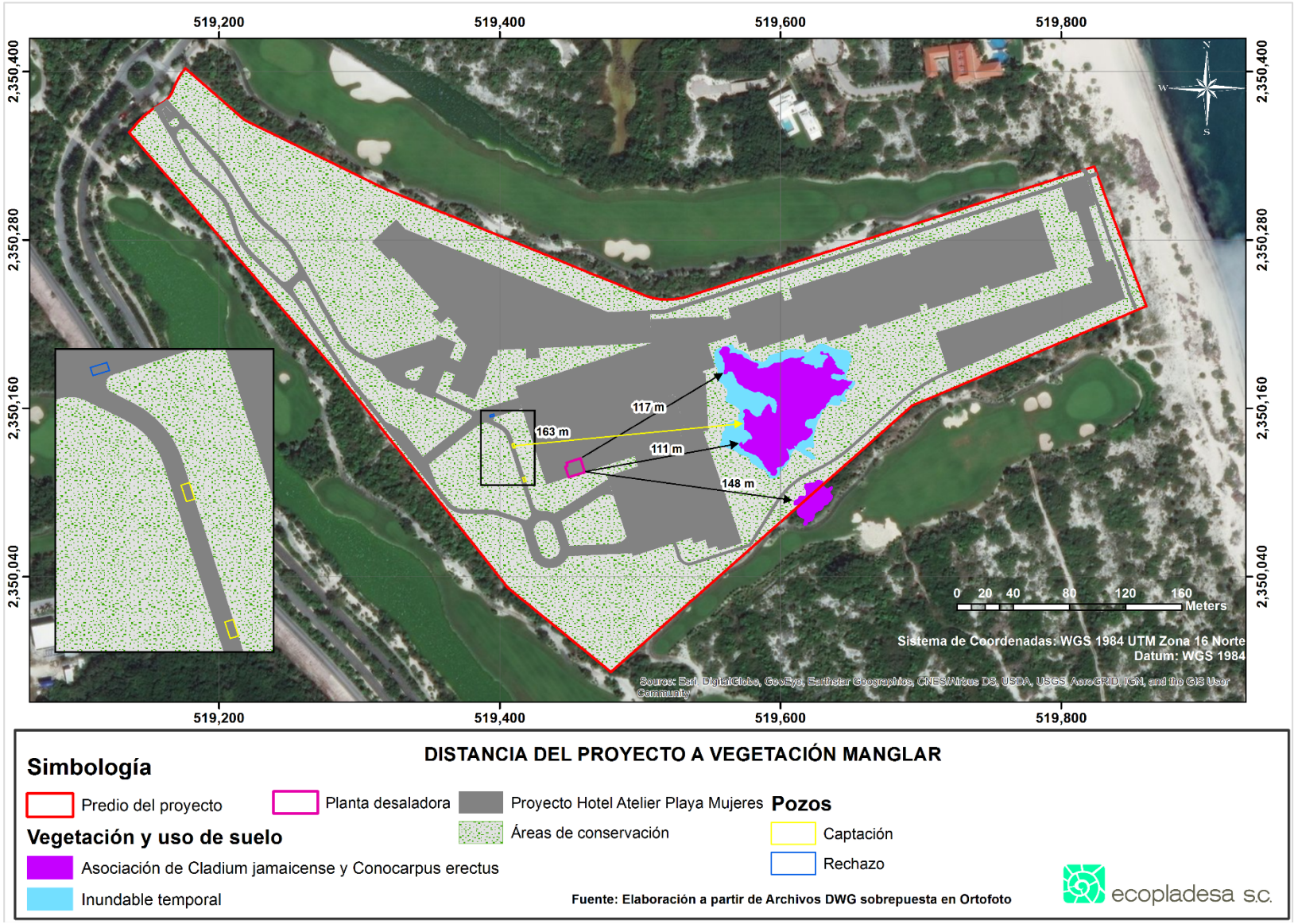


Figura 4. Se muestra la distancia del proyecto y los pozos a la vegetación de zonas inundables.

DESCRIPCIÓN DEL HUMEDAL DEL PREDIO.

De acuerdo con la caracterización vegetal realizada para el sitio del proyecto en la porción central del área de estudio se presentan dos parches de vegetación relacionada con suelos inundables, es decir, una porción del terreno donde la topografía del suelo es más baja y por lo tanto se inunda durante la temporada de lluvias, la parte central permanece inundada o al menos saturada de humedad la mayor parte del año. Esta porción del terreno tiene una composición de suelo relativamente diferente a la del resto del predio, ya que tiene una mayor proporción de materia orgánica. Sobre ésta, se desarrolla una vegetación conformada por varios pequeños parches donde se entremezclan diferentes asociaciones vegetales. En esta área se encontraron elementos como *Cladium jamaicense* que se entremezcla con elementos como *Conocarpus erectus*. Rodeando a esta vegetación se encuentra una zona de inundación temporal en la cual no se registró en su composición la presencia de mangle botoncillo.



Figura 5. Vista panorámica de la vegetación inundable permanente.

Por otro lado, existen un manchón de *Conocarpus erectus* en el borde sur del polígono y cerca de los campos de golf anexos al mismo. Dicho manchón está conformado principalmente de ejemplares arbóreos que tienen una altura de hasta 9 m.

Es muy probable que el manchón del margen sur se encuentre relacionado con la humedad que se genera en el margen del polígono debido al riego del pasto de los “greens”, porque no se relacionan del todo con suelos bajos.



Figura 6. Manchón de *Conocarpus erectus* en la sección sur del predio.

A continuación, se realiza el análisis de la forma en la cual las obras y actividades del proyecto darán cabal cumplimiento a lo establecido en los instrumentos normativos que regulan la protección de los manglares:

El artículo 60 TER de la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003 son instrumentos jurídicos aplicables al proyecto dado que en el predio se registró un humedal con ejemplares de mangle botoncillo. De ahí que se vinculan a la par dado que sus especificaciones de protección a este ecosistema son equivalentes:

- Artículo 60 Ter de la de la Ley General de Vida Silvestre

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

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

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

- NOM-022-SEMARNAT-2003(publicada en el DOF el 10 de abril de 2003) *que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de* manglar, y Acuerdo mediante el cual se adiciona la especificación 4.43 a la NOM-022-SEMARNAT-2003 (publicado el 7 de mayo de 2004 en el DOF).

Esta norma consta de una serie de especificaciones (4.0 a la 4.43), en las cuales se dictan los criterios de uso y conservación de los **humedales en zonas de manglar**,

resumiendo en la especificación 4.0 los aspectos más importantes a considerar para su aprovechamiento y conservación, y los cuales coinciden con los requeridos por el Artículo 60 TER de la LGVS.

De tal forma que ambos instrumentos, el primero a nivel de Ley vigente, y el segundo a nivel de Norma Oficial, presentan concordancia en las especificaciones que regulan la preservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales con manglar, y que las solicitudes de modificaciones en materia de impacto ambiental tendrían que justificar para su desarrollo.

Cuadro10. Comparativo de las principales directrices del Art. 60 TER de la LGVS y el numeral 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT.

	Criterios del Artículo 60 TER de la LGVS	**Criterios de la especificación 4.0 de la NOM-022-SEMARNAT-2003**
1	Queda prohibida la remoción, relleno, trasplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecten:	El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos:
2	la integralidad del flujo hidrológico del manglar;	La integridad del flujo hidrológico del humedal costero;
3	del ecosistema y su zona de influencia;	La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental;
4	de su productividad natural;	Su productividad natural;
5	de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos;	La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas;
6	de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;	Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje;
7	o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales,	La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales;
8	o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos.	Cambio de las características ecológicas;
		Servicios ecológicos;
		Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).

Teniendo en consideración la equivalencia de criterios, se considera que al analizar técnicamente el numeral 4.0 NOM-022-SEMARNAT-2003, se cumple también con el

análisis de los siete supuestos del Artículo 60 TER de la LGVS, vinculando de esta manera, al proyecto con dicho término.

De ahí que a continuación solamente se describe el cumplimiento del proyecto con los numerales 4.0 a 4.43 de dicha norma en el siguiente cuadro.

Cuadro11. Especificaciones 4.0 a 4.43 de la NOM-022-SEMARNAT-2003.

Especificaciones	Acciones del proyecto
4.0 El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorizaciones de aprovechamiento de la vida silvestres e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integralidad del mismo, para ello se contemplan los siguientes puntos: - La integralidad de flujo hidrológico del humedal costero; - La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; - Su productividad natural; - La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; - Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; - La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales; - Cambio de las características ecológicas; - Servicios ecológicos; - Ecológicos y eco fisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros).	Dentro del predio del proyecto, se tiene que en la parte central se desarrolla un humedal con presencia de *C. erectus* en asociación con el *zacate Cladium jamaicense* y en la sección Sur solo se presenta un manchón aislado. Ambas secciones se mantendrán como área de conservación, por lo que se mantendrá en las mismas condiciones. En cuanto a la conservación de la integridad de los flujos hidrológicos, el proyecto estima realizar todas y cada una de las actividades que marca la normatividad para la construcción de los pozos, los cuales, bajo estos parámetros, no afectarán la integridad de los flujos hidrológicos ni la funcionalidad del humedal. Teniendo así que la planta desaladora tendrá como medidas de mitigación para evitar afectaciones indirectas a la vegetación de manglar: • La construcción de pozos de captación se realizará a 35 m de profundidad. • Los pozos de inyección de salmuera tendrán una profundidad de 100 m, con estructura de concreto, 20 m de ademe ranurado y 80 m de ademe liso. Para la construcción se tomarán todas las previsiones para evitar afectar cavernas saturadas y secas que sean importantes en el flujo hidrológico subterráneo. • Se seguirán todos los parámetros establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas para garantizar que no habrá intrusión salina ni eventos de contaminación al acuífero. • Se dictaminó que el volumen de agua susceptible de aprovechar sería factible en función del balance hidráulico

Especificaciones	Acciones del proyecto
	del predio, lo cual también evidencia que el manglar continuará con su aporte de agua natural y que no se comprometerá la unidad hidrológica. • El proyecto al considerar las medidas de mitigación necesarias que marca el POEL del Municipio de Isla Mujeres (2008), para una adecuada construcción y manejo de residuos, estaría protegiendo los procesos que se dan en el sitio y con ello la integralidad del ecosistema de manglar.
4.1 Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	El proyecto no plantea desarrollar ningún tipo de obra en el humedal con ejemplares de mangle botoncillo. Las obras planteadas no ocasionarán interrupción del flujo de agua que pudiera poner en riesgo la dinámica e integridad ecológica del humedal.
4.2 Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	El proyecto no comprende la construcción de canales ni bordos que ganen terreno a la unidad hidrológica. Así mismo, las obras que se proponen no interferirán con el flujo de agua del humedal hacia el mar.
4.3 Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	
4.4 El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	
4.5 Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	Como se ha mencionado, el proyecto se desplantará a una distancia mínima del humedal de 111 m, sobre la planta baja del edificio de servicios del Hotel Atelier Playa Mujeres, y a 163 m de los pozos requeridos. El edificio fue construido con cimentación piloteada y se consideraron pasos de agua autorizados al proyecto, por lo que el desarrollo de la planta desaladora que se propone no afectará o bloqueará el flujo

Especificaciones	Acciones del proyecto
	natural del agua hacia el humedal. En el caso de las vialidades la cimentación es superficial la cual no influye en el flujo hidrológico subterráneo.
4.6 Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	Durante la construcción de las obras se implementarán las medidas suficientes para el manejo de residuos sólidos y líquidos y así prevenir eventos de contaminación y que los residuos se dispersen hacia el humedal. Durante el manejo de sustancias peligrosas se tomarán las medidas necesarias para evitar derrames de estas sustancias al suelo y agua. De la misma forma, la maquinaria que se utilice recibirá el mantenimiento adecuado para evitar fugas de aceite.
4.7 La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	En las obras que se proponen no se contempla utilizar ni verter agua del o hacia el humedal. La construcción y operación de la planta desaladora, tiene como objetivo abastecer de agua el complejo turístico, por medio se pozos de captación, siendo entonces que el agua que se obtenga se almacenará en cisternas y se conducirá por medio de una tubería hacia las áreas del hotel. Los pozos de captación de aguas subterráneas para desalinizar, serán construidos en profundidad y características recomendadas por el estudio de estratigrafía y calidad de agua elaborado para el proyecto, para prevenir la intrusión salina. Con este manejo se garantiza que el agua del humedal no será afectada por eventos de contaminación.
4.8 Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón, metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras	El proyecto que se propone no considera la generación de aguas con algún tipo de contaminantes, si bien se generarán aguas de rechazo conocidas como salmueras por la operación de la planta desaladora, estas serán inyectadas a través de pozos profundos a 100 m de profundidad, con estructura de concreto, 20 m de ademe ranurado y 80 m de ademe liso.

Especificaciones	Acciones del proyecto
actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	Se seguirán todos los parámetros establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas para garantizar que no habrá intrusión salina.
4.9 El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	Las actividades de extracción del agua se realizarán conforme a lo que establezca CONAGUA y siguiendo las recomendaciones del estudio hidrológico elaborado para el proyecto, por lo que no se prevé la intrusión de la cuña salina del acuífero.
4.10 La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	Se realizará la extracción y aprovechamiento de agua subterránea a través de la construcción y operación de la planta desaladora, para dicha obra se estima realizar todas y cada una de las actividades que marca la normatividad tanto para la extracción como para la construcción de los pozos, con lo cual se busca garantizar el balance hidrológico. Así mismo, se tomarán medidas de mitigación para evitar afectaciones indirectas a la vegetación de manglar: La construcción de pozos de extracción se realizará a 35 m de profundidad. Los pozos de inyección de salmuera tendrán una profundidad de 100 m, con estructura de concreto, 20 m de ademe ranurado y 80 m de ademe liso. Se seguirán todos los parámetros establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas para garantizar que no habrá intrusión salina. Se dictaminó que el volumen de agua susceptible de aprovechar sería factible en función del balance hidráulico del predio, lo cual también evidencia que el manglar continuará con su aporte de agua natural y que no se comprometerá la unidad hidrológica.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	El proyecto al considerar las medidas de mitigación necesarias que marca el POEL del Municipio de Isla Mujeres (2008), para una adecuada construcción y manejo de residuos, estaría protegiendo los procesos que se dan en el sitio y con ello la integralidad del ecosistema de manglar.
4.11 Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tornar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	Durante el proceso de construcción de las obras que se proponen, se vigilará que no se introduzcan especies invasoras que se tornen perjudiciales.
4.12 Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	Con las obras que se proponen no se prevén afectaciones al balance entre el aporte hídrico y el proveniente de las mareas. Las obras del proyecto no interrumpirán el intercambio hídrico entre el humedal y el mar, dado que es subterráneo, y el proyecto se desarrollará sobre la planta baja del edificio de servicios el cual está construido sobre una cimentación piloteada para evitar al máximo cualquier tipo de afectación a la duna y al sistema hidrológico. Con respecto a los pozos de captación y de inyección que se ubicarán en el área de vialidades ya autorizadas, serán construidos a profundidades adecuadas y bajo los estándares indicados en las normas oficiales mexicanas, para evitar la mezcla de aguas dulce y salada.
4.13 En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación sea trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobre posición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	Las obras planteadas no implican la construcción de vías de comunicación sobre el humedal.

Especificaciones	Acciones del proyecto
4.14 La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo, la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal, y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	Las obras planteadas no implican la construcción de vías de comunicaciones aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero.
4.15 Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	En el proyecto la infraestructura de energía eléctrica será de manera subterránea, por lo que no le aplica este criterio.
4.16 Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberá dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirán actividades productivas o de apoyo.	Como se ha mencionado, la construcción y operación de la planta desaladora se ubicará a 111 m de distancia del área de humedal dentro del edificio de servicios del Hotel Atelier Playa Mujeres, y los pozos se ubicarán a una distancia de 163 m situación por la cual se infiere que se cumple con la distancia establecida en este numeral.
4.17 La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	El material de construcción que utilizará el proyecto provendrá de bancos de material pétreo autorizados para su extracción y comercialización.
4.18 Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	El proyecto no considera la afectación del humedal con ninguna de sus obras o actividades.
4.19 Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar, y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	Las obras que se proponen no contemplan ninguna de estas actividades en el área de humedal del predio.

Especificaciones	Acciones del proyecto
4.20 Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	Los residuos sólidos durante el proceso constructivo y la operación serán dispuestos adecuadamente en contenedores con tapa y retirados diariamente hacia el sitio de acopio de residuos para su disposición final en el relleno sanitario intermunicipal Benito Juárez-Isla Mujeres.
4.21 Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras, y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptoras de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	Las obras que se proponen corresponden a infraestructura complementaria para el abastecimiento de agua a un proyecto hotelero turístico, y no comprenden granjas camaronícolas ni infraestructura acuícola.
4.22 No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	
4.23 En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	Las obras que se proponen son complementarias para el abastecimiento de agua a un proyecto hotelero turístico, y no contemplan realizar obras de canalización ni se plantean obras de ningún tipo dentro del manglar. Asimismo, no comprenden actividades acuícolas ni de producción de sal.
4.24 Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	
4.25 La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	
4.26 Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	

Especificaciones	Acciones del proyecto
4.27 Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	
4.28 La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas, y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	
4.29 Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a acabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	Las obras que se propone no contemplan actividades de turismo náutico en el humedal.
4.30 En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos), y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	
4.31 El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	Las obras que se proponen no contemplan estas actividades en el humedal.
4.32 Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	Las obras que se proponen en este proyecto no consideran la fragmentación del humedal, ya que no se realizarán sobre éste y se permitirá que continúe el flujo de agua a través de pasos de agua que se colocarán y seguirá siendo utilizado como hábitat para la fauna. Adicional a que cuenta en su perímetro con una zona de inundación temporal que servirá de amortiguamiento entre las obras y el humedal con manglar.

Especificaciones	Acciones del proyecto
4.33 La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	Las obras que se proponen no contemplan actividades de canalización.
4.34 Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	Las obras que se propone no prevén actividades ni obras en el humedal, por lo que no habrá compactación del sedimento.
4.35 Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	La planta desaladora se desplantará sobre la plataforma del edificio de servicios en planta baja del Hotel Atelier Playa Mujeres, y los pozos en las vialidades aledañas a dicho edificio, que ya están autorizadas para el mismo hotel, por lo que no contempla actividades en la zona de humedal y no pretende la realización de actividades de restauración de estas áreas.
4.36 Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo a como se determinen en el Informe Preventivo.	
4.37 Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	
4.38 Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	Las obras que nos ocupan no contemplan uso o restauración del humedal costero.
4.39 La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas	

Especificaciones	Acciones del proyecto
dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	
4.40 Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	
4.41 La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	
4.42 Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	El diseño de las obras planteadas consideró las recomendaciones técnicas que se integraron en los estudios que se generaron para el proyecto y de estudios publicados al respecto.
Artículo Único.- Se adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar, para quedar como sigue: "4.43 La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que en el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente."	Aunado a que el proyecto sí cumple con la distancia de 100 m establecida en los numerales 4.14 y 4.16 de la presente norma, se implementarán medidas de prevención en beneficio de la vegetación del predio y de manera particular en beneficio del manglar: Se implementarán medidas específicas de protección de fauna y flora, y el manejo adecuado de residuos. Se llevarán acciones de limpieza diariamente durante la construcción y operación del proyecto, para evitar que los residuos se dispersen hacia las zonas de conservación que incluyen las de manglar. Se realizará monitoreo de la vegetación, fauna y condiciones de inundación de las áreas de conservación de manglar que se ubiquen dentro del predio, para determinar su estado ambiental durante la etapa constructiva y el primer año de operación.

Especificaciones	Acciones del proyecto
	Se realizará el monitoreo de la calidad de agua del acuífero y estructuras inundadas para determinar su calidad y detectar cualquier evento de contaminación.

2.4. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.

Las áreas naturales protegidas más cercanas al sitio del proyecto corresponden al Sistema Lagunar Chacmochuch y la Laguna Manatí, que se clasifican como zonas sujetas a conservación ecológica por parte del Gobierno del Estado de Quintana Roo y fueron decretadas en 1999.

El Sistema Lagunar Chacmochuch está ubicada en los Municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres y fue decretada como Área Natural Protegida el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 9 de agosto de 1999, en la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, Refugio Estatal de Flora y Fauna, con una superficie de 1,952.14 hectáreas. En el área se registraron más de 194 especies de flora y fauna típicas de la Península de Yucatán. El área es también importante en términos económicos ya que sustenta la actividad pesquera comercial y deportiva y es además soporte de los ecosistemas arrecifales adyacentes. En esta área se ha amortiguado la presión del desarrollo turístico de la zona y de los núcleos de población.

La Laguna Manatí está ubicada en el Municipio Benito Juárez, y fue decretada como Área Natural Protegida el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el día 9 de agosto de 1999, en la categoría de Zona Sujeta a Conservación Ecológica, Refugio Estatal de Flora y Fauna, con una superficie de 202.99 hectáreas. El área constituye un ecosistema con gran relevancia ecológica y es una zona apta para el desarrollo de estudios de investigación tendientes al desarrollo sustentable de la zona.

Estas áreas se encuentran rodeadas por humedales que mantienen comunicación subterránea con otros sistemas continentales y marinos, por lo que su alteración afecta directamente a los ecosistemas de la Bahía de Mujeres.

El predio del proyecto se ubica a una distancia de 338 m del Sistema Lagunar Chacmochuch y a 5,423 m de la Laguna Manatí, por lo que no se prevén afectaciones sobre estas áreas ya que todas las actividades del proyecto se llevarán a cabo tomando las medidas necesarias para mantener en buen estado los ecosistemas.

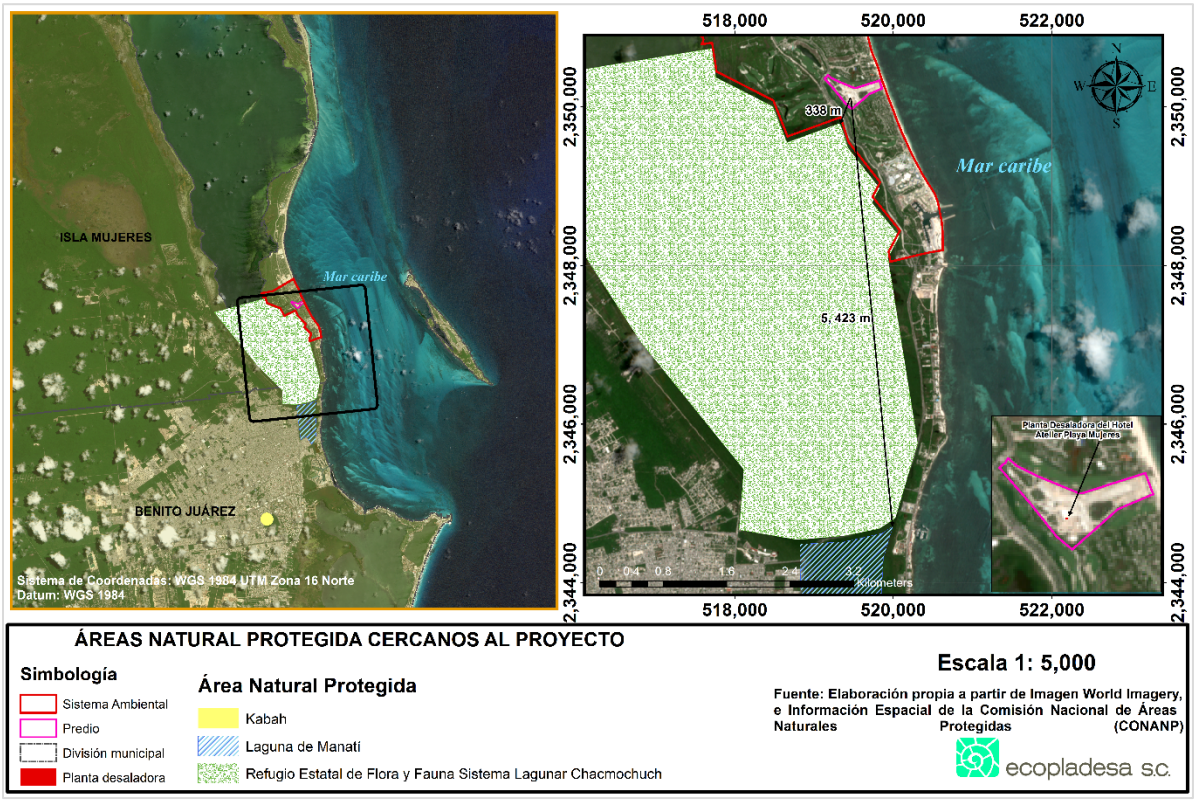


Figura 7. Ubicación del polígono del predio respecto del polígono del Programa de Manejo del Parque Marino.

2.5. 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.

2.5.1. 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 103, denominada Contoy, la cual cuenta con una extensión de 2,785.2 km^2 (Figura8).

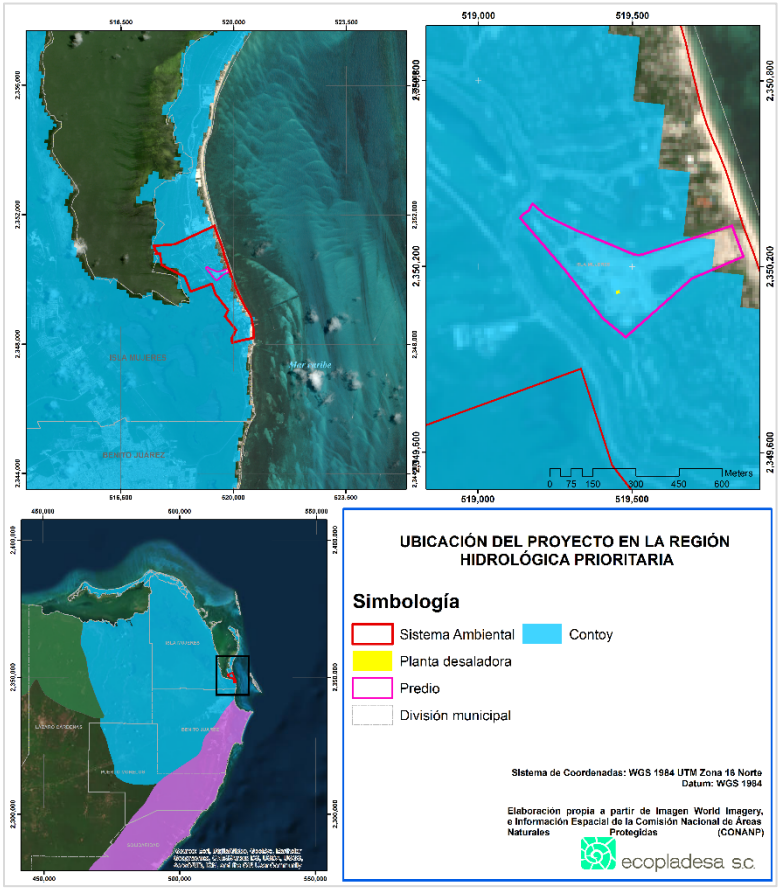


Figura 8. El proyecto se ubica dentro de la Región Hidrológica 103 Contoy.

CARACTERÍSTICAS GENERALES

Características principales con las que cuenta la Región Hidrológica Contoy.

Lénticos:	**Laguna Yalaháu y Chacmochuk, lagunas costeras, ciénegas**
Lóticos:	Aguas subterráneas
Limnología básica	Es la reserva de acuíferos más importante del noreste de la península de Yucatán. El agua subterránea forma todo un sistema de estructuras tipificadas por los cenotes y las cavernas. Las sabanas inundables propician el escurrimiento y la captación de agua de lluvia.
Geología/Edafología:	Suelos tipo Regosol, Gleysol, Litosol, Luvisol, Rendzina y Zolonchak (rocas sedimentarias calcáreas), muy planos; la hidrografía se regula con la microtopografía.
Características varias:	Clima cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura promedio anual 24-28°C. Precipitación total anual 800-1100 mm, con alta evaporación. Vientos Alisios del SE al NW.
Principales poblados:	Cabo Catoche, Isla Holbox, Contoy, Punta Arena, Kantunil
Actividad económica principal:	Ganadería, agricultura tradicional, turismo, pesca, cacería, apicultura, explotación forestal y de sal
Indicadores de calidad de agua:	ND
Biodiversidad:	Tipos de vegetación: selva mediana subperennifolia, selva baja perennifolia, selva baja inundable, palmar inundable, manglar, vegetación de dunas costeras, pastizal cultivado, sabana, tintal y tular. Diversidad de hábitats: dunas costeras, humedales, petenes, playas, estuarios y pastos marinos. La zona está considerada como una de las de mayor diversidad biológica y de endemismos. Flora característica: tasiste *Acoelorrhaphe wrightii*, *Annona glabra, Bactris balanoidea, B. mexicana,* ramón *Brosimum alicastrum*, chaca *Bursera simaruba*, nanche *Byrsonima crassifolia*, cedro *Cedrela mexicana*, palma *Coccothrinax readii,* jícaro *Crescentia cujete*, *Dalbergia glabra, Erythroxylum campechanium*, palo de campeche *Haematoxylum campechianum*, chicozapote *Manilkara zapota*, chechém *Metopium brownei*, *Paurotis wrightii,* palma *Pseudophoenix sargentii, Roystonea regia*, tule *Typha latifolia*, axnique *Vitex gaumeri.* Flora de Contoy: *Acanthocereus tetragonus, Ageratum littorale, Ambrosia hispida*, *Avicennia germinans, Borrichia frutescens, Bumelia americana, Caesalpinia vesicaria, Canavalia rosea, Capparis incana, Cenchrus echinatus, Cenchrus* sp., *Coccoloba uvifera, Cocos nucifera tasiste, Conocarpus erectus, Cordia sebestena, Eustachys petraea, Fimbristylis thermalis, Guaiacum sanctum, Hymenocallis* sp., *Laguncularia racemosa, Opuntia stricta, Phyla nodiflora*, *Pisonia aculeata, Pithecellobium dulce, Rhizophora mangle, Sesuvium portulacastrum, Spartina spartinae, Sporolobus virginicus, Suriana maritima, Thrinax radiata, Trixis inula.* Fauna característica: de crustáceos como el misidáceo *Antromysis (Antromysis) cenotensis*; el palemónido *Creaseria morleyi;* el anfípodo *Mayaweckelia cenoticola*; los decápodos *Typhlatya mitchelli* y *T. pearsei*; de peces *Anguilla rostrata, Astyanax aeneus,*

	Cichlasoma synspilum, Poecilia latipinna; de aves el chipe galán *Dendroica discolor*, el mímido negro *Dumetella glabrirostris,* el mosquero *Elaenia martinica*, la fragata magnífica *Fregata magnificens,* la paloma suelera pechiclara *Leptotila jamaicensis*, el cormorán *Phalacrocorax olivaceus,* la paloma *Zenaida aurita*. Contoy es sitio de anidación de gran relevancia de aves marinas y palustres como *Columba leucocephala, Egretta rufescens, E. thula, E. tricolor*, el halcón peregrino *Falco peregrinus*, el pelícano gris *Pelecanus occidentalis*, *Phalacrocorax auritus, Sterna anaethetus, S. antillarum* y de refugio y reproducción del bobo patas cafés *Sula leucogaster*. Además, se puede encontrar en esta región a los reptiles como las tortugas caguama *Caretta caretta,* blanca *Chelonia mydas*, de carey *Eretmochelys imbricata* y el cocodrilo *Crocodylus acutus*. Endemismo de plantas como *Acacia gaumeri, Cephalocereus gaumeri, Enriquebeltrania crenatifolia, Eragrostis yucatana, Mammillaria gaumeri, Nopalea gaumeri;* de peces *Archocentrus octofasciatus, Fundulus grandissimus, F. persimilis, Menidia colei, Ogilbia pearsei, Ophisternon infernale, Poecilia velifera*; de aves como la matraca yucateca *Campylorhynchus yucatanicus*, la chara yucateca *Cyanocorax yucatanicus,* el colibrí tijereta *Doricha eliza,* el bolsero yucateco *Icterus auratus,* el copetón yucateco *Myiarchus yucatanensis* y el vireo yucateco *Vireo magister.* Especies amenazadas: de aves el pavo ocelado *Agriocharis ocellata*, la espátula rosada *Ajaia ajaja*, la cerceta aliazul *Anas discors,* la garza gigante *Ardea herodias occidentalis, Buteo jamaicensis, Buteogallus anthracinus, Charadrius melodus, Circus cyaneus,* el hocofaisán *Crax rubra*, las garzas *Egretta rufescens* y *E. thula*, el halcón peregrino *Falco peregrinus*, *Helmitheros swainsonii,* el jabirú *Jabiru mycteria*, *Mycteria americana*, el flamenco *Phoenicopterus ruber*, el zopilote rey *Sarcoramphus papa, Sterna antillarum,* el chipe encapuchado *Wilsonia citrina*; de reptiles los cocodrilos *Crocodylus acutus* y *C. moreleti*, las tortugas caguama *Caretta caretta*, blanca *Chelonia mydas,* laúd *Dermochelys coriacea* y carey *Eretmochelys imbricata*; de mamíferos el mono aullador *Alouatta pigra*, el mono araña *Ateles geoffroyi*, el cacomixtle *Bassariscus sumichrasti*, el tlacuachillo dorado *Caluromys derbianus,* el ocelote *Leopardus pardalis*, el jaguar *Panthera onca*, el puma *Puma concolor*, el oso hormiguero *Tamandua mexicana*, el temazate *Mazama americana*, el tapir *Tapirus bairdii*, el manatí *Trichechus manatus*. Zona de anidación y refugio para aves, de alimentación y reproducción para peces, tortugas y manatíes. Se estima que en el área se encuentra más del 80% de los vertebrados tetrápodos conocidos en la entidad.
Aspectos económicos:	Pesquería de peces como boquinetes, pargos, mojarra, jurel, corvinas, roncador blanco, lizeta, lisa, raya, picuda, bagre, macabí y crustáceos como langosta y camarón; existen recursos de sal. Potencial turístico creciente y actividad pecuaria. Explotación forestal incontrolada.

Problemática: *Modificación del entorno: asentamientos irregulares, sobrepastoreo por ganado. Zona fuertemente perturbada por ciclones, quemas no controladas, explotación forestal y pesca sin manejo adecuado. Amenazada fuertemente por crecimiento urbano y construcción de caminos. Introducción de fauna exótica a la isla de Contoy.*

Vinculación con el proyecto: El predio del proyecto forma parte del Plan Maestro Playa Mujeres que fue autorizado en materia de impacto ambiental desde el año 1999, y en el 2006 para el lote RTH4, donde se ubica concretamente el proyecto, así mismo, el predio está dentro del área de aplicación del Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmuchuch, de acuerdo con el cual tiene un uso de suelo mixto comercial compatible con el uso turístico hotelero, por lo que el proyecto propuesto al ser una obra asociada a las actividades del complejo turístico en el que se encuentra, se considera acorde con el uso permitido y no se llevarán a cabo asentamientos irregulares.

El proyecto que se propone se desplantará dentro del edificio de servicios del Hotel Atelier Playa Mujeres y en las vialidades aledañas que ya están autorizadas, por lo que no se afectarán zonas con vegetación natural por lo que las áreas destinadas a conservación dentro del predio del proyecto se mantendrán. En el proyecto no se prevé la introducción de fauna exótica.

- Contaminación: ND

Vinculación con el proyecto: El manejo de los residuos se llevará a cabo de acuerdo con el Programa de Manejo de Residuos que se anexa a la presente MIA-P, el cual será aplicado durante todas las etapas del proyecto y se tomarán las medidas necesarias para evitar que se viertan residuos y sustancias al suelo y al agua, para evitar problemas de contaminación.

En el caso de las aguas residuales, durante la construcción del proyecto se utilizarán los sanitarios portátiles con los que cuenta el Hotel Atelier, y durante la operación se conectarán a la red interna de drenaje del Plan Maestro Playa Mujeres, que conduce las aguas residuales hacia las plantas de tratamiento existentes, donde se realizará su tratamiento. El efluente obtenido de las plantas cumplirá con la normatividad ambiental en la materia para poder ser utilizado para el riego de las áreas ajardinadas. Las aguas residuales de los sanitarios portátiles serán retiradas por la empresa arrendadora.

- Uso de recursos: uso de trampas no selectivas y tráfico ilegal de especies. Actividad forestal, turística, pesquera y pecuaria. Cacería furtiva. Saqueo de nidos de tortuga. La región constituye una importante fuente de abastecimiento de agua y recursos forestales.

Vinculación con el proyecto: No se hará uso de trampas y no se llevará a cabo el tráfico ilegal de especies ya que únicamente se pretende la construcción y operación de la planta desaladora, por lo que las actividades a desarrollar se limitarán al desarrollo del proyecto.

No se llevarán a cabo actividades de pesca, forestales y pecuaria, ni cacería furtiva.

Durante las actividades que se proponen se vigilará que no se efectúe el saqueo de nidos en caso que se registre arribazón de tortugas marinas y se coordinarán acciones con el Municipio de Isla Mujeres para la protección de estos organismos.

Conservación: Se recomienda conservar los mantos freáticos. Faltan conocimientos de plantas acuáticas e insectos y de la microtopografía de las cuencas. Comprende a la Reserva Especial de la Biosfera Isla Contoy, el Área de Protección de Flora y Fauna Yum Balam y la reserva privada El Edén.

Vinculación con el proyecto: la construcción de los pozos de captación e inyección, se harán en apego a las características indicadas en la normatividad aplicable, con la finalidad de evitar la contaminación al acuífero, y al mismo tiempo, evitar la intrusión salida como consecuencia de la inyección de salmueras. Al mismo tiempo, durante las actividades del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos, con el fin de evitar problemas de contaminación del suelo y del agua del manto freático. De esta manera se garantiza que no haya fuentes de contaminación al suelo y al agua.

El predio no se ubica en alguna Área Natural Protegida, y las más cercanas al predio son las Zonas de Conservación Ecológica Estatales Sistema Lagunar Chacmochuch y Laguna Manatí, las cuales no se verán afectadas a causa del proyecto.

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.

2.5.2. 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 62Dzilam Contoy, misma que cuenta con las siguientes características(Figura9).

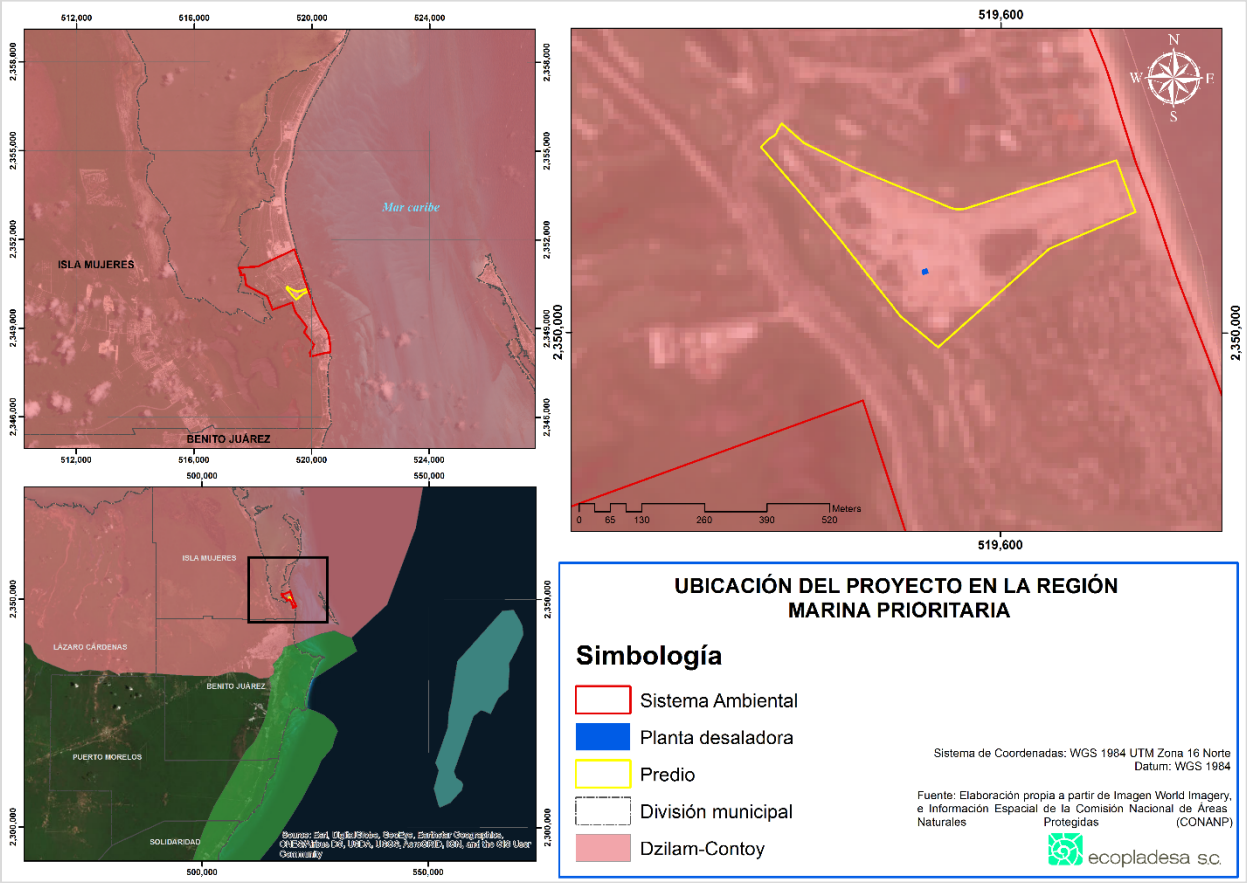


Figura 9. Ubicación del predio en RMP 63 Punta Maroma-Punta Nizuc.

Estado(s): Quintana Roo

Extensión: 31,143 km^2

Polígono: Latitud. 22°50'24" a 21°5'24"
Longitud. 88°52'48" a 86°31'12"

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

Geología: placa de Norteamérica, rocas sedimentarias.

Descripción: playas, dunas, marismas, petenes, arrecifes.

Oceanografía: afloramientos; corriente de Yucatán. Hay aporte de agua dulce por ríos subterráneos y lagunas.

Biodiversidad: zona de transición entre la biota del Golfo de México y la del Mar Caribe; plancton, moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, peces, aves, mamíferos marinos, manglares. Hay endemismos de plantas (*Mammillaria* spp, *Coccothrinax readii*, *Echites yucatanensis*, *Hylacereus undatus*, *Krugiodendrum jeneum*, *Nopalea gaumerii*) y moluscos (*Octopus maya*). Es zona migratoria, de reproducción, anidación, crecimiento y refugio de aves, crustáceos (langosta y camarón) y peces.

Aspectos económicos: pesca muy activa, organizada en cooperativas, industrial, cultivos y libres; se explotan moluscos (pulpo), peces (escribano, escama), camarón y langosta. Zonas turísticas pequeñas pero de relevancia (turismo de alto impacto y ecoturismo).

PROBLEMÁTICA: *Modificación del entorno: fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado.*

Vinculación con el proyecto: El proyecto no considera obras en la zona marina, por lo que no se llevará a cabo la fractura de arrecifes, remoción de pastos marinos y dragado.

Contaminación*: en los muelles y puertos, por petróleo, embarcaciones pesqueras, turísticas y de carga.*

Vinculación con el proyecto: En el proyecto no se considera la construcción de muelles y puertos ni el uso de embarcaciones.

Durante las actividades de construcción y operación del proyecto se realizará un manejo adecuado de los residuos que se generen mediante su colecta, almacenamiento temporal y traslado al relleno sanitario intermunicipal Benito Juárez-Isla Mujeres. Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores se utilizarán sanitarios portátiles en la etapa de construcción y los fijos en operación, los cuales se encuentran conectados a la red de drenaje del Plan Maestro Playa Mujeres, que conducirá las aguas residuales hacia las plantas de tratamiento existentes, donde se realizará su tratamiento. El efluente obtenido de las plantas cumplirá con la normatividad ambiental en la materia para poder ser utilizado para el riego de las áreas ajardinadas.

De acuerdo con lo anterior, los residuos que se generen serán manejados adecuadamente, por lo que no se prevén problemas de contaminación al agua a causa del proyecto.

Uso de recursos*: uso de recursos: presión sobre las langostas y el caracol rosado. Hay pesca ilegal, arrastres, trampas no selectivas y colecta de especies exóticas.*

Vinculación con el proyecto: En el proyecto no se consideran actividades de pesca, por lo que no se ejercerá presión sobre las poblaciones de langosta y caracol rosado, y no se llevará a cabo el empleo de trampas y la colecta de especies exóticas.

Conservación: probablemente exista un CAB (Centro de Actividad Biológica) en esta zona. Es de importancia ecológica por presentar ecosistemas de sostenimiento para muchos organismos. Incluye dos reservas: Ría Lagartos y Yum-Balam.

Grupos e instituciones: IPN (Cinvestav), INP (CRIP-Yucalpetén, CRIP-Pto. Morelos), Ecosur, Grupo Comunitario de Holbox, Amigos de Sian Ka´an.

2.5.3. Sitios Prioritarios Terrestres para la Conservación de la Biodiversidad.

En seguimiento del Programa de Áreas Protegidas de la Séptima Conferencia de las Partes (COP-7) del Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) que se llevó a cabo en Kuala Lumpur en febrero de 2004, la CONABIO y la CONANP decidieron generar una visión actualizada y completa sobre los vacíos y omisiones de conservación en las áreas protegidas (AP) de México con criterios robustos y técnicos que sirvan de guía para incrementar la superficie con decretos de protección, así como para considerar otros instrumentos complementarios que nos ayuden en la conservación de la biodiversidad. La CONABIO y la CONANP en colaboración con numerosas instituciones y especialistas, conformaron un grupo de trabajo que decidió ampliar el contexto de esta evaluación con diversos enfoques y escalas de una manera integral con el fin de identificar los sitios prioritarios para la conservación de la biodiversidad terrestre.

Se llevaron a cabo cinco talleres durante 2005 y 2006 donde se discutieron los criterios para el análisis de optimización (con el programa MARXAN17) para identificar sitios prioritarios en unidades regulares de análisis (8 045 hexágonos de 256 km^2). La identificación de los sitios prioritarios se hizo con base en variables biológicas para las que se definieron metas de conservación y factores de presión que amenazan a la biodiversidad. Se analizaron 2,546 coberturas de datos biológicos de las cuales 1,450 fueron seleccionadas para usarlas en el análisis de identificación de sitios prioritarios. En todos los casos, las metas de conservación deseadas fueron expresadas en porcentaje de la superficie del objeto de conservación con relación a la extensión del territorio nacional. Los valores de metas se asignaron a las especies (vertebrados terrestres y plantas) y tipos de vegetación con base en criterios de rareza, endemismo, estado de riesgo de extinción (NOM-059-SEMARNAT-2001, UICN) y presión por comercio internacional (CITES). Se identificó como vegetación en estado crítico a aquella con cobertura menor a 1.5 % del territorio nacional, asignándoles las metas más altas de conservación.

Además, para abarcar los diversos sistemas ecológicos se consideraron las áreas con alta riqueza de especies, concentración de especies endémicas y otros tipos de vegetación con superficies mayores, asignándoles metas menores de conservación. Se seleccionaron diversos factores, principalmente antropogénicos, que constituyen una presión o amenaza tanto a los sistemas ecológicos y comunidades como a las especies de flora y fauna. A las variables relacionadas con el cambio de uso de suelo, reconocida como la causa principal de pérdida de biodiversidad, se les dio una mayor ponderación. Las zonas con mayores amenazas se ubican en la vertiente del Golfo de México, el centro del país, y especialmente en las megaciudades, con valores extremadamente altos por el inherente grado de transformación del ambiente natural, que conlleva un fuerte impacto

negativo en los servicios ambientales que brindan los ecosistemas. Los sitios terrestres prioritarios para la conservación detectados en el análisis de optimización cubren 594 894 km^2 (30.36% de la superficie), pero sólo 12.9 % de esta área se encuentra protegida por ANP federales, estatales y municipales (3.91 % de la superficie continental del país). Los sitios terrestres prioritarios fueron clasificados en tres categorías con base en la frecuencia de selección por el programa de optimización. Los de extrema prioridad cubren 2.18 % de la superficie continental y corresponden a 176 unidades, este porcentaje incrementa a 16.6 % y a 30.6% si se adicionan los sitios de alta prioridad, y los de alta y media prioridad. Se identificaron 1093 unidades de media prioridad y 1145 unidades de alta prioridad.

El predio de interés se ubica dentro de un sitio prioritario terrestre para la Conservación de la Biodiversidad con prioridad media y considera mantener su mayor parte como áreas de conservación (Figura 10).

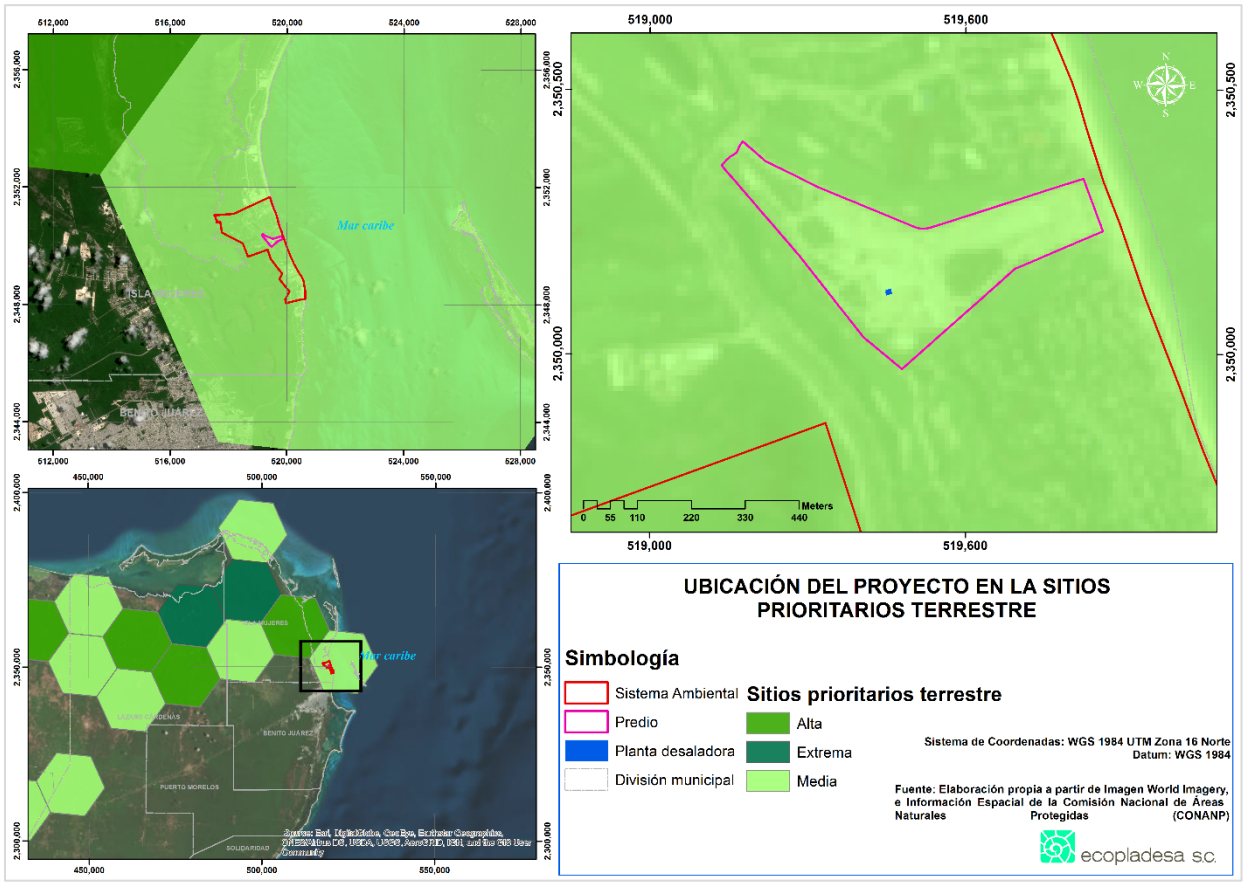


Figura 10. El predio se ubica dentro de un Sitio Prioritario para la Conservación de la Biodiversidad con prioridad media.

CAPITULO IV

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

INDICE

1. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL (SA)..... 3
1.1 Criterios para la Delimitación del SA. 3
1.2 Delimitación del Sistema ambiental..... 4
2. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL SISTEMA AMBIENTAL 5
2.1 Clima 6
2.2 Geomorfología y geología..... 10
2.3 Edafología..... 14
2.4 Hidrología. 16
3. CARACTERIZACIÓN BIÓTICA DEL SISTEMA AMBIENTAL..... 20
3.1 Vegetación del Sistema Ambiental..... 21
3.2 Vegetación del predio 29
2.2.2 Fauna 68
3.3 Paisaje..... 111
2.3.1 Evaluación del paisaje 113
2.3.2 Zonificación del Área Utilizable e Identificación de Zonas Frágiles..... 113
4. MEDIO SOCIOECONÓMICO..... 116
4.1 Demografía..... 116
4.2 Condiciones económicas 117
4.3 Urbanización y vías de comunicación 118
4.4 Salud y Seguridad Social. 119
4.5 Diagnóstico ambiental..... 120

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 Atelier Playa Mujeres**". La información que se presenta en este apartado, es el resultado de una prospección de campo, aplicando técnicas y métodos de muestreos para conocer y obtener registros de la flora y fauna terrestre del predio y del Sistema Ambiental; además se realizó una revisión exhaustiva de artículos científicos, informes, estudios realizados para la zona y literatura publicada por fuentes oficiales como el INEGI, CONABIO, CONANP, CONAFOR, SEMARNAT, Universidad Nacional Autónoma de México, (UNAM), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Centro de Investigación Científica de Yucatán (CICY), así como los estudios emitidos por las autoridad Local y Estatal, entre otros.

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, ortomosaicos e imágenes satelitales, con el cual se realizó la caracterización ambiental del Sistema Ambiental del proyecto. Además, se realizó la vinculación del Sistema Ambiental con los instrumentos de planeación (POEL, POET, PPDU) y sitios prioritarios de la CONABIO y Cartas Temáticas del INEGI y la CONANP, cuya información se ha presentado en el Capítulo 3 de la presente MIA-P.

1.1 Criterios para la Delimitación del SA.

El Sistema Ambiental (SA) del proyecto se refiere al área en torno a éste que puede influenciar al proyecto y ser influenciada por el mismo de manera indirecta.

Uno de los criterios particulares que se consideró para la delimitación del SA fue la guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector turístico modalidad: particular, misma que señala que para la delimitación del área de estudio *se utilizará la regionalización establecida por las Unidades de Gestión Ambiental del ordenamiento ecológico (cuando exista para el sitio y esté decretado y publicado en el Diario Oficial de la Federación o en el boletín o periódico oficial de la entidad federativa correspondiente), la zona de estudio se delimitará con respecto a la ubicación y amplitud de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción, por lo que podrá abarcar más de una unidad de gestión ambiental de acuerdo con las características del proyecto, las cuales serán consideradas en el análisis.* Adicionalmente se tomaron los siguientes los criterios:

- **Localización del proyecto:** El proyecto "**Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres**", se encuentra ubicado dentro de las instalaciones ya autorizadas para conformar el Hotel Atelier Playa Mujeres, ubicado en la Zona Continental de Isla Mujeres y promovido por Atelier Inmobiliaria, S. de R. L. de C.V.

- **Instrumentos de planeación:** Se consideraron los límites establecidos por el para la Zona 3: Playa mujeres, establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Peninsula Chacmuchuch en el Municipio de Isla Mujeres.

1.2 Delimitación del Sistema ambiental

El sistema ambiental debe considerarse como un espacio geográfico con características específicas tales como: extensión, uniformidad y funcionamiento. Los límites de un sistema ambiental dependen de la continuidad del ecosistema o de los ecosistemas que lo conforman, para poder establecer estos límites es necesario considerar sus componentes ambientales, es decir, geoformas, agua aire, suelo, flora, fauna, población, infraestructura, paisaje, e igualmente considerar los factores tales como calidad, cantidad, extensión, entre otros. Adamas, se debe tener en cuenta la interacción de estos con el proyecto en tiempo y espacio.

La caracterización del SA debe aportar un diagnóstico del estado de conservación o de alteración de los componentes y procesos ecológicos de la zona elegida, es decir, de la integridad funcional de los ecosistemas, ya que en última instancia un proyecto es viable ambientalmente si es compatible con la vocación del suelo y permite la continuidad de los procesos y la permanencia de los componentes ambientales.

El SA definido para el proyecto **"Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres"**, se determinó con base en distribución actual de los usos de suelo, y de las perturbaciones naturales y antropogénicos de la zona, así como la continuidad de los ecosistemas terrestres, los cuales pueden verse interrumpidos por barreras físicas o naturales. Con ello se definió que el Sistema Ambiental considerado para este proyecto se ajustaría a los límites de la Zona 3: Playa mujeres, establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Peninsula Chacmuchuch en el Municipio de Isla Mujeres.

- Al norte, límite con el polígono de la Zona 4: COSTA MUJERES establecido por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Peninsula Chacmuchuch en el Municipio de Isla Mujeres.
- Al sur, Límite con el polígono de la Zona 2: PUNTA SAM establecido por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Peninsula Chacmuchuch en el Municipio de Isla Mujeres.
- Al oeste, Límites establecidos por el Área natural protegida de carácter estatal denominada Sistema Lagunar Chacmochuch. Este límite se definió en función del recurso que utilizará el proyecto que corresponde al agua continental que fluye hacia el mar, el cual será aprovechado en los pozos de captación.
- Al este, Zona Federal Marítimo Terrestre y Mar Caribe.

El sistema ambiental definido para el proyecto tiene una superficie de 3, 927,793.30 m^2 (392.77 ha) abarcando parte de la zona terrestre de la Zona Continental de Isla Mujeres.

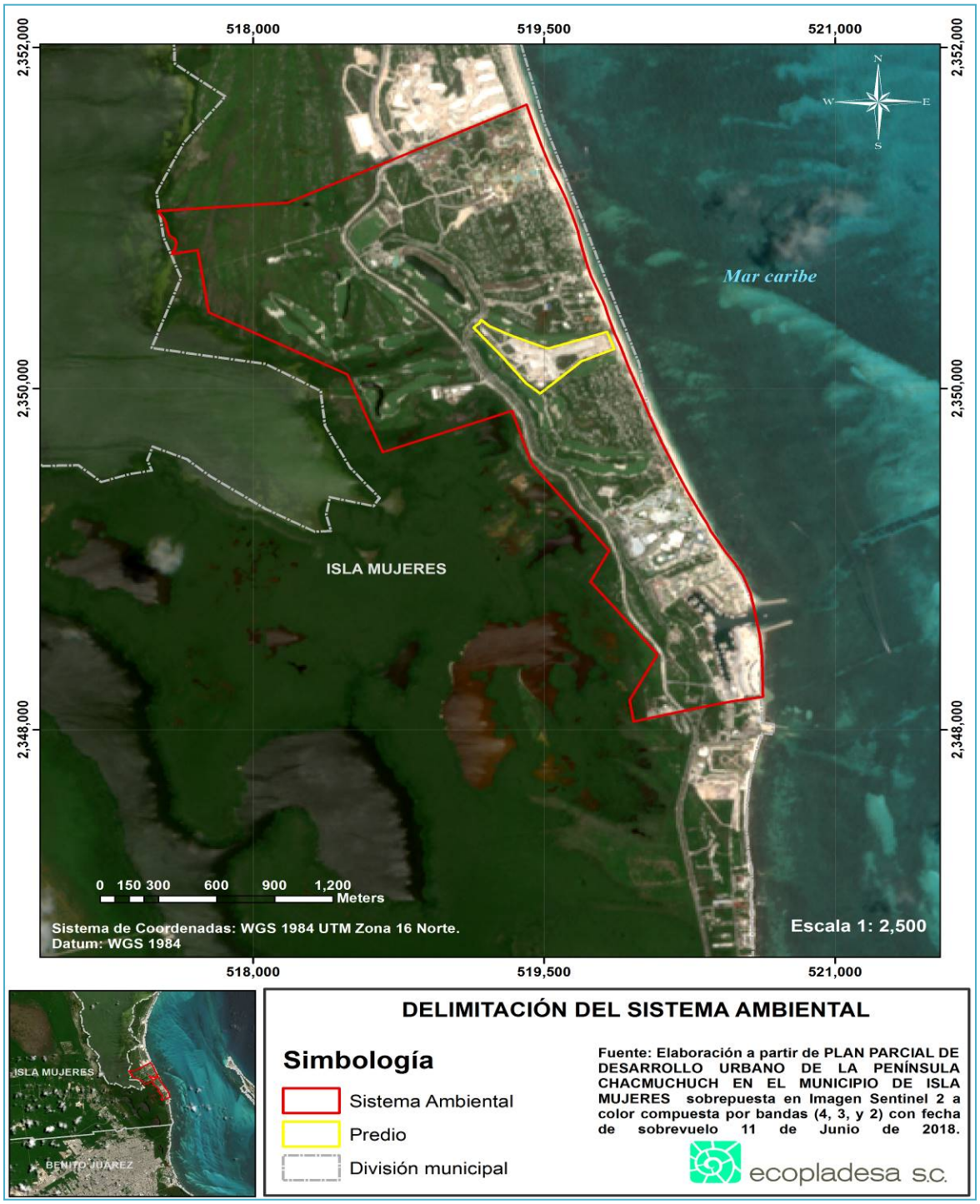


Figura 1. Sistema ambiental definido para el proyecto Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres en función del predio donde se ubica.

2. CARACTERIZACIÓN ABIÓTICA DEL SISTEMA AMBIENTAL

El Sistema Ambiental definido para el proyecto **"Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres**", comprende una superficie de 392.77 ha de la porción

terrestre de la Zona Continental de Isla Mujeres de la zona conocida como isla blanca, misma que forma parte de la UGA 09 denominada Península de Chacmochuch.

La caracterización y análisis de los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del SA del proyecto **"Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres**" se realizó a partir del análisis de información bibliográfica y recursos electrónicos, así como de los datos obtenidos en el trabajo de campo. 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.

2.1 Clima

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

La clasificación climática Aw0(x') corresponde a un clima cálido subhúmedo que es el más seco de los cálidos subhúmedos, presenta regímenes de lluvias en verano y una precipitación medio anual de 1,012.87 mm. La temperatura media anual es de 26.6 °C, con una variación de temperatura media mensual entre el mes más fario y el más caliente menor a 5°C, por lo que se considera isotermal.

El Sistema Ambiental del proyecto presenta el subtipo climático Aw0 que es el más seco de los cálidos subhúmedos con régimen de lluvias de verano, tiene una temperatura media anual de 26.6 ºC, con una variación de la media mensual entre el mes más frío y el más caliente, menora 5 ºC, por lo que es isotermal. El mes menos caluroso es enero y el más cálido puede caer antes o después del solsticio de verano, es decir, durante los meses de mayo, junio, julio o agosto.

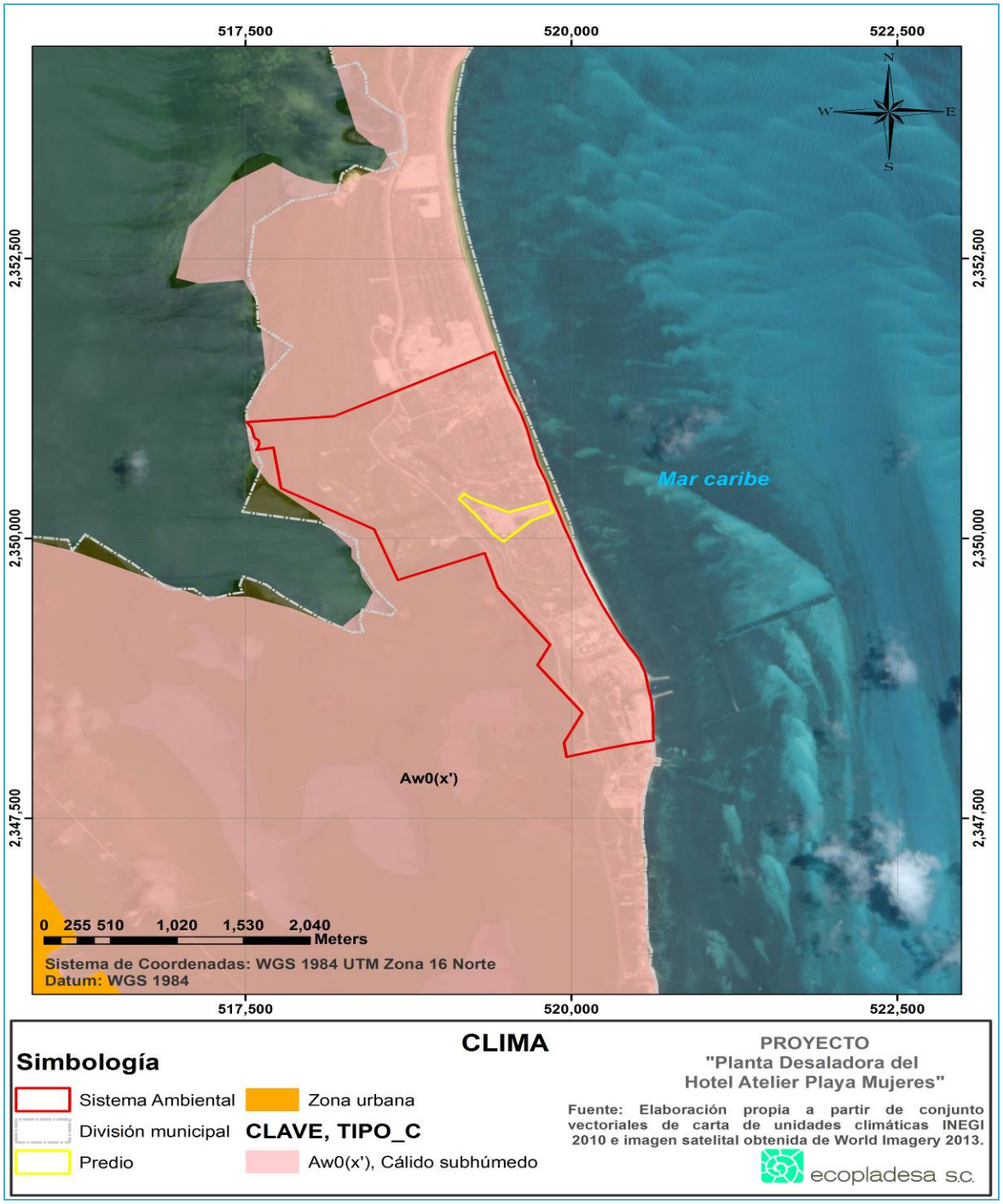


Figura 2. Clima de área de estudio

a) **Temperatura y Precipitación.**

De acuerdo con el servicio meteorológico nacional y la estación meteorológica 23155 de la ciudad de Cancun. En el 2017 la temperatura más baja se registró en el mes de Enero con 27.2 C° y la más alta en el mes de Mayo con 31.9 C°.

En cuanto a la precipitación, en el último año de registro (2017), se reportó una precipitación media anual de 1,585.4 mm siendo el mes de Septiembre el más lluvioso con un registro de 461 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 Noviembre a Mayo, en la cual el promedio mensual más bajo llegó a los 40.8mm en el mes de abril. La segunda temporada es la estación de lluvias, que abarca de Junio a Octubre con precipitaciones promedio mensuales superiores a los 272 mm, destacándose Octubre como el mes con mayor precipitación.

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 1991 al 2017 del que se cuenta con datos.

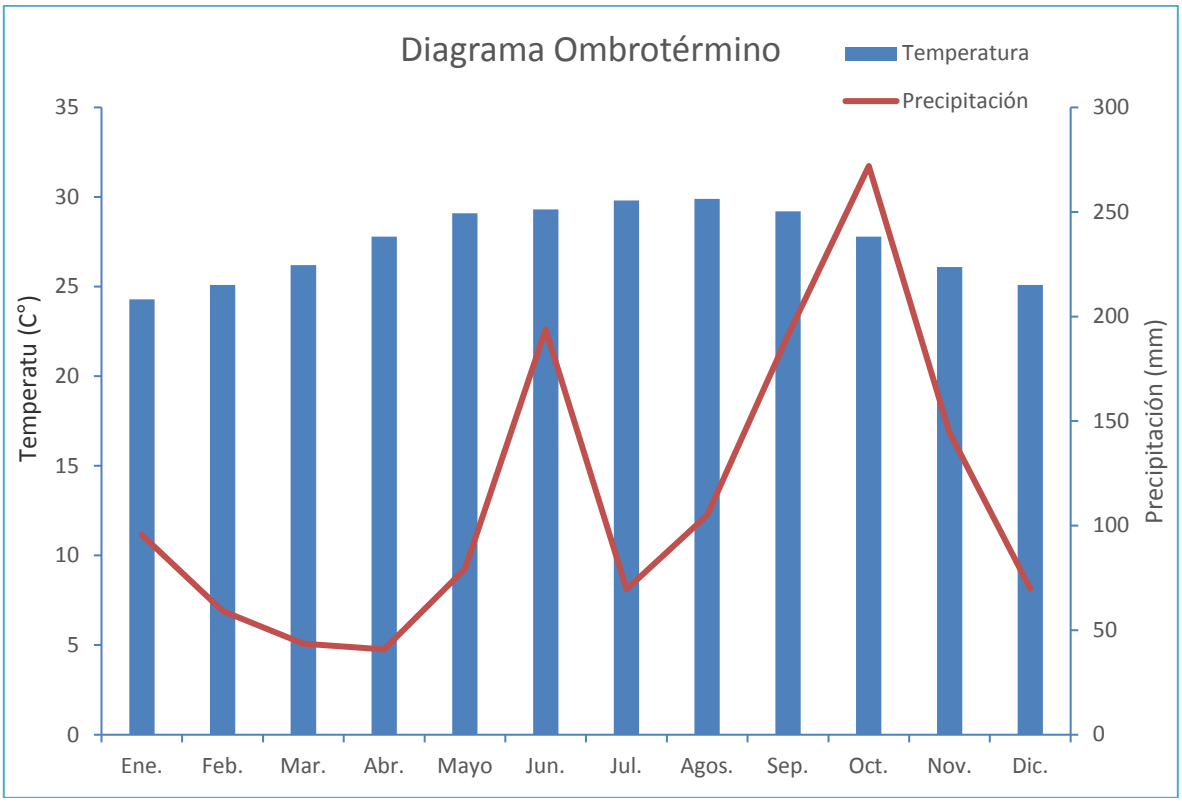


Figura 3. Diagrama ombrotérmico de la estación meteorológica 23155 de Cancún para el periodo 1991 al 2017 (Fuente: Datos de la CONAGUA de la estación meteorológica).

a) Vientos y Huracanes

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

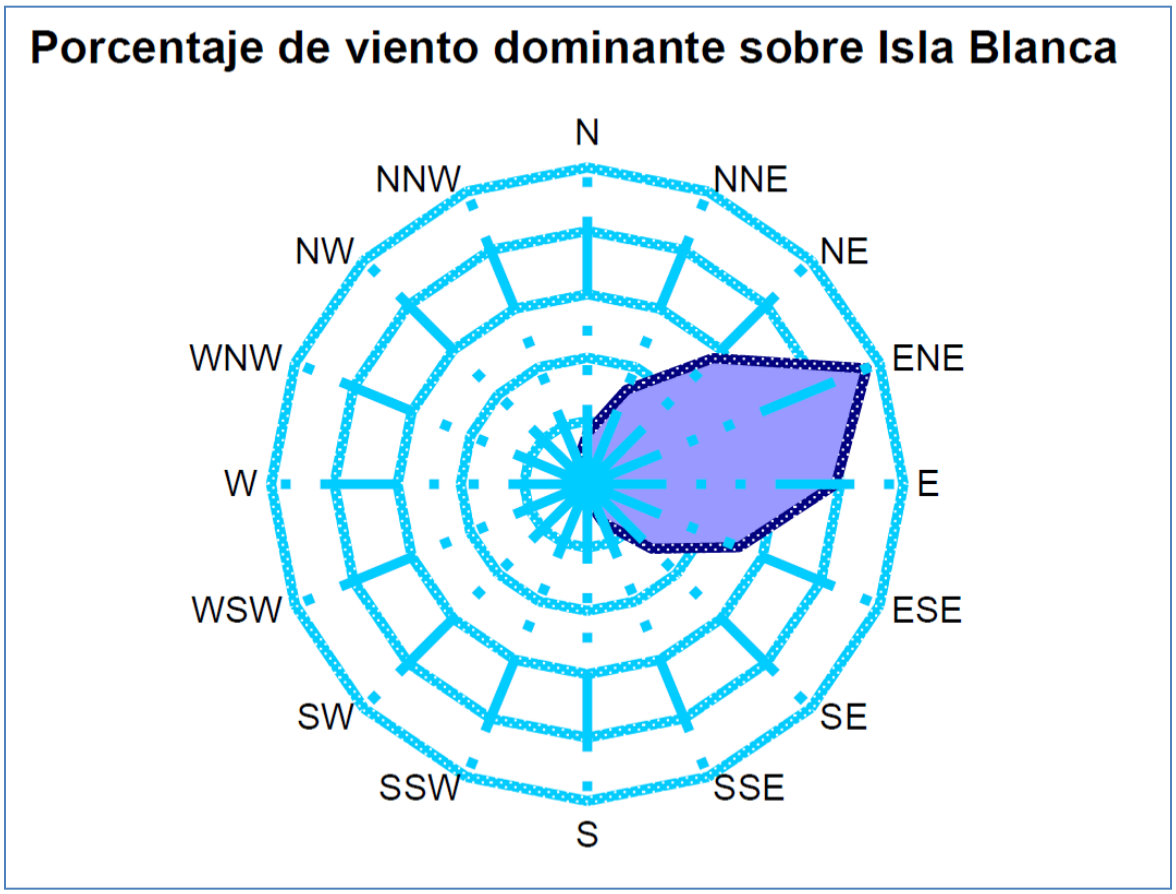


Figura 4. Se observan los promedios de vientos dominantes (de 1997 a 2006) son datos adquiridos por una estación localizada en la ciudad de Cancún en las coordenadas (21°N 86.5°W).

Por su situación geográfica, la costa de Quintana Roo manifiesta una alta incidencia de fenómenos meteorológicos de distintos tipos e intensidades, siendo este Estado el de mayor incidencia de huracanes en la República Mexicana. El 46% de los huracanes que tocaron costas mexicanas en un periodo de 50 años, pasaron por Quintana Roo.

Las costas del Estado han sido impactadas por 33 huracanes en los últimos 25 años, siendo las áreas más afectadas la zona norte así como el centro del estado. La temporada de estos eventos abarca desde junio a noviembre, siendo septiembre el mes más crítico. Los huracanes, que son el fenómeno más catastrófico, se forman a partir de una tormenta tropical, afectan a las costas de Quintana Roo en dos matrices: una en el Mar Caribe frente a las costas de Venezuela y Trinidad; y la otra en el Atlántico oriental, que después de atravesar América Central y las Antillas Menores, doblan hacia el norte para dirigirse a las costas de Florida. 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.

Huracán	Lugar de entrada a tierra	Etapa y categoría	Período	Vientos máximos (Kilómetros por hora)
1995				
Roxane	Tulum	Huracán categoría 3	7 al 21 de octubre	185
1996				
Dolly	Felipe Carrillo Puerto	Huracán categoría 1	19 al 25 de agosto	125
2000				
Keith	La Unión	Huracán categoría 1	28 de septiembre al 06 de octubre	140
2005				
Emily	Cozumel y Playa del Carmen	Huracán categoría 5	10 al 21 de julio	269
Wilma	Cozumel y Puerto Morelos	Huracán categoría 5	15 al 28 de octubre	324
2007				
Dean	Mahahual	Huracán categoría 5	13 al 23 de agosto	270
2008				
Arthur	Cozumel y Cancún	Tormenta tropical	31 de mayo al 1 de junio	65
Dolly	Cozumel y Cancún	Huracán categoría 2	20 al 24 de julio	160
2010				
Karl	Al norte del poblado de Calderitas	Huracán Categoría 3	14 al 18 Septiembre	195

Nota: Los años que no se presentan es debido a que no se registraron huracanes con influencia en el territorio estatal.
Para la categoría se toma la referencia de la escala Saffir/Simpson de huracanes la cual establece las siguientes categorías: Depresión Tropical vientos de menor o igual a 62 km/h, Tormenta Tropical vientos de 63-118 km/h, h1 de 119 a 153 (km/h); h2 de 154 a 177(km/h); h3 de 178 a 209 (km/h); h4 de 210 a 249 (km/h) y h5 de más de 250 (km/h).

Figura 5. Registro de Huracanes en el estado de Quintana Roo. INEGI 2012.

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 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.

2.2 Geomorfología y geología

El mapa de geomorfológico de la Península de Yucatán (PY) se encuentra delimitado por unidades territoriales de escalas medias con cierto grado de homogeneidad morfológica y ambiental. Bajo este criterio se estructura al sistema de clasificacióin de paisajes geomorfológicos. A cada paisaje le corresponde una particular combinación de procesos endógenos y exógenos así como las respectivas evidencias en geoformas, materiales (residuales, erosivos y

denidativos) e indicadores bióticos (Bautista *et al.,* 2005)[1] como se muestra en la siguiente Figura.

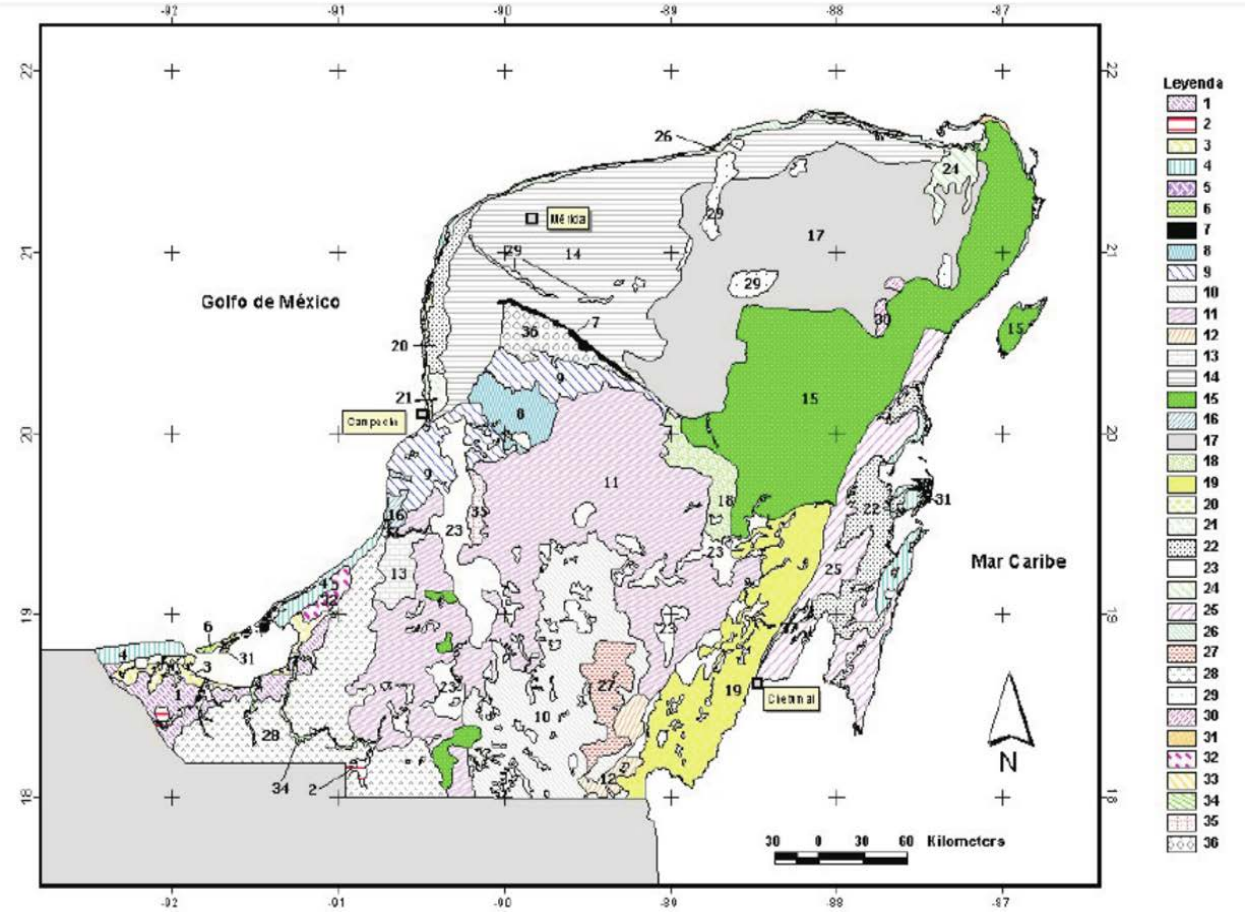


Figura 6. Mapa de paisajes geomorfológicos de la Peninsula de Yucatán. Fuente: Bautista *et al.* 2005.

El sistema terrestre al que corresponde el SA es Carso-tectónica, este sistema cárstico de debe a la actividad de la disolución por aguas subsuperficiales y subterráneas de rocas solubles como caliza, dolomita, yeso y sal. El Karst se desarrolla en zonas húmedas sobre superficies de estructura tabular y/o subhorizaontal, como el caso de plieges braquianticlinales, mesetas y terrazas estructurales. Este sistema es el más representativo de la PY y se le ha denominado asi por la estrecha corrspondencia entre la actividad neotectónica y los patrones de disolución. Finalmente el paisaje geomorfológico al que corresponde el SA se describe a continuación:

[1] Bautista, F., Batllori-Sampedro, E., Palacio, G., Ortiz-Pérez, M., & Castillo-González, M. (2005). Integración del conocimiento actual sobre los paisajes geomorfológicos de la Península de Yucatán. Caracterización y manejo de los suelos de la península de Yucatán. Implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales, F. Bautista y AG Palacio (eds.). Universidad Autónoma de Campeche/Universidad Autónoma de Yucatán/Instituto Nacional de Ecología, México, DF, 33-58.

- **15. Planicie estructural baja fitoestable**- a diferencia de la planicie estructural baja denudativa con la cual guarda muchas semejanzas morfogenéticas, ésta se encuentra, en términos evolutivos, en etapa de pedogénesis y fitoestabilidad. Esto debido a las condiciones climáticas (clima cálido subhúmedo, el más húmedo de los subhúmedos) sin variaciones extremas en la temperatura (por arriba de los 18° promedio) y con humedad relativa alta permanente (<80%), lo que ha permitido el desarrollo de selva mediana subperennifolia y el rápido restablecimiento de las áreas perturbadas hacia las selvas.

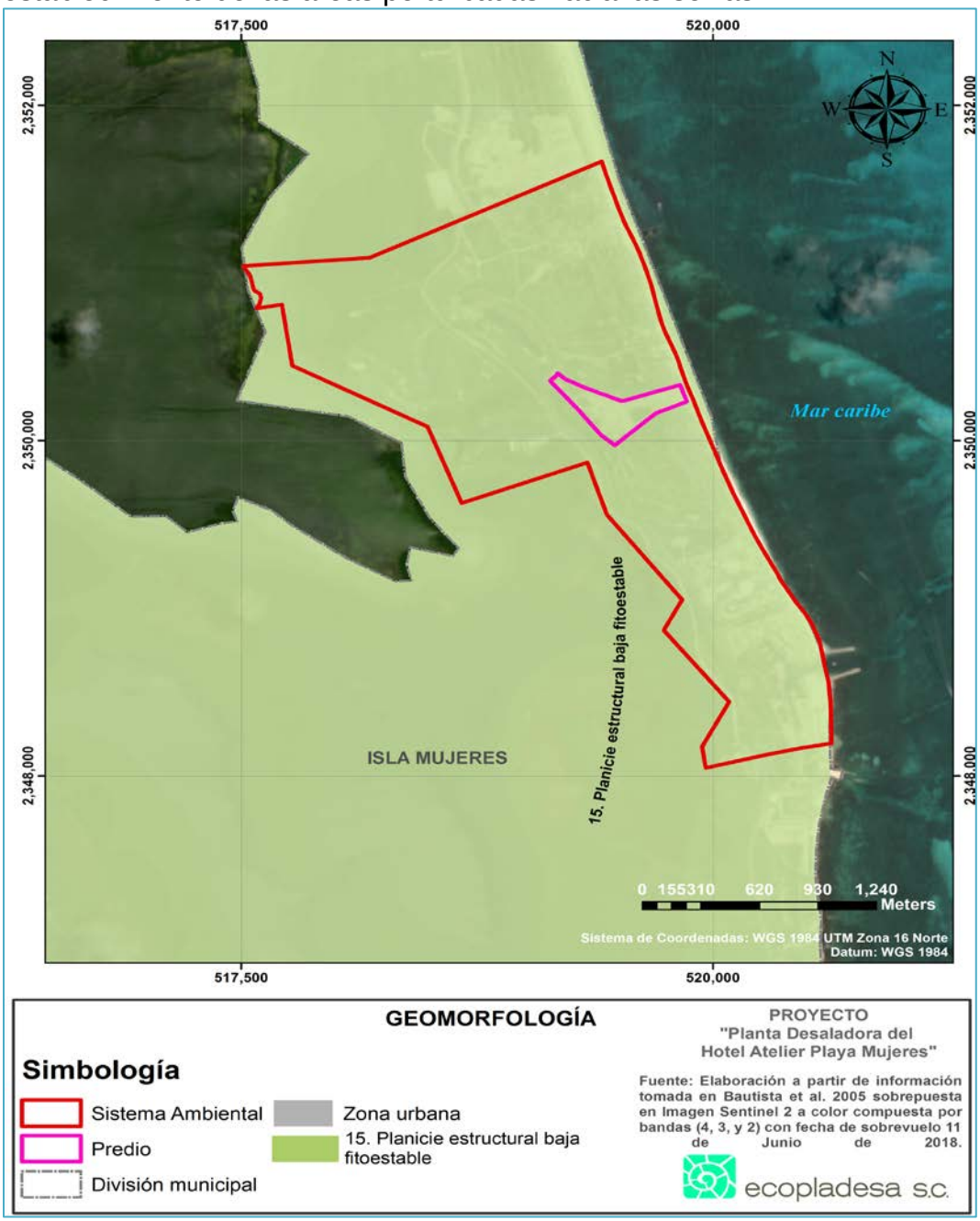


Figura 7. Paisajes geomorfológicos del área de estudio. Fuente: Bautista *et al.* 2005.

Por las características que presenta el área, esta se puede ubicar en una etapa geomorfológica correspondiente a la madurez, misma que limita de manera natural el polígono del SA, por el borde interno de la planicie ondulada de antiguas playas o litorales, la cual se extiende paralela a la costa con predominio de selva baja de transición y selva baja subperennifolia. Hacia la costa, converge con la planicie o llanura de inundación, la cual presenta una amplia extensión de cuerpos de agua perennes, cubierta de manglar mixto, y manglar rojo, con presencia de matorral costero. El límite del SA está dado por el frente supralitoral.

La barra de Chacmuchuch es un claro ejemplo de la influencia de las oscilaciones en el nivel del mar ya que está formada por depósitos litorales originados desde hace más de 11,000 años, durante el Holoceno y que descansan sobre una base del Pleistoceno, compuesto principalmente por restos óseos y de diversas especies marinas proveídos con conchas (SGM, 2006). Estos restos, además del carbonato de calcio disuelto en el mar, formaron extensos cordones litorales que posteriormente fueron inundados y cuyas crestas asoman actualmente formando islas como Cancún, Isla Mujeres, Contoy e Isla Blanca, así como la misma Barra de Chacmuchuch y el arrecife de Ixlaché. En tanto que el Sistema Lagunar de Chacmuchuch se encuentra formado por depósitos palustres del Holoceno con limos y arcillas mezclados con materia orgánica (SGM, op. cit.).

De acuerdo a diversos estudios realizados en la zona la barra de Chacmuchuch, presenta una capa arenosa superficial (duna) con espesores entre 1.5 y 5 m, con los menores en los extremos norte y sur del predio y los mayores en la parte central del predio.

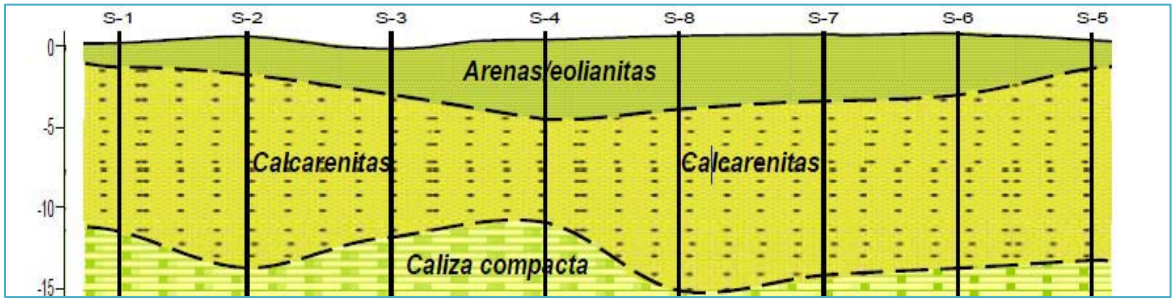


Figura 8. Estratigrafía de la barra de Chacmuchuch.

De acuerdo con la Cartas Geológicas del INEGI F-1611 y F16-8 escala 1:250,000, el área donde se ubica el predio SA, está compuesta en su totalidad por rocas de tipo Caliza (cz), Litoral (li) y Lacustre (la) originadas en el periodo cuaternario (Q) y Terciario Pleistoceno (Tpl); esta clasificación se refiere al tipo de depósito que se puede observar en superficie; sin embargo, las calizas del terciario se pueden encontrar dentro del predio a cierta profundidad, por debajo de las calizas del cuaternario, en la siguiente Figura se ilustra el área de estudio.

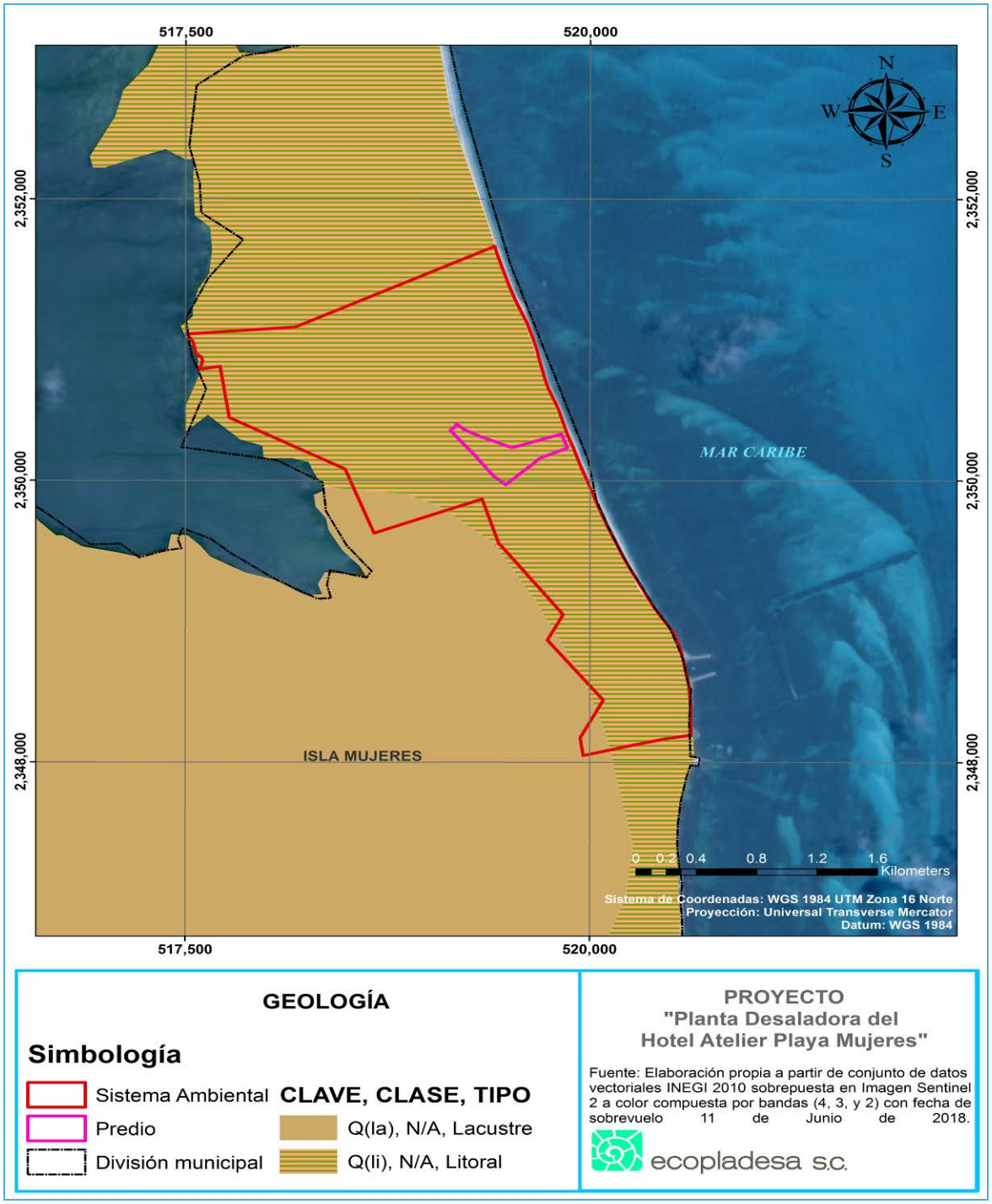


Figura 9. Se muestra la vinculación del SA con la Carta de Geológica.

2.3 Edafología

Los suelos de la zona costera del Municipio de Isla Mujeres (**ZCMIM**) son delgados y poco aptos para actividades agropecuarias y forestales. Se identificaron tres tipos que se clasifican según la terminología de la FAO/UNESCO como: Regosoles Cálcaricos (Rc), Rendzinas-Litosoles (E+I) y Solonchak- Ortico y Mólico (Zo, Zm).

Los Regosoles Cálcaricos se ubican en el cordón litoral, formando dunas y playas con pendientes poco pronunciadas y con un drenaje superficial rápido. Las Rendzinas se localizan en la mayor parte de la región y los Solonchak se localizan en las zonas inundadas, principalmente hacia las zonas costeras al norte y este de la región. (www.semarnat.gob.mx/dgpairs/pdf/programa_isla.pdf).

Según la UQROO, (2005) en el área de estudio, el tipo de suelo que se presenta en el área de estudio se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (RGc).

La palabra Regosol (RG) proviene de las palabras griegas: ***rhegos***, que significa debajo y ***zola***, que se refiere a ceniza; es connotativo de un manto de material suelto sobrepuesto a la capa dura de la tierra.

En Quintana Roo los suelos aún continúan denominándose de acuerdo a la clasificación maya, ya que este sistema de clasificación utiliza términos cuyas raíces explican algunas propiedades del suelo como topografía, pedregosidad, color, cantidad de materia orgánica, presencia de óxidos de hierro, drenaje y fertilidad. Y en esta clasificación el Regosol Calcárico se nombra con la palabra *Huntunich* que se refiere a la "*Tierra que proviene de piedras*". Otro nombre equivalente es suelos de esqueletos; Orthents, Psamments (USDA).

Características generales: Los Regosoles se encuentran junto o muy cerca de las costas del estado, la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50 cm superficiales, ni propiedades sálicas. Suelo sin horizontes de diagnóstico. En ocasiones desarrolla un horizonte ócrico incipiente. En general son de tono claro. Se encuentran en las playas, dunas, su fertilidad es variable.

La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es Regosol calcárico (Rc), los cuales son calcáreos de por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie.

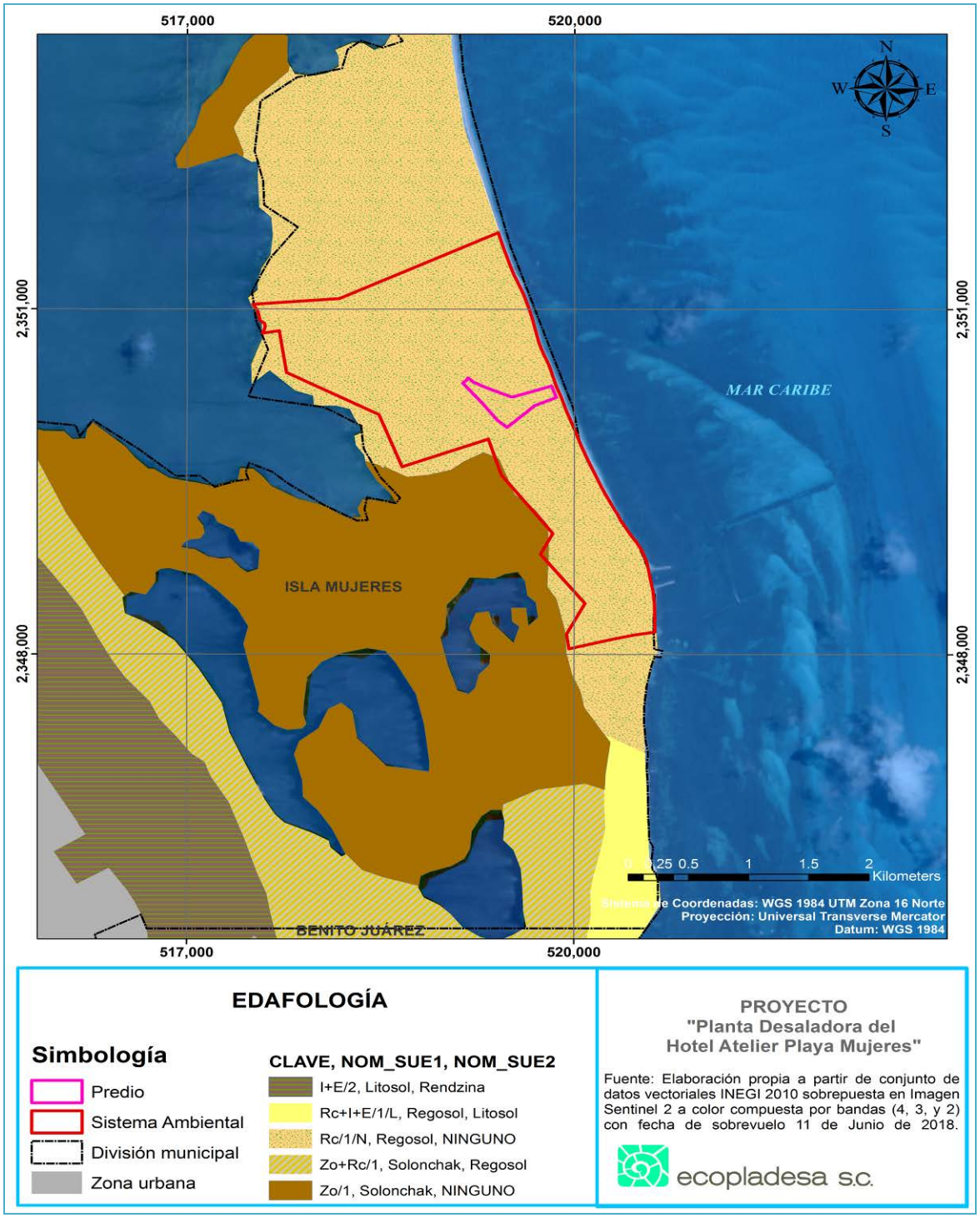


Figura 10. Se muestra la vinculación del SA con las Carta Edafología del INEGI.

2.4 Hidrología.

El SA se ubica en la 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; tiene como límites, al Norte el Golfo de México, al Este el Mar Caribe, al Sur la división con la RH33 que coincide aproximadamente con el paralelo 20 de latitud Norte y al Oeste con el límite de Yucatán.

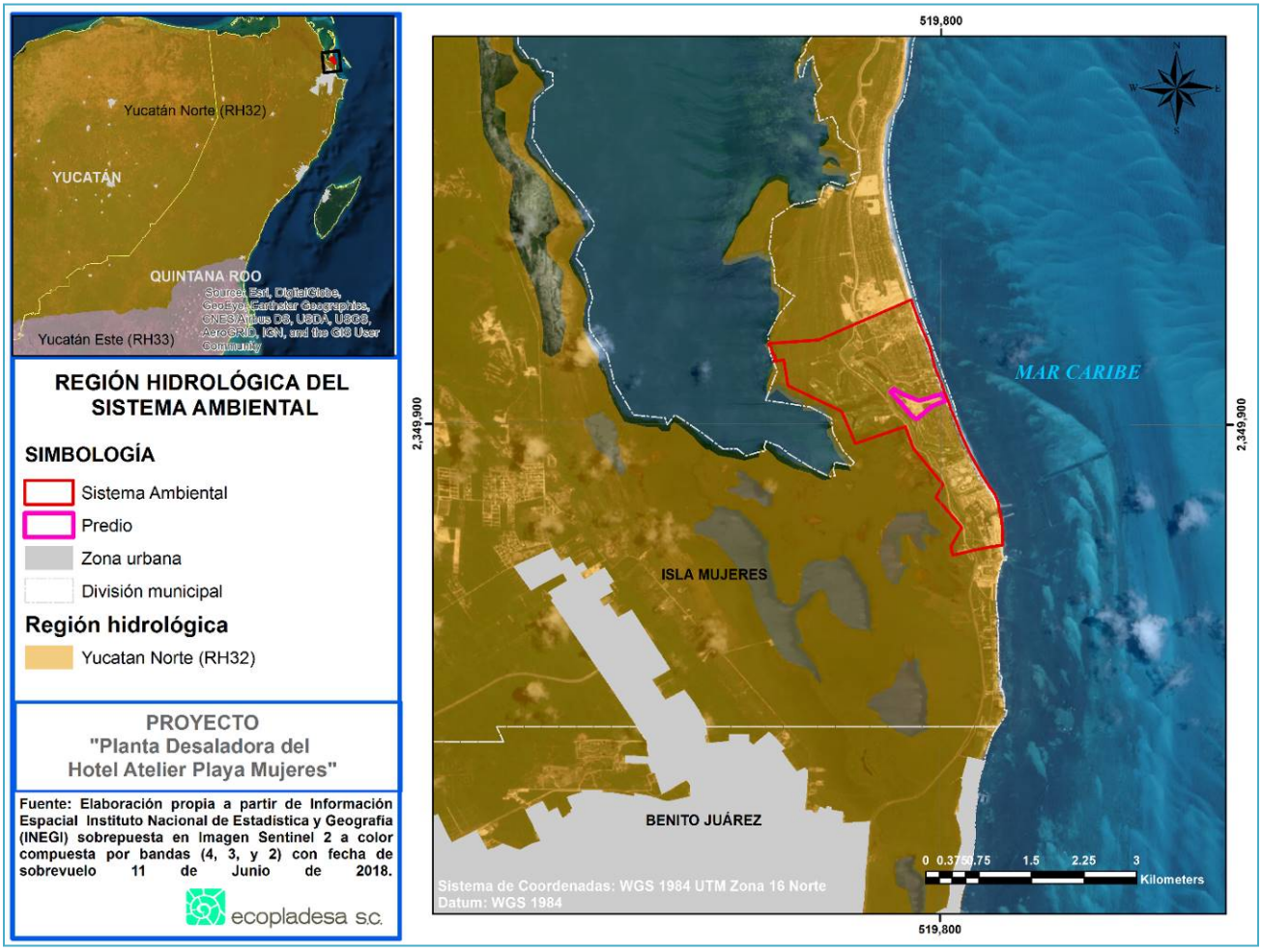


Figura 11. Región hidrológica del área de estudio.

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 (INEGI, 2002).

2.2.1. Hidrología superficial

El municipio de Isla Mujeres, no tiene corrientes superficiales de agua y se consideran tres lagunas: la Laguna Conil, compartida con el municipio de Lázaro Cárdenas; la Laguna Chakmochuk y la Laguna Macax, que en realidad son entradas del Mar Caribe. En esta porción del estado se localizan algunos cenotes de agua

dulce (INEGI, 2005). El predio del proyecto se ubica en una zona con coeficiente de escurrimiento de 0 a 5%.

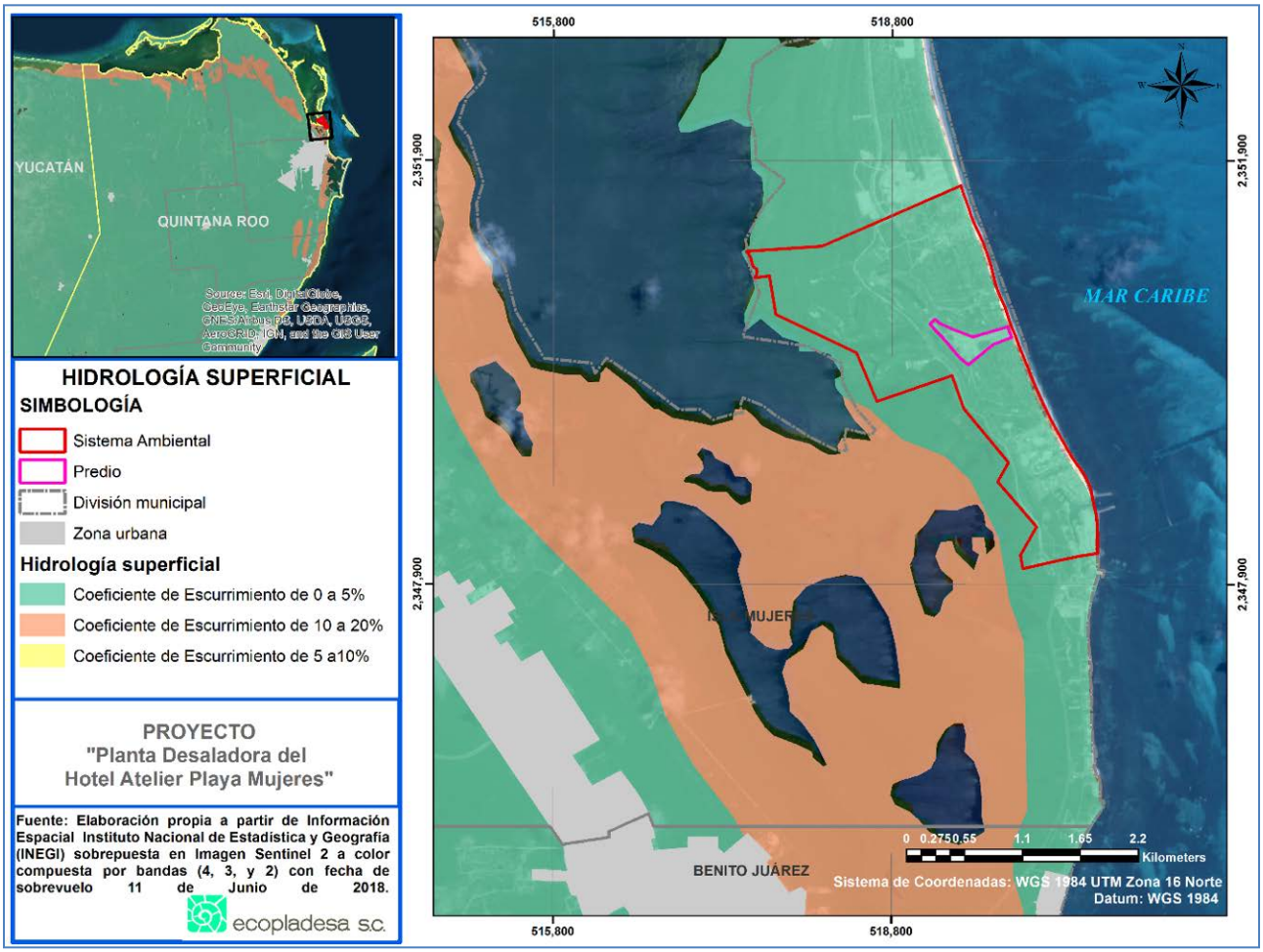


Figura 12. Vinculación del SA con la carta de escurrimiento superficial del INEGI.

No obstante a lo anterior, en la parte central del predio se desarrolla zona baja con suelos inundables, es decir, una porción del terreno donde la topografía del suelo es más baja y por lo tanto se inunda durante la temporada de lluvias, la parte central permanece inundada o al menos saturada de humedad la mayor parte del año. Esta porción del terreno tiene una composición de suelo relativamente diferente a la del resto del predio, ya que tiene una mayor proporción de materia orgánica. Sobre ésta, se desarrolla una vegetación conformada por varios pequeños parches donde se entremezclan diferentes asociaciones vegetales, las cuales han ido cambiando ligeramente con respecto al año 2007, cuando se realizaron los primeros estudios del predio con fines de aprovechamiento turístico.

2.2.2. Hidrología subterránea

La información sobre la hidrología superficial existente es general y se refiere al estado de Quintana Roo. La circulación natural del agua en el subsuelo de la entidad

es controlada por la estructura geológica, por la distribución espacial de la recarga y por la posición del nivel base de descarga. Partiendo de la porción sur-occidental de la entidad, donde se origina el flujo, el agua circula hacia el noreste y hacia el este buscando su salida; a su paso por la llanura, parte importante del agua es extraída por la vegetación; el resto sigue su curso subterráneo hacia la costa y aflora en lagunas y áreas de inundación o escapa subterráneamente al mar. 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 a dos metros en una faja de 10 a 50 km de ancho a partir de la costa, de 10 a 20 metros en la porción alta de la llanura y de 20 a 30 metros en el borde sur-occidental del estado. 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, (UQROO, 2005).

No obstante a lo anterior, de acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, en el SA del proyecto convergen una unidad geohidrológica, cuyas características físicas se describen a continuación:

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.

La calidad del agua subterránea depende en gran medida de la composición geoquímica del material del que está constituido el acuífero de la Península de Yucatán y del comportamiento hidrodinámico de los flujos subterráneos, aunado al tiempo de permanencia del agua en la matriz que la contiene.

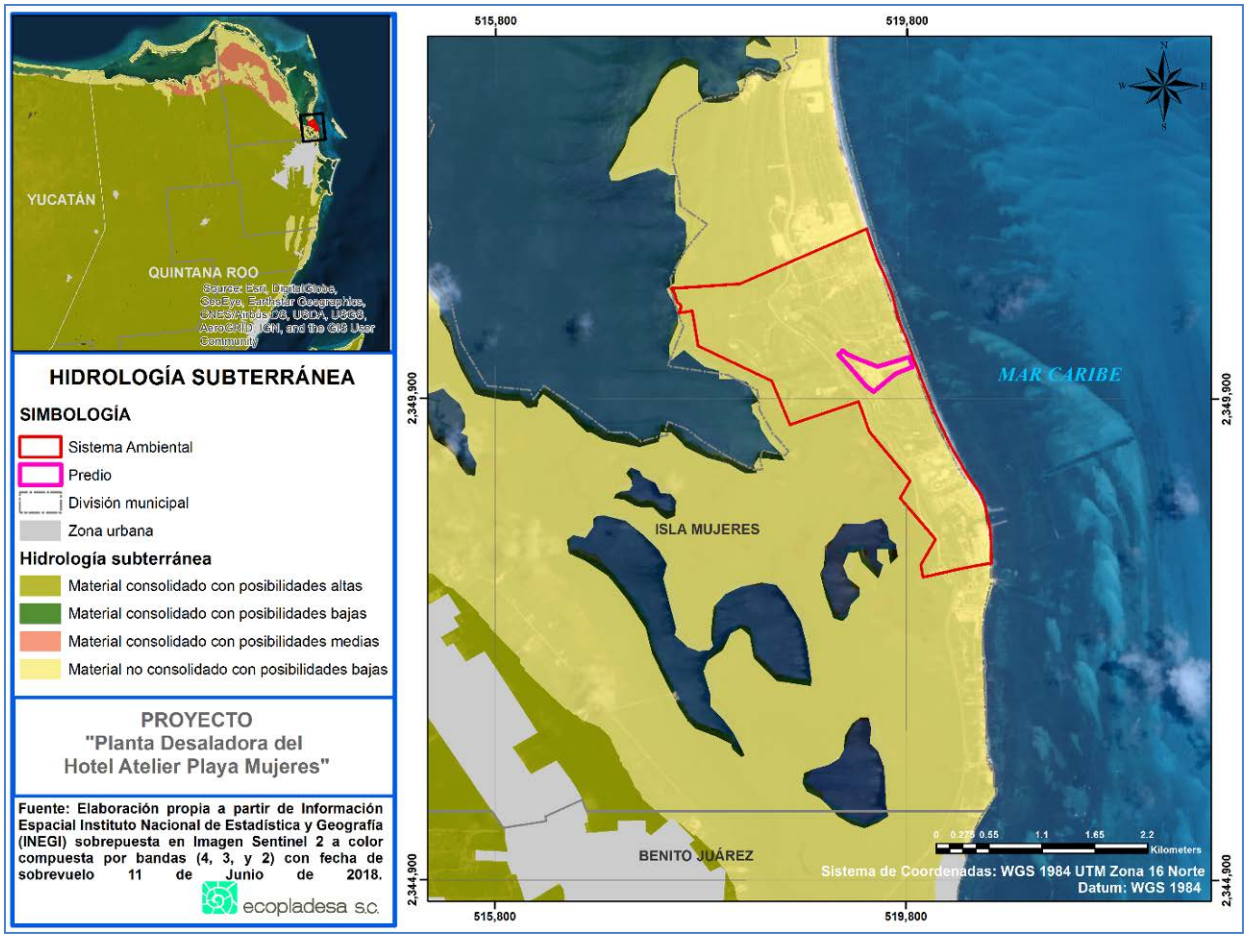


Figura 13. Distribución espacial de las principales características y condiciones del acuífero subterráneo del SA.

De acuerdo con el estudio de perfil estratigráfico y de calidad del agua, en el corte litológico del pozo de 40.0 m de profundidad, se registró arena calcárea y calcarenita compacta a semicompacta en los primeros 7.0 m de profundidad, después se registró una capa de caliza de los 7 a los 21.0 m, posteriormente se registraron cavernas entre los 21.0 y 26.0 m y finalmente, una capa de caliza compacta cristalina que abarca de los 26.0 m a los 40.0 m de profundidad. Conforme a lo anterior, estratigráficamente se tiene que el subsuelo presenta roca caliza muy fracturada en todo el pozo.

3. CARACTERIZACIÓN BIÓTICA DEL SISTEMA AMBIENTAL

En este apartado se describen los aspectos bióticos que interactúan dentro del Sistema Ambiental, así mismo se presentarán los resultados de la caracterización de flora y fauna realizados en el predio del Proyecto “Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres”.

3.1 Vegetación del Sistema Ambiental

Como se ha informado líneas arriba la porción terrestre del SA representa una superficie de 392.77 Ha, la cual está constituida por diferentes unidades ambientales, en las que se destacan elementos naturales (391.16 ha) y elementos antrópicos (290.09 ha).

De acuerdo con la superficie total del SA y con la carta de vegetación y uso de suelo serie VI del INEGI, el uso urbano ocupa un alto porcentaje de superficie en el SA con un 50.20%, seguido de vegetación de duna costera con un 29.21%, vegetación secundaria arbistiva de manglar con un 13.11% y en menor proporción se encuentra la vagetación de manglar y los cuerpos de agua con un 7.07% y 0.41% respectivamente.

Cuadro 1**.** Superficie de vegetación y uso de suelo en el SA conforme a la carta de Vegetación y uso de suelo del INEGI Serie VI.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE		%
	M^2	HA	
Uso urbano	1,971,845.94	197.18	50.20
Cuerpo de agua	16,164.30	1.62	0.41
Manglar	277,763.98	27.78	7.07
Vegetación secundaria arbustiva de manglar	514,743.92	51.47	13.11
Vegetación de dunas costeras	1,147,275.16	114.72	29.21
Total	3,927,793.30	392.77	100.00

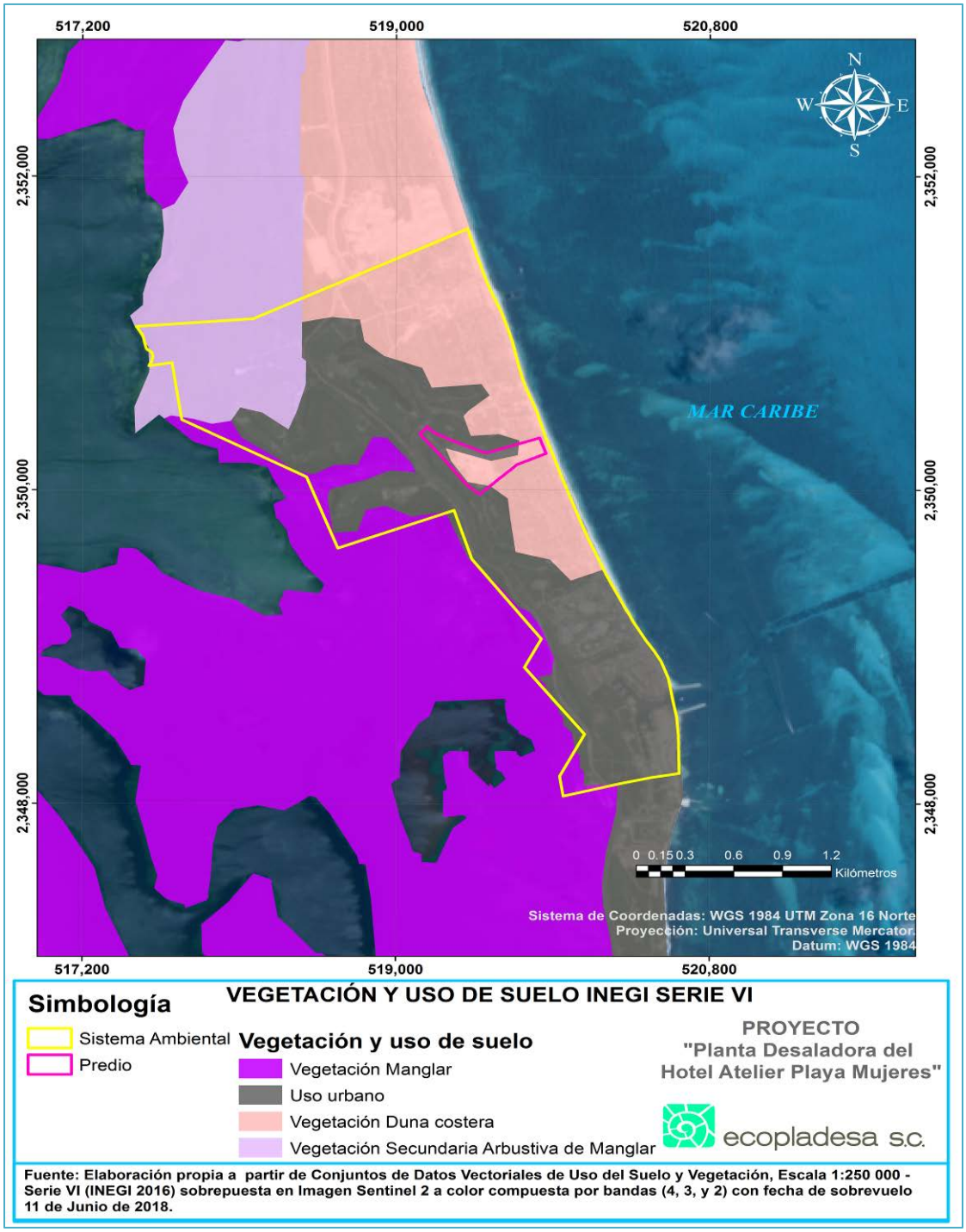


Figura 14. Caracterización del SA de acuerdo con la Serie VI del INEGI.

No obstante a lo anterior, a partir de la fotointerpretación elaborada para el sistema ambiental a partir de una Imagen Sentinel 2 obtenida en la plataforma de LAND VIEWER con fecha de sobre vuelo 11 de Junio de 2018, se observa que la vegetación matoral costero e infraestructura como superficies con mayor porcentaje de ocupación como se muestra en la siguiente Figura.

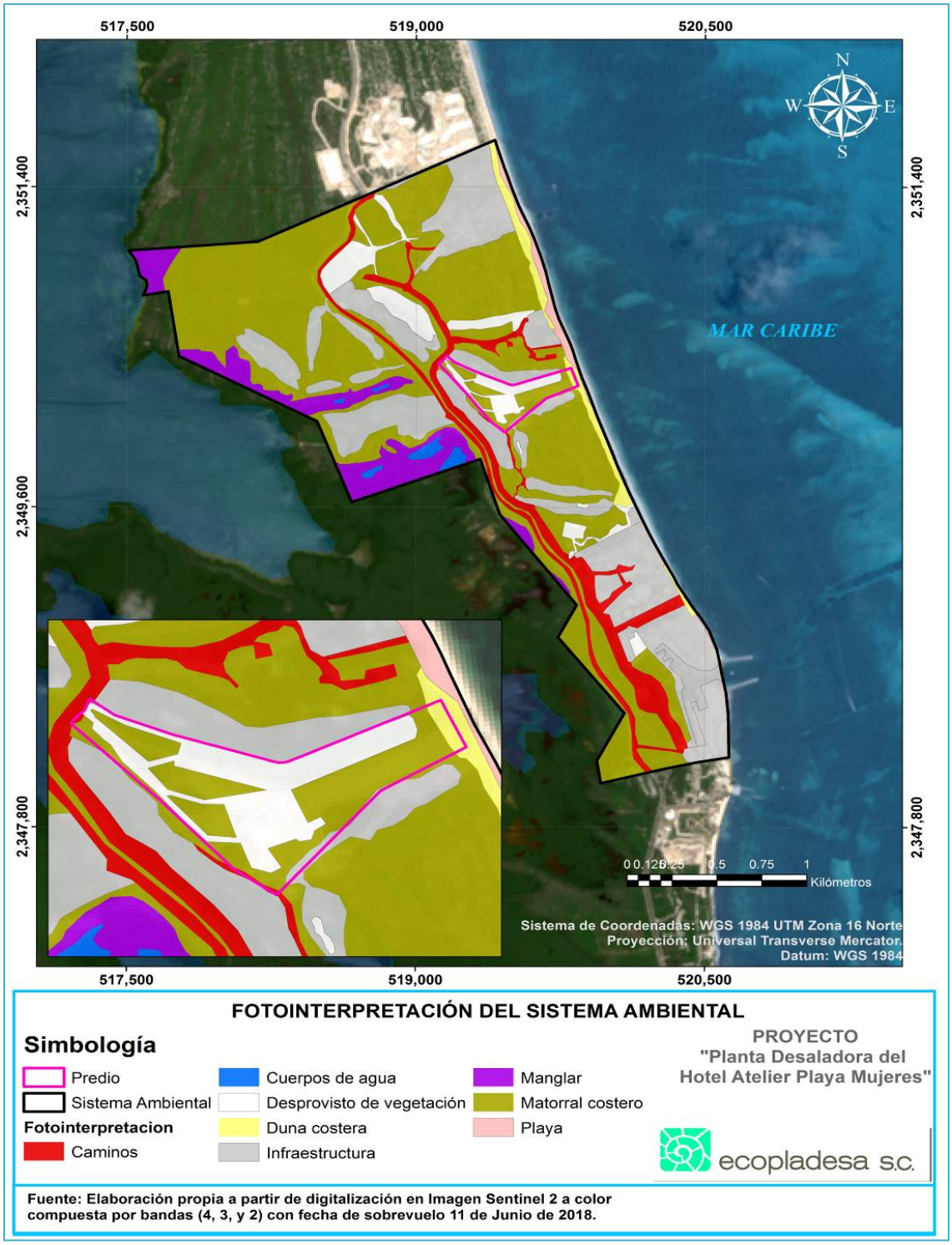


Figura 15. Fotointerpretacion en el sistema ambiental elaborada a partir de Imagen Sentinel 2.

A partir de lo anterior, se obtuvieron valores para determinar las superficies de las unidades ambientales que integran el SA como se meustra en el siguiente Cuadro, siendo la unidad de matorral costero la de mayor superficie con poco más de

47.84% del SA, seguida por infraestructura con el 27.4%, caminos con 8.44%, vegetación de manglar con 6.79%, áreas desprovistas de vegetación y en menor proporción se encuentran la duna costera, la playa y los cuerpos de aguas con 2.10%, 1.23% y 0.72% respectivamente.

Cuadro 2**.** Superficie ocupada por cada comunidad vegetal dentro del SA.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE		%
	M^2	HA	
Duna costera	82,422.44	8.24	2.10
Matorral costero	1,879,173.46	187.91	47.84
Manglar	266,701.63	26.67	6.79
Otros usos			
Cuerpos de agua	28,029.35	2.81	0.72
Playa	48,180.06	4.82	1.23
Infraestructura	1,076,004.48	107.60	27.40
Desprovisto de vegetación	215,876.73	21.58	5.49
Caminos	331,405.15	33.14	8.44
Total	**3,927,793.30**	**392.77**	**100.00**

Descripción de la vegetación del SA

A continuación se procede a la descripción florística de los tipos de vegetación presentes en el SA, la cual se realizó a partir de la revisión bibliográfica y la corroboración en campo y recorridos en sitios significativos.

Playa. Corresponde a la zona arenosa de movimiento de la pleamar y la zona donde comienza a aparecer la vegetación halófita de duna costera. Carece de vegetación ya que es la zona de transición entre le mar y la tierra.

Vegetación halófita costera: Localizada entre la línea litoral y el primer cordón de dunas, este tipo de vegetación se distribuye a una altitud que varía entre los 0 y 0.5 msnm y en amplitud de terreno variable, que va desde los 50 m de ancho en la porción centro-norte hasta la porción sur que es la más angosta. Dentro de las especies registradas en este tipo de vegetación se encuentra *Cakile lanceolada* y *Sesuvium portulacastrum* (verdolaga de playa); También se pueden encontrar de manera más dispersa individuos de *Tournefortia gnaphalodes* (sikimay), *Panicum maximum, Hymenocallis littoralis, Suriana maritima (pantzil) y Ambrosia hispida,* por citar las más abundantes. Esta vegetación se ubica en su mayor parte fuera de los límites de los lotes y en particular en esta zona del estado, está asociada a las dunas embrionarias, las cuales son los principales aportes de arena móvil para la conformación del primer cordón de duna- semimóvil, y de las playas. Por lo que el paisaje corresponde a zonas amplias de playa arenosa, dunas embrionarias con vegetación halófita costera escasa por su naturaleza móvil, y presencia del primer cordón de duna bien conformado cubierto con vegetación halófita costera.



Figura 16. Vista de las dunas arenosas embrionarias y primer cordón de duna de la porción norte del SA.

Matorral costero*:* Este tipo de vegetación se desarrolla práticamente en toda la zona conocida como Península Chachmochuch, se caracteriza por la dominancia de especies de baja altura, aunque con tallos engrosados, que se presentan sobre un sustrato arenoso propio de la zona litoral. La especie dominante de esta vegetación es la palma chit (*Trinax radiata).* Esta vegetación se desarrola en las zonas posteriores al primer cordón de duna, sobre dunas secundarias y terciarias, en suelos predominantemente rocosos con escasa arena superficial.

En esta vegetación predomina una fisonomía de tipo arbustiva y poco diversa, caracterizada por numerosos individuos propios de la duna costera como son: *Capparis indica, Coccoloba uvifera* (uva de mar), *Cordia sebestena* (siricote de playa), *Jacquinia aurantiaca* (chaksikin), *Lantana involucrata* (orégano de playa), entre otras. La altura que este tipo de estrato varía entre 1 y 4 m, mientras que en el estrato arborescente se observaron individuos de: *Bumelia americana* (mulche), *Coccoloba uvifera* (uva de mar), *Metopium brownei* (chechem), entre otras.



Figura 17. Vista del matorral costero que se desarrolla en el SA.

En esta zona es posible encontrar inmersos en el matorral costero zonas topográficamente bajas que se inundan temporal o permanentemente durante la época de lluvias y que por dichas condiciones propician el establecimiento de especies herbáceas hidrófitas como *Cladium jamaicense*, *Typha dominguensis* y *Conocarpus erectus*, ya que cuando baja el nivel del agua pluvial se secan parcialmente y sólo permanece húmedo el sustrato.

Vegetación de manglar: Esta vegetación se distribuye prácticamente en la zona colindante con la laguna Manatí y Chacmuchuch, y a este tipo de manglar también se le conoce como mangle de borde, mismo que puede alcanzar más allá de los 10-20 m de amplitud. Esta peculiaridad origina formaciones de manglares mixtos con dominancia de *Rhizophora mangle* (mangle rojo), los cuales generalmente presentan alturas y dimensiones menos corpulentas.





Figura 18. Vista del manglar de borde que se desarrolla en el SA.

Por otra parte, también se pueden encontrar áreas inundables asociadas a la vegetación de matorral costero, donde se desarrolla vegetación de manglar con especies propias de tular. Dentro de las especies registradas en estas zonas se encuentra el *Conocarpus erectus* (botoncillo) y *Rhizophora mangle* (mangle rojo).

Cuerpo de agua. Esta categoría corresponde a la zona de la Laguna Chamuchuch donde se desarrolla manglar de borde.



Figura 19. Vista del mar caribe y laguna chachmuchuch

Áreas desprovistas de vegetación: Esta categoría corresponde a aquellas áreas que carecen de una cobertura vegetal. En este caso, las superficies afectadas son mínimas y en muchas situaciones después del deterioro se ha llevado a cabo la implementación de actividades agrícolas, edificaciones, entre otros.

Infraestructura y sendero. En esta categoría se agruparon las obras existentes en el SA, las cuales corresponden a hoteles, marinas, el campo de golf del Plan Maestro Playa Mujeres, y la infraestructura vial principal de conexión. En el caso del campo de golf, mantiene la vegetación natural de matorral costero en sus rough y en los lotes que aún no se han desarrollado, lo que permite que el hábitat aunque

se ha fragmentado siga siendo utilizado por la fauna. El sendero corresponde al camino blanco que dirige hacia Isla Blanca.



Figura 20. Vista de algunos desarrollos dentro del SA



Figura 21. Vista de la marina de Residencial Amada



Figura 22. Vista de las vialidades



Figura 23. Vista de senderos

El análisis de la cobertura de vegetación y usos de suelo presentes en el SA deja ver que el panorama predominante corresponde a fragmentos con vegetación natural de tamaño variable separados en su mayoría por brechas pequeñas, y sólo en el campo de golf por los hoyos propiamente de este proyecto.

De tal forma que el proyecto que se propone se insertará en un sitio donde prevalencen las siguientes condiciones:

1. El paisaje predominante en el sistema ambiental corresponde a espacios naturales con vegetación de baja altura, con fragmentación por las obras y actividades humanas en construcción y en operación.
2. Varios de los ambientes naturales existentes corresponde a espacios aptos para desarrollo turístico regulado y ordenado por los instrumentos normativos aplicables como son el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmochuch en la Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, el Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Isla Mujeres y el Plan Maestro Playa Mujeres, el cual cuenta con una autorización de la SEMARNAT para su construccion.
3. En el sistema ambiental existe infraestructura vial para el tránsito vehicular, senderos y brechas de bajo impacto.
4. En el sistema ambiental la infraestructura es un uso de suelo que ocupa el segundo lugar en importancia en superficies después de la vegetación matorral costero.
5. Debido a su desarrollo y a las condiciones ambientales particulares de esta zona del estado, en el SA ya presenta cierta fragmentación por las vialidades, caminos y desarrollos en proceso, por lo que su estado de conservación se podría considerar como de media calidad. La zona de dunas y playa aún presenta condiciones adecuadas sin problemas de erosión graves, debido a que los desarrollos están en proceso constructivo y están restringidas como áreas de conservación.

3.2 Vegetación del predio

Con la finalidad de describir las características y estado de conservación de las comunidades vegetales encontradas dentro del predio, con base en diversos parámetros de su composición y estructura, se realizó un muestreo de la vegetación en el predio en el 2017, y se presenta el antecedente de lo registrado en 2017 cuando se presentó la MIA-P del Hotel Atelier.

3.1.1. Antecedente de la Vegetación (MIA-P, 2016).

De acuerdo con la MIA-P realizada para el proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres en el año 2016, en el predio se registró vegetación de duna costera (halófita y matorral costero) y vegetación asociada a suelos inundables. Por la densidad de plantas el matorral costero se diferenció en disperso y denso. La zona inundable se diferenció en una zona permanente y temporal de inundación.

La línea de la vegetación halófita costera esta se definió de acuerdo al tipo de sustrato arenoso, y a la composición de especies que varían de las encontradas en la vegetación de matorral costero, como por ejemplo el coco (*Cocos nucifera*), el bejuco de mar (*Ipomoea pes-caprae*), el chunup (*Scaveola plumieri*), el Pantzil (*Suriana maritima*), etc.; en la parte de la playa, su extensión se encontró bien definida.

Para la vegetación de matorral costero, una característica que lo define, es la presencia de especies como *Coccothrinax readii* (Nakax), *Coccoloba uvifera* (Uva de mar), y *Metopium brownei* (Chechem). Una especie de interés, es la orquídea de hábitos terrestres *Cyrtopodium punctatum.* Dentro de esta asociación se observó claramente como los individuos alcanzan una mayor altura con respecto a los de la halófita costera.

La zona de inundación permanente se delimitó por la presencia del zacate cortadera (*Cladium jamaicense*), el mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*) y por la presencia del suelo con saturación de agua y en algunas zonas inundado o con encharcamientos. La zona de inundación temporal presenta como característica la presencia del zacate *Rhynchospora sp.,* mezclado con algunos elementos de la vegetación de matorral costero, así como por presentar una capa de perifiton sobre el suelo. También se observaron en el área de estudio, unos manchones de zacates del género *Rhynchospora sp,* así como de *Cladium jamaicense* (zacate cortadera), los cuales se observaron en la sección norte-central del polígono.

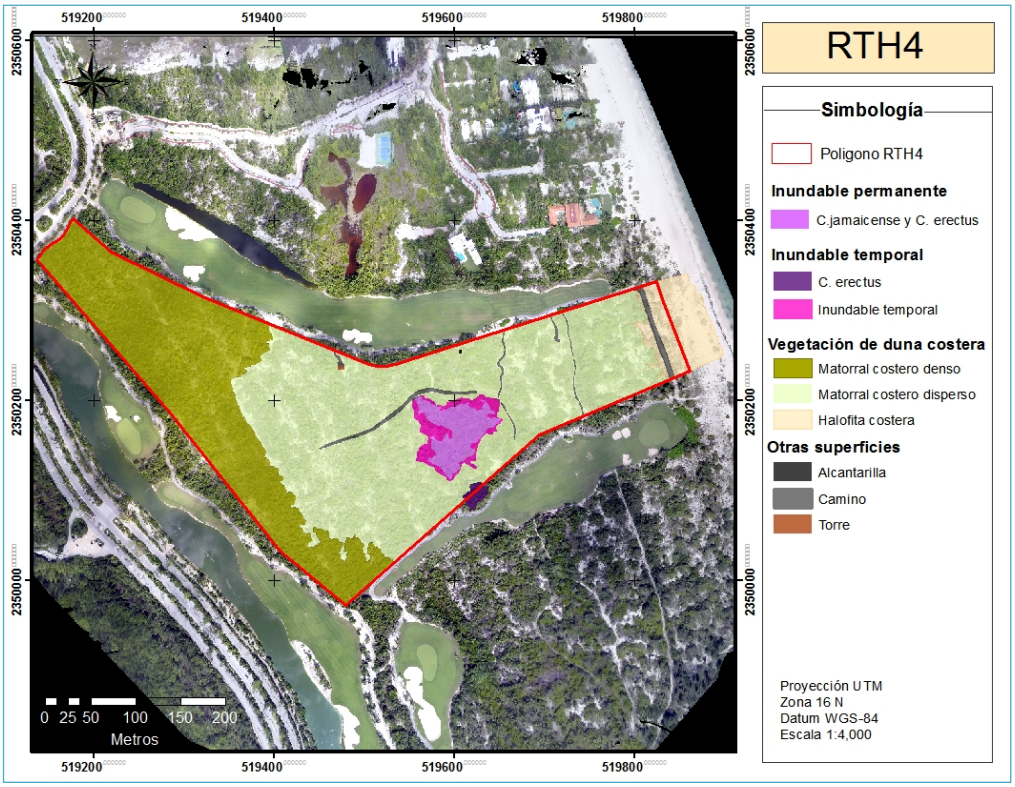


Figura 24. Mapa de Vegetación generado de acuerdo con la MIA-P del Hotel Atelier Playa Mujeres reportado en el 2016.



Figura 25. Ubicación de los sitios de Muestreo (Ortofotomosaico de Marzo 2016) de la MIA-P del Hotel.

Para el área de estudio, se contabilizó la presencia de 59 especies pertenecientes a 33 familias botánicas. De estas, 48 especies se registraron dentro de los sitios de muestreo y 11 fueron observadas en los diferentes tipos de vegetación durante los recorridos, o bien, en sitios muy cercanos a las áreas donde se realizaron los cuadrantes.

La vegetación que presentó una mayor riqueza específica fue el matorral costero disperso con S=41, seguido de la vegetación halófita costera con S=28, el matorral costero denso con S=26 y la vegetación con inundable temporal con S=21. El manchón de botoncillo presentaron una riqueza específica de S=9 y la vegetación de inundación permanente solo tuvo una S=4, esto debido a que solo un pequeño grupo de plantas pueden vivir en sitios en condiciones de saturación de humedad.

Del total de especies solamente 3 están enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Thrinax radiata* (Amenazada), *Coccothrinax readii* (Amenazada) y *Conocarpus erectus* (Amenazada).

Cuadro 3**.** Lista de especies registradas en el predio RTH-4 (HC- Halófita Costera, MCD-Matorral Costero Denso y MCDI- Matorral Costero Disperso, IP-con Inundación Permanente, IT-con Inundación Temporal, MCE-Manchón de *Conocarpus erectus*.*Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Clasificación Taxonómica			Tipos de Vegetación					
			Vegetación de duna costera			Vegetación asociada a suelos inundables		
Familia	Nombre Científico	Nombre Común	HC	MCD	MCDI	IP	IT	MCE
Amarantaceae	*Alternanthera flavescens*	Sak mul			X		X	
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio	X		X			
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem		X	X		X	
Apocynaceae	*Echites yucatanensis*	Contra hierba	X		X			
	Funastrum clausum	Petaquilla	X		X			
Arecaceae	*Coccotrhinax readii*	Nakax		X	X		X	
	Cocos nucifera	Coco	X		O			
	Thrinax radiata	Chiit	X	X	X		X	X
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Margarita de mar	X		X			
	Flaveria linearis	Cardo santo						X
Boraginaceae	*Cordia sebestena*	Siricote	X		X			
Brassicaceae	*Cakile edentula*	Cakile cocodrilo	X					
	Cakile lanceolata	Flor blanca	X					

Clasificación Taxonómica			Tipos de Vegetación					
			Vegetación de duna costera			Vegetación asociada a suelos inundables		
Familia	Nombre Científico	Nombre Común	HC	MCD	MCDI	IP	IT	MCE
Bromeliaceae	*Tillandsia dasyliriifolia*	Bromelia		**X**	**X**		**X**	
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Pitahaya	X	X	X		X	
Capparaceae	*Capparis incana*	Silil			X			
Celastraceae	*Crossopetalum rhacoma*	Bocanché		X	X		X	
	Maytenus phyllanthoides	Na kan					X	
Chrysobalanaceae	*Chrysobalanus icaco*	Icaco		X	X	X	X	X
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Botoncillo				X		X
Commelinaceae	*Commelina erecta*	Pajilla		X				
Convolvulaceae	*Ipomoea pes-caprae*	Bejuco de mar	X					
Cyperaceae	*Cladium jamaicense*	Cortadera		X	O	X	X	X
	Fimbristylis cymosa	Zacate del manglar			X		X	X
	Fimbristylis spadicea	Pasto de pantano			X		X	
	Rhynchospora sp.			X	X		X	X
Euphorbiaceae	*Chamaesyce mesembrianthemifolia*	Cocolodimacho			X			
	Croton glabellus	Perescuts		X				
Fabaceae	*Desmodium incanum*	Pega-pega		X				
	Lysiloma latisiliquum	Tzalam		X				
	Pithecellobium keyense	Ya´ax k´aax	X	X	X		X	
Goodeniaceae	*Scaveola plumieri*	Chunup	X					
Lauraceae	*Cassytha filiformis*	Fideo de monte	X	X	X	X		
Orchidaceae	*Cyrtopodium punctatum*	Orquídea	X	X	X		X	
	Myrmecophila tibicinis	Orquídea de manglar		X			X	
Passifloraceae	*Passiflora foetida*	Pasiflora	X	X	X		X	
Poaceae	*Cenchrus incertus*	Zacate cardo	X		X			
	Dactyloctenium aegyptium	Zacate estrella	X		X			X
	Panicum maximum	Zacate Guinea	X	X	X			X
	Sporolobus virginicus	Zacate de mar	X		X		X	
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar	X	X	X		X	
Rubiaceae	*Borreria verticillata*	Culantrillo	X	X	X			
	Erithalis fruticosa	Ocotillo			X			

Clasificación Taxonómica			Tipos de Vegetación					
			Vegetación de duna costera			Vegetación asociada a suelos inundables		
Familia	Nombre Científico	Nombre Común	HC	MCD	MCDI	IP	IT	MCE
	Ernodea littoralis	Golondrina	X	X	X		X	
Sapotaceae	*Sideroxylon americanum*	Bumelia		X	X		X	
Surianaceae	*Suriana maritima*	Pantzil	X					
Theophrastaceae	*Jacquinia aurantiaca*	Naranja de monte		X	X			
Verbenaceae	*Lantana involucrata*	Orégano	X	X	X			
30	**S=48**		**25**	**25**	**34**	**4**	**21**	**9**
Observadas								
Asteraceae	*Melanthera nivea*	Totolquelite	X					
Aizoaceae	*Sesuvium portulacastrum*	Verdolaga de mar	X					
Boraginaceae	*Tournefortia gnaphalodes*	Simikay	X					
Casuarinaceae	*Casuarina equisetifolia*	Casuarina			X			
Commelinaceae	*Tradescantia spathacea*	Maguey morado		X				
Cyperaceae	*Cyperus planifolius*	Xtup-suk			X			
Fabaceae	*Caesalpinia bonduc*	Uña de gato			X			
	Sophora tomentosa	Saal che'			X			
	Leucaena leucocephala	Waxim			X			
Rubiaceae	*Strumpfia maritima*	Romero de playa			X			
Typhaceae	*Typha dominguensis*	Tule			X			
9	**S=11**		**3**	**1**	**7**	**0**	**0**	**0**
33	**S=59**		**28**	**26**	**41**	**4**	**21**	**9**

O- Especie observada fuera de los sitios de muestreo para el MCDI

3.1.2. Caracterización de la Vegetación del predio (Áreas de conservación del hotel, Monitoreo 2017).

Con el fin de determinar las condiciones de la vegetación en el predio, se establecieron seis parcelas durante el mes de febrero de 2017 en las áreas de conservación del proyecto Hotel Atelier playa Mujeres, para el monitoreo de las condiciones de la vegetación y para determinar los recursos presentes en el sitio. La planta desaladora si bien se desplantará en áreas ya autorizadas para aprovechamiento del hotel, queda ligada a las mismas áreas de conservación del hotel.

En la siguiente Figura se muestra la caracterización obtenida en el predio, en el que se puede observar que en la parte central se ubica la infraestructura que corresponde al Hotel Atelier Playa Mujeres.

En el siguiente Cuadro se desglosan las cantidades de superficies de vegetación y uso de suelo en el predio.

Cuadro 4**.** Superficie de vegetación y uso de suelo en el predio.

Tipo de vegetación	**Superficie**		**Porcentaje %**
	m²	**ha**	
VEGETACIÓN NATURAL			
Halófita costera	1,618.81	0.16	1.39
Matorral costero denso	28,537.70	2.85	24.47
Matorral costero disperso	25,414.11	2.54	21.79
Inundación permanente(*C. erectus/ C. jamaicense*)	3,825.77	0.38	3.28
Conocarpus erectus	177.05	0.02	0.15
Inundable temporal	2,225.60	0.22	1.91
OTROS			
Infraestructura y caminos	46,453.85	4.65	39.83
Alcantarilla	11.19	0.00	0.01
Torre	16.00	0.00	0.01
Desprovisto de vegetación*	8,364.60	0.84	7.17
TOTAL	116,644.68	11.66	100.00

*Esta superficie está autorizada al proyecto para efectuar acciones de reforestación al concluir la etapa de construcción.

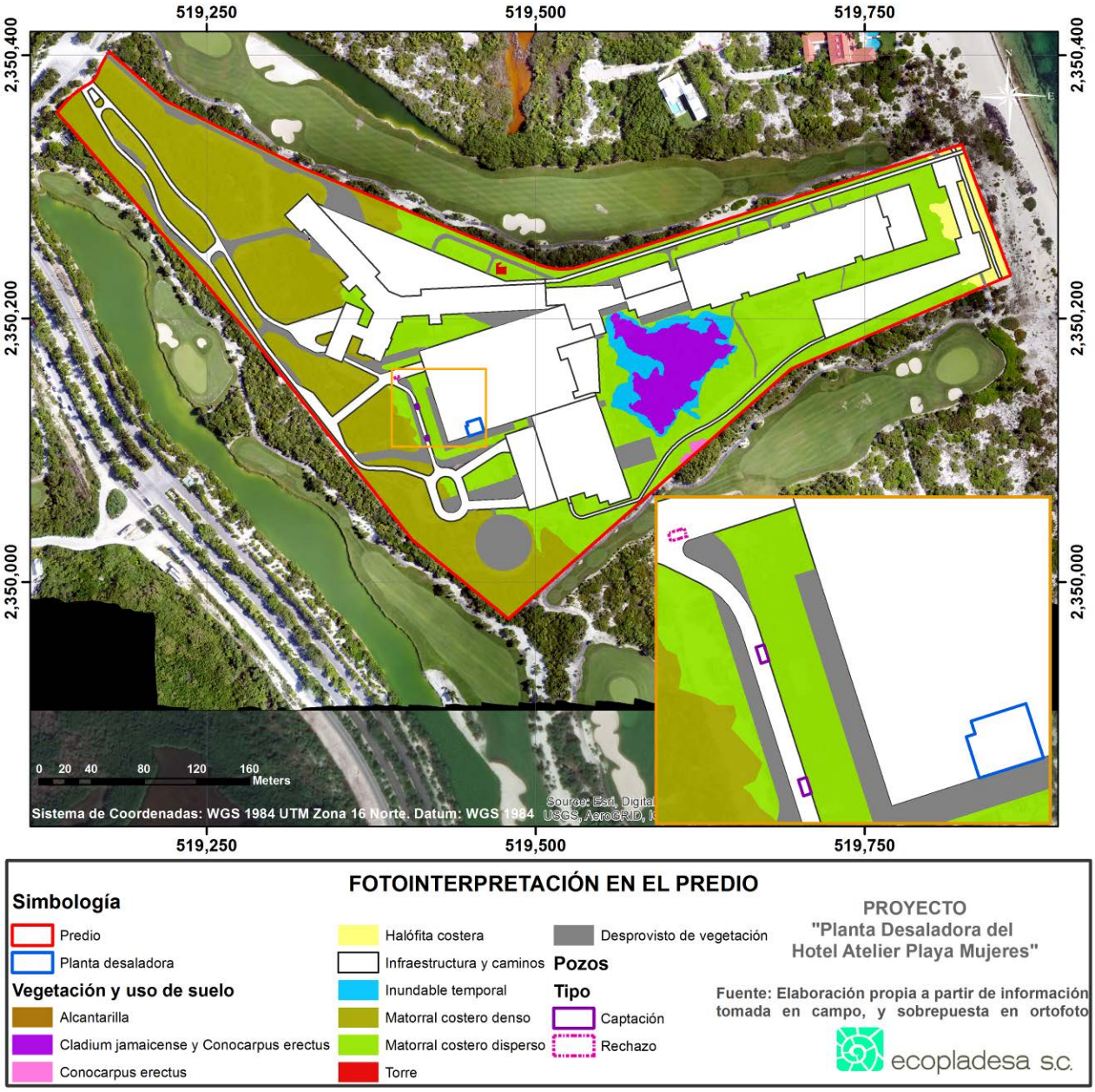


Figura 26. Mapa de vegetación y uso de suelo reportado en el predio del proyecto Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres.

Se puede notar que de la superficie total del predio, la infraestructura y caminos es la que ocupa la mayor parte con 39.83%, después le sigue el matorral costero denso con 24.47%, el matorral costero disperso con 21.79%, las áreas desprovistas de vegetación con 7.17%, y en menor proporción la vegetación halófita costera, inundable temporal, la alcantarilla y la torre.

A continuación, se describen los tipos de vegetación y sus asociaciones vegetales registradas en el área de estudio.

Vegetación halófita costera: En cuanto a la línea de la vegetación halófita costera esta se definió de acuerdo al tipo de sustrato arenoso, y a la composición de especies que varían de las encontradas en la vegetación de matorral costero, como por ejemplo el coco (*Cocos nucifera*), el bejuco de mar (*Ipomoea pes-caprae*), el chunup (*Scaveola plumieri*), el Pantzil (*Suriana maritima*), etc.; en la parte de la playa, su extensión se encontró bien definida.

En la franja de vegetación que se encuentra entre la playa y el límite este del polígono se desarrolla la vegetación halófita costera, misma que se muestra como una franja de vegetación herbácea, con elementos arbustivos y la palma de coco (*Cocos nucifera*) como único elemento en el estrato arbóreo. En esta vegetación la cobertura vegetal es del 80% en promedio y se hacen evidentes los crecimientos de especies como *Panicum maximum*, *Hymenocallis littoralis*, *Suriana maritima* (pantzil) y *Ambrosia hispida*, entre otras, como se muestra en la siguiente Figura.



Figura 27. Vista de las dunas arenosas de la porción Este del predio.

Matorral costero disperso (MCDI)*:* Continuando al oeste de la vegetación halófita se desarrolla el matorral costero disperso donde se calculó que el porcentaje de la cobertura vegetal promedio es de 76 %, por lo que se denomina como disperso. Este, figura como manchones de elementos arborescentes que se intercalan entre

los manchones de arbustos y herbáceas y en donde resalta la presencia de palmas como *Cocos nucifera*, *Thrinax radiata* y *Coccothrinax readii*, entre los arbustos de *Coccoloba uvifera*, *Chrysobalanus icaco* y *Sirodexylon americanum* principalmente.



Figura 28. Vista del matorral costero disperso que se desarrolla en el predio.

Matorral costero denso (MCD): Al Oeste del polígono se encuentra una franja de vegetación cuya composición específica y su estructura cuantitativa es semejante al matorral costero disperso, aunque ésta es más densa, por lo que se denominó matorral costero denso (**Figura 16**); la cobertura vegetal en este tipo de vegetación llega a alcanzar el 95%. Dentro de los elementos característicos del matorral costero denso destaca la presencia de más elementos arbóreos respecto del disperso. Algunas de las especies que pueden ser observadas en este tipo de vegetación es *Lysiloma latisiliquum, Thrinax radiata y Metopium brownei* en el estrato arbóreo.



Figura 29. Vista del matorral costero denso que se desarrolla en el predio.

Vegetación de Inundación Temporal (IT): En la porción central del polígono, al margen de la vegetación con inundación permanente se encuentra la vegetación con inundación temporal. En esta, el suelo presenta determinadas características de elevación que permiten que sólo en época de lluvias se presente una inundación temporal del terreno y de ahí su nombre.

Esta asociación vegetal presenta elementos del matorral costero disperso, como *Metopium brownei*, *Thrinax radiata*, *Coccothrinax readii* y *Coccoloba uvifera*. Sin embargo, una característica que delimita este tipo de vegetación es la presencia del género *Rhynchospora sp*. en el estrato herbáceo, además de que el suelo presenta una capa de perifiton (algas verdes) (Figuras 66).



Figura 30. Vista de vegetación de inundación temporal que se desarrolla en el predio.

Conocarpus erectus: Dentro del área de estudio se pueden encontrar ejemplares de *Conocarpus erectus* principalmente en las zonas de inundación permanente, creciendo en asociación con el zacate cortadera (*Cladium jamaicense*). Por otro lado, existen un manchón de *Conocarpus erectus* con gran importancia debido a su extensión; este, se encuentra en el borde sur del polígono y cerca de los campos de golf anexos al mismo. Dicho manchón está conformado principalmente de ejemplares arbóreos que tienen una altura de hasta 9 m (Figura 18).

Es muy probable que el manchón del margen sur se encuentre relacionados con la humedad que se genera en el margen del polígono debido al riego del pasto de los “greens”, porque no se relacionan del todo con suelos bajos.



Figura 31. Vista de *Conocarpus erectus* que se desarrolla en el predio.

Cladium jamaicense y Conocarpus erectus: Inmerso en el Matorral Costero disperso (MCDI), en la porción central del polígono se encuentran pequeños parches de *Cladium jamaicense*, comúnmente conocido como zacate cortadera. Este es un elemento característico de la vegetación que crece sobre suelos bajos. Además esta especie fue observada bordeando la alcantarilla (Figura 67).

En esta zona del estado es posible encontrar inmersos en el matorral costero zonas topográficamente bajas que se inundan temporal o permanentemente durante la época de lluvias y que por dichas condiciones propician el establecimiento de especies herbáceas hidrófitas como *Cladium jamaicense*, *Typha dominguensis* y *Conocarpus erectus*, ya que cuando baja el nivel del agua pluvial se secan parcialmente y sólo permanece húmedo el sustrato.



Figura 32. Vista de asociación de cladium y conocarpus erectus que se desarrolla en el predio.

Infraestructura. En esta categoría se agruparon las obras existentes en el predio, las cuales corresponden únicamente al Hotel Atelier Playa Mujeres, aquí se incluyen las edificaciones que están en proceso, siendo uno de ellos el edificio de servicios donde se construirá la planta desaladora, y los caminos y vialidades donde se ubicarán los pozos de dicha planta. En la siguiente Figura se muestra algunas vistas del avance de obra de dicho hotel y que ocupa determinada superficie en el sistema ambiental.



Figura 33. Vista de infraestructura del Hotel Atelier Playa Mujeres ubicado en el sistema ambiental.

Área desprovista de vegetación: Esta categoría corresponde a aquellas áreas que carecen de una cobertura vegetal y que posteriormente serán reforestadas en apego a la autorización otorgada al Hotel.

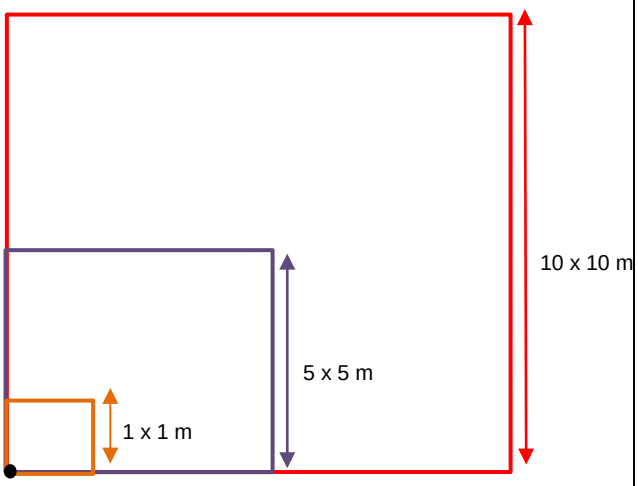



Figura 34. Vista de algunas áreas desprovistas de vegetación dentro del predio.

MÉTODOS DE MUESTREO

Se establecierón cuadrantes de 10 x 10 m, a partir de un vértice georreferenciado. Dentro de esta parcela se establecieron cuadrantes anidados de 5 x 5 m y de 1 x 1m. En la parcela de 100 m^2 se monitoreó el estrato arbóreo, en la de 25 m^2 el estrato arbustivo y en la de 1 m^2 el estrato herbáceo.

Cuadro 5**.** Descripción de las parcelas anidadas para el muestreo de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de la vegetación del proyecto.

Parcelas anidadas	Estratos
	**Estrato arbóreo.** El estrato arbóreo se registró en la parcela de 10 x 10 m (100 m^2). **Estrato arbustivo.** El estrato arbustivo se registró en la parcela de 5 x 5 m (25 m^2). **Estrato herbáceo.** El estrato herbáceo se registró en la parcela de 1 x 1 m (1 m^2).

A continuación, se muestra la memoria fotográfica del levantamiento de las parcelas en el predio.



a) Ubicación del vértice de la parcela en vegetación halófita.



b) Ubicación del vértice de la parcela en vegetación matorral costero denso.



c) Medición de los 10 m de un lado de la parcela en la zona de halófita.



d) Medición de los 10 m de un lado de la parcela ubicada en vegetación matorral costero denso.



e) Medición de los 10 m de la parcela en vegetación *Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus.*



f) Estrato arbóreo marcado en vegetación matorral costero denso.



g) Estrato arbóreo en vegetación *Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus.*



h) Vértice de la parcela MC2 en vegetación matorral costero denso.

Las parcelas se ubicaron por tipo de vegetación existente en el predio, como se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 6. Ubicación de parcelas por tipo de vegetación en el predio.

Número De Parcelas	Vegetación
2 parcelas de 10 x 10 m	Matorral costera denso
2 parcelas de 10 x 10 m	Vegetación halófita
2 parcelas de 10 x 10 m	Vegetación asociación de *Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus.*

En el siguiente cuadro se muestran los vértices de cada parcela que se consideró para su monitoreo.

Cuadro 7. Cuadro de coordenadas en UTM de los vértices clave para la ubicación de las parcelas propuestas para monitoreo de flora.

Parcela	Vegetación	Coordenadas UTM	
		X	Y
MC1	Matorral costero denso	519208.2543	2350354.741
MC2	Matorral costero denso	519322.9164	2350164.955
CC1	*Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus*	519597.1741	2350133.184
CC2	*Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus*	519651.2947	2350165.456
HC1	Halófita costera	519849.4768	2350240.069
HC2	Halófita costera	519823.0000	2350319.000

En la Figura 35 se ilustra la distribución de las parcelas en el predio.

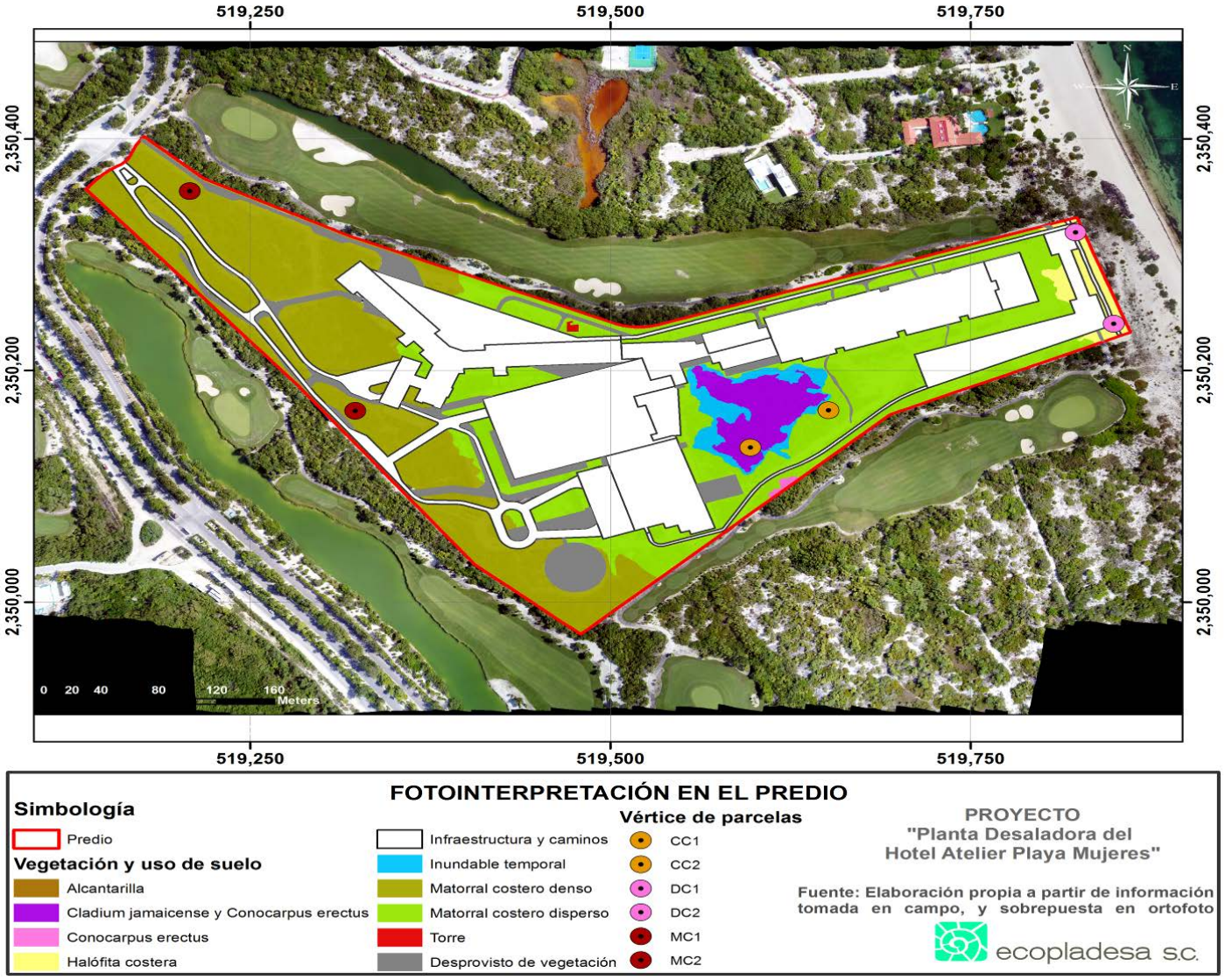


Figura 35. Ubicación de parcelas por tipo de vegetación en el predio.

A) ANALISIS DE LOS RESULTADOS

ESTRATIFICACIÓN

Estrato arbóreo. La información recopilada en campo de este estrato corresponde a aquellos individuos con altura mayor a 3 m, y que tenga Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). En este estrato se marcaron los individuos con etiquetas de aluminio, con el fin de poder verificar su permanencia en cada monitoreo, durante la etapa de construcción y el primer año de operación del proyecto.

Estrato arbustivo. Para el caso del estrato arbustivo se recopiló información de aquellos individuos que tuvieran una altura entre 1 y 2.9 m, al igual que en el estrato arbóreo se registraron aquellos que ya tuvieran Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) pero en este intervalo de altura; y para los individuos que no tengan DAP se midió la cobertura. También se enumeraron los individuos.

Estrato herbáceo. Por último, en este estrato se registraron aquellos individuos como renuevos o plántulas. A estos individuos solo se registró la altura total y su cobertura.

A continuación, se muestra la memoria fotográfica de la información recabada en las parcelas propuestas para su monitoreo.



a) Medición de cobertura de individuos arbustivos en vegetación halófita.



b) Medición del diámetro a la altura del pecho de individuos clasificados en el estrato arbóreo por su altura, en la vegetación halófita.



c) Toma de datos en vegetación de matorral costero.



d) Medición de altura de individuos arbustivos en la vegetación halófita.



e) Medición del diámetro a la altura del pecho de individuos en la vegetación matorral costero.



f) Ejemplar arbóreo marcado con etiquetas de aluminio en la parcela de vegetación de matorral costero.



g) Ejemplar ubicado por su altura en el estrato arbóreo en la vegetación halófita, marcado con etiqueta de aluminio.



Ejemplar arbóreo en la vegetación de *Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus* marcado con etiqueta de aluminio.

RIQUEZA FLORÍSTICA

A continuación, se enlistan las especies registradas en el inventario de las parcelas ubicadas en el predio, y el tipo de vegetación en el que se encontró. Además tambien se enlistan aquellas que solo fueron observadas.

Los resultados que se describen a continuación se presentan por parcelas (100m^2, 25 m^2 y 1 m^2) y corresponden a la abundancia por especie en la vegetación registrada. Tambien se muestra la altura y diámetro de las especies.

Para efectos de la descripción en el presente documento, cuando nos refiramos a vegetación inundable corresponderá a la caracterizada como *Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus*.

Cuadro 8. Listado florístico general por tipo de vegetación del monitoreo de las parcelas.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	VEGETACIÓN		
			Cladium jamaicense* y *Conocarpus erectus	**Matorral costero**	**Vegetación halófita**
Arecaceae	*Cocos nucifera*	Palma de Coco			X
Amaryllidaceae	*Hymenocallis littoralis*	Lirio de mar			X
Anacardiaceae	*Metopium brownei*	Chechem		X	
Arecaceae	*Coccothrinax readii*	Nacax		X	
Arecaceae	*Thrinax radiata*	Palma chit		X	
Asteraceae	*Ambrosia hispida*	Margarita de mar			X
Brassicaceae	*Cakile lanceolata*	Flor blanca			X
Bromeliaceae	*Tillandsia dasyliriifolia*	Bromelia		X	
Chrysobalanaceae	*Chrysobalanus icaco*	Icaco	X		
Combretaceae	*Conocarpus erectus*	Mangle botoncillo	X		
Cyperaceae	*Cladium jamaicense*	Zacate cortadera	X		
Leguminosae	*Pithecellobium keyense*	Ya'ax ka'ax		X	X
Orchidaceae	*Cyrtopodium punctatum*	Orquídea		X	
Poaceae	*Panicum maximum*	Zacate guinea			X
Polygonaceae	*Coccoloba uvifera*	Uva de mar		X	
Surianaceae	*Suriana maritima*	Pantzil			X
Verbenaceae	*Lantana involucrata*	Orégano		X	X
Cyperaceae	*Cyperus sp.*	ND			X
		Total general	**3**	**8**	**9**

Cuadro 9. Listado florístico de especies que sólo fueron observadas en el monitoreo de las parcelas.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	VEGETACIÓN		
			Cladium jamaicense* y *Conocarpus erectus	**Matorral costero**	**Vegetación halófita**
Goodeniaceae	*Scaevola plumieri*	Chunup			X
Cactaceae	*Acanthocereus tetragonus*	Pitahaya		X	
Familia 1	Bejuco 1	Bejuco 1			X
Familia 2	Bejuco 2	Bejuco 2			X
		Total general	**0**	**1**	**3**

PARCELAS DE 100 M^2

Para las parcelas con dimensiones de 100 m^2 (estrato arbóreo) se registraron 8 especies, siendo la vegetación matorral costero la que presentó más especies. En el siguiente Cuadro se muestran las especies encontradas en los estratos arbóreos de las parcelas en los diferentes tipos de vegetación.

Cuadro 10. Especies registradas en el estrato arbóreo por tipo de vegetación en las parcelas.

Nombre Científico	Vegetación halófita		Matorral costero		*C. jamaicense* y *C. erectus*	
	HC1	HC2	MC 1	MC 2	CCI	CC2
Chrysobalanus icaco					X	
Coccoloba uvifera			X	X		
Coccothrinax readii			X	X		
Cocos nucifera	X	X				
Conocarpus erectus					X	X
Metopium brownei			X	X		
Pithecellobium keyense				X		
Thrinax radiata			X	X		
S=	1	1	4	5	2	1

Abundancia

En cuanto a la abundancia, se tuvo un registro total de 75 individuos en las seis parcelas establecidas.

El matorral costero fue la vegetación en la que hubo más registros, esto es 51 individuos de las dos parcelas que se levantaron en ella, la especie con más registros de individuos correspondió a *Thrinax radiata* (palma chit). En la vegetación inundable se registraron 20 individuos, de los cuales la especie que tuvo más registros fue *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo). Finalmente, la vegetación con menos registros de individuos correspondió a la vegetación halófita, ya que solamente se registraron ejemplares de la palma coco, con un total de 4 individuos. En el siguiente cuadro y figura se muestra el número de individuos registrados en cada parcela.

Cuadro 11. Número de individuos registrados en el estrato arbóreo en las parcela.

Nombre Científico	Vegetación halófita		Matorral costero		*C. jamaicense* y *C. erectus*	
	HC1	HC2	MC 1	MC 2	CCI	CC2
Chrysobalanus icaco					2	
Coccoloba uvifera			1	1		
Coccothrinax readii			5	3		
Cocos nucifera	1	3				

Nombre Científico	Vegetación halófita		Matorral costero		*C. jamaicense* y *C. erectus*	
	HC1	HC2	MC 1	MC 2	CCI	CC2
Conocarpus erectus					15	3
Metopium brownei			1	4		
Pithecellobium keyense				4		
Thrinax radiata			14	18		
Subtotal/parcela	1	3	21	30	17	3
TOTAL/VEGETACIÓN	**4**		**51**		**20**	

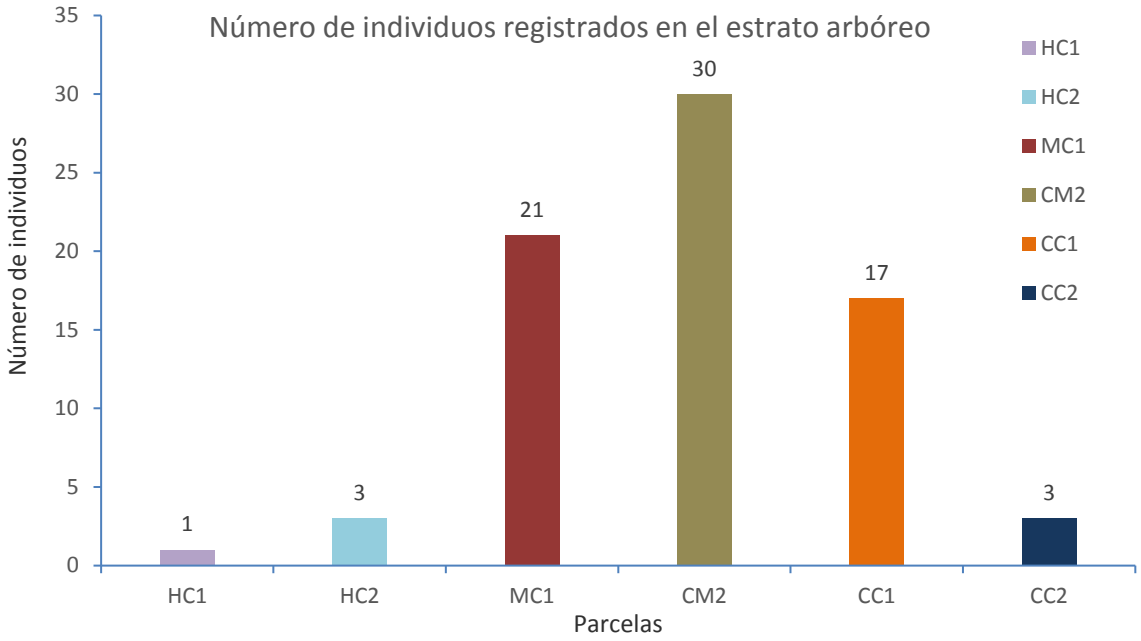
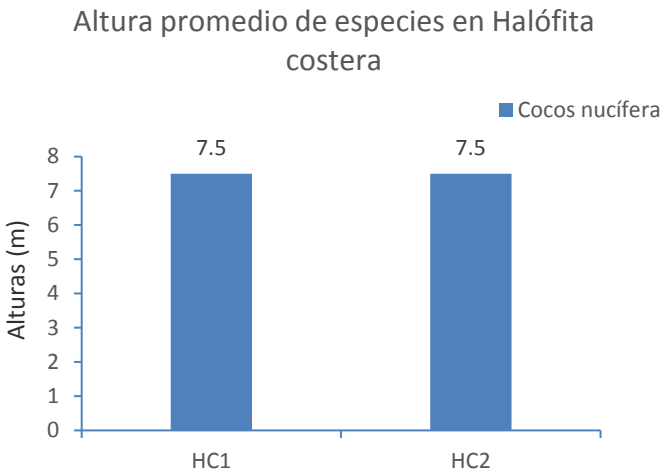


Figura 36. Número de individuos registrados en cada parcela. HC=4, MC=51, CC=20. HC=Halófita costera, MC= Matorral costero, CC= Vegetación inundable.

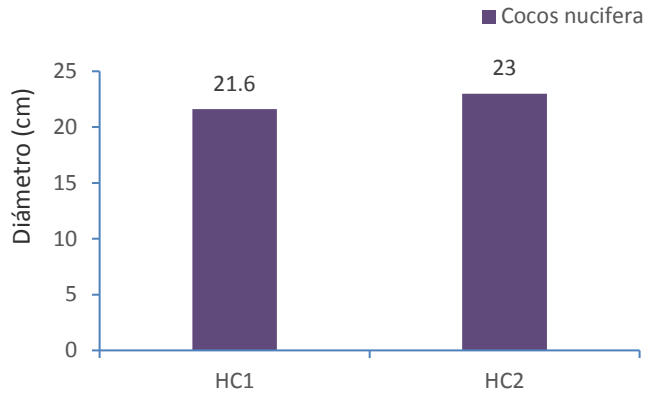
Altura y DAP

- Vegetación halófita

Las parcelas establecidas en este tipo de vegetación corresponden a HC1 y HC2. Como se mencionó anteriormente la única especie que se registró corresponde a *Cocos nucifera*, con una la altura promedio en ambas parcelas de 7.5 m, y DAP de 21.6 a 23 cm.



a) Altura promedio del estrato arbóreo.



b) Diámetro promedio del estrato arbóreo.

En este tipo de vegetación y cuadrante se observó la especie *Scaevola plumieri*, la cual es de forma de vida arbustiva y por lo tanto no se cuantificó en dicha parcela.

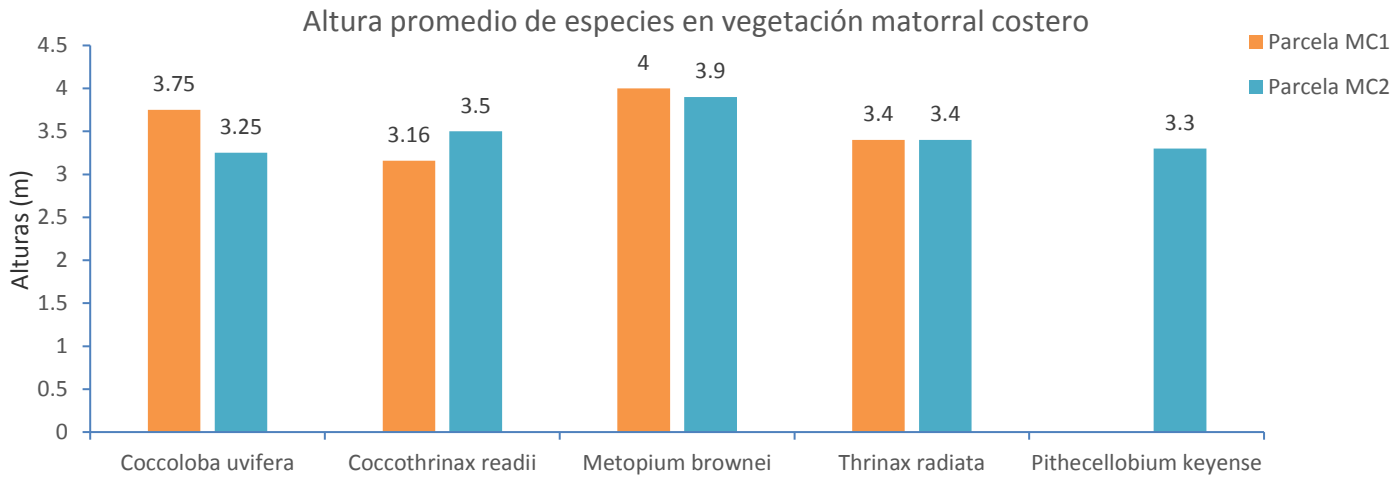
- Vegetación matorral costero

Las parcelas levantadas en este tipo de vegetación corresponden a MC1 y MC2. Esta vegetación fue la que tuvo más registros de individuos y especies en el estrato arbóreo. *Coccoloba uvifera, Coccothrinax readii, Metopium brownei, Thrinax radiata y Pithecellobium keyense* fueron las especies que se identificaron al momento de establecer las parcela permanentes. En la siguiente figura se muestran los valores promedio de altura y diámetro de las especies registradas en dichas parcelas.

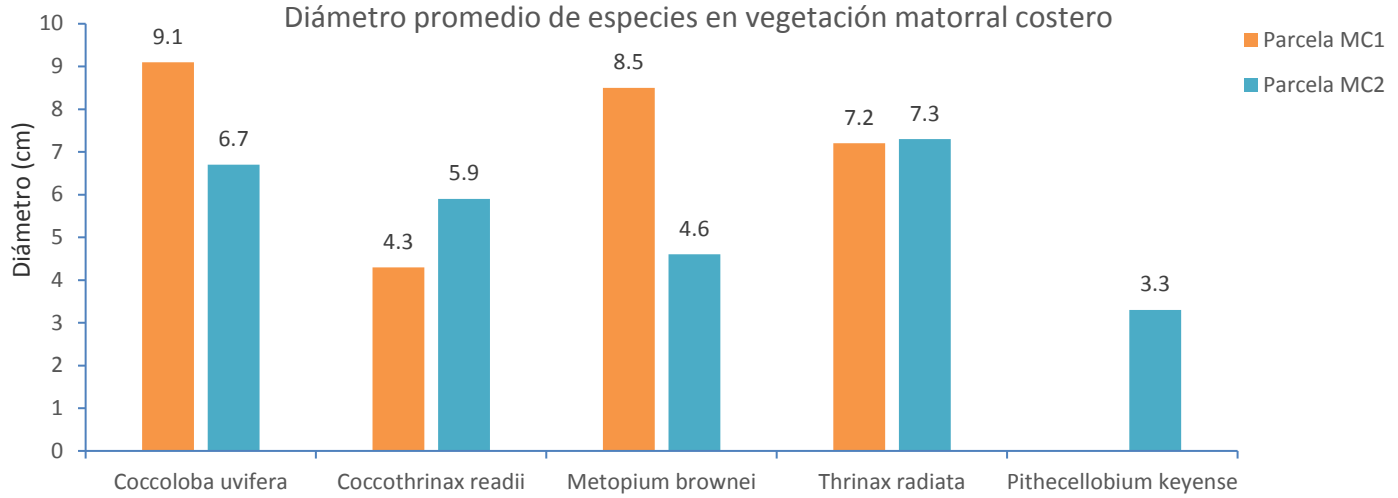
En cuanto a la altura, en ambas parcelas el estrato arbóreo presenta un promedio similar estando ente 3.3 y 4 m, y las especies presentan una altura promedio similar entre parcelas. Para los diámetros, ambas parcelas tienen estructura de tamaños diferentes, un ejemplo es la especie *Coccoloba uvifera* que tiene un diámetro promedio de 9.1 cm en la parcela MC1 y en la parcela MC2 tiene 6.7 cm. De igual forma cabe resaltar que sólo en la parcela MC2 se identificó la especie *Pithecellobium keyense*.

Esta estructura deja ver que el estrato arbóreo es de baja densidad, y una estructura de tamaños de baja altura y diámetros pequeños, característico del matorral costero.

En la parcela MC1 se observó una Cactaceae de la especie *Acanthocereus tetragonus*, sin embargo no se registró en la parcela anidada para medir el estrato herbáceo.



a) Altura promedio del estrato arbóreo en las parcelas de vegetación matorral costero.

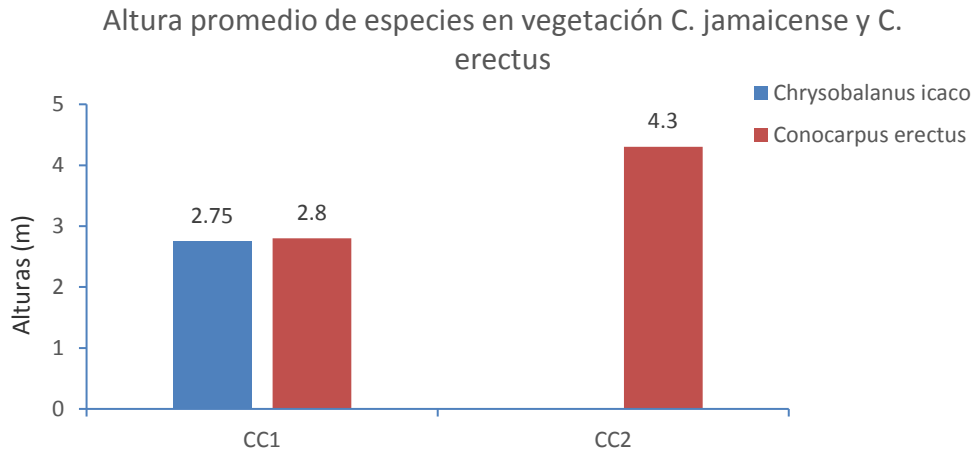


b) Diámetro promedio del estrato arbóreo en las parcelas de vegetación matorral costero.

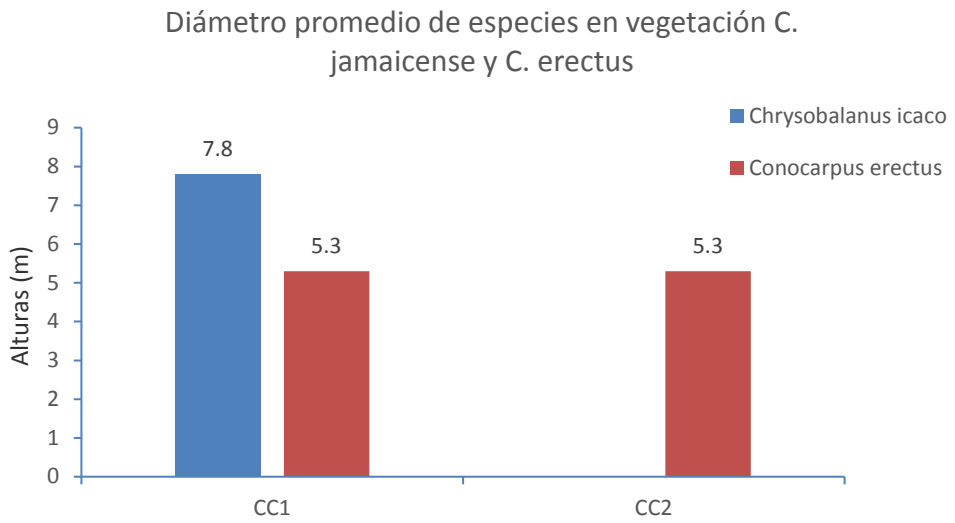
- Vegetación inundable de *Cladium jamaicense* y *Conocarpus erectus*.

Las parcelas levantadas en este tipo de vegetación corresponden a CC1 y CC2. En esta vegetación fueron dos especies registradas: *Chrysobalanus icaco* y *Conocarpus erectus*. En cuanto a *Conocarpus erectus* presentó tallos múltiples, por lo que dichas ramificaciones se consideran parte del mismo individuo. En el caso de esta vegetación, el estrato arbóreo estuvo debajo del valor de 3 m (límite superior de altura para el estrato arbóreo), por las condiciones ambientales de desarrollo en el que se encuentran.

En las siguientes gráficas se pueden observar los valores promedio de altura y de diámetro por especies en las parcelas correspondientes a esta vegetación.



a) Altura promedio del estrato arbóreo en la vegetación inundable.



c) Diámetro promedio del estrato arbóreo en la vegetación inundable.




a) Identificación y medición de individuos de *Cocos nucifera* en la vegetación halófita costera.




b) Identificación y marcaje de individuos de *Conocarpus erectus* en la vegetación de *Cladium jamaicense* y *Conocarpus erectus*.




c) Marcaje de individuos en la vegetación de matorral costero, y observación de la especie *Acanthocereus tetragonus,*

PARCELAS DE 25 M^2

Los individuos registrados en estas parcelas fueron aquellos con una altura de 1 entre 2.9 m, y al igual que en el estrato arbóreo aquellos individuos con Diámetros a la Altura del Pecho (DAP), y para los individuos sin DAP se estimó la cobertura.

En el siguiente cuadro se muestran las especies encontradas en el estrato arbustivo de las parcelas en los diferentes tipos de vegetación.

Cuadro 12. Listado de especies florísticas del estrato arbustivo en las parcelas establecidas.

Nombre Científico	Vegetación halófita		Matorral costero		*Cladium jamaicense y Conocarpus erectus*	
	DC1	DC2	MC 1	MC 2	CCI	CC2
Ambrosia hispida	X	X				
Cakile lanceolata	X					
Chrysobalanus icaco						X
Coccothrinax readii			X	X		
Conocarpus erectus					X	
Cyrtopodium punctatum				X		
Cyperus sp.		X				
Hymenocallis littoralis		X				
Lantana involucrata	X	X	X			
Panicum maximum		X				
Pithecellobium keyense		X	X			
Suriana maritima	X	X				
Thrinax radiata			X	X		
Tillandsia dasyliriifolia			X			
S=	**4**	**7**	**5**	**3**	**1**	**1**

Abundancia

En el estrato arbustivo se registró un total de 238 individuos distribuidos en 14 especies. La vegetación que tuvo más registros de individuos corresponde a la vegetación halófita con 198, seguido de matorral costero con 30 y por último la vegetación de *Cladium jamaicense* y *Conocarpus erectus* con 10. En el siguiente cuadro se muestra las especies y las cantidades registradas en cada parcela y tipo de vegetación.

Cuadro 13. Número de individuos registrados en el estrato arbustivo de las parcelas.

Nombre Científico	Vegetación halófita		Matorral costero		*C. jamaicense y C. erectus*	
	HC1	HC2	MC 1	MC 2	CCI	CC2
Ambrosia hispida	18	58				
Cakile lanceolata	18					
Chrysobalanus icaco						1
Coccothrinax readii			1	1		
Conocarpus erectus					9	
Cyrtopodium punctatum				4		

Nombre Científico	Vegetación halófita		Matorral costero		*C. jamaicense y C. erectus*	
	HC1	HC2	MC 1	MC 2	CCI	CC2
Cyperus sp.		1				
Hymenocallis littoralis		64				
Lantana involucrata	1	7	3			
Panicum maximum		2				
Pithecellobium keyense		4	4			
Suriana maritima	1	15				
Thrinax radiata			1	4		
Tillandsia dasyliriifolia			12			
Subtotal/parcela	**47**	**151**	**21**	**9**	**9**	**1**
TOTAL/VEGETACIÓN	**198**		**30**		**10**	

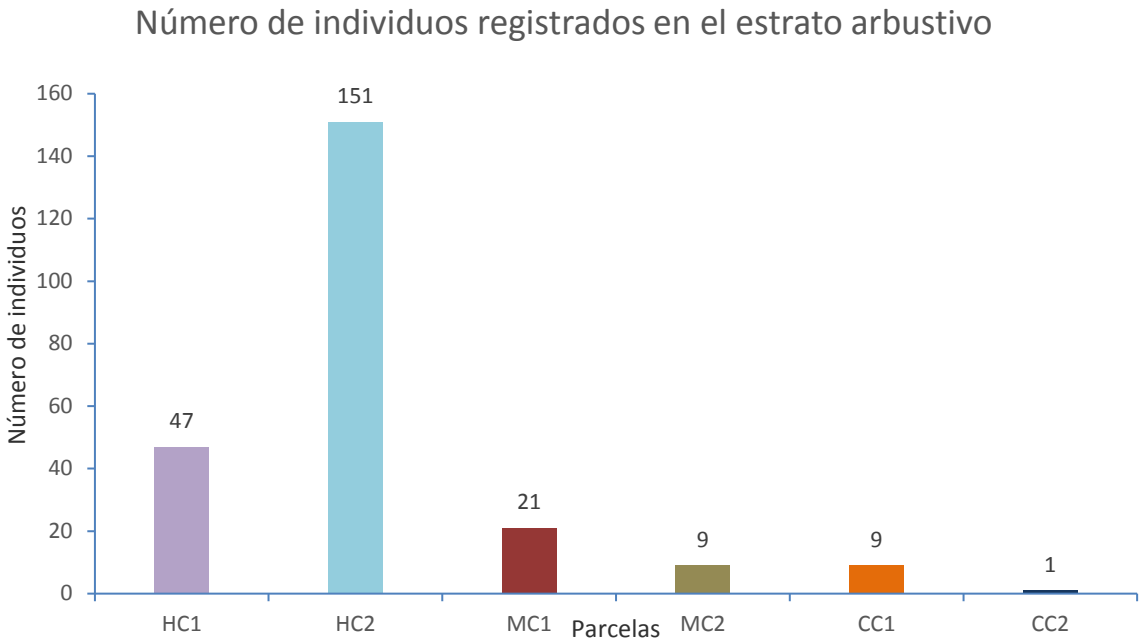


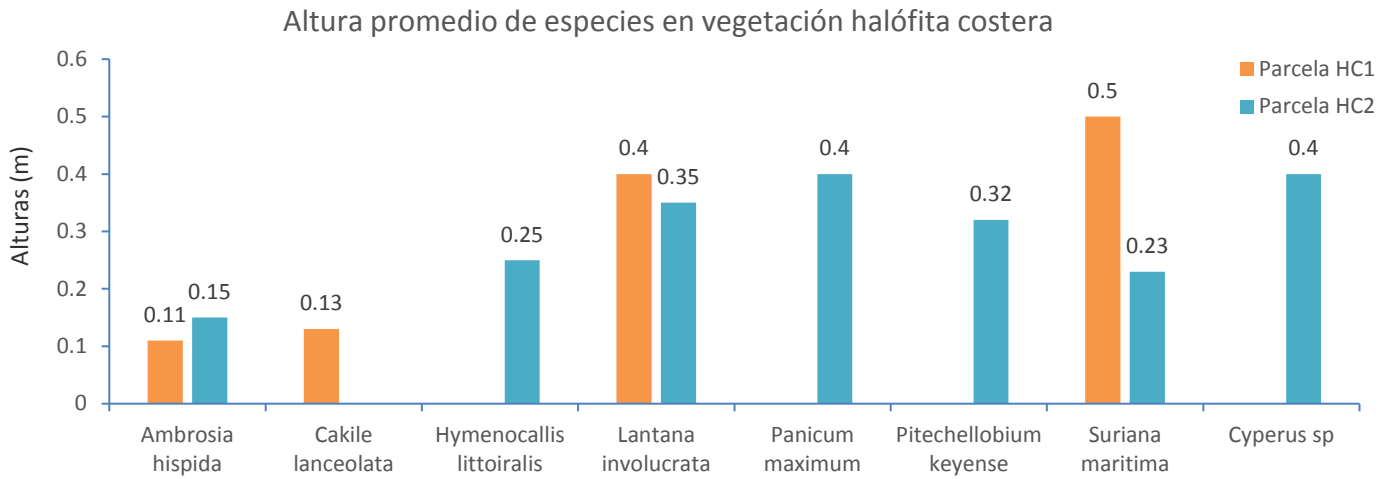
Figura 37. Número de individuos registrados en cada parcela. HC=198, MC=30, CC=10.

Altura y DAP

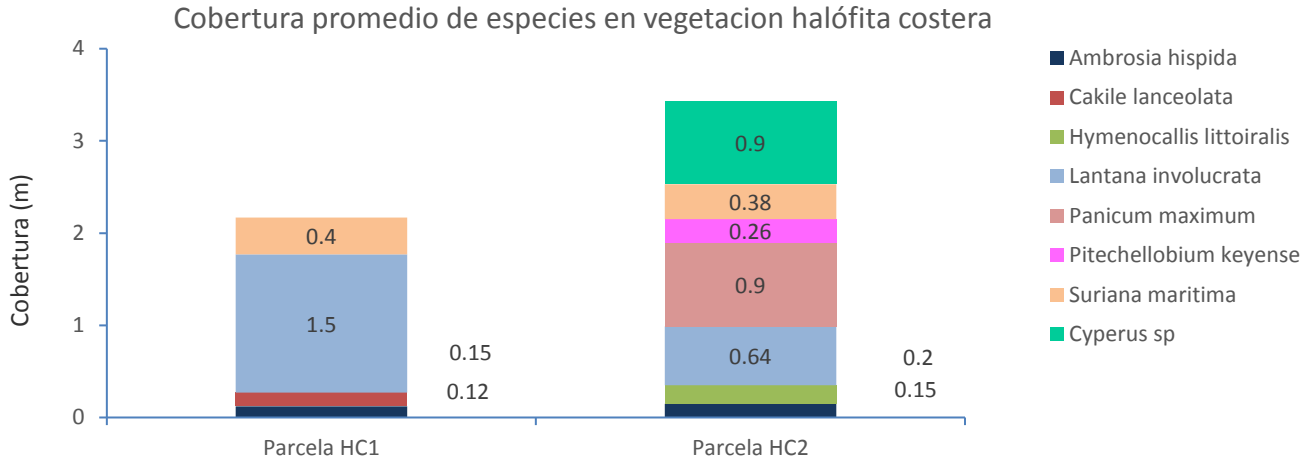
- Vegetación halófita

En el estrato arbustivo de esta vegetación las especies registradas fueron *Ambrosia hispida, Cakile lanceolata, Lantana involucrata, Suriana maritima* para la parcela HC1 y la parcela HC2 se suman otras especies como los son *Hymenocallis littoralis*, *Panicum maximum*, *Pithecellobium keyense* y *Cyperus sp*. En este tipo de vegetación todos los individuos registrados no presentaron diámetros a la altura del pecho, por lo que sólo se estimó la cobertura y la altura total.

En las siguientes gráficas se muestran la altura y cobertura promedio de las dos parcelas ubicadas en este tipo de vegetación. Se puede observar la presencia de especies rastreras en la parcela HC1, y la especie dominante corresponde a la especie de forma de vida arbustiva *Lantana involucrata* con una cobertura de 1.5m. En lo que respecta a la parcela HC2, se registró a la especie *Pithecellobium keyense*, y las especies dominantes corresponden *Suriana maritima* y *Cyperus sp.* ambas con coberturas de 0.9 m.



a) Altura promedio de especies del estrato arbustivo en parcelas de vegetación halófita costera



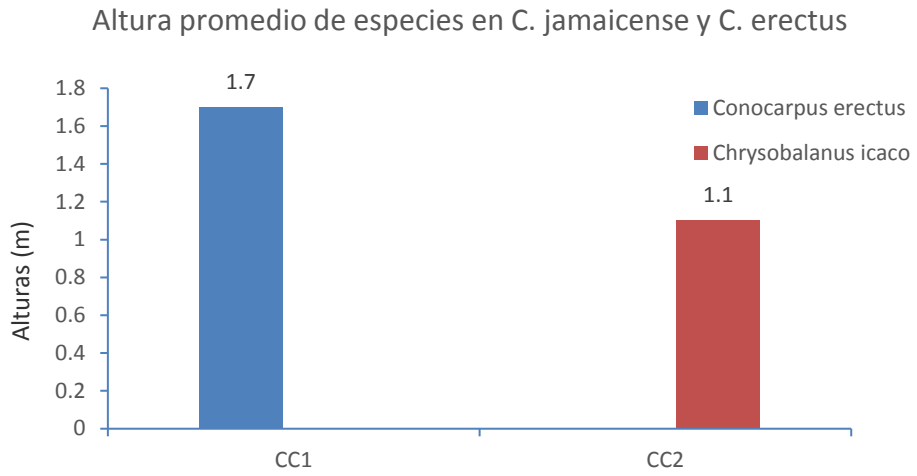
b) Cobertura promedio de especies en el estrato arbustivo de las parcelas de vegetación halófita costera.

- Vegetación de *Cladium jamaicense y Conocarpus erectus*

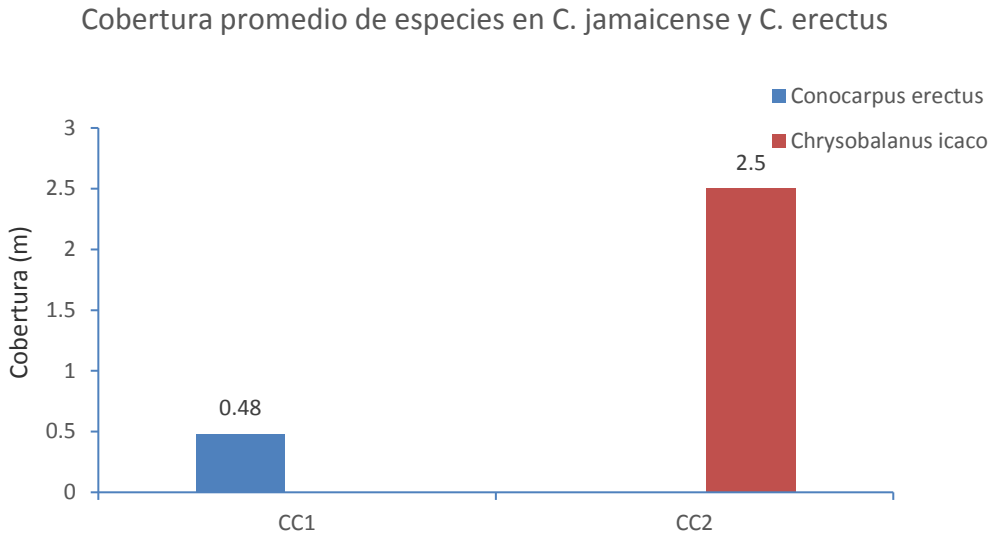
En las parcelas de este tipo de vegetación se registró a las especies *Conocarpus erectus* y *Chrysobalanus icaco*. En ambas parcelas se estimó la cobertura y la altura de los individuos ya que no presentaron diámetros a altura del pecho.

En los siguientes gráficos se puede observar la altura y cobertura promedio de las únicas dos especies identificadas en sus respectivas parcelas.

En cuanto a la altura, la parcela CC1 fue la especie *Conocarpus erectus* la que presentó el promedio mayor que CC2. En cuanto a la cobertura, la parcela CC2 representado por la especie *Chrysobalanus icaco* fue la que presenta mayor cobertura con 2.5 m a comparación de la parcela CC1 (representado por *C. erectus*).



a) Altura promedio de especies del estrato arbustivo en parcelas de la vegetación inundable.



b) Cobertura promedio de especies del estrato arbustivo en parcelas de la vegetación inundable.

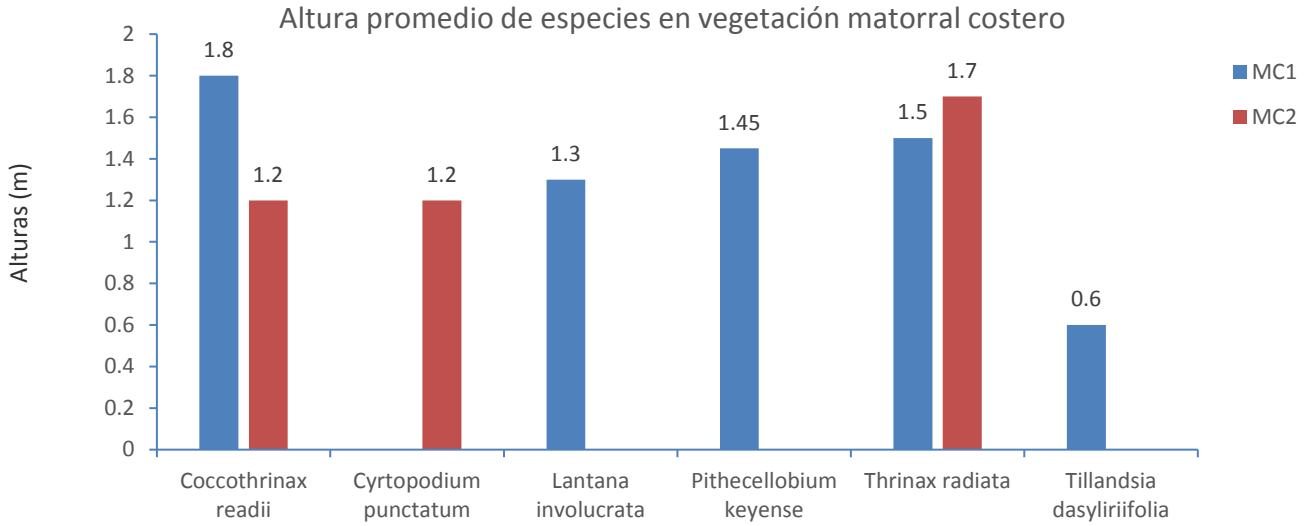
- Vegetación matorral costero

En esta vegetación las especies registradas en la primera parcela MC1 fueron *Coccothrinax readii, Lantana involucrata, Pithecellobium keyense y Thrinax radiata;* para la segunda parcela MC2 las especies registradas correspondieron a *Coccothrinax readii, Cyrtopodium punctatum y Thrinax radiata*. En este tipo de vegetación se registró una especie epífita que corresponde a *Tillandsia dasiliriifolia* en la parcela MC1.

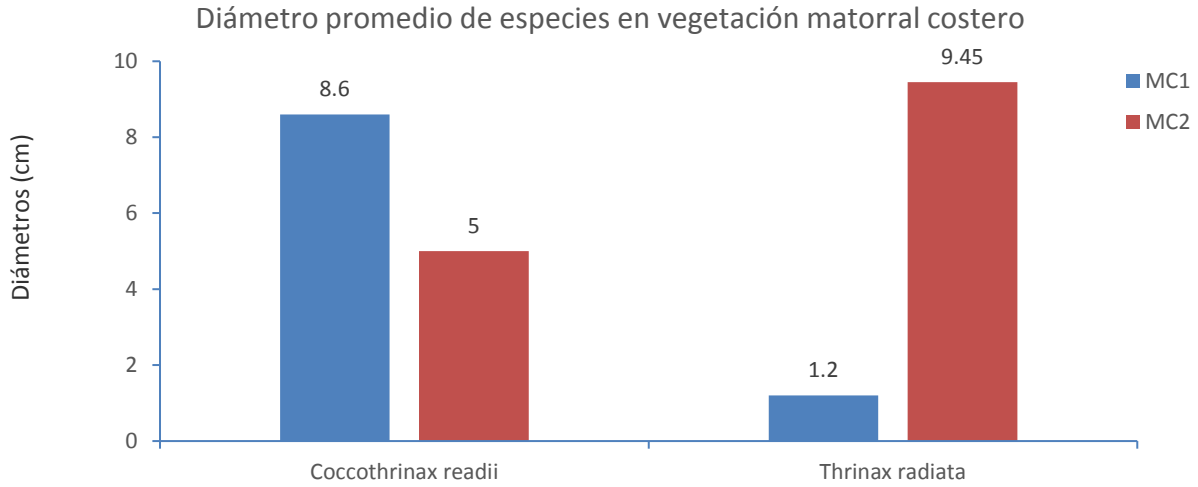
Cabe mencionar que en este tipo de vegetación se registraron especies con diámetros a la altura del pecho así como especies con cobertura debido a la forma de vida y etapa de crecimiento de las diferentes especies. Más adelante se muestran las gráficas de altura promedio de las especies, y también de aquellas que tengan ya sea diámetro o cobertura.

Las especies que sí registraron diámetros corresponden a *Coccothrinax readii* y *Thrinax radiata*, ambas especies características de esta vegetación. En cuanto a la altura, ambas parcelas siguen la misma tendencia, esto se puede visualizar con la especie *Thrinax radiata* que en la parcela MC1 tiene una altura promedio de 1.5 m y en la parcela MC2 una altura promedio de 1.7 m. *Coccothrinax readii* en la parcela MC1 presentó una altura promedio de 1.8 y en la parcela MC2 1.2 m. En cuanto al diámetro *C. readii* presentó el mayor valor de 8.6 cm en la parcela MC1, y 5 cm en la parcela MC2. La palma chit presentó diámetros promedio de 1.2 cm y 9.45 en las parcelas MC1 y MC2 respectivamente.

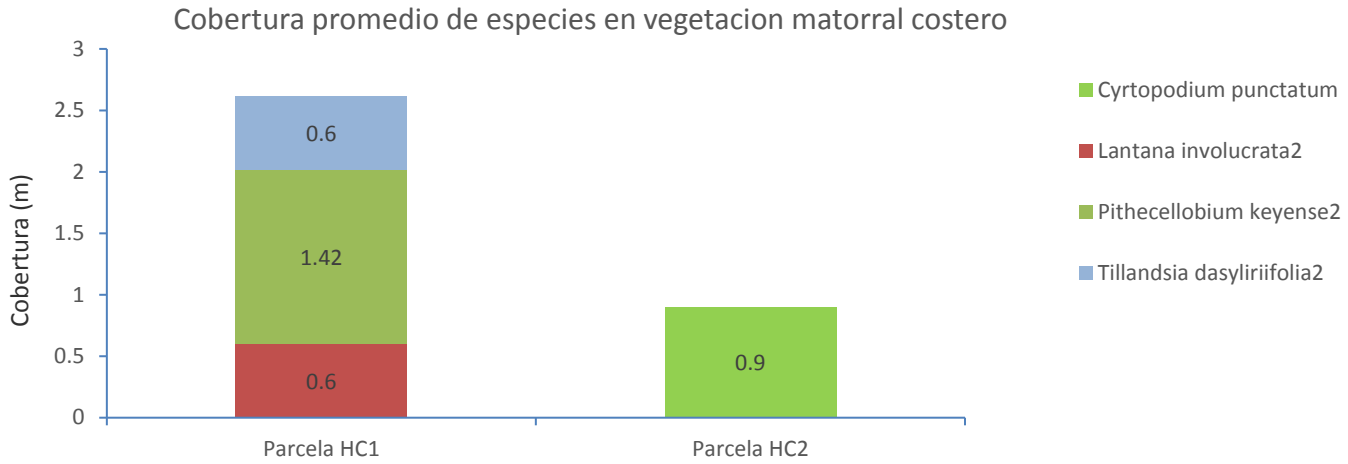
Finalmente en la cobertura, en la parcela MC1 la especie dominante corresponde a *Pithecellobium keyense* con un valor de 1.42 m, seguido por *Lantana involucrata* con un valor de 0.60 m, el menos dominante correspondió a la Bromelia (Tillandsia dasyliriifolia) con una cobertura de 0.06 m. En la parcela MC2 la única especie presente fue *Cyrtopodium punctatum*.



a) Altura promedio de la especies del estrato arbustivo en parcelas de vegetación matorral costero.



b) Diámetro promedio por especie del estrato arbustivo en parcelas de vegetación matorral costero.



c) Cobertura promedio de parcelas en estrato arbustivo de vegetación matorral costero



a) Estrato arbustivo en la vegetación de *C. jamaicense y C. erectus.*



b) Estrato arbustivo en la vegetación de Matorral costero.





c) Estrato arbustivo en la vegetación Halófita costera.

Presencia de epífitas y orquídeas

En el monitoreo de las parcelas de 25 m^2 se registró la presencia de la epífita *Tillandsia dasyliriifolia* en la parcela MC1 de la vegetación matorral costero. Además, se registró también una especie de orquídea que corresponde a *Cyrtopodium punctatum*, se ubicó en la parcela MC2. En las siguientes Figuras se pueden apreciar las especies mencionadas.





Especie epífita (*Tillandsia dasyliriifolia*) identificada en la parcela MC1.



Especie de orquídea- *Cyrtopodium punctatum*- identificada en la parcela MC2.

Presencia de bejucos

En la parcela de 25 m^2 se registró la presencia de bejucos en la vegetación Halófita costera, a continuación de muestran imágenes.



Vista de las dos especies de Bejucos en la vegetación halófita costera.

PARCELAS DE 1 M^2

Se muestreó esta parcela en la vegetación de *Cladium jamaicense y Conocarpus erectus*, sin obtener ejemplares en ella. Este estrato se mantendrá durante el monitoreo de parcelas, a pesar de no registrarse en otra vegetación del predio.

Abundancia

- Vegetación de *Cladium jamaicense y Conocarpus erectus*

Debido a la estructura y forma de vida de los pastos, es difícil cuantificar el número de individuos presentes en determinada área por lo que se registró su cobertura, representando en este caso que *C. jamaicense* ocupa 1 m^2.

Altura y DAP

- Vegetación de *Cladium jamaicense y Conocarpus erectus*

De las dos parcelas en este tipo de vegetación, solo en la CC1 se tuvo registro de especie, que corresponde a *C. jamaicense*, la altura promedio estimada fue de 1.1m. Como se mencionó anteriormente, esta especie no presenta DAP debido a su forma de vida, lo que se estimó para este caso fue la cobertura (1 m^2). En las siguientes imágenes se muestran el estrato herbáceo en la parcela CC1.



a) Estrato herbáceo en vegetación *C. jamaicense y C. erectus*.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La vegetación, prácticamente conserva los mismos patrones de composición y estructura que se tenían registrados en el año 2007, aunque las superficies han cambiado por la ejecución de las obras autorizadas al Hotel Atelier Playa Mujeres donde queda incluida la Planta Desaladora. De ahí que se considera que está manteniendo los recursos requeridos para la fauna que actualmente se mueve en el sitio. Es indispensable continuar con su monitoreo para verificar se matenga en dichas condiciones durante las etapas del proyecto.

Las especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, se observan en buenas condiciones de vigor por lo que se considera que están siguiendo sus procesos biológicos naturales.

2.2.2 Fauna

La zona continental del municipio de Isla Mujeres aún presenta diversos grupos faunísticos. Sin embargo, las diversas actividades humanas han modificado directa o indirectamente la distribución y abundancia de estos.

El presente estudio faunístico tiene como propósito determinar cuáles especies se encuentran en el área de estudio en las condiciones actuales que presenta, y con

base en ello inferir las condiciones ecológicas generales del sitio. Para ello se implementó la metodología que más adelante se describe.

METODOLOGÍA

Descripción del método de muestreo

Como primer paso se realizó un listado de especies de fauna con potencial distribución dentro del predio ya que esta lista proporciona una idea de lo que el especialista de fauna podría encontrar en el sitio. De esta lista, se obtuvo que 222 especies de aves, 49 especies de reptiles, 17 especies de anfibios, y 80 de mamíferos (incluyendo quirópteros) tienen la probabilidad de distribuirse dentro de la zona de estudio**.**

Para complementar lo anterior se realizaron visitas al sitio durante tres días consecutivos para comprobar las especies que realmente tienen presencia dentro del mismo.

La caracterización de las especies de fauna del predio se llevó a cabo mediante la realización de trabajo de campo sistemático. Lo anterior con el fin de registrar el mayor número de especies de fauna, y este se centró en el registro de especies de los grupos de vertebrados.

Los datos de la fauna presente en el área de estudio se levantaron en cinco visitas al sitio, los días 29, 30 y 31 de marzo del año 2018 de 7:00 am a 11:00 am y de 4:30 pm a 11:00pm.

Dentro del predio se aplicó la técnica de búsqueda activa que consiste en recorrer el área de interés a través de la vegetación poniendo especial atención en localizar e identificar rastros de fauna tales como excretas, huellas, rascaderos, echaderos y cualquier otra evidencia de su presencia. Se buscaron madrigueras, nidos y sitios que pudieran ser utilizados como refugio, bajo piedras, troncos o cavidades en el predio.

Para fines prácticos y que el presente estudio pueda ser comparado con los monitoreos anteriores se determinó una clasificación general de la zona con dos tipos generales vegetación y la zona de influencia o alrededores del predio de estudio.

a) Matorral costero: Esta era la vegetación original en el predio, de la cual solo quedan relictos de la misma, especialmente en las porciones sureste y suroeste del predio.

b) Halófita costera: Es la porción colindante con el mar (al este del predio), esta porción es muy pequeña y presenta vegetación principalmente rastrera.

c) Zona de influencia: Áreas colindantes al proyecto pero fuera de sus límites, en donde hay ejemplares de flora producto de reforestaciones antropogénicas como el Chacah (*Bursera simarouba*), ciricote (*Cordia sebestena*), ciricote de playa (*Cordia dodecandra*) etc., las cuales en su mayoría son ejemplares adultos y se asocian con vegetación correspondiente al ecosistema de manglar y al matorral costero. Así mismo se ubica el campo de golf, donde los hoyos 15, 16 y 17 rodean al predio.

Para realizar los diferentes métodos de búsqueda se habilitaron 3 transectos en las diferentes zonas del predio y su área de influencia, los cuales se procuró que abarquen los diferentes tipos de vegetación y la zona de influencia del área de estudio (Figura 12).

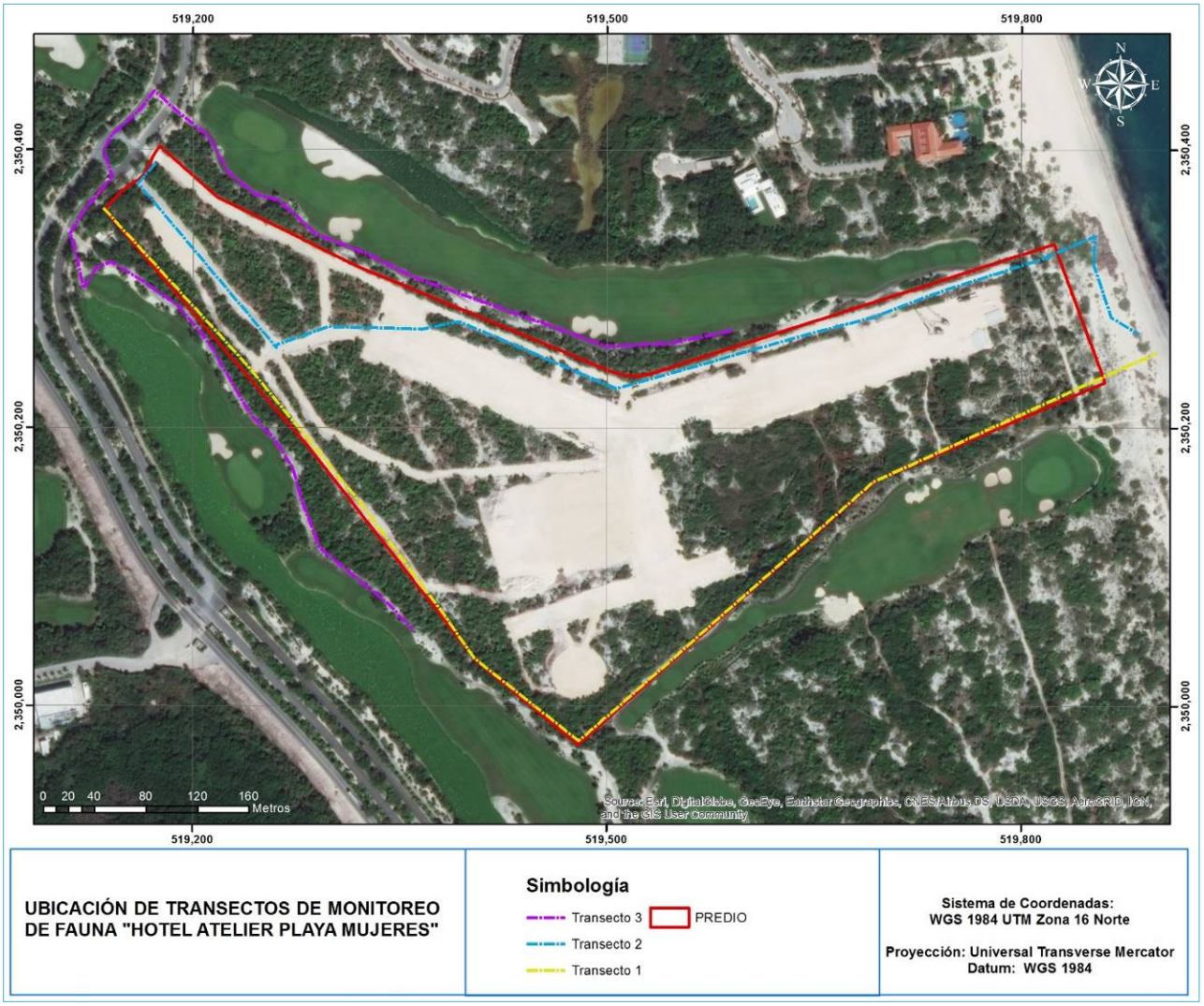


Figura 38. Ubicación de los transectos para el presente estudio

De los transectos mencionados dos se instalaron dentro del predio, abarcando vegetación de matorral costero con una longitud de 1,000 m y de 880 m; y uno se ubicó en la zona de influencia con 1,000 m de longitud. En general, en el predio se

muestreó un total de 5,760 m^2, los cuales representan un 4.9% de la superficie total del predio el cual consta de 11.66 hectáreas (116,644.68 m^2) (Cuadro 14).

Cuadro 14**.** Relación de los transectos establecidos para el estudio de vertebrados silvestres

Transecto	Zona del predio	Longitud en metros	Ancho en metros	Superficie muestreada m^2
1	Matorral-Halófita costeros	1,000	2	2,000
2	Matorral-Halófita costeros	880	2	1,760
3	Zona de influencia	1,000	2	2,000
	Total	**2,880**		**5,760**

Como se mencionó con anterioridad los transectos se recorrieron de manera periódica durante las mañanas, atardeceres y en horarios nocturnos con el fin de detectar la mayor cantidad de ejemplares de fauna.

A continuación, se describe la metodología empleada para los diferentes grupos.

Primeramente, al observar las condiciones de perturbación del predio, se decidió realizar una pequeña entrevista con el personal de seguridad del predio, quienes son los que tienen mayor probabilidad de observar ejemplares de fauna silvestre durante sus recorridos en el predio.

De acuerdo a lo anterior se les preguntó si han observado ejemplares de fauna y que tipos de esta han visto, a lo cual respondieron que han observado ejemplares de culebras, tejones, mapaches y zorritas. Sin embargo, que solo los han visto cruzar.

Una vez realizado lo anterior se procedió a realizar la metodología de muestreo que se describe a continuación.

Prospección

Durante la prospección se determinaron los sitos más adecuados para colocar las trampas, y la red de niebla, de acuerdo al tipo de vegetación presente en el proyecto (Figura 39).



Figura 39. Mapa de vegetación del predio.

De acuerdo a las observaciones en campo, el polígono del predio, se encuentra en buen estado de conservación. Sin embargo, al estar inmerso en un área con cierto desarrollo por la construcción del Hotel Atelier Playa Mujeres y la operación del campo de golf, existen disturbios que pueden alejar a la fauna de la zona, ya que hay presencia continua de visitantes durante las horas del día.

a) Anfibios y Reptiles (Herpetofauna).

La caracterización de las especies de herpetofauna del predio se llevó a cabo mediante la realización de trabajo de campo sistemático, el cual se centró en realizar recorridos diurnos y nocturnos en los transectos establecidos descritos en la figura 12.

Se aprovecharon los recorridos realizados para la observación de otros grupos de fauna.

Los datos de la fauna presente en el área de estudio se levantaron en 5 visitas al sitio, los días 29, 30 y 31 de marzo del año 2018. Teniendo rangos de horario de 7:00 am a 11:00 am y de 04:00 pm a 09:00 pm a través de los diferentes tipos de vegetación, poniendo especial atención en localizar e identificar evidencia de la presencia de especies de anfibios y reptiles. Se buscó en sitios que pudieran ser utilizados como refugio como debajo de piedras, troncos, cavidades o charcas y sus alrededores dentro del predio.

Anfibios

Para el grupo de anfibios se realizaron recorridos en los transectos establecidos para los otros grupos de vertebrados. Sin embargo, por los hábitos de este grupo es necesario realizar mayor énfasis en las horas nocturnas que es el momento en donde los anfibios presentan su pico de actividad y son más conspicuos, lo que facilita su localización e identificación en campo.

Una vez localizado el (o los) individuos se procedió a identificarlo en campo, en caso de no poder hacerlo a simple vista se procedió a realizar la toma fotográfica del individuo observado y en caso contrario se procedió a la captura del mismo para poder realizar su identificación exacta.

Para esto se localizaron zonas adecuadas donde existiera la posibilidad de concentración de las poblaciones de anfibios, y posteriormente se realizó la búsqueda intensiva de individuos en los sitios de refugio como lo son la vegetación circundante revisando debajo de troncos y hojas.

Durante las horas nocturnas fue posible el realizar lampareos para localizar individuos, en los alrededores de las charcas. Estos fueron realizados con lámparas de mano y lámparas de tipo cazador.

El predio cuenta con dos diferentes zonas de vegetación (matorral costero y halófita costera) los cuales fueron muestreados mediante el recorrido de los transectos establecidos. Así mismo se realizó un recorrido en la zona de influencia.

Para la identificación de los ejemplares de anfibios se utilizaron guías ilustradas de campo de Julian Lee (2000) y la de Calderón *et al.* (2005); aunado a esto, a todas las especies se les tomó registro fotográfico.

Reptiles

La conducta de este grupo presenta un comportamiento que permite establecer los mejores horarios para su observación siendo de 7:00 a 10:00 am, cuando los individuos salen de sus refugios para calentarse al sol y posteriormente

dependiendo de la territorialidad que tengan se desplazan para alimentarse y de 5:00 a 10 pm, cuando tienen actividad algunas especies crepusculares.

Para el estudio de este grupo se utilizó la técnica de búsqueda activa que consiste en realizar recorridos en el interior del terreno revisando huecos, hojarasca, debajo de troncos y piedras, que son los sitios donde se esconden la mayoría de especies de reptiles.

Los recorridos se realizaron en los transectos establecidos para los otros grupos los cuales ya se describieron con anterioridad (Figura 40).

De igual manera como se hizo con el grupo de los anfibios, se procedió a identificar los individuos localizados en campo y en caso de existir dificultad en este proceso se procedió a realizar la captura para confirmar la especie (Figura 40).



Figura 40. Toma de registro fotográfico de reptiles y anfibios en el área de estudio.

b) Aves.

Para este grupo se utilizó el método de búsqueda activa el cual consistió en realizar recorridos de observación en los transectos previamente establecidos (Ver figura 12), en los cuales se identificaban los ejemplares mediante su canto o de manera directa.

Recorridos en transecto

Los recorridos se iniciaron a pie en las primeras horas de la mañana que son cuando las aves presentan sus picos más altos de actividad y son más fáciles de observar,

estos se realizaron en los diferentes tipos de vegetación presentes en el predio y en las brechas del interior del mismo.

Para la observación de las aves se utilizaron binoculares de 10x8 y un GPS marca Garmin modelo E-trex con el cual se marcaron los diferentes puntos de interés en el tema.

Identificación de especies

Posteriormente, con base en la experiencia del observador y con el apoyo de guías de campo como la de McKinnon, 2017 y Howell, 1995 se identificaron las especies observadas.

Así mismo se realizó un registro fotográfico de las especies que se observaron en el predio para lo cual se utilizó una cámara semiprofesional tipo bridge marca Sony modelo DSC H-300, con lente de 35-1000 mm.

c) Mamíferos.

Se llevaron a cabo recorridos en los transectos anteriormente establecidos (Ver figura 41) en diferentes horas del día con el objetivo de encontrar ejemplares de mamíferos silvestres presentes en el área.

Adicional a los transectos se utilizó un método activo (captura) y otro pasivo (fotografía).

Para el método activo se colocaron tres trampas del tipo Tomahawk de cierre automático modelo Racoon durante los días de monitoreo (120 cm x 54cm x 40cm), como se muestra en la figura siguiente.



Figura 41. Trampas del tipo tomahawk dentro del predio donde se ubica el predio del proyecto.

Las trampas se ubicaron en tres diferentes zonas del predio, abarcando las zonas que aún continúan con vegetación (Figura 42).

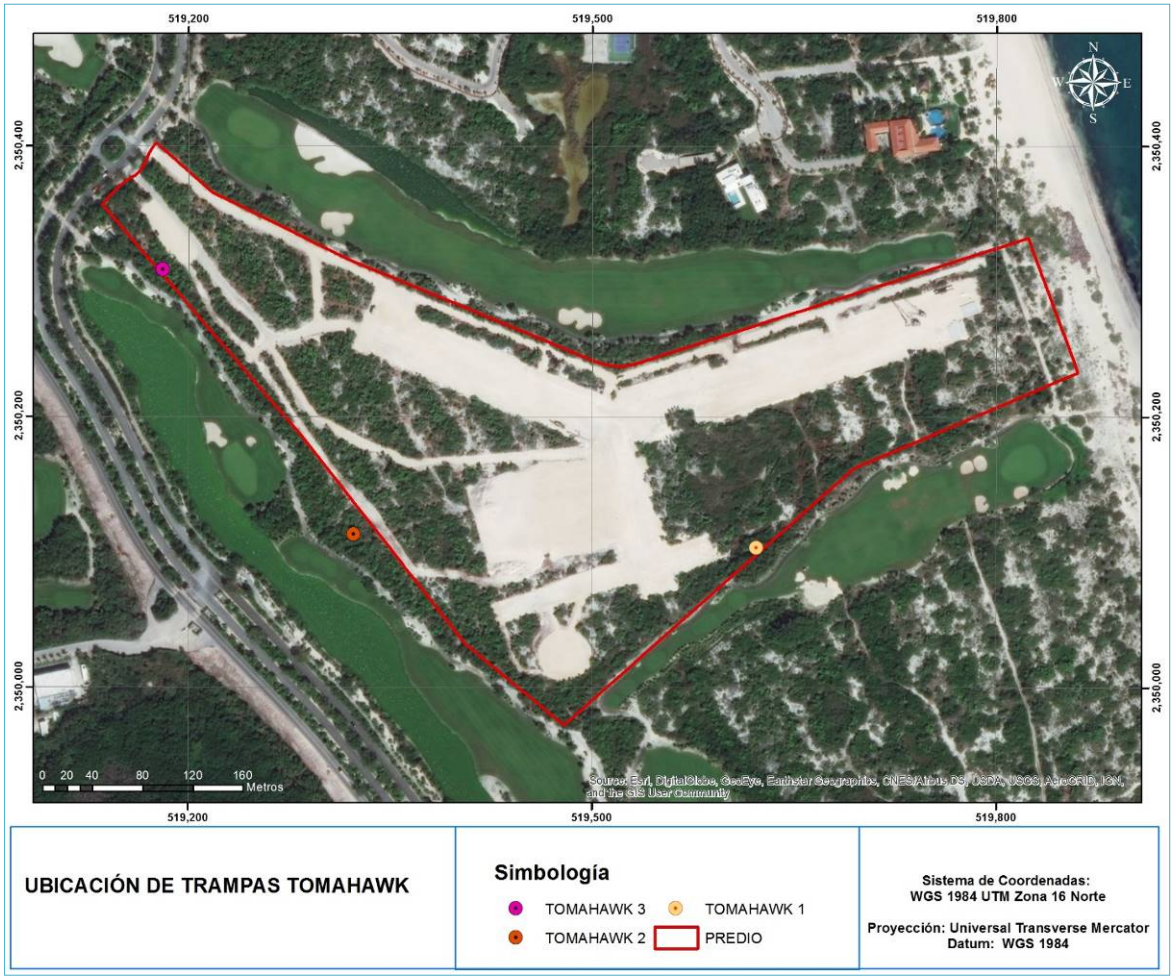


Figura 42. Se indican los sitios donde fueron colocadas las trampas del tipo tomahawk dentro del predio.

Para el método pasivo se instalaron dos cámaras trampa marca Bushnell, las cuales se activan por medio de un sensor infrarrojo al detectar cualquier movimiento.

Se eligieron zonas con evidencias de paso de fauna constante para aumentar la probabilidad de obtener registros de los individuos de fauna que viven en el predio (Figura 43).



Figura 43. Colocación de una cámara trampa dentro de la vegetación en el predio de estudio.

Estas se colocaron en la zona de matorral costero, ya que en la zona de halófita costera no existían zonas que garanticen la seguridad del equipo instalado (Figura 44).



Figura 44. Se observan las zonas donde fueron colocadas las cámaras trampa en el predio.

d) Mamíferos voladores (Quirópteros).

Se colocaron dos redes de niebla (12m de largo x 2.6 de ancho y apertura de malla de 38 mm), de manera complementaria a los transectos de censos y su objetivo principal fue el de detectar a aquellas especies sigilosas o difíciles de registrar por ese método, en muchos casos también es útil para confirmar la presencia de algunas especies previamente registradas por el método de censos.

La apertura de redes se realizó durante dos noches de muestreo. Se colocaron dos redes de niebla el 29 de marzo y dos redes de niebla el 30 de marzo, permaneciendo abiertas de las 19:00 horas a las 23:00 horas, con intervalos de revisión de media hora (Figura 45).



Figura 45. Colocación de redes de niebla en el predio.

Las redes se colocaron en las zonas donde existiera vegetación en ambos lados de la red, siendo que se colocaron en la zona de matorral costero únicamente ya que en la zona de influencia existe tráfico de personas que pudieran dañarlas y con ello el riesgo que resultara dañado algún organismo que fuera capturado en ellas (Figura 45).



Figura 46. Se observan las zonas donde fueron colocadas las redes de niebla en el proyecto para el estudio de los quirópteros (Red 1 y red 2 se colocaron el 29 de marzo, red 3 y red 4 se colocaron el 30 de marzo).

En caso de captura de individuos fueron colocados en bolsas para la identificación a nivel de especie utilizando la clave de campo de los Murciélagos Mexicanos (Medellín *et al.*, 2007).

El registró sería por ejemplar, especie, hora de captura, sexo, estado reproductivo en hembras (lactantes, inactivas, preñadas), machos (inactivos, testículos escrotados), edad relativa (juvenil, subadulto, adultos), registro fotográfico y posteriormente su liberación.

Consideraciones generales

Cabe mencionar que este monitoreo se adaptó a las condiciones de perturbación del predio para poder determinar si existen cambios significativos en las poblaciones de fauna silvestre a lo largo del tiempo del desarrollo del proyecto.

ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Con los datos obtenidos en los transectos y otras técnicas, se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

Riqueza Específica

Es el número de especies que conforman la comunidad de un área determinada y se define con la letra “S”.

Abundancia

En un sentido estricto la abundancia se define también como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Una forma de evaluar este aspecto es la densidad.

Densidad

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie. La densidad definida con la letra “D” es el número de individuos de una especie presente en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma relativa “Dr” o absoluta “Da”.

La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

Dr= (número de individuos "X")/(total de individuos de todas las especies) x 100

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie “X” presente en un área determinada, extrapolada al área total del predio y se calculó con la siguiente fórmula:

Da= (número de individuos de la especie "X ")/(área muestreada en m^2) x 10,000

Frecuencia

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente; por tanto, la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

Fr=(Frecuencia de la especie X)/(suma de los valores de frecuencia de todas la especies) x 100

Índices de Valor de Importancia (I.V.I.)

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies con base a dos parámetros: densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos dos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I. se transformaron los datos de densidad y frecuencia a valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. es igual a 200. Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia y frecuencia relativas de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así el Orden del Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de las especies registradas, donde se compara cada especie con respecto a las restantes.

I.V.I=Densidad relativa + frecuencia relativa

Análisis de datos para redes de niebla

La abundancia relativa de las especies capturadas en las redes de niebla por sitio analizado se obtuvo por estimación de índices de captura por unidad de esfuerzo, es decir, dividiendo las abundancias de captura de cada especie entre el esfuerzo de captura (número de redes X número de horas activas X largo y ancho de las redes).

Esfuerzo de muestreo: El esfuerzo de captura se obtuvo multiplicando el área de red por el tiempo que permaneció abierta (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

"m2 de red x hora abierta= m2 .h"

Abundancia relativa: Para calcular la abundancia relativa se utilizó el número de individuos capturados dividido por el esfuerzo de captura (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

Numero de individuo/m2 de red x hora abierta =ind/m2.h

a. RESULTADOS.

En el predio se encontraron ejemplares pertenecientes a los grupos de anfibios, reptiles, mamíferos y aves, siendo estas últimas el grupo más diverso.

De acuerdo con los muestreos realizados se registraron un total de **65** especies, repartidas en cuatro grupos: aves, mamíferos, anfibios y reptiles.

El grupo más abundante fue el de las aves con **49** especies registradas, seguido de los reptiles con **10** especies, mamíferos con **5** especies, y por último los anfibios con **1** especie (Cuadro 15) (Figura 47).

Cuadro 15. Grupos de especies registrados en el predio del proyecto Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres.

Grupo	Especies registradas	%
Aves	49	75.38
Reptiles	10	15.38
Mamíferos	5	7.69
Anfibios	1	1.54
Total	65	100

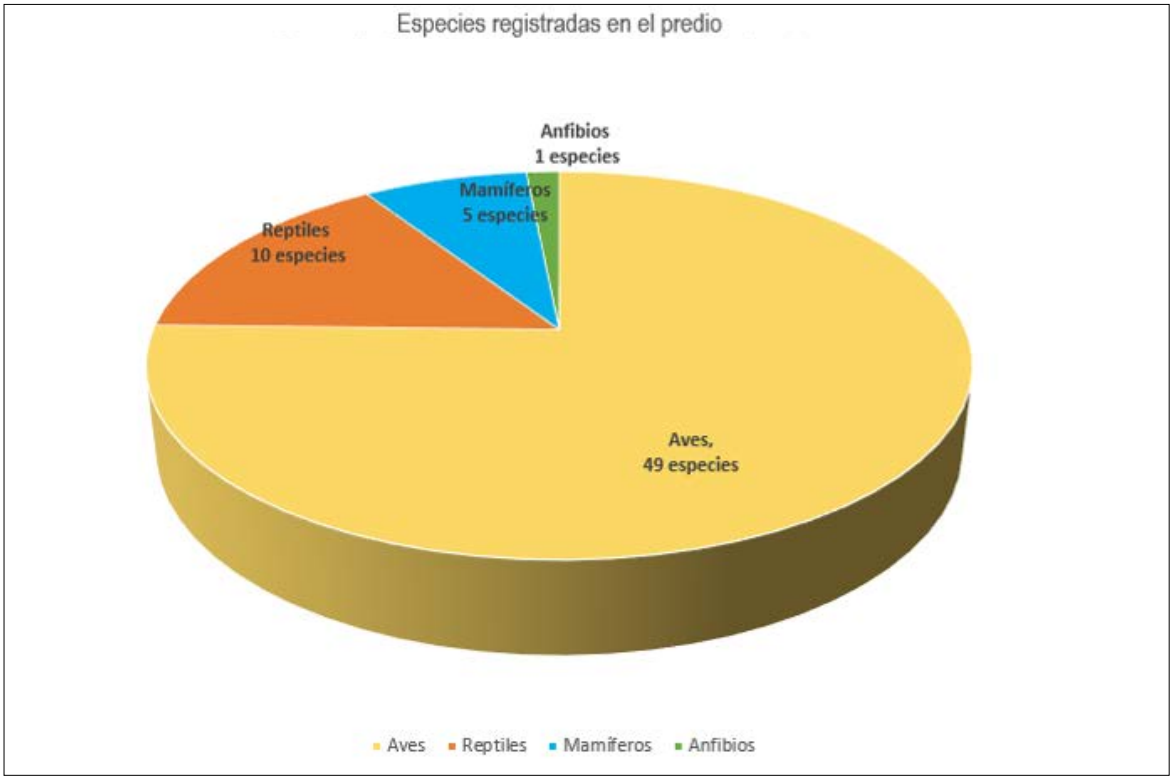


Figura 47. Se aprecia la distribución de las especies registradas pertenecientes a los 4 grupos muestreados.

A continuación, se presenta el listado general de las especies registradas en el predio durante los tres días de monitoreo (Cuadro 16). El archivo fotográfico de las principales especies se puede revisar en el **Anexo 5**.

Cuadro 16**.** Lista de especies de vertebrados obtenida durante el muestreo 2018 en el predio del proyecto “Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres”. Se indica el estatus dentro de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010: A-Amenazada Pr-Protección especial. S= número de especies.

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM 059
ANFIBIOS (S=1)				
1	Craugastoridae	*Craugastor yucatanensis*	Rana	Pr
REPTILES (S= 10)				
2	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A
3	Teiidae	*Aspidocelis angusticeps*	Merech rayado	
4	Lacertidae	*Sceloporus chrysostictus*	Merech	
5	Lacertidae	*Basiliscus vittatus*	Toloc	
6	Scincidae	*Mabuya unimarginata*	Bequech rayado	
7	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Gecko doméstico	
8	Lacertidae	*Sceloporus cozumelae*	Merech de playa	Pr
9	Teiidae	*Ameiva undulata*	Lagartija arcoiris	
10	Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de rio	Pr
11	Polichrotidae	*Anolis sagrei*	Lagartija común	
AVES (S=49)				
12	Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Pr
13	Anatidae	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije alas blancas	
14	Anhingidae	*Anhinga anhinga*	Anhinga americana	
15	Apodidae	*Amazilia rutila*	Colibri canela	
16	Ardeidae	*Ardea herodias*	Garza morena	
17	Ardeidae	*Butorides virescens*	Garcita verde	
18	Caprimulgidae	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras menor	
19	Caprimulgidae	*Nyctidromusalbicollis*	Chotacabras común	
20	Cardinalidae	*Passerina caerulea*	Picogordo azul	
21	Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr
22	Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	
23	Cathartidae	*Coragyps attratus*	Zopilote común	
24	Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlito tildío	
25	Columbidae	*Streptotelia decaocto*	Paloma de collar turca	
26	Columbidae	*Zenaida asiatica*	Paloma alas blancas	
27	Cracidae	*Ortalis vetula*	Chachalaca común	
28	Cuculidae	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy	
29	Fregatidae	*Fregata magnificens*	Fragata magnífica	
30	Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta	

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM 059
31	Icteridae	*Dives dives*	Tordo cantor	
32	Icteridae	*Icterus auratus*	Bolsero yucateco	
33	Icteridae	*Icterus chrysater*	Calandria dorso amarillo	
34	Icteridae	*Icterus cucullatus*	Calandria dorso negro menor	
35	Icteridae	*Icterus gularis*	Bolsero dorso negro mayor	
36	Icteridae	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	
37	Mimidae	*Dumetella carolinensis*	Maullador gris	
38	Mimidae	*Melanoptila glabirostris*	Maullador negro	
39	Mimidae	*Mimus gilvus*	Cenzontle tropical	
40	Pandionidae	*Pandion haliaetus*	Aguila pescadora	
41	Parulidae	*Geothlypis trichas*	Mascarita común	
42	Parulidae	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla	
43	Parulidae	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo	
44	Parulidae	*Parkesia motacilla*	Chipe arroyero	
45	Pelecanidae	*Pelecanus erythrorhynchos*	Pelicano blanco americano	
46	Pelecanidae	*Pelecanus occidentalis*	Pelicano café	
47	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax auritus*	Cormorán orejon	
48	Phalacrocoracidae	*Phalacrocorax brasilianus*	Cormorán neotropical	
49	Picidae	*Melanerpes aurifrons*	Carpintero cheje	
50	Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	
51	Psitacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr
52	Psitacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Pr
53	Scolopacidae	*Actitis macularius*	Playero alzacolita	
54	Threskiornithidae	*Platalea ajaja*	Espátula rosada	
55	Trochiilidae	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí	
56	Tyrannidae	*Myiozetetes similis*	Luisito común	
57	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	
58	Tyrannidae	*Tyrannus melancholicus*	Tirano piriri	
59	Tyrannidae	*Tyrannus dominicensis*	Tirano gris	
60	Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Pr
MAMÍFEROS (S=5)				
61	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque	
62	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago pata peluda	
63	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris	

No.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	NOM 059
64	Procyionidae	*Nasua narica*	Coatí	
65	Procyionidae	*Procyon lotor*	Mapache	

Anfibios.

En total se registró una especie de anfibio perteneciente a la familia Craugastoridae siendo la rana del género *Craugastor yucatanensis* con un único registro durante el presente monitoreo (Cuadro 17).

Cuadro 17**.** Especie de anfibio registrada en el predio del proyecto.

Familia	Género y especie	Nombre común
Craugastoridae	*Craugastor yucatanensis*	Rana ladrona

Es probable que exista un mayor número de especies por las condiciones del predio, como la rana leopardo (*R. berlandieri*) y otras ranas del género Hyla, por lo que es necesario continuar con estos monitoreos periódicos en diferentes épocas del año.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

Esta especie se encuentra incluida en la NOM- 059-SEMARNAT-2010, dentro de la categoría de Protección especial (Pr). De igual forma esta especie es considerada como endémica de la Península de Yucatán.

C. yucatanensis se registró en la zona suroeste de matorral costero como se observa en la Figura 48. La cual es una zona que aun presenta relictos de vegetación en estado regular.

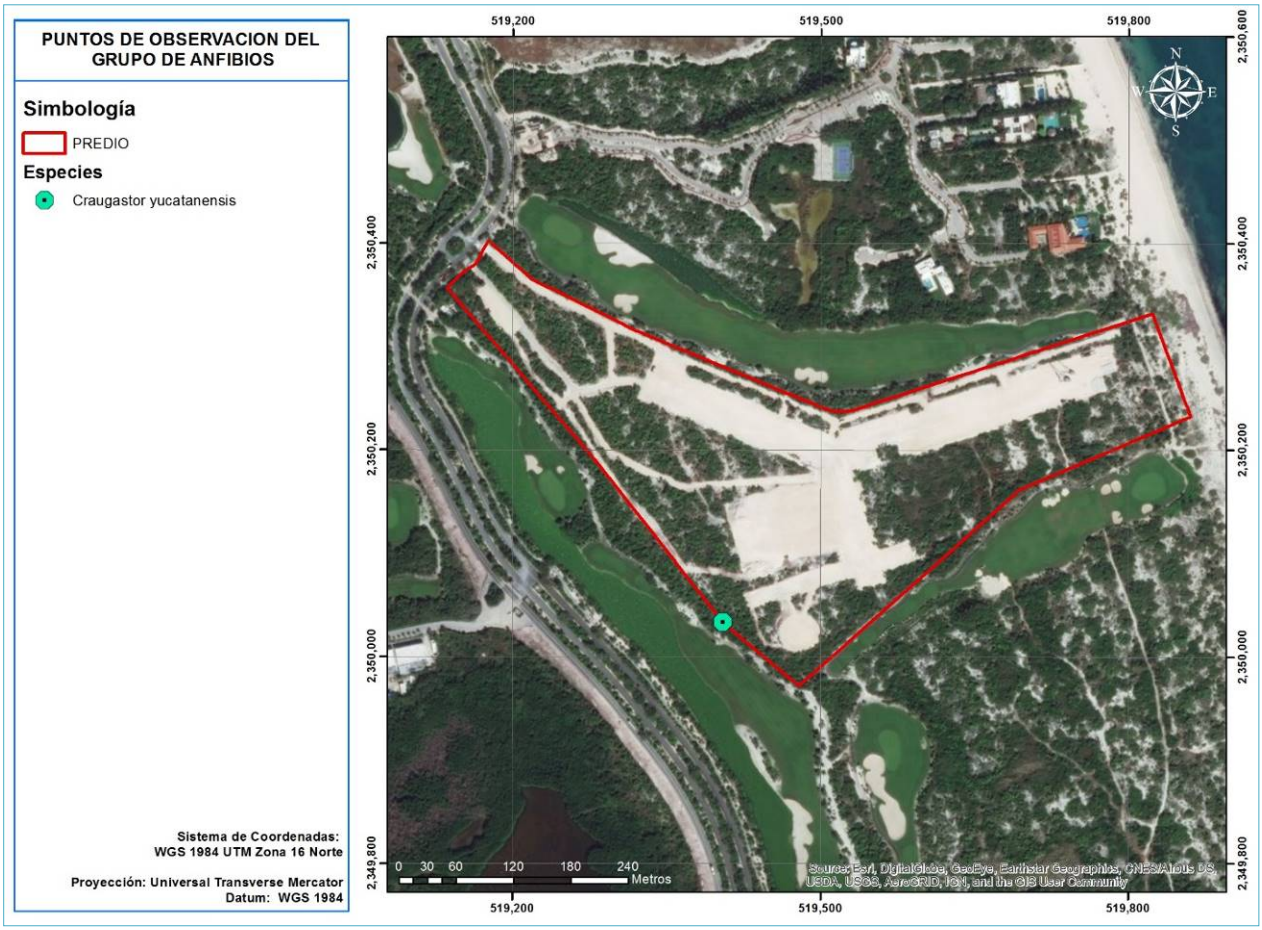


Figura 48. Ubicación del registro de *C. yucatanensis* dentro del predio del proyecto.

Reptiles.

Para este grupo se registraron **diez** especies pertenecientes a **siete** familias. Se registró una dominancia de *Sceloporus chrysostictus* especie adaptada a zonas con ciertos grados de perturbación, el *Anolis sagrei* (Lagartija común), y la Iguana rayada (*C. similis*) especie típica de zonas urbanizadas, ya que tuvieron registros de moderados a bajos debido en cierta medida a que en el predio existe tránsito de muchas personas (Cuadro 18).

Cuadro 18**.** Listado de especies de reptiles registrados en el predio del proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres

Núm.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	ENDEMISMO
1	Iguanidae	*Ctenosaura similis*	Iguana rayada	A	
2	Teiidae	*Aspidocelis angusticeps*	Merech rayado		
3	Lacertidae	*Sceloporus chrysostictus*	Merech		
4	Lacertidae	*Basiliscus vittatus*	Toloc		

Núm.	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	ENDEMISMO
5	Scincidae	*Mabuya unimarginata*	Bequech rayado		
6	Gekkonidae	*Hemidactylus frenatus*	Gecko doméstico		
7	Lacertidae	*Sceloporus cozumelae*	Merech de playa	Pr	E
8	Teiidae	*Ameiva undulata*	Lagartija arcoiris		
9	Crocodylidae	*Crocodylus acutus*	Cocodrilo de rio	Pr	
10	Polichrotidae	*Anolis sagrei*	Lagartija común		

El tipo de vegetación en donde se obtuvo un mayor número de registros fue la matorral costero, pero aunque el número de especies es bajo, la zona es de particular importancia ya que se registraron tres especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, éstas son la iguana rayada (*C. similis*), el merech de playa (*S. cozumelae*) y el cocodrilo de río (*Crocodylus acutus*) siendo que esta última se ubicó en la zona de influencia (cuerpo de agua del campo de golf) (Cuadro 19).

Cuadro 19**.** Número de registros y especies por tipo de vegetación en el predio del proyecto.

	MATORRAL COSTERO	HALÓFITA COSTERA	ZONA DE INFLUENCIA
REGISTROS	43	3	28
ESPECIES	7	2	6

La zona que tuvo una mayor diversidad de especies fue el matorral con ocho especies registradas, seguida de la zona de humedal con cinco especies (Figura 49).

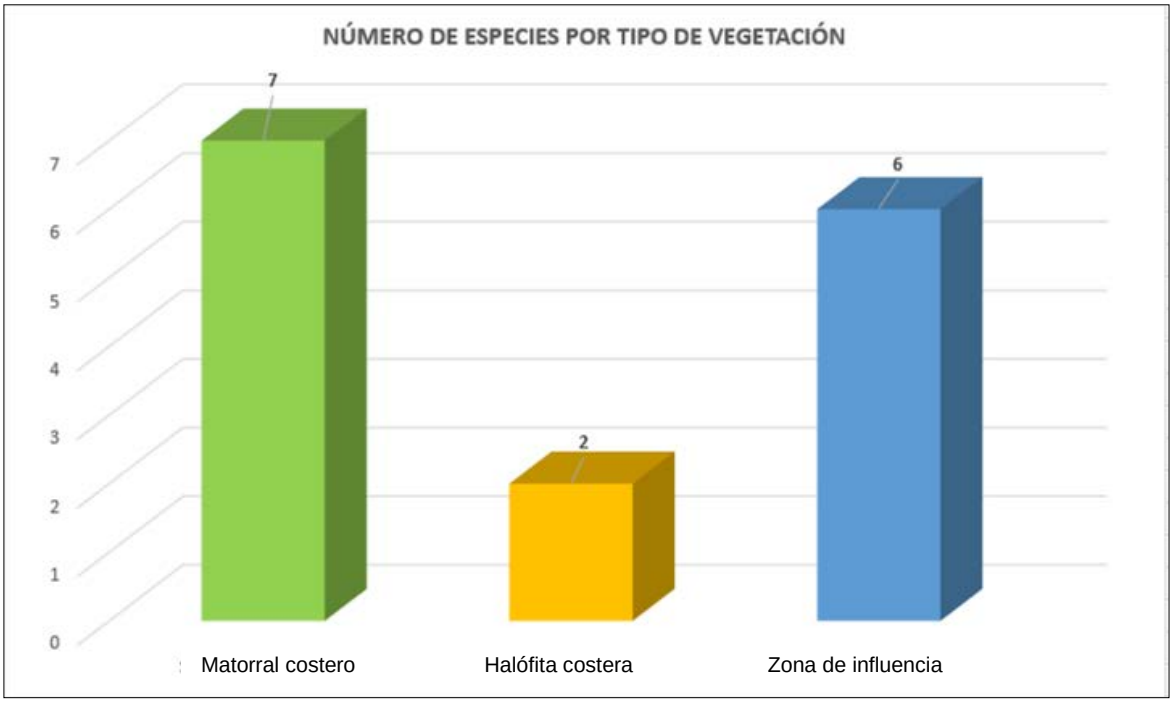


Figura 49. Especies de reptiles por tipo de vegetación.

Se observó una marcada abundancia de tres especies con respecto a las demás, lo cual obedece a la dinámica que actualmente está viviendo el predio. La especie más abundante fue el merech (*S. chrysostictus*) con el 31.08% de los registros, seguida de la iguana rayada (*C. similis*) con el 27.03% y del gecko doméstico (*H. frenatus*) con el 21.62%, estas especies se adaptan muy bien a zonas con perturbaciones antropogénicas (Figura 50).

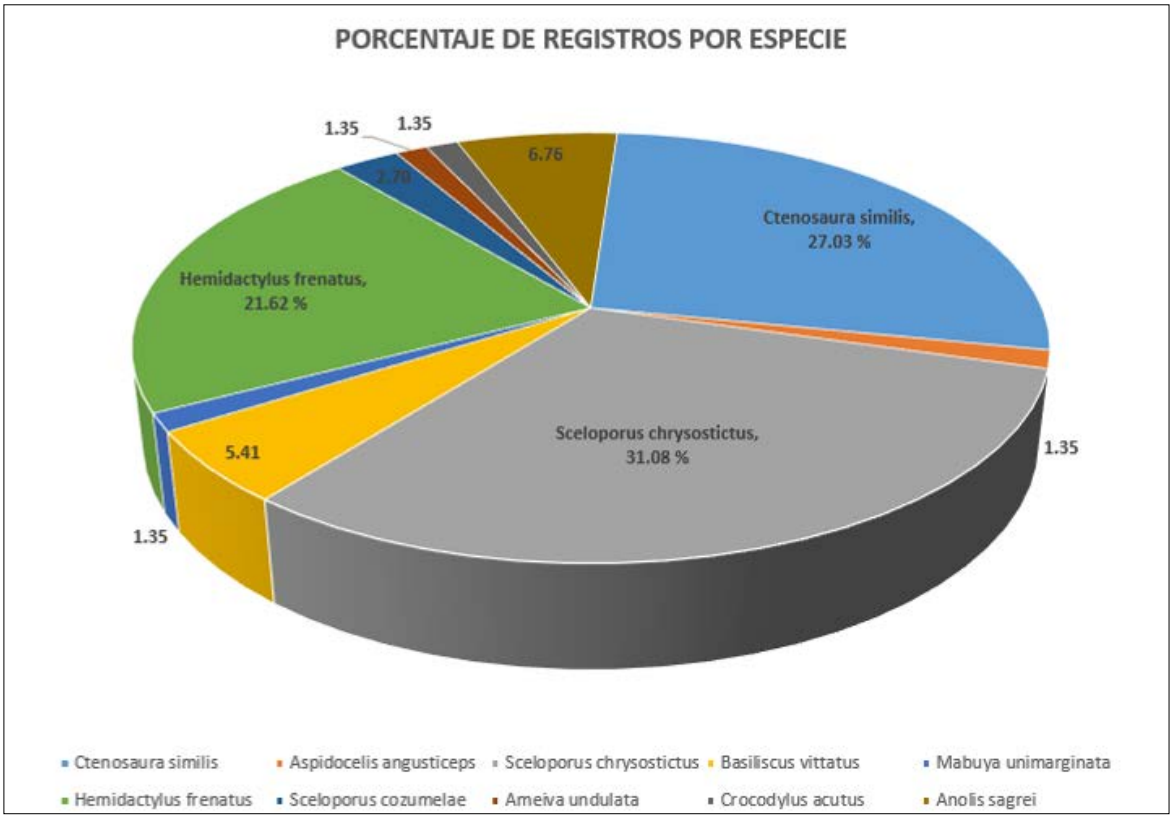


Figura 50. Número de registros por especie.

En general no se observaron especies muy generalistas en lo que a hábitat se refieren ya que solo la iguana rayada (*C. similis*) se observó en todas las zonas del predio, la mayoría de las especies solo ocuparon un solo tipo de vegetación y solo dos especies ocuparon dos tipos de vegetación (Figura 51).

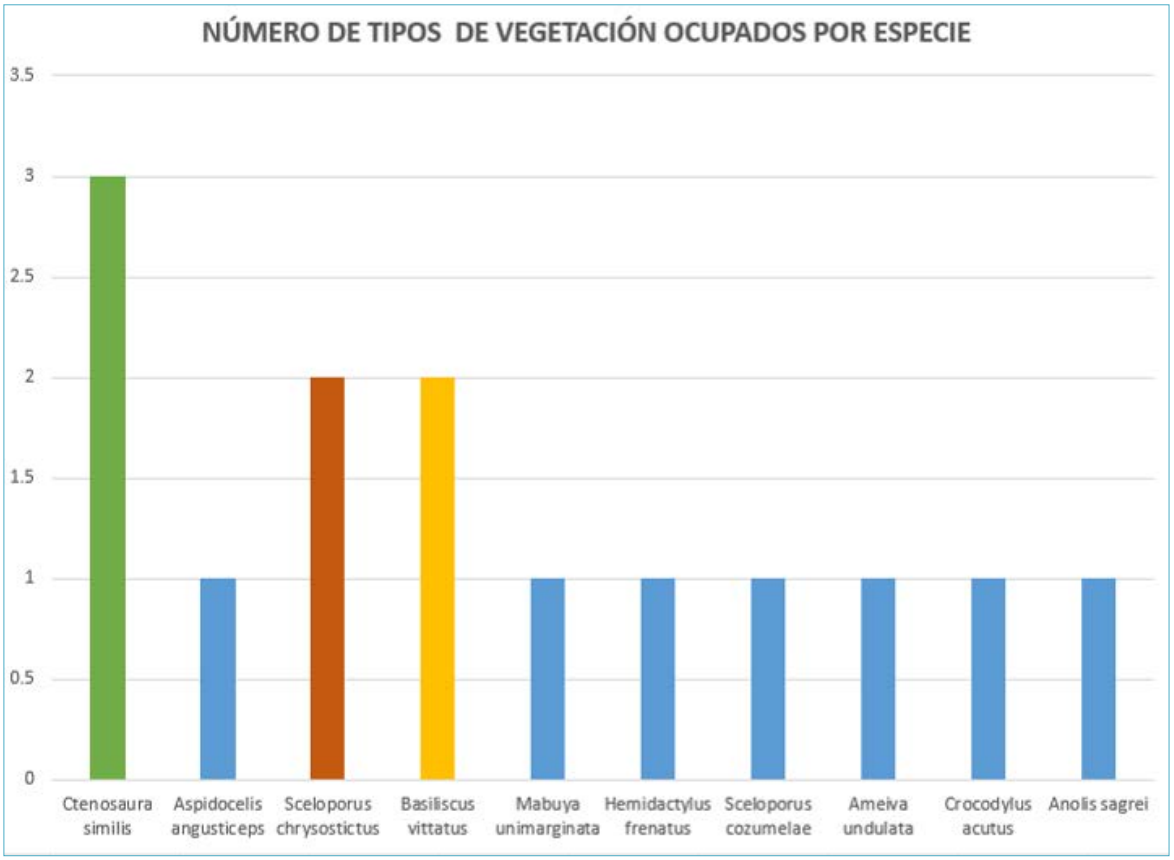


Figura 51. Cantidad de tipos de vegetación ocupados por cada especie. Se observa que solo tres de las diez especies ocupan más de un tipo de vegetación, y que *C. similis* es la única especie que ocupa los tres tipos de vegetación.

Se tiene que la especie que estuvo presente en todos los tipos de vegetación fue la iguana rayada y que *S. chrysostictus* y *B. vittatus* estuvieron presentes en dos tipos de vegetación. En cuanto a la ubicación de los registros se tiene que esta no fue homogénea ya que en el centro del predio debido a la construcción de la obra no se obtuvieron registros, así mismo estos se concentraron en la zona sureste y suroeste del predio que es donde la vegetación se encuentra menos perturbada (Cuadro 20 y Figura 52).

Cuadro 20**.** Especies de reptiles por tipo de vegetación del predio del proyecto.

Matorral costero	Halófita costera	Zona de influencia
Ctenosaura similis	*Ctenosaura similis*	*Ctenosaura similis*
Sceloporus chrysostictus	*Sceloporus cozumelae*	*Aspidocelis angusticeps*
Basiliscus vittatus		*Sceloporus chrysostictus*
Mabuya unimarginata		*Basiliscus vittatus*
Hemidactylus frenatus		*Hemidactylus frenatus*
Ameiva undulata		*Crocodylus acutus*
Anolis sagrei		*Anolis sagrei*

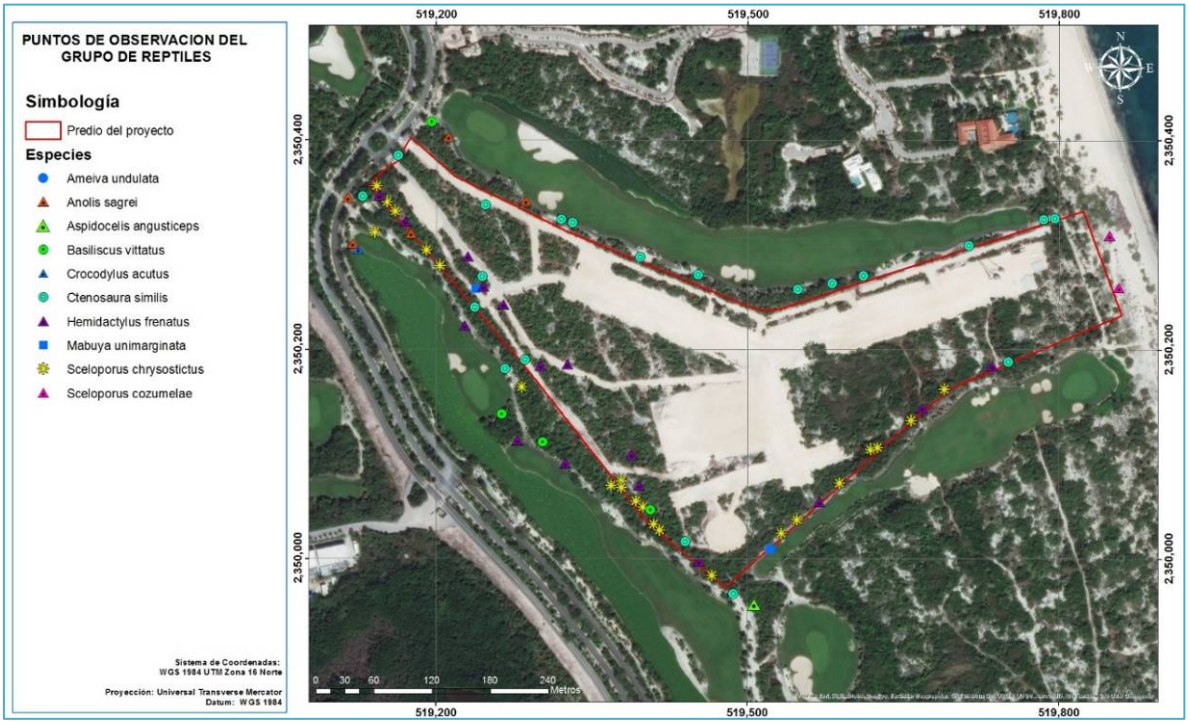


Figura 52. Ubicación de los registros de reptiles dentro del predio del proyecto.

Por las condiciones del predio se puede tener la presencia de especies con distribución potencial que no se alcanzaron a registrar en el monitoreo mencionado. De estas especies las más importantes pueden ser la tortuga jicotea (*Trachemys scripta*); cocodrilos (*C. moreletti*) y serpientes de la familia de los vipéridos y elápidos.

Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies de reptiles registradas durante el presente trabajo se tiene que 3 se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, en las categorías de Protección especial (Pr) y Amenazada (A). Así mismo se registró una especie considerada endémica de la Península de Yucatán (Cuadro 21).

Cuadro 21**.** Listado de especies de reptiles registrados en el predio del proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A=Amenazada, Pr= Protección especial

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059	ENDEMISMO
Ctenosaura similis	Iguana rayada	A	
Sceloporus cozumelae	Merech de playa	Pr	E
Crocodylus acutus	Cocodrilo de rio	Pr	

Aves.

Este grupo fue el que más registros tuvo, con 49 especies, pertenecientes a 27 familias de las cuales 9 especies son consideradas migratorias (invernales) lo cual representa el 18.36% del total de especies registradas; así mismo se registraron 3 especies consideradas transeúntes, las cuales representan el 6.12% del total de especies. (Cuadro 22).

Cuadro 22**.** Cuadro descriptivo de las aves registradas en el predio del proyecto.

TOTAL, ESPECIES AVES	TOTAL	(%)
Especies	49	100%
Órdenes	13	
Familias	26	
Especies NOM (Pr protección especial y A amenazada)	5	10.20%
Especies Endémicas	3	6.12%
Aves acuáticas	11	22.44%
Aves terrestres	36	73.46%
Aves rapaces	2	1.58%
Especies residentes	37	75.51%
Especies migratorias invernales	9	18.36%
Especies transeúntes	3	6.12%

Durante el presente monitoreo se observó un nido de Vireo manglero (*Vireo pallens*).

Las especies que mayor número de registros tuvieron fueron el zanate (*Quiscalus mexicanus*) con 124 registros, seguido del cenzontle tropical (*M. gilvus*) con 88 registros (Figura 53).

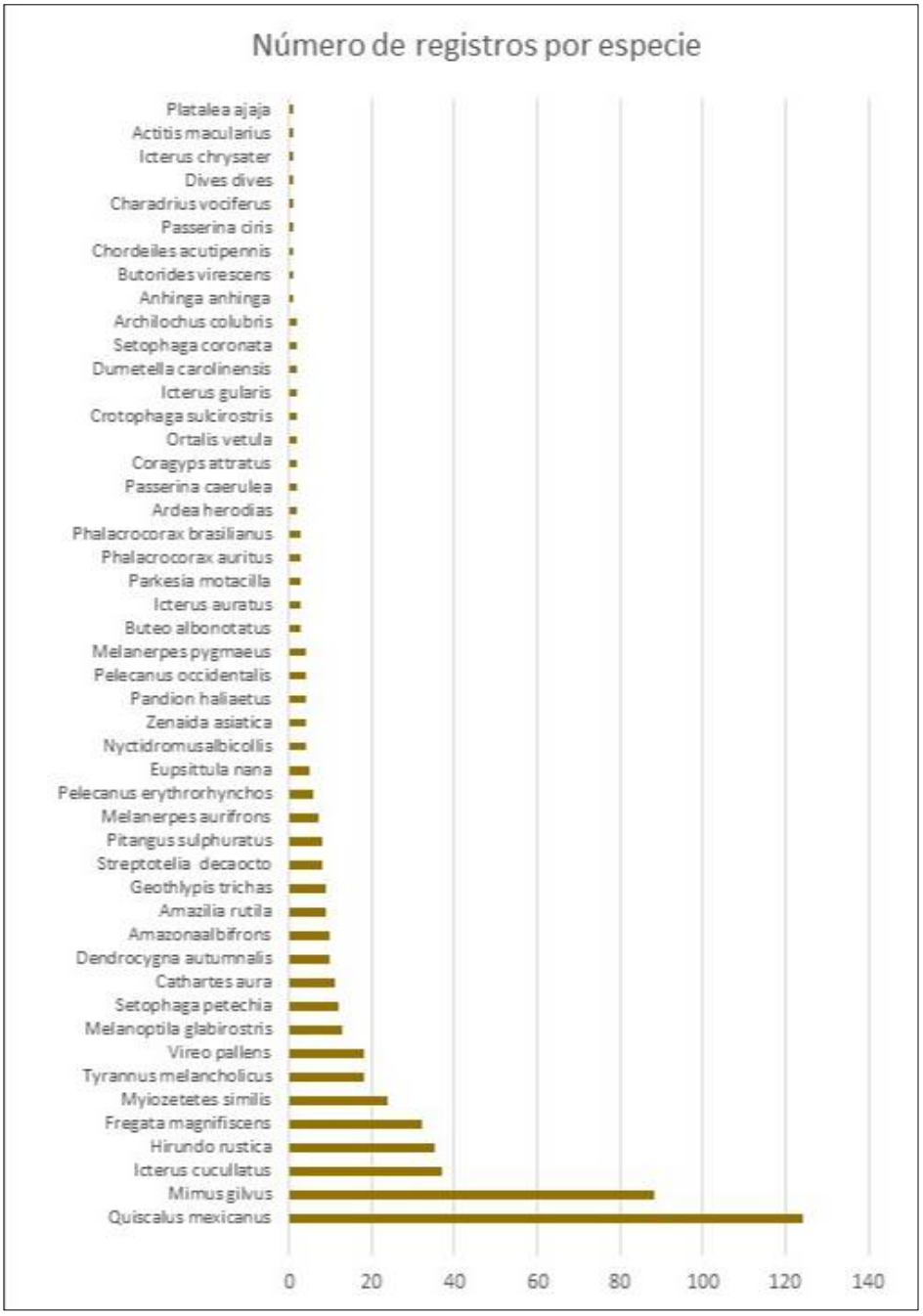


Figura 53. Número de registros por especie de ave.

De acuerdo a los resultados obtenidos no existe una diferencia significativa en lo que a riqueza de especies de avifauna se refiere entre el área de influencia y el matorral costero ya que ambos presentaron un número de especies registradas con 32 y 38 especies respectivamente, siendo que en la halófita costera se registraron únicamente siete especies. Es probable que la poca extensión que ocupa esta última influya en el menor número de especies registradas (Figura 54).

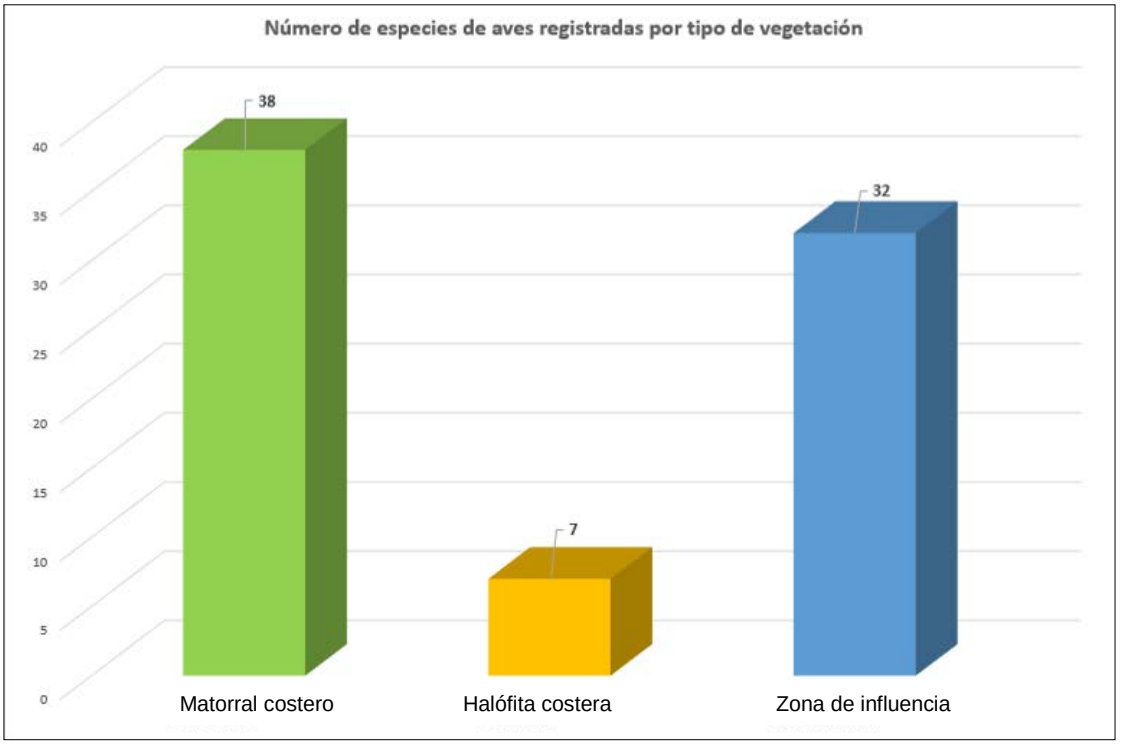


Figura 54. Número de especies de avifauna registradas por tipo de vegetación en el proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres.

Durante el presente estudio 6 especies de aves se registraron en los 3 tipos de vegetación, 16 especies se registraron en 2 tipos y 27 se registraron en un solo tipo de vegetación. Así mismo la gran mayoría de los registros se concentraron en las zonas con vegetación al sureste y suroeste del predio, y siendo solo unos cuantos los que se observaron en las zonas de desplante del proyecto (Cuadro 23 y Figura 55).

Cuadro 23**.** Especies de aves por tipo de vegetación del predio del proyecto.

Matorral costero	Halófita costera	Área de influencia
Quiscalus mexicanus	*Quiscalus mexicanus*	*Quiscalus mexicanus*
Mimus gilvus	*Mimus gilvus*	*Mimus gilvus*
Icterus cucullatus	*Icterus cucullatus*	*Icterus cucullatus*
Hirundo rustica	*Fregata magnificens*	*Hirundo rustica*
Fregata magnificens	*Myiozetetes similis*	*Fregata magnificens*
Myiozetetes similis	*Amazonaalbifrons*	*Myiozetetes similis*
Tyrannus melancholicus	*Nyctidromus albicollis*	*Tyrannus melancholicus*
Vireo pallens		*Vireo pallens*
Melanoptila glabirostris		*Melanoptila glabirostris*
Setophaga petechia		*Setophaga petechia*
Cathartes aura		*Cathartes aura*
Dendrocygna autumnalis		*Amazonaalbifrons*
Amazonaalbifrons		*Amazilia rutila*
Amazilia rutila		*Geothlypis trichas*
Geothlypis trichas		*Melanerpes aurifrons*
Streptotelia decaocto		*Pelecanus erythrorhynchos*
Pitangus sulphuratus		*Pandion haliaetus*
Melanerpes aurifrons		*Melanerpes pygmaeus*
Eupsittula nana		*Buteo albonotatus*
Nyctidromusalbicollis		*Phalacrocorax auritus*
Zenaida asiatica		*Ardea herodias*
Pandion haliaetus		*Passerina caerulea*
Pelecanus occidentalis		*Coragyps attratus*
Melanerpes pygmaeus		*Ortalis vetula*
Buteo albonotatus		*Crotophaga sulcirostris*
Icterus auratus		*Icterus gularis*
Parkesia motacilla		*Dumetella carolinensis*
Phalacrocorax brasilianus		*Setophaga coronata*
Passerina caerulea		*Archilochus colubris*
Icterus gularis		*Icterus chrysater*
Dumetella carolinensis		*Actitis macularius*
Anhinga anhinga		*Tyrannus dominicensis*
Butorides virescens		
Chordeiles acutipennis		
Passerina ciris		
Charadrius vociferus		
Dives dives		
Platalea ajaja		

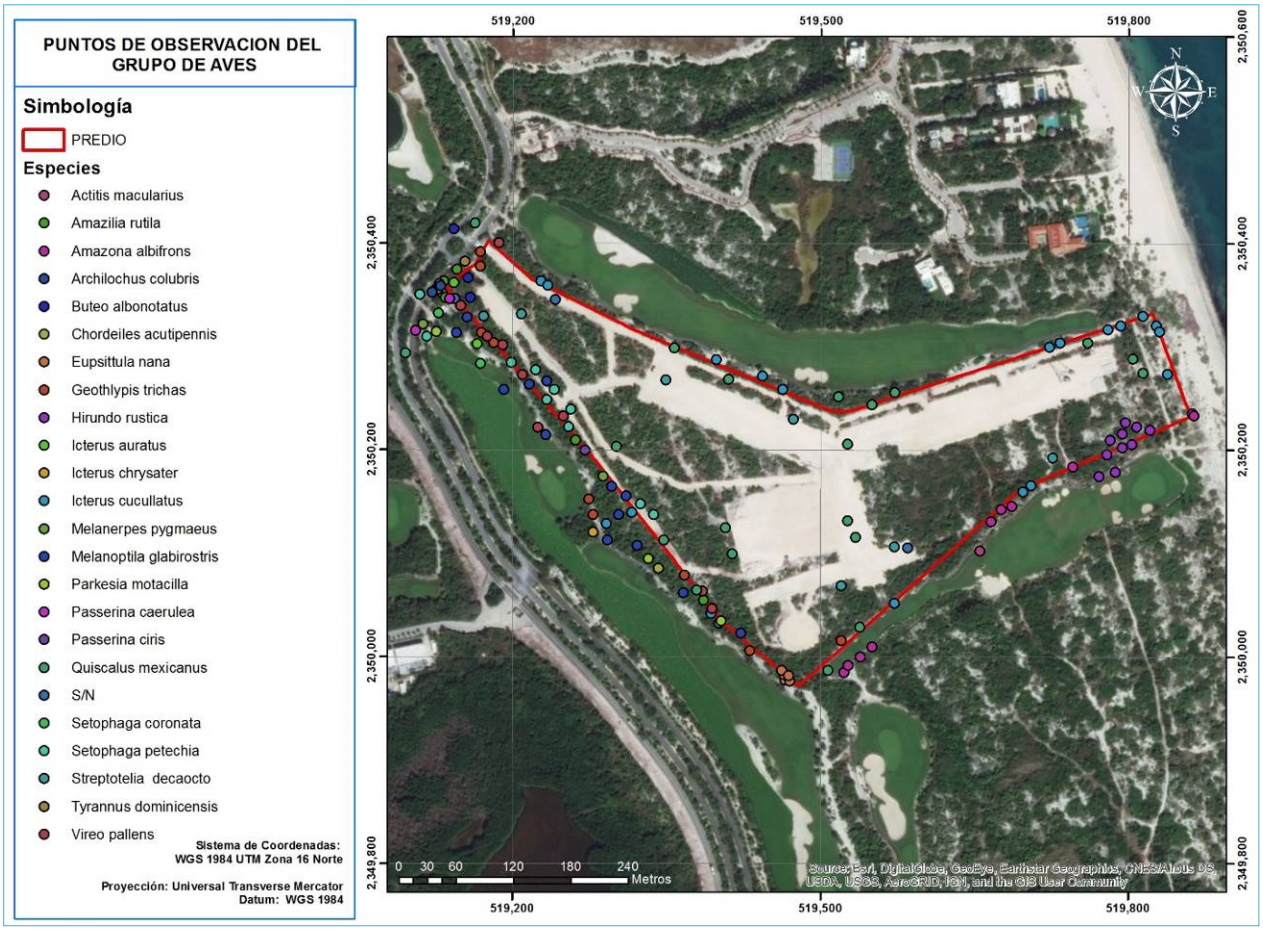


Figura 55. Ubicación de los principales registros de avifauna en el predio del proyecto.

A. Especies migratorias.

Como se mencionó con anterioridad se tuvo el registro de 9 especies migratorias (invernales) y 3 consideradas transeúntes. Para estas especies se tiene que las que tuvieron más registros fueron la golondrina tijereta (*H. rustica*) y el chipe amarillo (*S. petechia*) siendo la primera considerada como transeúnte y la última como migratoria invernal (Figura 56).

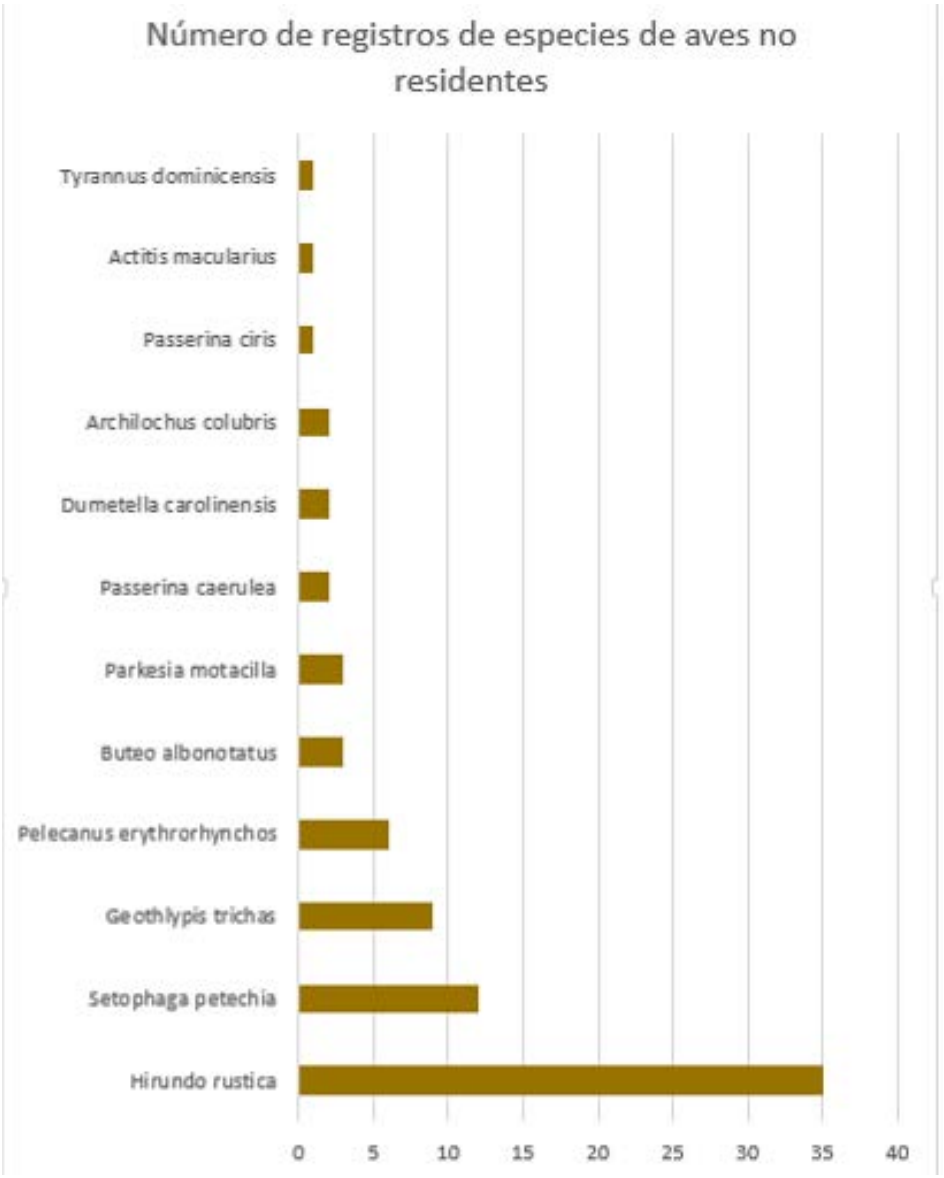


Figura 56. Número de registros por especie (Aves no residentes).

En cuanto al número de especies de aves migratorias por cada tipo de vegetación, se tiene que para la zona de influencia se registraron 10 especies y en el matorral costero registró 8 especies, la vegetación de halófita costera no presentó ningún registro.

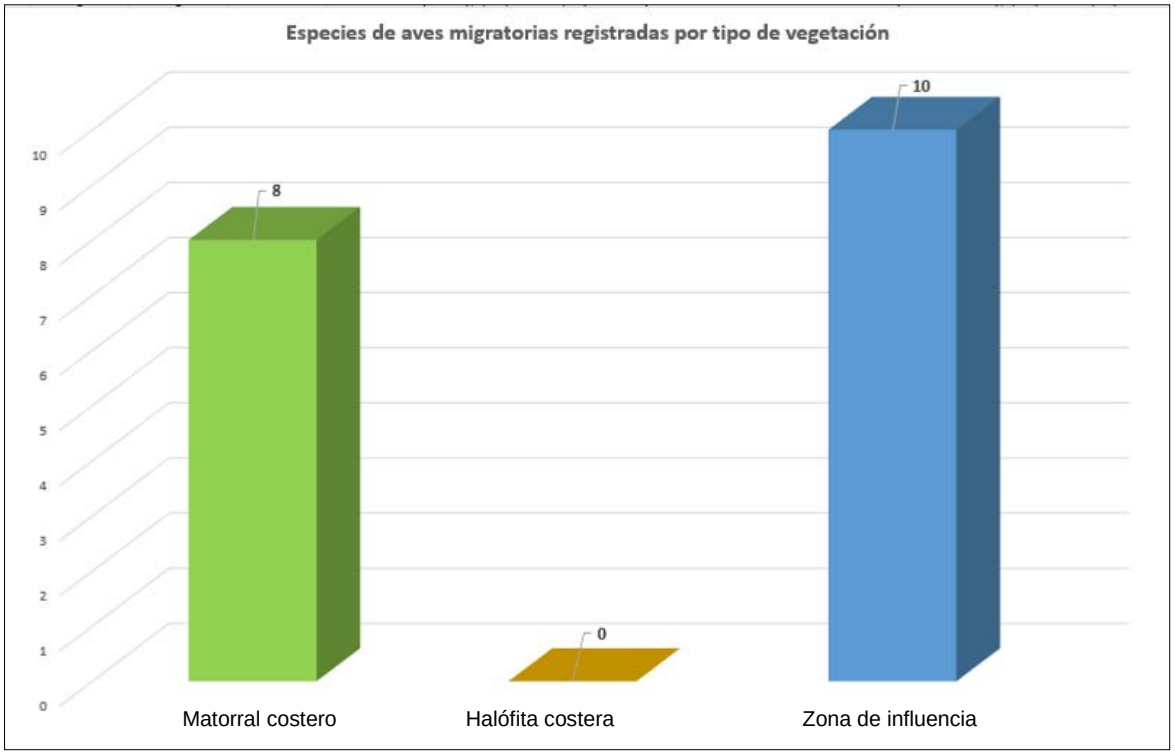


Figura 57. Número de especies de aves no residentes por tipo de vegetación.

Especies de avifauna en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y endemismo.

En lo que respecta a especies incluidas en la NOM-059, se registraron 5 especies las cuales se encuentran en la categoría de protección especial, lo cual se especifica en el siguiente cuadro (Cuadro 24).

Cuadro 24**.** Especies de aves registradas que se encuentran bajo algún estatus de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ESTACIONALIDAD	NOM-059
Vireonidae	*Vireo pallens*	Vireo manglero	Residente	Pr
Psitacidae	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Residente	Pr
Psitacidae	*Eupsittula nana*	Perico pecho sucio	Residente	Pr
Accipitridae	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Migratoria invernal	Pr
Cardinalidae	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Migratoria invernal	Pr

En cuanto a endemismos se registraron tres especies, las cuales se especifican en el siguiente cuadro (Cuadro 25).

Cuadro 25**.** Especies de aves registradas que se presentan endemismo para la Península de Yucatán.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	ESTACIONALIDAD	ENDEMISMO
Mimidae	*Melanoptila glabirostris*	Maullador negro	Residente	E
Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	Residente	E
Icteridae	*Icterus auratus*	Bolsero yucateco	Residente	E

Mamíferos.

Se registraron cinco especies de mamíferos silvestres pertenecientes a 4 familias. Siendo que ninguna tuvo una dominancia ya que todas presentaron un solo registro.

No se registró ninguna especie incluida en la NOM-059 SEMARNAT-2010 ni endemismos (Cuadro 26).

Cuadro 26**.** Especies de mamíferos registradas en el predio del proyecto.

ORDEN	FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ENDEMISMO
Rodentia	Dasyproctidae	*Dasyprocta punctata*	Guaqueque	---
Chiroptera	Vespertilionidae	*Myotis keaysi*	Murciélago pata peluda	---
Carnívora	Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorrita gris	---
Carnívora	Procyionidae	*Nasua narica*	Coatí	---
Carnívora	Procyionidae	*Procyon lotor*	Mapache	---

En lo que respecta a los tipos de vegetación se tiene que el matorral costero tuvo el mayor número de especies registradas con cuatro y en la zona de influencia solo se registró una especie y en la halófita costera no se registró ninguna especie de mamífero (Figura 58).

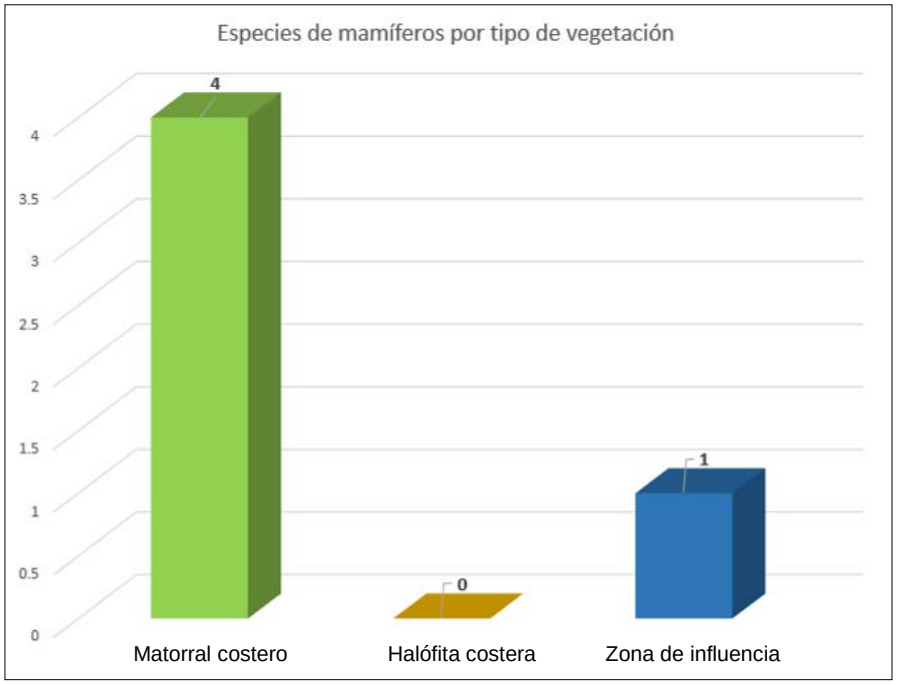


Figura 58. Número de especies por tipo de vegetación (Mamíferos).

Para los mamíferos se tiene que 4 especies se registraron en el matorral costero y 1 especie en la zona de influencia. Así mismo, en cuanto a la distribución de los registros se tiene que estos se concentraron en la zona sureste y suroeste del predio, en las zonas donde la vegetación ofrece protección y refugio (Cuadro 27 y Figura 59).

Cuadro 27**.** Especies de mamíferos por tipo de vegetación.

Matorral costero	Halófita costera	Zona de influencia
Myotis keaysi *Urocyon cinereoargenteus* *Nasua narica* *Procyon lotor*	---	*Dasyprocta punctata*

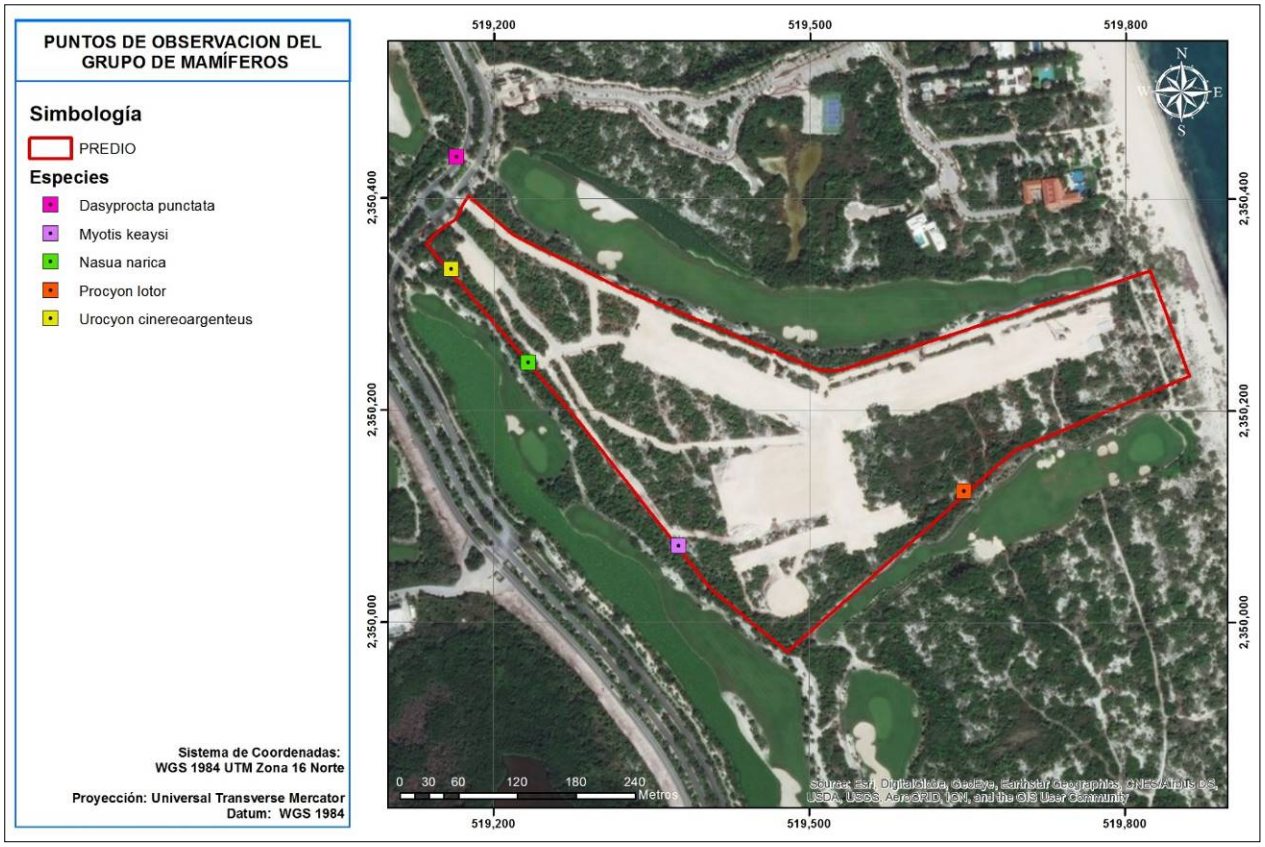


Figura 59. Ubicación de los registros de mamíferos en el predio del proyecto.

A. Mamíferos voladores (Quirópteros).

En lo que respecta a los quirópteros se registró mediante transecto una especie, el murciélago pata peluda, (*Myotis keaysi*), en las redes no se tuvieron capturas.

Cabe mencionar que la especie *M. keaysi* no se encuentra incluida dentro de la NOM-059 ni presenta ningún grado de endemismo.

Cámaras trampa.

Con las cámaras trampa se detectaron únicamente perros (*C. familiaris*) lo que pudiera influir negativamente en las poblaciones de fauna silvestre (Figura 60).



Figura 60. Perro (*C. familiaris*) detectado en la cámara trampa dentro del predio.

Acumulado de especies.

De acuerdo al listado acumulado correspondiente al reporte del año **2017** se tiene que no se había registrado ninguna especie para los anfibios en estudios previos de la fauna del predio, para reptiles 5, de aves 56 y para los mamíferos se tenían 4 especies. Sumando en total de 65 especies de fauna silvestre registrada para el predio del proyecto “Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres” hasta el año 2017.

Con los registros obtenidos durante el último muestreo se añadieron 22 nuevas especies sobre el listado acumulado del 2017, en su mayoría de especies de aves.

Análisis de diversidad y abundancia.

En el caso de los anfibios no se realizaron estos análisis ya que no existen suficientes registros como para calcularlos.

A. Reptiles.

Para este grupo se realizó el cálculo de la densidad absoluta y relativa de las especies de reptiles registradas en los transectos, así como sus frecuencias. De las 10 especies registradas por este método, se documentaron un total de 74 registros. La especie *Ctenosaura similis* fue la más importante, seguida de *Sceloporus chrysostictus,* algo esperado ya que son las que obtuvieron el mayor número de registros de manera significativa, y se refleja de igual forma en el parámetro de densidad absoluta (Cuadro 28).

Cuadro 28**.** Índice del Valor de Importancia para el grupo de los reptiles con base en los transectos. Da= Densidad absoluta.

ESPECIE	No. DE INDIVIDUOS	DR	FR	I.V.I	Da (ind/m^2)	Da (ind/ha)
Ctenosaura similis	20	27.03	21.43	48.46	0.00347	34.72
Aspidocelis angusticeps	1	1.35	7.14	8.49	0.00017	1.74
Sceloporus chrysostictus	23	31.08	14.29	45.37	0.00399	39.93
Basiliscus vittatus	4	5.41	14.29	19.69	0.00069	6.94
Mabuya unimarginata	1	1.35	7.14	8.49	0.00017	1.74
Hemidactylus frenatus	16	21.62	7.14	28.76	0.00278	27.78
Sceloporus cozumelae	2	2.70	7.14	9.85	0.00035	3.47
Ameiva undulata	1	1.35	7.14	8.49	0.00017	1.74
Crocodylus acutus	1	1.35	7.14	8.49	0.00017	1.74
Anolis sagrei	5	6.76	7.14	13.90	0.00087	8.68
	74	**100**	**100**	**200**		

De acuerdo a lo anterior se tiene una dominancia significativa de tres especies, el merech (*S.chrysostictus*), la iguana rayada *(C.similis*) y el gecko doméstico las cuales son especies que se adaptan a zonas perturbadas. Lo cual es coherente con la situación actual del predio en donde se tiene poca vegetación.

B. Aves.

Para realizar el análisis de los valores de importancia de las aves fue necesario dividirlas en cuanto a su residencia, ya que las migratorias solo permanecen un cierto periodo en la zona y en caso de realizar el monitoreo en periodos en los cuales no se encuentran puede hacer que los índices de riqueza y abundancia sean engañosos.

Especies residentes

Para el grupo de las aves residentes que se detallan en el cuadro siguiente, se obtuvo que tanto el zanate mexicano *(Q. mexicanus*) y el cenzontle tropical (*M. gilvus*) tuvieron un alto nivel de dominancia, esto se explica a su alta adaptación a la perturbación antropogénica. En este caso esa diferencia provoca un desequilibrio ya que ambas especies son muy territoriales y desplazan al resto, las zonas de conservación del predio están deterioradas sin embargo continúan ofreciendo algunos servicios ambientales y prueba de ello es que es el nido de Vireo manglero (*V. pallens*) encontrado en el matorral costero.

Así mismo un aporte a la riqueza y parámetros de las comunidades avifaunísticas es el registro de especies en la zona de influencia, lo cual nos da un indicio de que,

por la perturbación actual del predio, este es utilizado únicamente como área de paso para la mayoría de estas.

Cuadro 29. Índice del Valor de Importancia para el grupo de las aves residentes registradas durante el muestreo.

ESPECIE	REGISTROS	DR	FR	I.V.I.	DA (ind/m^2)	DA (ind/ha)
Quiscalus mexicanus	124	26.38	5.08	31.47	0.004306	43.06
Mimus gilvus	88	18.72	5.08	23.81	0.003056	30.56
Icterus cucullatus	37	7.87	5.08	12.96	0.001285	12.85
Fregata magnificens	32	6.81	5.08	11.89	0.001111	11.11
Myiozetetes similis	24	5.11	5.08	10.19	0.000833	8.33
Tyrannus melancholicus	18	3.83	3.39	7.22	0.000625	6.25
Vireo pallens	18	3.83	3.39	7.22	0.000625	6.25
Melanoptila glabirostris	13	2.77	3.39	6.16	0.000451	4.51
Cathartes aura	11	2.34	3.39	5.73	0.000382	3.82
Dendrocygna autumnalis	10	2.13	1.69	3.82	0.000347	3.47
Amazona albifrons	10	2.13	5.08	7.21	0.000347	3.47
Amazilia rutila	9	1.91	3.39	5.30	0.000313	3.13
Streptotelia decaocto	8	1.70	1.69	3.40	0.000278	2.78
Pitangus sulphuratus	8	1.70	1.69	3.40	0.000278	2.78
Melanerpes aurifrons	7	1.49	3.39	4.88	0.000243	2.43
Eupsittula nana	5	1.06	1.69	2.76	0.000174	1.74
Nyctidromusalbicollis	4	0.85	3.39	4.24	0.000139	1.39
Zenaida asiatica	4	0.85	1.69	2.55	0.000139	1.39
Pandion haliaetus	4	0.85	3.39	4.24	0.000139	1.39
Pelecanus occidentalis	4	0.85	1.69	2.55	0.000139	1.39
Melanerpes pygmaeus	4	0.85	3.39	4.24	0.000139	1.39
Icterus auratus	3	0.64	1.69	2.33	0.000104	1.04
Phalacrocorax auritus	3	0.64	1.69	2.33	0.000104	1.04
Phalacrocorax brasilianus	3	0.64	1.69	2.33	0.000104	1.04
Ardea herodias	2	0.43	1.69	2.12	0.000069	0.69
Coragyps attratus	2	0.43	1.69	2.12	0.000069	0.69
Ortalis vetula	2	0.43	1.69	2.12	0.000069	0.69
Crotophaga sulcirostris	2	0.43	1.69	2.12	0.000069	0.69
Icterus gularis	2	0.43	3.39	3.82	0.000069	0.69
Setophaga coronata	2	0.43	1.69	2.12	0.000069	0.69
Anhinga anhinga	1	0.21	1.69	1.91	0.000035	0.35

ESPECIE	REGISTROS	DR	FR	I.V.I.	DA (ind/m^2)	DA (ind/ha)
Butorides virescens	1	0.21	1.69	1.91	0.000035	0.35
Chordeiles acutipennis	1	0.21	1.69	1.91	0.000035	0.35
Charadrius vociferus	1	0.21	1.69	1.91	0.000035	0.35
Dives dives	1	0.21	1.69	1.91	0.000035	0.35
Icterus chrysater	1	0.21	1.69	1.91	0.000035	0.35
Platalea ajaja	1	0.21	1.69	1.91	0.000035	0.35
		100	**100**	**200**		

Especies migratorias

En cuanto a las especies migratorias se tuvo una mayor dominancia de las especies transeúntes como la golondrina tijereta (*H. rustica*). El monitoreo coincidió con su cruce ya que esta especie no se queda a pasar el invierno en la zona, sino que continúan su camino a Centroamérica, aunque por la fecha ya deben estar regresando al norte a sus lugares de anidación. Así mismo se detectaron 12 especies migratorias las cuales hacen uso de las diferentes zonas del predio, por lo que las zonas con vegetación adquieren gran importancia en este aspecto (Cuadro 30).

Cuadro 30**.** Índice del Valor de Importancia para el grupo de las aves migratorias registradas durante el muestreo.

ESPECIE	REGISTROS	DR	FR	I.V.I.	DA (ind/m^2)	DA (ind/ha)
Hirundo rustica	35	45.45	11.11	56.57	0.001215	12.15
Setophaga petechia	12	15.58	11.11	26.70	0.000417	4.17
Geothlypis trichas	9	11.69	11.11	22.80	0.000313	3.13
Pelecanus erythrorhynchos	6	7.79	5.56	13.35	0.000208	2.08
Buteo albonotatus	3	3.90	11.11	15.01	0.000104	1.04
Parkesia motacilla	3	3.90	5.56	9.45	0.000104	1.04
Passerina caerulea	2	2.60	11.11	13.71	0.000069	0.69
Dumetella carolinensis	2	2.60	11.11	13.71	0.000069	0.69
Archilochus colubris	2	2.60	5.56	8.15	0.000069	0.69
Passerina ciris	1	1.30	5.56	6.85	0.000035	0.35
Actitis macularius	1	1.30	5.56	6.85	0.000035	0.35
Tyrannus dominicensis	1	1.30	5.56	6.85	0.000035	0.35
	77	**100**	**100**	**200**		

En este grupo se tiene que el I.V.I es muy variable y que las especies con más adaptabilidad a la perturbación antropogénica tienen mucha dominancia en el

predio. En el caso de las aves migratorias al haber un mayor número de especies, la frecuencia de estas tiene una menor variabilidad, sin embargo, al suceder lo contrario indica que la vegetación del predio no cumple al 100% la función ecológica para este grupo.

C. Mamíferos.

En lo que a mamíferos se refiere se tuvo un registro por cada especie lo que da una homogeneidad de resultados al calcular sus valores de importancia y densidad. Realmente una homogeneidad puede indicar un ecosistema sano sin embargo en este caso el bajo número de registros indica que la población de mamíferos se encuentra bajo cierto nivel de estrés (Cuadro 31).

Cuadro 31. Índice del Valor de Importancia para los mamíferos registrados en el muestreo realizado.

ESPECIE	REGISTROS	DR	FR	I.V.I.	DA (ind/m^2)	DA (ind/ha)
Dasyprocta punctata	1	20	20	40	0.000035	0.35
Myotis keaysi	1	20	20	40	0.000035	0.35
Urocyon cinereoargenteus	1	20	20	40	0.000035	0.35
Nasua narica	1	20	20	40	0.000035	0.35
Procyon lotor	1	20	20	40	0.000035	0.35
	5	100	100			

El bajo número de registros se debe al bajo porcentaje de vegetación en el predio, a que la perturbación antropogénica es alta en este momento, y a que existe la presencia de perros (*Canis familiaris*) los cuales seguramente ahuyentan a la fauna silvestre.

Análisis de riqueza y abundancia del grupo Quirópteros

Durante el trabajo de campo se realizó un esfuerzo de muestreo de 124.8 m^2 de red y 16 h. de trabajo, sin embargo, no hubo capturas. Esto pudo deberse a que la luna estaba en su fase llena y a que la zona ofrece poco alimento para los Quirópteros.

El único murciélago que se registró fue la especie *Myotis keaysi*, sin embargo fue mediante la identificación en una fotografía tomada en los transectos.

Consideraciones generales

En cuanto al tema de análisis estadístico se tiene que existe una alta predominancia de especies adaptadas a la perturbación antropogénica en los grupos de vertebrados, sin embargo, hay presencia de especies que requieren espacios conservados de vegetación como lo son el vireo manglero (*V. pallens*), la zorrita gris (*U. cinereoargenteus*), el merech de playa (*S. cozumelae*).

Debido a las condiciones observadas de la vegetación del predio, éste es utilizado como paso de la fauna entre los manchones de vegetación del campo de golf del complejo Playa Mujeres, ya que al momento no ofrece el suficiente alimento ni refugio para muchas de las especies de vertebrados de la región.

La existencia de un grupo de perros (*C. familiaris*) es un factor importante para el establecimiento de poblaciones de fauna dentro del predio ya que estos las ahuyentan y probablemente se alimenten de estas y a consecuencia de esto se tienen pocos registros.

A pesar de los factores adversos que se presentan en el sitio de estudio se tiene una mayor riqueza de especies que en el informe previo al presente estudio.

Especies en la Norma Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

En el área de estudio se registraron 9 especies incluidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, correspondientes a los grupos de anfibios, reptiles y aves estos se enlistan en el Cuadro 32.

Las categorías de riesgo se clasifican en: Peligro de extinción (P), Amenazadas (A) y sujetas a Protección especial (Pr).

Cuadro 32**.** Listado de especies de vertebrados registrados en el predio del proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres que se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A=Amenazada, Pr= Protección especial

ESPECIE	NOMBRE COMUN	NOM-059
Craugastor yucatanensis	Rana ladrona	Pr
Ctenosaura similis	Iguana rayada	A
Sceloporus cozumelae	Merech de playa	Pr
Crocodylus acutus	Cocodrilo de rio	Pr
Vireo pallens	Vireo manglero	Pr
Amazonaalbifrons	Loro frente blanca	Pr
Eupsittula nana	Perico pecho sucio	Pr
Buteo albonotatus	Aguililla aura	Pr
Passerina ciris	Colorín sietecolores	Pr

De estas especies la que presentó una mayor presencia fue la iguana rayada (*C. similis*) la cual es una especie que ha demostrado mayor adaptabilidad a la perturbación antropogénica.

Endemismo.

Durante el presente estudio se registraron 5 especies endémicas de la Península de Yucatán, siendo las que se enlistan en el Cuadro 33.

Cuadro 33**.** Especies registradas y consideradas como endémicas en la Península de Yucatán.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN	ENDEMISMO
Craugastoridae	*Craugastor yucatanensis*	Rana ladrona	E
Phrynosomatidae	*Sceloporus cozumelae*	Merech de playa	E
Icteridae	*Icterus auratus*	Bolsero yucateco	E
Picidae	*Melanerpes pygmaeus*	Carpintero yucateco	E
Mimidae	*Melanoptila glabirostris*	Maullador negro	E

Cabe mencionar que al referir la Península de Yucatán se abarcan los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo, así como Belice y el denominado Petén Guatemalteco.

DISCUSIÓN.

Durante el presente estudio se registró un total de **65** especies de vertebrados, siendo el grupo más abundante el de las aves con **49** especies registradas, seguido de los reptiles con **10** especies, mamíferos con **5** especies, y por último los anfibios con **1** especie.

En comparación con el estudio anterior se registró el mismo número de especies (65 especies de vertebrados en total) sin embargo con los registros obtenidos durante el presente monitoreo se añadieron **22** nuevas especies sobre el listado acumulado del 2017, en su mayoría siendo especies de aves.

Tomando en cuenta el listado acumulado ya con los datos generados en el presente monitoreo, se ha registrado un total de 87 especies de las cuales 9 se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Esto puede deberse a que el proyecto acaba de finalizar la etapa de preparación del sitio (desmonte) y se encuentra en la etapa de construcción, la cual es de las que más impacto genera en la fauna silvestre por el ingreso de trabajadores, la generación de residuos y la proliferación de fauna nociva, sin embargo, se espera que, al terminar la presente etapa, que al establecerse las zonas con vegetación y mitigar los impactos mencionados la fauna retorne al sitio de estudio. Cabe señalar que la presencia de perros se da por el predio y entre otros predios, ya que no hay una malla o muro divisor entre ellos, de ahí que pueden estar viniendo de afuera de la obra. De ahí que hay que incrementar la vigilancia y realizar el retiro definitivo de estos del área cuando se detecten, con ayuda de la perrera municipal.

En el predio se tiene una marcada abundancia de especies tolerantes a la perturbación antropogénica en dos de los cuatro grupos muestreados, sin embargo, en las zonas con vegetación se registraron especies que dependen de estos sitios, por lo que se puede decir que las zonas con vegetación aún pueden recuperarse y

mantener poblaciones de fauna silvestre con menos tolerancia a los impactos del proyecto.

Las zonas que más especies registraron fueron el matorral costero y el área de influencia, sin embargo, en la halófita costera se registró el merech de playa (*S. cozumelae*) la cual es endémica y se encuentra incluida en la NOM-059.

Debido a las fechas que se realizaron los monitoreos no se registraron especies de tortugas marinas, sin embargo, la zona costera del proyecto presenta las condiciones ideales para la anidación de estas.

El único mamífero registrado mediante observación directa (Captura en trampa tomahawk) fue la zorrita gris (*U. cinereoargenteus*), el resto fue por medio de rastros, lo cual indica que estos no permanecen en el predio, lo cual puede deberse a las condiciones actuales.

Las especies de quirópteros representan grupos que responden a las modificaciones ecológicas tanto en composición taxonómica como en repartición de especies en gremios alimenticios. Ante una perturbación se incrementan los miembros de las subfamilias Sternodermatinae y Carollinae (Jiménez- Ortega & Mantilla- Meluk, 2008), ya que las especies de murciélagos que se alimentan de pequeños vertebrados responden de una manera más rápida a la perturbación que los frugívoros lo que genera un cambio de composición, abundancia y riqueza de especies (Aritas *et al*., 1997 citado en Jiménez-Ortega & Mantilla-Meluk,2008). Durante el presente muestreo no se registraron capturas en redes, sin embargo, es necesario seguir incluyendo este grupo en los monitoreos subsecuentes ya que reúnen todas las características de un indicador de la perturbación, lo cual nos dará una idea de la recuperación ambiental del proyecto.

De acuerdo a lo mencionado en el párrafo anterior la nula captura de murciélagos en redes se puede deber a que el tipo de vegetación y sus condiciones actuales no ofrecen las condiciones como alimento y refugio a los Quirópteros, así mismo a que durante los días de muestreo, la luna se encontraba en su fase llena que es cuando más alumbra y las redes se vuelven más detectables por estos organismos.

La presencia de fauna nociva, que en este caso son los perros (*C. familiaris*) es un factor que influye de manera importante en la futura recuperación de las especies de fauna silvestre, ya que en la actualidad no permiten el establecimiento adecuado de especies silvestres en el predio.

Como se observa en los mapas de ubicación de los registros, el área de influencia con vegetación ya establecida juega un papel muy importante en ofrecer el refugio y alimento a los vertebrados silvestres que fueron desplazados por la obra y que llegado el momento de que el proyecto entre en su etapa operativa éstas puedan regresar a ocupar el hábitat que ofrece el predio.

A pesar de lo mencionado con anterioridad, en general, las zonas del predio con vegetación actualmente ofrecen muy pocos servicios ambientales a la fauna, por lo que un buen programa de reforestación será crucial para mitigar el impacto que el proyecto tiene sobre la fauna silvestre.

CONCLUSIONES.

- Se determina que el predio se encuentra en estado de perturbación antropogénica alta, lo cual, combinado con la perturbación natural debido a fenómenos naturales pasados como los huracanes influye en la composición faunística del predio.

- La actividad antropogénica ha convertido a la zona del proyecto de una zona de establecimiento a únicamente a una zona de tránsito de fauna.

- Al momento el predio no ofrece las condiciones idóneas para el retorno de la fauna silvestre a corto plazo, ya que no cuenta con agua, alimento y espacios de refugio.

- El grupo de los anfibios, reptiles y mamíferos han sido los grupos más impactados por el proyecto.

- La constante intrusión de gente al predio ha constituido un factor de desplazamiento de especies de fauna más evasivas a otros sitios.

- La urbanización en los predios aledaños ha influido desde tiempo atrás a ahuyentar o eliminar especies silvestres.

- La alta dominancia y abundancia de especies como el zanate (*Q. mexicanus*), la iguana rayada (*C. similis*) y el gecko doméstico (*H. frenatus*) son indicativos del alto grado de perturbación del predio.

- Las zonas con vegetación al sureste y suroeste del predio, así como las zonas de conservación establecidas en la zona de influencia del predio juegan un papel indispensable para el mantenimiento de la composición faunística, así como para el retorno de otras especies al sitio, ya que estas cumplen su función de proporcionar zonas de alimentación, refugio y reproducción a las especies registradas en el predio.

- Los programas de rescate y reforestación con especies nativas de flora que produzcan alimento para la fauna serán de vital importancia para mitigar el impacto a la fauna silvestre.

- En general la composición faunística del predio corresponde a fauna característica de sitios con perturbación alta.

- Las acciones referentes a la conservación de fauna dentro del predio se deben enfocar a las especies que se encuentran incluidas dentro de la NOM-059-SEMARNAT- 2010 y las endémicas, así mismo se debe considerar la posibilidad de que otras especies que no se registraron en los muestreos puedan tener presencia en el sitio, por lo que se les deberá tener en consideración.

- El frente de playa del predio ofrece un hábitat para especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y para la anidación de tortugas marinas.

3.3 Paisaje

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.

El proyecto Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres se ubicará en las instalaciones del proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres, esta última cuenta con la autorización de estudio de impacto ambiental y una superficie de aprovechamiento. La ubicación de los pozos de captación y rechazo que se requieren perforar estarán ubicados en las vialidades aledañas al edificio de servicios, con base en estudios de prospección geohidrológica realizados en un pozo exploratorio (Anexo técnico 1). Esto quiere decir, que el paisaje no será modificado ya que este proyecto ocupará una superficie que ya cuenta con autorización de aprovechameinto, y la planta se ubicará dentro del edificio de servicios.

En la siguiente Figura se muestra el avance de la construcción del Hotel Atelier Playa Mujeres y se ubica específicamente en el edificio de servicios del Hotel Atelier Playa Mujeres.



Figura 61. Ubicación del proyecto en el edifico de servicios del proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres.

En las siguientes Figuras se muestra el edificio de servicios donde se ubicará la planta desaladora y los caminos donde se ubicaran los pozos.



Figura 62. Edifico de servicios del proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres donde se ubicará el proyecto.



Figura 63. Caminos donde se ubicaran los pozos de capatación y el de rechazo.

2.3.1 Evaluación del paisaje

El área de estudio donde pretende establecer el proyecto Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres, es el predio que corresponde al mismo del proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres en el cual se evaluaron los cambios en el paisaje en la MIA-P autorizada por la SEMARNAT para su construcción y operación.

Se concluyó que una vez construido el Hotel Atelier Playa Mujeres la vista rematada de la vegetación será policromática sobresaliendo el matorral costero ya que siempre es verde por las especies que lo conforman.

Cabe mencionar que la construcción de los pozos para la planta desaladora podría generar algún impacto visual en el medio por el uso de maquinarias pero será por un tiempo corto.

Además, la planta desaladora no será visible ya que estará dentro del edificio de servicios del hotel, y los pozos serán visibles solamente a pie de la vialidad cuando ya esté el proyecto en la etapa de operación.

En conclusión, no se generará otro impacto hacia la vegetación o algún otro factor ambiental ya que la planta desaladora se ubicará en las instalaciones del Hotel, donde el paisaje o los impactos ambientales ya han sido evaludados para que sea posible su autorización y/o construcción.

2.3.2 Zonificación del Área Utilizable e Identificación de Zonas Frágiles.

De acuerdo con la caracterización ambiental realizada para el SA, así como con los recorridos de prospección y muestreo realizados en diversos sitios del mismo, se determinó que las unidades ambientales presentan diferentes grados de conservación, cuyos valores se describe a continuación:

Cuadro 34. 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 puede observar las condiciones de las unidades ambientales del SA respecto del estado de conservación para unidades ambientales del SA en el área terrestre. Lo anterior se muestra que el SA presenta poco más del 57.44 % de su superficie con un grado de conservación Alto, mismo que comprende las zonas donde se desarrolla la Vegetación Halófita costera, Matorral costero, Vegetación de Manglar, Cuerpos de agua, mientras el 2.36 % corresponde a un grado de modificación Medio y 40.19% con grado bajo, este último corresponde a aquellas zonas donde se cambió la vegetación natural por infraestructura o que carece de vegetación.

La mayoría de las modificaciones que ha sufrido el SA, se están dando en función del desarrollo turístico de la zona 3 del PDU, para lo cual tiene usos de suelo designados por la autoridad competente. Si bien se están manteniendo las áreas de conservación en los predios correspondientes, sí se aprecia la fragmentación del sistema por caminos, vialidades y por las áreas de desplante de los procesos que están en proceso de construcción y operación.

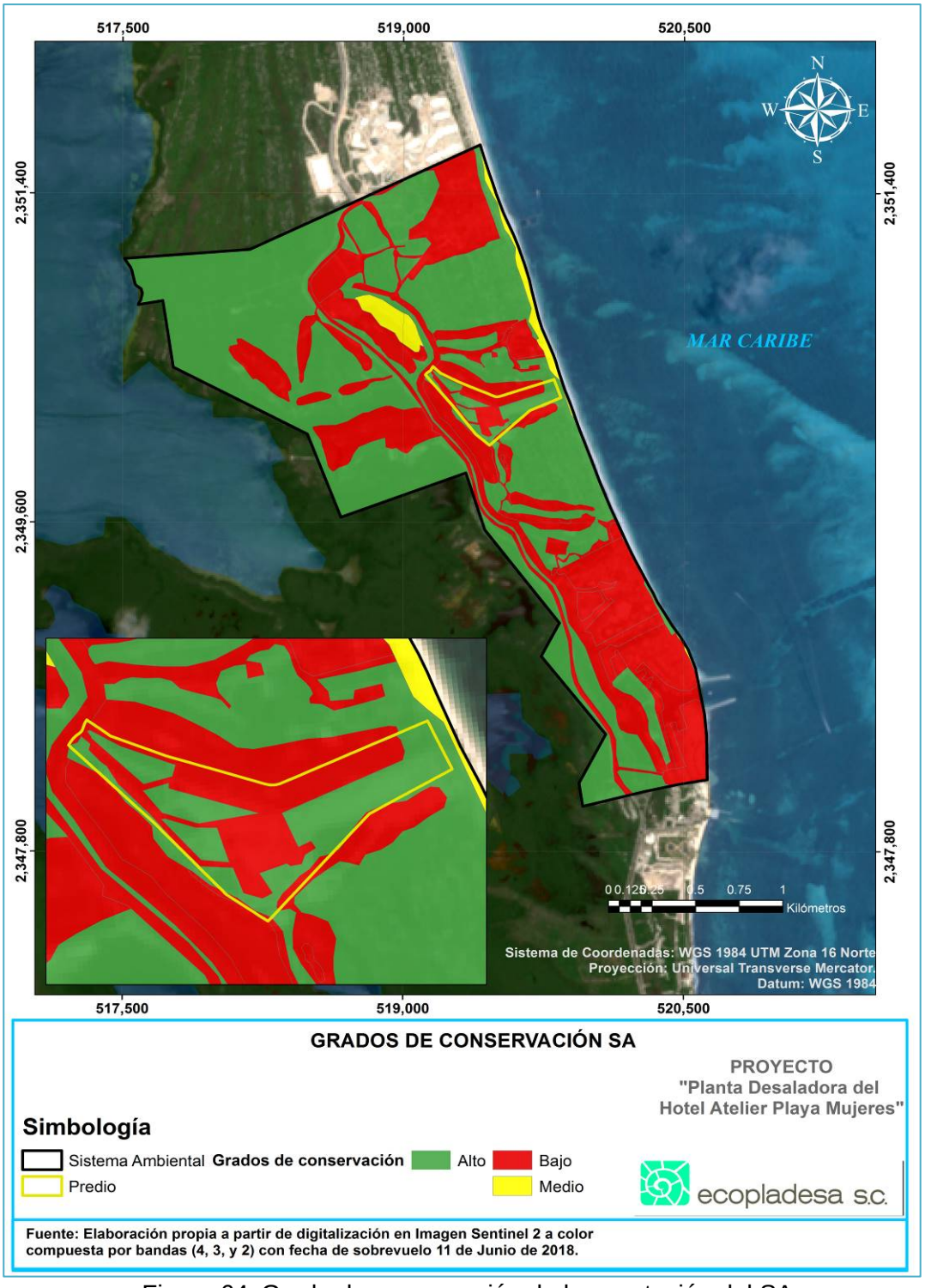


Figura 64. Grado de conservación de la vegetación del SA.

Conforme a lo anterior, se determina que en el predio se predomina superficie con grado de conservación alto, dicha superficie corresponde a áreas de conservación en las que se encuentra vegetación matorral costero, halófita costera, *Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus* y vegetación de *Conocarpus erectus*. Seguido

por una superficie de conservación bajo, que corresponde a áreas donde se está construyendo el proyecto Hotel Atelier Playa Mujeres.



Figura 65. Grado de conservación de la vegetación del Predio.

4. MEDIO SOCIOECONÓMICO

El municipio de Isla Mujeres, en el Estado de Quintana Roo, tiene una extensión de 1,100 Km2 y comprende la Isla de Mujeres, Isla Blanca, Isla Contoy y una parte continental en esta última se pretende el desarrollo del proyecto.

4.1 Demografía.

De acuerdo al ultimo conteo de Población y Vivienda realizado por el INEGI del 2010, el municipio de Isla Mujeres cuanta con una población de 16,203 habitantes

correspondientes al 1.22% del total de habitantes de todo el estado de Quintana Roo. De ese total, 8,358 son hombres y 7,845 son mujeres. Mismo que representa un incremento poblacional de 7,753 habitantes en un periodo de 15 años.

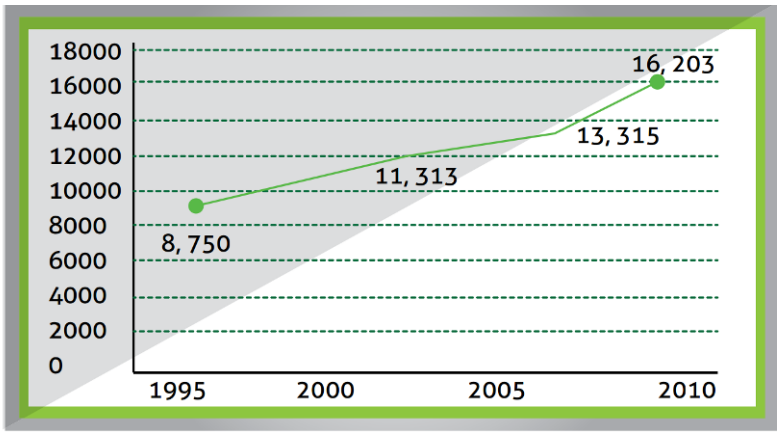


Figura 66. Crecimiento poblacional de Isla Mujeres. Fuente INEGI 2010.

RANGO DE EDAD	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
00-04 años	1, 678	864	814
05-09 años	1, 621	818	803
10-14 años	1,406	719	687
15-19 años	1,465	716	749
20-24 años	1,579	794	785
25-29 años	1,570	800	770
30- 34 años	1,464	739	725
35-39 años	1,368	722	646
40- 44 años	1, 066	584	482
45-49 años	845	454	391
50- 54 años	650	355	295
55- 59 años	484	253	231
60- 64 años	370	179	191
65-69 años	228	135	93
70- 74 años	145	77	68
75-79 años	84	57	27
80- 84 años	45	19	26
85- 89 años	27	14	13
90- 94 años	6	3	3
95- 99 años	2	2	
no especificado	100	54	46
TOTAL	16, 203	8,358	7, 845

Figura 67. Distribución de la poblacional de Isla Mujeres por género y por edad. Fuente INEGI 2010.

4.2 Condiciones económicas

El municipio de Isla Mujeres presento al inicio de las década de 2000, un incremento en los ingresos, sin embargo, a final de la década el crecimiento no presento incremento, siendo los años 2008 y 2011 los años críticos.

AÑO	INGRESO BRUTO DEL MUNICIPIO (MILES DE PESOS)	%CRECIMIENTO ANAUAL
2000	56281	
2001	66540	18.2%
2002	71617	7.6%
2003	82302	14.9%
2004	105649	28.4%
2005	131821	24.8%
2006	181012	37.3%
2007	186844	3.2%
2008	183985	-1.5%
2009	216007	17.4%
2010	268553	24.3%
2011	259796	-3.3%
2012	281221	8.2%

Figura 68. Distribución de los ingresos en el municipio en el inicio de la década de 2000

Sin duda el sector turístico, al igual que en el estado y en el municipio de Isla Mujeres es el más importante, los ingresos de divisas para el municipio de se concentra principalmente en Isla Mujeres en su zona insular, la costa continental e Isla Contoy. Sin embargo, las proyecciones apuntan que para el 2020, con el desarrollo turístico de la zona continental, el crecimiento económico estará en esta región. De acuerdo a los datos de la Secretaria de Turismo de Quintana Roo, en el 2010, visitaron el este destino alrededor de 158,7100 turistas, sifra que subio en el año 2011 con 179,269 visitas. Es importante señalar que Isla Mujeres cuenta con una oferta hotelera de 2080 cuartos distribuidos en 75 hoteles.

AÑO	NÚMERO DE VISITANTES	% DE CRECIMIENTO
2007	117,316	-
2008	144,689	23.3%
2009	130,207	-10.0%
2010	158,700	21.9%
2011	179,629	13.2%
2012	180,522	-0.5%
2013	237,291	31.4%

Figura 69. Afluencia turística por año.

La segunda actividad más importante, es la pesca. Se cuenta con una flota camaronera, langostera y de pesca de escama. Existen 5 cooperativas pesqueras dedicadas principalmente a la captura de langosta, camarón y caracol, las especies de escama son capturadas por los pescadores libres.

4.3 Urbanización y vías de comunicación

Las vías de comunicación terrestre en la zona continental del municipio que comunican el sistema ambiental con la zona metropolitana de Cancún, es la

continuación de la Av. Puerto Juárez, la cual cubre una distancia de 4 km. A excepción de este camino pavimentado, el resto de las vías de comunicación son caminos rurales que comunican algunas localidades con Puerto Juárez. Cabe mencionar que en la zona del proyecto se están construyendo nuevas vías de acceso a los desarrollos hoteleros como el de Playa Mujeres, mismas que servirán para mejorar la comunicación de la zona.

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

4.4 Salud y Seguridad Social.

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

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

4.5 Diagnóstico ambiental

El área del SA definido para el proyecto presenta un estado de conservación que puede considerarse de grado medio, ya que si bien la vegetación presenta buenas condiciones de conservación, los procesos de desarrollo que se están dando en el sistema condicionan que la fauna se encuentre desplazándose hacia sitios más seguros en tanto se concluyen dichas actividades. La presencia de personas y tránsito de vehículos en la actualidad es activo en función de los desarrollos que se están dando en el área generando ciertos niveles de ruido y perturbaciones mecánicas en el área. De igual forma el mantenimiento de las dunas embrionarias y primer cordón de duna ha contribuido a que las playas de esta zona sean extensas y no se observen procesos erosivos fuera de lo natural. De tal forma que los ecosistemas presentes mantienen sus funciones ecológicas y ofrecen los servicios ambientales propios de cada uno.

La vegetación de las áreas de conservación del predio presenta buenas condiciones de conservación, sin embargo actualmente están bajo presión por la construcción de las obras del hotel Atelier. El grupo que parece resentir más la fragmentación y obras en proceso es el de la fauna, que aún cuando está presente su presencia es escasa.

Cabe señalar que los desarrollos turísticos presentes en el sistema están aumentando y parecen estarse desarrollado de acuerdo a la normatividad del Plan Maestro Playa Mujeres e instrumentos normativos aplicables, de tal forma que mantienen dentro de su diseño áreas de conservación las cuales están conectadas con las del campo de golf, para formar pequeños corredores biológicos que permitan la continuidad de los procesos biológicos de la flora y fauna.

En esta zona del municipio de Isla Mujeres, la topografía y tipos de suelo, condicionan la presencia de bajos topográficos susceptibles de inundación por la precipitación pluvial, lo cual se observa en diferentes puntos del sistema ambiental, dando heterogeneidad a los ambientes, y ofreciendo diferentes recursos para la fauna de la zona. Asimismo, es en algunos de estos microambientes donde se ha logrado establecer la especie de mangle *Conocarpus erectus*, la cual soporta menores niveles de inundación, menor salinidad del agua y presenta un crecimiento combinado con especies de duna cosera. De ahí que es de particular relevancia la presencia de estos bajos y su diagnóstico ambiental en cada caso particular para su conservación.

En el sistema ambiental se registra la presencia de la especie exótica invasora *Casuarina equisetifolia y Dactyloctenium aegyptium*, la cual se introdujo por la zona costera del estado desde tiempo atrás y se ha establecido en varias zonas con diferentes grados de fuerza. En el sistema ambiental es suceptible ver este establecimiento en diferentes puntos, estando el predio del proyecto dentro de ellos. Sin embargo, la presencia de esta especie dentro del lote es escasa por lo que con las medidas adecuadas será fácilmente erradicada.

Los impactos de eventos hidrometereológicos en la zona son prácticamente imperceptibles, ya que tras 11 años de haber pasado (en el caso de los huracanes Emily y Wilma que impactaron las costas en Julio y Octubre de 2005), la vegetación se observa recuperada y sin indicios de afectación por estos eventos.

La vocación de los usos de suelo establecidos por el Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Isla Mujeres y Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmuchuch, junto con las condiciones naturales de la región, hacen atractiva la zona para el desarrollo de infraestructura turística para la zona lo que se verá reflejado en un aumento en la economía regional y nacional. Actualmente en la región conocida como Playa Mujeres e Isla Blanca, existen varios proyectos turísticos autorizados por la SEMARNAT para su desarrollo en los próximos años, tal es el caso del proyecto Soto lindo y los proyectos autorizados en el condominio Playa Mujeres. Esto significa que en los próximos años, la vegetación que actualmente se desarrolla en el Sistema ambiental disminuirá. Sin embargo, estos proyectos, al igual el presentado en esta Manifestación Ambiental, proponen una serie de medidas de mitigación y compensación que están orientadas a atenuar los impactos ambientales que se generen en las diferentes etapas del proyecto. Con esto se plantea un proyecto ambientalmente viable y congruente con los usos de suelo, parámetros urbanos y de aprovechamiento establecidos en los instrumentos jurídicos regulatorios.

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 CARACTERISTICAS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS. 11
3.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 11
4. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE EVALUACIÓN. 15
4.1 IMPACTOS GENERADOS DURANTE LAS TRES ETAPAS DEL PROYECTO (PREPARACIÓN DEL SITIO, CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN). 15
4.2 DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA. 17
4.2.1 Impactos residuales. 23
4.3. Descripción de los Impactos por Factor Ambiental. 24

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 Atelier Playa Mujeres”**, 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. Actividades de ahuyentamiento de fauna
	3. Limpieza del área donde se instalará la planta y donde se construirán los pozos.
Construcción	**4.** Presencia de personal.
	5. Actividades de perforación y construcción de los pozos de captación y rechazo.
	6. Instalaciones de los equipos de ósmosis inversa y líneas de conducción eléctricas y hacia los pozos.
Operación y Mantenimiento	**7.** Operación de la planta desaladora
	8. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 8 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
	Suelo
Medio biótico	Fauna
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
Suelo	Cambios	Cambios en las características de suelo	Cambios fisicoquímicos
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
Fauna	Afectaciones	Disminución de abundancia por la presencia de ruido	Registro de la fauna
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	$ Inversión por adquisición de insumos, pagos de derechos, etc.

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
		derechos, por la construcción y operación de la planta desaladora.	

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	El municipio de Isla Mujeres a la fecha no presenta problemas de contaminación del aire por hidrocarburos, ya que no hay abundantes fuentes que generen este tipo de gases. Así mismo, los hidrocarburos generados por el tránsito vehicular se dispersan con el viento. En el sistema ambiental hay varias fuentes de ruido, tales como el tránsito de vehículos en la carretera costera de Isla Mujeres, el que generan en las escuelas, oficinas, comercios y hoteles, así como el que generan las personas que se mueven en la zona.
	Suelo	Según la UQROO (2005) en el área de estudio, el tipo de suelo que se presenta se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (RGc). Los Regosoles se encuentran junto o muy cerca de las costas del estado, la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50 cm superficiales, ni propiedades sálicas. La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es Regosol calcárico (Rc), los cuales son calcáreos de por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		De acuerdo con el estudio de perfil estratigráfico y de calidad del agua, en el corte litológico del pozo de 40.0 m de profundidad, se registró arena calcárea y calcarenita compacta a semicompacta en los primeros 7.0 m de profundidad, después se registró una capa de caliza de los 7 a los 21.0 m, posteriormente se registraron cavernas entre los 21.0 y 26.0 m y finalmente, una capa de caliza compacta cristalina que abarca de los 26.0 m a los 40.0 m de profundidad. Conforme a lo anterior, estratigráficamente se tiene que el subsuelo presenta roca caliza muy fracturada en todo el pozo.
	Hidrología	De acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, en el SA del proyecto converge una unidad geohidrológica, cuyas características físicas se describen a continuación: Material no consolidado con posibilidades bajas: Se encuentra distribuida 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. De acuerdo con el estudio de perfil estratigráfico y de calidad del agua, se registraron los valores de algunos parámetros en el pozo de muestreo. En la columna de agua del pozo se registró un pH con rangos de 7.68 a 7.82, una conductividad eléctrica con valores entre los 37.00 y 44.50 mS/m, una dureza total de 710.60 y 780.70 mg/l, cloruros con valores de 1,935.57 y 2,416.98 mg/l, sólidos disueltos totales entre 22,570.00 y 26,255.00 mg/l y ácido sulfhídrico con valores de 2 a 5 mg/l. De acuerdo con este estudio se determinó lo siguiente: • Los valores de conductividad eléctrica, cloruros y sólidos disueltos totales, son indicativos de presencia clara de agua marina. • En toda la columna de agua se aprecia claramente la intrusión salina. • En la columna se registró ácido sulfhídrico, por la presencia de vegetación de manglar. Este manglar atribuible al existente en el sistema lagunar Chacmuchuch. • Para la potabilización del agua para uso del proyecto se recomienda en uso de un equipo de ósmosis inversa con membranas de agua salada. • Se recomienda el uso de un proceso de desgasificación para eliminar el ácido sulfhídrico.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		• Se recomienda la construcción de un pozo de captación de 30.0 m de profundidad y hacer la extracción de agua a 25 m de profundidad. • Es recomendables construir los dos pozos de aprovechamiento en paralelo a la línea de costa, esto para evitar abatimiento en la extracción. • Se recomienda construir el pozo de descarga con una profundidad de 100.00 m.
Medio biótico	Fauna	De acuerdo con la caracterización de fauna realizada en el predio y en el área de influencia aledaña al campo de golf, se registraron un total de 65 especies, repartidas en cuatro grupos: aves, mamíferos, anfibios y reptiles. El grupo más abundante fue el de las aves con 49 especies registradas, seguido de los reptiles con 10 especies, mamíferos con 5 especies, y por último los anfibios con 1 especie. En el área de estudio se registraron 9 especies especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 5 son aves (*Vireo pallens, Amazona albifrons*, *Eupsittula nana*, *Buteo albonotatus* y *Passerina ciris*), 3 son reptiles (*Ctenosaura similis*, *Sceloporus cozumelae* y *Crocodylus acutus*) y 1 un anfibio *(Craugastor yucatanensis)*.
Medio social y económico	Residuos	De acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, se registró que para el Estado de Quintana Roo la media de generación de residuos es de 0.87 Kg/persona/día.
	Infraestructura y servicios públicos	Se puede acceder fácilmente al predio a través de la calle Paseo Mujeres que se conecta con la Carretera hacia Punta Sam. En el predio se encuentra en proceso constructivo el Hotel Atelier Playa Mujeres, por lo que ya cuenta con vialidades de acceso en proceso constructivo, ya cuenta con las instalaciones para proveer energía eléctrica, y se realizará su conexión a la red interna de drenaje del Plan Maestro que conducirá las aguas residuales a las plantas de tratamiento existentes.
	Salud humana	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. 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

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		"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 previsibles ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños. Por otra parte, también se pueden causar riesgos a la salud durante el manejo de los residuos sólidos y peligrosos que se generen durante la construcción y operación de las obras.
	Economía	Sin duda el sector turístico, al igual que en el estado y en el municipio de Isla Mujeres es el más importante, los ingresos de divisas para el municipio de se concentra principalmente en Isla Mujeres en su zona insular, la costa continental e Isla Contoy. Sin embargo, las proyecciones apuntan que para el 2020, con el desarrollo turístico de la zona continental, el crecimiento económico estará en esta región. De acuerdo a los datos de la Secretaría de Turismo de Quintana Roo, en el 2010, visitaron el este destino alrededor de 158,7100 turistas, cifra que subió en el año 2011 con 179,269 visitas. Es importante señalar que Isla Mujeres cuenta con una oferta hotelera de 2,080 cuartos distribuidos en 75 hoteles.

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
Suelo	Cambios en las características del suelo.
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero
	Cambios de la calidad del agua por actividades de extracción e inyección del agua.
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluyendo los de la NOM-059-SEMARNAT-2010
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,

Factor	Impacto Ambiental
	pago de derechos, por la construcción y operación de la planta desaladora.

3. VALORACIÓN DEL TIPO Y CARACTERISTICAS 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:

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

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

Incidencia = I – Imin / Imax – Imin Expresión V.2

Imin = 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.

Imax= 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	**A mediano plazo:** el impacto puede ser revertido por las condiciones naturales del sistema, pero el	**A largo plazo**: el impacto podrá ser revertido naturalmente en un periodo mayor a

Atributos	Escala		
	1	2	3
	período de tiempo relativamente corto, de un año.	efecto permanece de 1 a 5 años.	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).

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.

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).

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 menosprecio 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 26 interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que pueden producir algún tipo de impacto, de las cuales 21 son adversas y 5 son benéficas (Cuadro 8).

Cuadro 8. Matriz de interacciones simples del proyecto.

	PREPARACIÓN DEL SITIO			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN		TOTAL
FACTOR/ ACTIVIDAD	Presencia de personal	Ahuyentamiento de Fauna	Actividades de limpieza del sitio	Presencia de personal	Actividades de y perforación 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
Suelo					A	A			2
Hidrología					A		A	A	3
Fauna		B			A				2
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
TOTAL	2	1	1	3	6	3	6	4	26

A = interacciones adversas; B = interacciones benéficas.

Matriz de identificación de impactos ambientales

Cuadro 9. Matriz de identificación de impactos ambientales.

Factor	ETAPAS	PREPARACIÓN			CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN			
	Negativo / Positivo / Actividades / Impacto	Presencia de personal	Ahuyenta miento de Fauna	Actividades de limpieza del sitio	Presencia de personal	Actividades de y construcción de los pozos	Actividades de de instalación equipos, líneas de conducción	Operación de la planta desaladora	Actividades de mantenimiento	Total de impactos positivos	Total de impactos negativos
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
Suelo	Cambios en las características del suelo									0	2
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero									0	1
	Cambios de la calidad del agua									0	3
Fauna terrestre	Cambios en la abundancia, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.									1	1
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
Número de impactos		2	1	1	3	8	3	10	5	6	27
		4			14			15		33	
Positivos		1	1	0	1	0	1	2	0	6	-
Negativos		1	0	1	2	8	2	8	5	-	27

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 33 interacciones que corresponden a posibles impactos que pueden generarse en las tres etapas del proyecto. Del total de impactos, 27 son adversos y 6 benéficos. A continuación se describen los impactos registrados en cada etapa.

El proyecto "Planta Desaladora del Hotel Atelier" se trata de una obra complementaria del Hotel y servirá para abastecer 593 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios.

La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para extraer 2,500 m^3/día, que equivale a 28.93 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 2,187.78 m^3/día de agua salada, que equivale a 25.32 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Los dos pozos de captación y el de rechazo quedarán ubicados sobre las vialidades existentes, cada uno contará con una superficie de 4.5 m^2, sumando en total 13.5m^2 de superficie destinada a pozos. Las líneas de conducción de agua salada también se desplantarán en áreas que ya están autorizadas para las vialidades del hotel.

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron un total de 2 impactos negativos y 2 positivos, 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 12 interacciones de impactos negativos y 2 impactos positivos. Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con las actividades de 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, así como por la presencia de empleados.

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 35 m para el pozo de aprovechamiento y de 100 m para el pozo de descarga. 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, lo cual puede causar el desplazamiento de la fauna.

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, que se conectará a la planta de tratamiento del Plan Maestro de Playa Mujeres.

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 (T)	Reversibilidad (Rv)	Periodicidad (Pi)	Permanencia (Pm)	Recuperabilidad (Ri)	Incidencia	Índice de incidencia	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	-
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.12	D
Suelo	Cambios en las características del suelo	N	3	3	1	1	3	1	3	3	18	0.62	NS
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	N	3	3	3	3	3	3	3	3	24	1.00	S
	Cambios de la calidad del agua	N	3	3	1	3	1	3	3	1	18	0.62	S
Fauna	Cambios en la abundancia, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	3	1	1	1	1	1	1	1	10	0.12	D
Residuos	Incremento en el volumen de generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	N	3	3	1	3	3	3	3	1	20	0.75	S
	Incremento en el volumen de generación de Residuos Peligrosos	N	1	3	1	3	3	3	3	1	18	0.62	S
Demanda de infraestructura de servicios	Aumento en el 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	0.37	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.

Cuadro 11. Matriz de Jerarquización.

Factor	Impacto Significativo (S) No significativo (NS) Despreciable (D)	Signo	Índice de incidencia	Significancia
Aire	Cambios en la calidad del aire por emisiones a la atmósfera y producción de gases de efecto invernadero	N	0.00	D
	Cambios en la calidad del aire por la generación de ruido	N	0.25	D
Suelo	Cambios en las características del suelo	N	0.62	NS
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero	N	1.00	S
	Cambios de la calidad del agua	N	0.62	NS
Fauna	Cambios en la abundancia de fauna, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.	N	0.12	D
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos Urbanos y de Manejo Especial	N	0.75	S
	Incremento en la generación de Residuos Peligrosos	N	0.62	NS
Demanda de infraestructura de servicios	Aumento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	N	1.00	S
Salud humana	Exposición de personas a riesgos de salud	N	0.25	D
Economía	Generación de Empleos	P	0.50	NS
	Derrama económica por la compra de equipos, insumos, pago de derechos	P	0.37	NS

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

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 8 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 12 posibles impactos potenciales que pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto “Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres”.

De los 12 impactos potenciales identificados para el proyecto mediante la matriz de evaluación de impactos, 10 son negativos y 2 son positivos.

- Directos e Indirectos

En cuanto al efecto de la totalidad de impactos negativos y positivos, 9 impactos se calificaron como directos y 3 como indirectos, es decir, que el 75.00 % son primarios y son generados directamente por la construcción del proyecto, mientras que el 25.00 % tienen efectos secundarios y terciarios. Los impactos directos están relacionados con la generación de ruido, los cambios en las características del suelo, en la abundancia de la fauna, 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 y la exposición de personas a riesgos de salud.

- Acumulativos.

De la totalidad de los impactos, 8 (66.66 %) 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 las características del suelo, 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 la adquisición de insumos, también se consideraron como acumulativos.

El resto de los impactos (4) se calificaron como simples y tienen relación con las emisiones de gases y ruido, los cambios en la abundancia de la fauna y la exposición a personas a riesgos de salud.

- Sinergia.

En lo que se refiere a la sinergia, 2 (16.66 %) se calificaron como sinérgicos, los cuales están relacionados con los cambios en la disponibilidad de agua y la demanda en el consumo de agua y energía eléctrica. Los que se clasificaron como no sinérgicos están relacionados con las emisiones de gases y ruido, los cambios en la abundancia de la fauna, 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 66.67 % (8) de los impactos se realizarán en un largo plazo; y cuatro de los impactos tendrán un efecto a corto plazo y están relacionados con las emisiones de gases y de ruido, los cambios en las características del suelo y los cambios en la abundancia de la fauna.

En cuanto a la periodicidad, el 50.00 % (6) de los impactos se realizarán de manera ocasional y están vinculados con las emisiones de gases y ruido, los cambios en las características del suelo, en la abundancia de la fauna y la exposición a personas a riesgos de salud. Los otros seis impactos (50.00%) de los impactos 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 (25.00 %) impactos son temporales y 9 (75.00 %) son permanentes. Los impactos temporales están relacionados con las emisiones de gases y ruido, y los cambios en la abundancia de la fauna.

- Reversibilidad del impacto

El 50.00 % (5) de los impactos negativos se consideran como irreversibles y 5 (50.00%) 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 70.00 % (7) de los impactos negativos se consideraron como recuperables y el 30.00% (3) como irrecuperables. Los impactos irrecuperables están relacionados con los cambios en la disponibilidad de agua y el aumento en el consumo de agua y energía eléctrica. El resto de los impactos se consideraron como recuperables.

Con relación al Índice de Incidencia y su significancia, del total de impactos negativos que en total fueron 10; 3 fueron significativos, 3 fueron no significativos y 4 despreciables. Los impactos positivos fueron 2 y se calificaron como no significativos.

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.
- Aumento en el consumo de agua y de energía eléctrica.

Los no significativos corresponden a:

- Cambios en las características del suelo.

- 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 durante el uso de la maquinaria
- Cambios en la abundancia, incluidos los de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Exposición a personas a riesgos de salud.

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

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

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**
Suelo	Cambios en las características del suelo		*
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero		*
Demanda de infraestructura de servicios	Aumento en el consumo de agua y de energía eléctrica.	*	

De los tres impactos residuales identificados en el cuadro anterior, dos son residuales por lo que se deberán proponer medidas de compensación ya que no son recuperables

aún con las medidas de mitigación. Los impactos residuales representan el 66.67 % de los impactos, mientras que los impactos recuperables representan el 33.33 % de los impactos potenciales evaluados.

En cuanto al impacto sobre el suelo, se consideró como residual y sin posibilidad de medidas de mitigación, dado que se modificará con las actividades de perforación de los pozos y con la instalación de tuberías, ya que se removerá parte del suelo y se modificará en el sitio donde se realice la perforación. El impacto en el área que ocupará será permanente.

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 reducirá la disponibilidad de este recurso, lo cual será permanente.

Con respecto al aumento en el consumo de agua y energía eléctrica, se consideró como recuperable, ya que se implementarán acciones para reducir el consumo de estos recursos y se emplearán equipos ahorradores de agua y luz, con lo que se pretende reducir este impacto.

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 (CO_2) 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 CO_2 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 CO_2 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, NOx, SO_2 e hidrocarburos, sin embargo, estos serán dispersados por el viento. También se generará un gas de efecto invernadero como es el CO_2, el cual será absorbido por la vegetación del predio. Este impacto se consideró como indirecto, temporal, periódico y recuperable, ya que los gases que se generen serán dispersados por el viento y las medidas de mitigación permitirán disminuir los impactos mediante acciones de mantenimiento preventivo.

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 asentarán 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 proceso constructivo el Hotel Atelier Playa Mujeres, 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, sin embargo, solo se considera la perforación de tres pozos, lo cual se realizará en un período corto de tiempo. 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.

- Suelo

Para este factor se determinó un impacto relacionado con los cambios en las características del suelo, el cual se calificó como no significativo. Este impacto se consideró como negativo, directo, acumulativo, con efecto a largo plazo, de aparición irregular, permanente e irrecuperable.

Durante las actividades de construcción del proyecto, se realizarán actividades que implican cambios en las características del suelo como son la perforación de los pozos y las instalaciones da las líneas de conducción. Las actividades de perforación implican la remoción de parte del suelo, de las capas superficiales y de las capas inferiores, hasta llegar a la profundidad requerida de -35 m para el pozo de aprovechamiento y de -100 m para el pozo de descarga. Para estas actividades se tomarán las medidas necesarias para evitar la afectación de cavernas secas o saturadas importantes en el flujo de agua hacia el mar y viceversa. Esto determinado por la mecánica de suelos específica en el sitio de perforación de los pozos, y dictaminado previamente por la CONAGUA.

Con las actividades de perforación, podría quedar el suelo expuesto a la erosión, sin embargo, se realizará la instalación hidráulica y los ademes del pozo de manera inmediata, evitando con ellos los efectos sobre el suelo.

Cabe señalar que las actividades de perforación se realizarán sobre vialidades que se encuentran en proceso constructivo, donde solo se han llevado actividades de desmonte y nivelación, por lo que en estos sitios ya se realizó el retiro de la capa superficial del suelo, se modificaron los índices de absorción y pautas de drenaje y se generó su compactación.

Por otra parte, las líneas de conducción de los pozos a la planta desaladora se realizarán sobre las vialidades y en sitios que ya cuentan con infraestructura, es decir, en sitios ya impactados. Para las instalaciones de las líneas de conducción se requiere realizar excavaciones en las áreas de vialidades, removiendo material de la plataforma de desplante e instalando las tuberías de conducción. Las tuberías que queden dentro del edificio quedarán en el área de sótano ya autorizado para el hotel.

- 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.

Este impacto se producirá al llevar a cabo las actividades de extracción de agua del acuífero. La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para extraer 2,500m^3/día, que equivale a 28.94 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 2,461.25 m^3/día de agua salada, que equivale a 28.49 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Derivado del proceso de ósmosis inversa se producirán 1,000 m^3/día de agua potable y para el proyecto se requieren de 984.50 m^3 /día de agua potable. Se contará con dos pozos de captación con capacidad para extraer 18 lps y un pozo de descarga con capacidad para rechazar un volumen de 22 lps.

Durante las actividades de captación o extracción, se podría afectar la disponibilidad del agua del acuífero, ya que se reducen los volúmenes disponibles en el sitio y estas actividades se llevarán a cabo de forma permanente. Sin embargo, de acuerdo con los datos de la CONAGUA del 2015, en la Península de Yucatán se tenía una disponibilidad media anual de agua subterránea de 3,388.864 millones de metros cúbicos anuales y el volumen agua que se concesionó era de 1,209.2 millones de metros cúbicos anuales, por lo que hay disponibilidad para concesiones de agua.

Las zonas urbana y turística de Cancún e Isla Mujeres cuentan con seis zonas de captación de agua subterránea, con 134 pozos y una capacidad instalada de 2,171 litros

por segundo. El suministro promedio a la población es de aproximadamente 261 litros por habitante por día. La cantidad del agua subterránea no representa limitante para el acuífero, sin embargo, existe el riesgo de que su calidad se deteriore e impida o limite su utilización.
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.

Para el proyecto, solo se pretende utilizar los volúmenes solicitados, para ello se realizarán los trámites necesarios ante la CONAGUA para obtener autorización para el aprovechamiento de 2,500.0 m^3/día o 912,500.00 m^3/ año. Asimismo, se dará cumplimiento a las condiciones que queden establecidas en dicho título, informando los volúmenes de aprovechamiento y realizando los análisis de calidad del agua de aprovechamiento, de rechazo y la que obtenga del proceso de ósmosis inversa.

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.

La salinidad total del agua subterránea se incrementa a lo largo del patrón de flujo desde tierra adentro y hacia la costa. La calidad del agua subterránea es el factor que limita el aprovechamiento del acuífero, especialmente en la zona costera, ya que el riesgo de provocar el ascenso del agua salada subyacente, impone severa restricción a los abatimientos permisibles en los pozos y por tanto a sus caudales de extracción.

Dentro del área ocupada por la cuña de agua marina, la influencia de las mareas y el movimiento de la superficie del agua subterránea, da lugar a la formación de una zona de mezcla que contiene agua con mayor salinidad, cuya amplitud aumenta hacia el litoral y que en la faja costera reduce en varios metros el espesor de agua de calidad aprovechable.

En la zona costera de los Municipios de Benito Juárez y en la zona continental de Isla Mujeres, se determinó un espesor de agua dulce de 25 metros, con mayores salinidades, ya que la concentración de sólidos totales disueltos alcanza de 700 a 1,020 miligramos por litro. En época de estiaje el espesor de agua dulce se reduce y en época de lluvias existe una mayor dilución por lo que la salinidad disminuye. Los espesores de agua dulce son reducidos, por lo que la extracción tiene que ser controlada, para evitar que ésta induzca el ascenso del agua salina y provoque la salinización del agua subterránea.

Para el proyecto, solo se pretende aprovechar agua salada debido a las condiciones del acuífero, que se registraron en el pozo que fue muestreado en el Estudio del perfil estratigráfico y de calidad del agua que se realizó en el sitio.

En relación con el impacto sobre la calidad del agua del acuífero, éste se consideró como negativo, directo, acumulativo, simple, con efecto a largo plazo, reiterativo, reversible, permanente y recuperable.

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, sin embargo, se tomarán las medidas necesarias para evitar que esto ocurra.

Las actividades de operación de la planta desaladora implican el rechazo de aguas con una concentración mayor de sales (salmuera) a una profundidad de 100.0 m, 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.

Las condiciones hidrogeológicas del acuífero propician la contaminación del agua subterránea, ya que por un lado las oquedades del terreno kárstico de alta permeabilidad y por otro lado la ausencia de un medio poroso que sirva de material filtrante y la escasa profundidad del nivel del agua subterránea, facilitan el acceso de los contaminantes al subsuelo y su rápida propagación en el acuífero.

Conforme, al “Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo” publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 4 de septiembre de 2013, en los municipios de Benito Juárez y en la porción continental del Municipio de Isla Mujeres, se encontraron elevadas concentraciones de nitratos en el agua subterránea que indican la contaminación asociada a descargas de aguas residuales, a zonas con carencia de drenaje y a zonas agrícolas. La presencia de coliformes fecales y coliformes totales en distintas captaciones de agua subterránea indican la contaminación bacteriológica del agua subterránea en zonas cercanas a fuentes de contaminación, como descargas de las letrinas y aguas residuales al subsuelo, así como la disposición de abonos al aire libre en las granjas.

De acuerdo con lo anterior, algunas zonas de la zona continental del municipio de Isla Mujeres se encuentran contaminadas, sin embargo, las actividades planteadas no tienen relación con estas actividades y no se han registrado cambios en la calidad del agua por la descarga de salmuera proveniente de la operación de plantas desaladoras.

Por otra parte, las actividades de captación y rechazo, tampoco afectarán las zonas de inundación temporal y permanente que posee el predio, ya que la operación de la planta desaladora se realizará conforme a la normatividad aplicable, siguiendo los lineamientos que establezca la CONAGUA.

- Fauna

Para este factor se determinó un impacto negativo relacionado con los cambios en la abundancia de la fauna, el cual se calificó como despreciable y el segundo como

significativo.

El área del SA definido para el proyecto presenta un estado de conservación que puede considerarse bueno, aún con las perturbaciones naturales y antrópicas que lo han impactado, ya que mantiene fragmentos de vegetación de tamaño considerable que han permitido su conexión y la presencia de la fauna característica; la presencia de personas y tránsito de vehículos es aún limitado, por lo que los niveles de ruido y perturbaciones mecánicas son mínimas y coadyuva al mantenimiento de estas condiciones.

En el predio se encuentra en proceso constructivo el Hotel Atelier Playa Mujeres, para el cual se autorizó una superficie de aprovechamiento de 46,453.85 m^2 que representan el 39.83 % del predio, manteniendo la superficie restante como área de conservación que corresponde a 70,190.03 m^2, que representan el 60.17 % del predio. A la fecha se ha aprovechado la mayor parte de la superficie autorizada, manteniendo las áreas de conservación donde se desarrolla vegetación de matorral costero denso, matorral costero disperso, halófita costera, zonas de inundación permanente con *C. erectus* y *C. jamaicense*, con ejemplares de *Conocarpus erectus* y de inundación temporal.

De acuerdo con la caracterización de fauna realizada en el predio y en el área de influencia del campo de golf, se registraron un total de 65 especies, repartidas en cuatro grupos: aves, mamíferos, anfibios y reptiles. El grupo más abundante fue el de las aves con 49 especies registradas, seguido de los reptiles con 10 especies, mamíferos con 5 especies, y por último los anfibios con 1 especie.

En relación con el impacto sobre los cambios en la abundancia de la fauna se consideró como negativo, directo, simple, con efecto a corto plazo, de aparición irregular, reversible, temporal y recuperable. Este impacto ocurrirá durante las actividades de perforación de los pozos, ya que se prevé que por la generación de ruido la fauna se desplace hacia las áreas con vegetación del predio. Mientras que la instalación de equipos de la planta desaladora se realizará dentro del edificio de servicios, por lo que no se prevé ningún impacto sobre la fauna.

La capacidad de movilidad de las especies ante una perturbación varía de acuerdo a sus características morfológicas y físicas. Algunas especies altamente móviles, como aves y mamíferos, pueden trasladarse relativamente rápido a sitios con mejores condiciones.

Los anfibios y reptiles, por su condición ectotérmica, son más susceptibles a cambios en el entorno que afectan la temperatura, fuerza y dirección del viento y humedad (Mandujano *et al*., 2008). Esto dificulta su permanencia en sitios perturbados, sin embargo, algunas especies principalmente del trópico son tolerantes a estos sitios y han desarrollado respuestas adaptativas para evitar las altas temperaturas del día; cada grupo presenta un rango de tolerancia térmica, adaptación conductual y fisiológica. Esto permite a los anfibios y reptiles habitar en pastizales, en el borde o en el interior de un bosque y en ambientes fragmentados, respondiendo de diversas y complejas maneras a los cambios en el microhábitat (Gómez, 2007).

Para aminorar el impacto sobre las especies registradas u otras que pueden utilizar el predio, se contempla de manera previa a iniciar las actividades, se lleven a cabo actividades de ahuyentamiento para que las especies de fauna presentes en las áreas de aprovechamiento se desplacen hacia las áreas de conservación del predio.

Este impacto está relacionado con la afectación a especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el área de estudio se registraron 9 especies, de las cuales 5 son aves (*Vireo pallens, Amazona albifrons*, *Eupsittula nana*, *Buteo albonotatus* y *Passerina ciris*), 3 son reptiles (*Ctenosaura similis*, *Sceloporus cozumelae* y *Crocodylus acutus*) y 1 un anfibio *(Craugastor yucatanensis)*.

Considerando que en este momento se encuentra en proceso constructivo el Hotel Atelier Playa Mujeres, se podría encontrar en el sitio ejemplares de *Ctenosaura similis* (Iguana), los cuales están adaptados a condiciones de perturbación y se prevé que se desplacen durante las actividades de ayuntamiento de fauna. Mientras que la lagartija *Sceloporus cozumelae* no se prevé registrar en el sitio de aprovechamiento para los pozos, ya que solo se detectó en la zona de halófita costera. En tanto que, *Crocodylus acutus*, solo se registró en uno de los hoyos del campo de golf que colinda con el predio, por lo que no es probable su presencia en el sitio.

Se considera que las aves se desplazan fácilmente ante la presencia humana, por lo que antes de realizar las actividades en el sitio, se realizará su ahuyentamiento para que estas se desplacen hacia las áreas de conservación. Con relación al anfibio registrado de la especie *C. yucatanensis*, solo se tuvo un registro en la zona suroeste de matorral costero.

En caso de registrar algún ejemplar que no se pueda mover se procederá a su rescate y reubicación en las áreas de conservación de acuerdo al Programa de Rescate de Fauna que se anexa a esta MIA-P.

Durante la etapa constructiva de los pozos de aprovechamiento y descarga, se podrían acercar al sitio algunas especies tolerantes a las condiciones de perturbación, en caso de que ocurra, se evitará dañar o maltratar a los ejemplares de fauna y se promoverá su protección.

- 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 portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, los cuales recibirán limpieza y mantenimiento cada tercer día por parte de una empresa que cuente con permiso de la autoridad competente para realizar la colecta y traslado de las aguas residuales a una planta de tratamiento (PTAR).

En la operación del proyecto, se prevé generar envases de plástico, cartón, así como los derivados del consumo de alimentos, los cuales serán acopiados y separados en contenedores. 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 hacia el cárcamo que se conecta con la red de drenaje de la planta de tratamiento del Plan Maestro Playa Mujeres.

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 y recuperable. 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, sin embargo, se considera el uso de sistemas ahorradores de agua y promover entre el personal el ahorro de este recurso.

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 manejarán 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 hidrometereológico, se atenderá lo establecido por Protección Civil y el Municipio de Isla Mujeres.

- 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 significativos.

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. 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.

CAPÍTULO VI
MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 3
1.1 MEDIDAS GENERALES. 3
1.1.1 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales a generarse por la presencia del personal de obra. 3
1.1.2 Concientización ambiental de los trabajadores. 5
1.1.3 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales a generarse por la adquisición, traslado y almacenamiento de materiales de construcción. 5
1.1.4 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales provocados por la generación de residuos sólidos. 6
1.1.5 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales provocados por la generación de residuos peligrosos. 7
1.2. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA CADA ETAPA. 9
1.2.1 Etapa de preparación del sitio. 9
1.2.2 Etapa de construcción. 11
1.2.3 Etapa de operación. 16
2. MONITOREO AMBIENTAl. 18
2.1 PREPARACIÓN DEL SITIO 19
2.2 CONSTRUCCIÓN 19
2.3 OPERACIÓN. 20

1. INTRODUCCIÓN.

El artículo 30 de la Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente establece que… Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados *deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente*.

A partir de las características del proyecto y teniendo en cuenta las condiciones ambientales que se ven involucradas para el desarrollo del mismo, en este capítulo se describirán una serie de medidas, las cuales están orientadas a reducir los impactos ambientales que podrían generarse en cada una de las fases del proyecto, indicando para cada actividad o acción concreta proyectada, el o los factores que serán afectados.

Visto lo anterior, se procede a la descripción de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el proyecto **"Planta desaladora del hotel Atelier Playa Mujeres"**, considerando la etapa preconstructiva, de construcción y operación, partiendo de las medidas generales para, posteriormente describir medidas específicas aplicables a las etapas antes señaladas.

Es oportuno señalar que las medidas de mitigación propuestas en los apartados que a continuación se presentan, fueron diseñadas tomando en consideración las condiciones ambientales del predio, instrumentos de planeación y normas oficiales mexicanas.

1.1 MEDIDAS GENERALES.

Durante el desarrollo del proyecto se llevarán a cabo actividades comunes en más de una etapa del proyecto, como el empleo de la mano de obra, que representa la presencia de personas en el área en la que se pretende instalar la planta desaladora, así como la adquisición y almacenamiento de materiales y la generación de residuos sólidos urbanos derivados del consumo de alimentos y bebidas por parte de los colaboradores, por lo que se incluyen las medidas para regular estas actividades:

1.1.1 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales a generarse por la presencia del personal de obra.

Desde un enfoque económico, la presencia de personal se considera un impacto positivo, toda vez que, durante la etapa de construcción del proyecto, se prevé la contratación de la mano de obra local, mismo que en su mayoría son originarios de los estados de Yucatán, Chiapas y Tabasco, sin embargo, esto también trae consigo la generación de impactos negativos durante las diferentes etapas del proyecto ya

que la mayoría de los colaboradores cuentan con un nivel de educación mínimo, lo cual es un factor potencial en la contribución de una serie de impactos entre los que se encuentran los listados a continuación.

- Residuos sólidos dispersos en la superficie en la que se llevan a cabo las obras, así como en zonas aledañas, lo que causa mal aspecto en el centro de trabajo.
- Fecalismo y micciones en áreas de obra, generando malos olores.
- Afectaciones a la fauna que pudiera encontrarse en las zonas aledañas al predio, por la costumbre de cazar especies comestibles y por la falta de información sobre el manejo de las especies peligrosas y no peligrosas.
- Afectaciones a la flora en zonas colindantes, por falta de información sobre su manejo y por el saqueo de especies de importancia económica, cultural y/u ornamental.

A fin de mitigar estos impactos, la Educación Ambiental y la aplicación de un reglamento interno de trabajo son básicas para atenuar algunos de los impactos ambientales que generará el proyecto. Educar al personal en cuanto al uso correcto de la infraestructura de apoyo (baños de obra y contenedores de residuos), así como el cuidado y respeto de la flora y la fauna que pudiera encontrarse.

Asimismo, el mal manejo de la infraestructura de apoyo antes mencionada, vuelve propenso el establecimiento de fauna nociva como ratas, ratones, moscas y cucarachas, así como la contaminación del manto freático, lo que puede resultar nocivo tanto ambientalmente, como en el ámbito de seguridad e higiene para el mismo personal que labore en la obra, es por lo anterior que se proponen las siguientes medidas a objeto de evitar que esto suceda.

- Concientizar al personal de la importancia de usar adecuadamente la infraestructura de apoyo, lo que se recomienda hacer periódicamente mediante un programa de capacitación, así como pláticas matutinas o briefing, mismas que serán impartidas durante el tiempo que duren las obras.
- Colocar letreros informativos y letreros prohibitivos para promover buenas prácticas ambientales.
- Colocar estratégicamente contenedores para los residuos, a fin de evitar que se depositen de manera inadecuada; dichos recipientes deberán estar debidamente rotulados, preferentemente con gráficos que muestren el tipo de residuo que se colocará en cada uno de ellos y deberán contar con tapa para evitar la dispersión de residuos o bien, la generación de fauna nociva.
- Promover entre el personal el uso de los sanitarios.
- Mantener los baños en buenas condiciones sanitarias para evitar que el personal incurra en la defecación y micción al aire libre.
- Mantener una continua vigilancia sobre las actividades de los trabajadores para supervisar que se esté haciendo uso de la infraestructura de apoyo.

1.1.2 Concientización ambiental de los trabajadores.

Las actividades de concientización ambiental son fundamentales en el desarrollo del proyecto, pues es importante que los trabajadores comprendan los impactos o repercusiones ya sean negativas o positivas que pueden tener sus acciones durante su estancia en el centro de trabajo.

A continuación, se presentan algunas de las acciones que se llevarán a cabo como parte de las actividades de concientización ambiental.

1. Considerando que la expresión gráfica es la forma más adecuada para hacer llegar la información ambiental a todos los involucrados, ya que sin importar su nivel de educación los gráficos son de fácil comprensión, se colocarán letreros informativos, indicativos y restrictivos en sitios estratégicos dentro de la obra, los cuales se manejarán en español y en lengua maya, considerando que muchos de los trabajadores de la zona no hablan bien el español.

2. Los letreros, dependiendo de su tipo, exhibirán anuncios como los siguientes:

    - Indicativos: flechas del sentido de circulación vehicular, velocidad máxima permitida, caminos, límites del predio, ubicación de botes de basura, utilización de sanitarios portátiles, entre otros.
    - Restrictivos: señalarán las actividades no permitidas como la caza, la extracción de especies nativas o encender fogatas. Recordarán el no abandonar desechos sólidos o líquidos en cualquier parte de la obra, especificarán el tipo de basura que se depositará en tal o cual contenedor.
    - Informativos: Señalarán la ubicación de las áreas dentro de la obra (baños, bodegas), etc.

3. Periódicamente se impartirán pláticas durante las etapas del proyecto, con la finalidad de sensibilizar al personal de la importancia de usar la infraestructura de apoyo, realizar la separación de los residuos, etc.

Para que dichas actividades den resultado se recomienda poner la información ambiental al alcance de los trabajadores, considerando su nivel de educación, de modo que sea de fácil comprensión.

1.1.3 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales a generarse por la adquisición, traslado y almacenamiento de materiales de construcción.

- Todos los materiales pétreos (grava, arena, polvo, material de relleno o piedra de la región) que se requieran para la obra serán adquiridos en casas comerciales y/o bancos de materiales autorizados.
- El transporte de los materiales pétreos se realizará en camiones cubiertos con lonas para disminuir en la medida de lo posible la dispersión de partículas de polvo.

- Los agregados (cemento, cal, pegazulejo, etc.) se almacenarán en un área techada y ventilada, y con piso de cemento.
- La promovente presentará copia de los recibos de la adquisición del material en centros autorizados.

1.1.4 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales provocados por la generación de residuos sólidos.

Derivado de las actividades de construcción, entre las que se incluye la perforación de pozos de extracción e inyección e implementación del equipamiento de la planta desaladora, se espera la generación de residuos de tipo especial como materiales ferrosos, residuos de construcción, productos derivados excavación, por citar algunos. Las medidas propuestas son:

Medidas preventivas

1. El material pétreo resultante de las actividades de cortes del suelo podrá ser utilizado para la nivelación de las obras en áreas del proyecto principal que así lo requieran. El excedente será retirado del predio al sitio que la autoridad municipal establece.
2. Se concientizará al personal sobre la importancia de dar un adecuado manejo a los residuos.
3. El consumo de alimentos se llevará a cabo estrictamente en una zona destinada para este propósito, y los residuos generados deberán depositarse en los recipientes destinados para tal fin.
4. Se colocarán suficientes contenedores para el acopio de los residuos, los cuales contarán con tapa y con una bolsa de plástico en su interior para facilitar su traslado al área de acopio temporal, además los contenedores deberán de estar rotulados conforme al tipo de residuo a contener, con el cual se fomentará una cultura de separación de residuos entre el personal.
5. Los desechos de construcción deberán ser retirados del predio al lugar donde la autoridad así lo disponga, lo cual deberá realizarse periódicamente con el fin de evitar la acumulación en grandes cantidades de residuos que puedan generar la proliferación de fauna nociva.
6. Se separarán los desechos de construcción que puedan ser reutilizados y reciclados, tales como madera, alambres, varillas o cartón, entre otros.
7. Se promoverá la separación de residuos, con la finalidad de recuperar aquellos susceptibles de reciclaje tales como aluminio, PET, papel, cartón, metales ferrosos, plásticos.
8. Durante la etapa de construcción se tiene previsto que se generen residuos con características de peligrosos, tales como botes vacíos y estopas impregnadas con pegamentos, solventes, pintura entre otros), los cuales serán acopiados de forma diferenciada y resguardados en un almacén que forma parte del proyecto principal que contará con las medias de seguridad para el almacenamiento seguro de los mismos. Estos residuos se entregarán a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su disposición final.

9. Los residuos orgánicos e inorgánicos que no sean reciclables, serán almacenados en bolsas de plástico, colocados en contenedores, y serán retirados del predio y trasladados al relleno sanitario intermunicipal de Benito Juárez-Isla Mujeres.
10. Al término de cada jornada laboral se realizará un recorrido por el área del proyecto y se recolectarán todos los residuos que pudieran haber quedado fuera de los contenedores.

Medidas de mitigación

1. Los desechos orgánicos e inorgánicos producto de la ingesta de alimentos por parte del personal, deberán ser retirados diariamente del área de trabajo.
2. Los residuos reciclables (envases de vidrio, envases de plástico, latas de aluminio y papel) se separarán y se entregarán ante una empresa autorizada por la SEMAQROO, para la recolección, trasporte y disposición final.
3. El área de trabajo se mantendrá limpia, y quedará prohibido almacenar o tirar escombros y materiales en los predios aledaños.
4. Todos los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que no sean reciclados o reutilizados, se trasladarán al relleno sanitario intermunicipal de Benito Juárez-Isla Mujeres.
5. Se mantendrá limpios los frentes de trabajo, y se colocarán contenedores de residuos en sitios estratégicos y letreros informativos. Esto con la finalidad de mantener limpia esta zona.

1.1.5 Medidas para prevenir y mitigar los impactos potenciales provocados por la generación de residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos que se generarán durante la construcción, son los derivados del empleo de la maquinaria y equipo, así como el uso de solventes, pegamentos, y otras sustancias peligrosas, etc. Para promover un manejo adecuado de éstos se implementarán las siguientes medidas:

Medidas de prevención:

1. Toda la maquinaria que ingrese al predio con el fin de realizar labores o dejar material deberá estar en óptimas condiciones de funcionamiento.
2. Quedará estrictamente prohibido dar mantenimiento o realizar reparaciones a la maquinaria o camiones dentro del predio salvo en casos estrictamente necesarios, para lo cual deberán de tomarse todas las medidas de prevención para evitar la filtración de aceites o residuos directamente al suelo.
3. Las máquinas y equipos deberán de resguardarse en un sitio adecuado al término de la jornada de trabajo.
4. Se habilitará un sitio como parte del proyecto principal para el almacenamiento de aceites, combustibles o sustancias químicas, si es que llegaran a requerirse, el cual contará con las medidas de seguridad necesarias para su óptimo funcionamiento, es decir, estará delimitado, contará con suelo de concreto, con

ventilación, muros de contención o borde perimetral, fosas de retención, canaletas o trincheras, sistemas de extinción y señalización suficiente.
5. Los recipientes donde se almacenen estas sustancias estarán tapados y rotulados, indicando su contenido, y se colocarán verticalmente para evitar derrames accidentales.
6. Los residuos peligrosos generados se colectarán en contenedores libre de fugas y debidamente etiquetados de acuerdo con el tipo de residuos que se almacenen y serán entregados a una empresa autorizada por la SEMARNAT para la recolección, trasporte y disposición final.
7. Se contará con un kit de recuperación (aserrín, arena o algún otro material absorbente) que pueda ser utilizado para la recolección de sustancias en caso de algún derrame accidental.

Medidas de mitigación:

1. En caso de una avería de la maquinaria y equipo, se realizará el acondicionamiento del área en la que se colocará un plástico o una geomembrana para evitar la filtración de contaminante al suelo.
2. En caso de derrames accidentales de aceite o hidrocarburos al suelo, se procederá a contenerlos con “aserrín”, y se retirará el suelo que haya sido afectado para evitar lixiviados hacia el manto freático, cuyos residuos serán dispuestos como residuos peligrosos y se confinarán en el almacén de residuos peligrosos.
3. En caso de detectarse que se está empleando equipo o maquinaria en malas condiciones mecánicas, se ordenará detener sus actividades, será retirada del predio, y se sustituirán por otros en buen estado.
4. Los residuos peligrosos, no podrán ser almacenados por más de 6 meses y deberán entregarse a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su disposición final.

1.2. MEDIDAS ESPECÍFICAS PARA CADA ETAPA.

A continuación, se desglosan los impactos potenciales identificados, así como las medidas de mitigación, prevención y compensación en cada una de las fases del proyecto. En el cuadro siguiente se indican los impactos adversos identificados para cada etapa del proyecto.

Factor	Etapa de Preparación	Etapa de Construcción	Etapa de Operación
Suelo	X	X	
Agua		X	X
Aire		X	X
Vegetación		X	
Fauna	X	X	
Infraestructura y servicios públicos			X
Población		X	X
Salud humana		X	
Economía		X	X
Paisaje		X	

1.2.1 Etapa de preparación del sitio.

La etapa de preparación del sitio del proyecto comprende las actividades de ahuyentamiento de fauna, limpieza y aseo del área en la que se pretende instalar la planta desaladora.

En los siguientes párrafos se describen las medidas que se aplicarán para mitigar los impactos generados por las actividades que corresponden a esta etapa.

Factor	Impactos
Fauna	• Desplazamiento de fauna como parte de las actividades de ahuyentamiento. • Disposición de residuos sólidos retirados de las áreas de desplante.
DESCRIPCIÓN: Al aplicar las medidas de prevención y mitigación en la etapa de preparación, se espera que las especies de fauna presentes se desplacen hacia otros sitios más seguros, y que las especies de lento desplazamiento o de alta fidelidad a su ámbito hogareño, que no pueden desplazarse, no sean afectadas.	
MEDIDAS: • Previo a las labores de preparación se realizará un recorrido con el fin de localizar a los organismos de lento desplazamiento, adicionalmente se generará ruido para ahuyentar a las especies que se encuentren dentro de las áreas a intervenir.	

Factor	Impactos
• Se colocarán anuncios y señales informando sobre la importancia de la fauna, las razones de su protección e incluso las sanciones a las que se harán **acreedores en** caso de que se sorprenda a alguien afectando o aprovechando algunas de las especies de fauna presentes en el sitio. • Se pondrá a disposición de las autoridades a todo trabajador que afecte de manera ilegal a alguna especie. • Quedará prohibida la caza de animales. • No se permitirá la introducción de fauna feral, especialmente gatos y perros. • Reportar a vigilancia la presencia de fauna feral que pudiera estar entrando de los predios aledaños del proyecto, ya que la malla de delimitación tiene un espacio inferior para el paso de la fauna, esto con el fin de retirarlos del predio en coordinación con las autoridades municipales. • Si alguna especie de fauna nativa resulta herida por efecto de las actividades de construcción, recibirá atención médica veterinaria y se dará aviso a la PROFEPA en el caso de ser necesario.	

Factor	Impactos
Aire	• Generación de polvo, ruido y emisiones de contaminantes a la atmósfera derivado las actividades de preparación del sitio.
DESCRIPCIÓN: Durante las actividades de preparación se prevé la generación de polvo, por las actividades de limpieza del área en la que se instalará la planta desaladora, y durante su operación se generará ruido.	
MEDIDAS: • El área destinada a la instalación de la planta desaladora, inicialmente será regada para evitar la dispersión de partículas de polvo derivado de las acciones de aseo y limpieza.	

Factor	Impactos
Topografía y Suelo	• Disposición inadecuada de residuos. • Micción y fecalismo
DESCRIPCIÓN: Cabe la posibilidad de que se pueden generar eventos potenciales de contaminación por residuos sólidos derivados del consumo de los alimentos por parte de los trabajadores, así como el uso inadecuado de los sanitarios portátiles o falta de limpieza de los mismos, lo que puede originar fecalismo y micción en áreas aledañas al área destinada para la instalación de la planta desaladora.	
MEDIDAS: • Para evitar la contaminación del suelo, durante las actividades contempladas, se realizará el manejo adecuado de los residuos que se generen en el predio, además se aplicarán las acciones propuestas en el Programa de Manejo de Residuos.	

Factor	Impactos
• Se instalarán sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 15 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. • Los sanitarios deberán ubicarse en sitios estratégicos para que los trabajadores tengan fácil acceso a los mismos. • Quedará estrictamente prohibido la defecación y micción al aire libre; toda persona que sea sorprendida realizando estas actividades será sancionada. • Se colocarán señalizaciones fomentando el uso de los baños portátiles y manejo adecuado de los residuos.	

Factor	Impactos
Población y Salud humana	• Implicará la posibilidad de un accidente de trabajo.
DESCRIPCIÓN: A pesar de que la preparación del sitio no implica trabajos que puedan categorizarse como de alto riesgo, debido a que la planta desaladora forma parte de un proyecto mayor, el cual está en proceso de construcción, se corre el riesgo de que al realizar las actividades ocurran accidentes que atenten contra la integridad física de los trabajadores; así mismo, el mal manejo de los residuos y la falta de higiene por parte de los trabajadores pueden ocasionarles enfermedades. Además, la ubicación del proyecto corresponde a una zona susceptible de impactos por causa de eventos climáticos, por lo que habrán de tomarse las medidas necesarias a fin de evitar un accidente.	
MEDIDAS: • El personal de obra contará con equipo de seguridad mínimo necesario que permita mantenerlo protegido, dependiendo de la actividad que realice (casco, chaleco y botas lentes, etc.). • Se contará con un paramédico en la obra, con un botiquín de primeros auxilios que contenga lo básico (gasas, vendas, alcohol, mertiolate, algodón, curitas, analgésicos, antidiarreicos, etc), para atender cualquier emergencia que no requiera hospitalización. • Se colocarán señalizaciones y carteles fomentando el uso de los equipos de seguridad. • Se suministrará agua purificada a los obreros. • Se colocarán baños portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, a efecto de evitar fecalismo y micción que puede causar enfermedades gastrointestinales. • En caso de la presencia de algún huracán o tormenta tropical que pudiera poner en riesgo la vida del personal, se retirará al personal por lo menos un día antes de la llegada del fenómeno natural, y se seguirán todas las disposiciones del personal de protección civil.	

1.2.2 Etapa de construcción.

A continuación, se analizan los diferentes impactos potenciales identificados en esta etapa, agrupados según el componente ambiental y el indicador sobre el cual inciden.

Factor	Impactos
Aire	• Generación de ruido, polvo, y emisiones de contaminantes a la atmósfera derivado las actividades de perforación de los pozos de extracción y de inyección.

DESCRIPCIÓN:

Se identifican tres formas principales de acciones que afectan negativamente la atmósfera:

- La generación de ruido, el cual es importante toda vez que la perforación de los pozos implica el uso simultáneo de equipo de bombeo y de maquinaria de rotación y martilleo, lo que en una zona de bajos niveles de ruido se considera una afectación importante.
- La generación de polvos a causa del movimiento de los materiales que son extraídos para formar el pozo, y que al quedar a cielo abierto en las fosas de perforación pueden quedar suspendidos en el aire.
- La emisión de humos producto de la combustión de hidrocarburos por la maquinaria que se utiliza para la perforación.

El primer impacto es el más importante en magnitud, aunque su duración es menor, ya que cesa en cuanto se termina de utilizar la maquinaria de perforación; en tanto que, los últimos dos impactos descritos se consideran limitados en su magnitud y tiempo, sin embargo, los polvos y humos permanecen en el aire aun después de que han terminado los trabajos.

MEDIDAS:

- Las áreas de trabajo serán regadas constantemente para evitar la dispersión de partículas de polvo.
- Se solicitará que el material sea transportado húmedo y en camiones cubiertos con lona, evitando llenar excesivamente los mismos para que no se registre un desborde.
- Se verificará que la maquinaria y equipo antes de ingresar al predio del proyecto se encuentre afinada y en óptimas condiciones mecánicas, para evitar emisiones contaminantes al aire, fuera de los niveles permitidos por las normas correspondientes.
- La maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no se ocupe.
- Se llevará a cabo el mantenimiento continuo de las máquinas y equipos que sea utilizado en la obra en talleres autorizados.

Factor	Impactos
Suelo	• Exposición de material pétreo producto de la perforación. • Disposición inadecuada de residuos sólidos y peligrosos. • Manejo inadecuado de combustibles. • Micción y fecalismo.

Factor	Impactos
DESCRIPCIÓN: En la etapa de construcción de los pozos necesarios para la potabilización de agua salobre se prevé la afectación negativa del suelo en diferentes formas significativas: La exposición de material pétreo producto de la perforación, el cual cubrirá el área correspondiente a las fosas de perforación. La generación de eventos potenciales de contaminación por residuos sólidos derivados del consumo de los alimentos por parte de los trabajadores, y por la disposición inadecuada de residuos peligrosos, así como el uso inadecuado de sanitarios o falta de limpieza de los mismos. El manejo inadecuado de productos combustibles tales como diésel y gasolina, utilizados en la maquinaria pesada, así como el mal funcionamiento de los mismos puede ocasionar la contaminación del suelo y del manto freático.	
MEDIDAS: • Llevar a cabo el manejo adecuado de los residuos que se generen en el predio. • Se instalarán sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 15 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora. • Los sanitarios deberán ubicarse en sitios estratégicos para que los trabajadores tengan fácil acceso a los mismos. • Quedará estrictamente prohibido la defecación y micción al aire libre; toda persona que sea sorprendida realizando estas actividades será sancionada. • Se colocarán señalizaciones fomentando el uso de los baños portátiles y manejo adecuado de los residuos. • Las máquinas y equipos que ingresen al predio deberán de estar en óptimas condiciones de funcionamiento. • Se habilitará un sitio adecuado para el estacionamiento de las máquinas donde se resguarden cuando no estén funcionando. • Se habilitará un sitio para el almacenamiento de aceites, combustibles o sustancias químicas, si es que llegaran a requerirse, el cual contará con las medidas de seguridad necesarias para su óptimo funcionamiento, es decir, con techo y paredes de concreto, con ventilación, muros de contención o borde perimetral, fosas de retención, canaletas o trincheras, sistemas de extinción y señalización suficiente. • Se utilizarán bombas manuales o carros cisternas para el abastecimiento de combustibles a la maquinaria pesada y equipos utilizados en esta etapa. • Quedará estrictamente prohibido la defecación y micción al aire libre; toda persona que sea sorprendida realizando estas actividades será sancionada.	

Factor	Impactos
Hidrología	• Infiltración de materiales contaminantes

DESCRIPCIÓN:

Durante la etapa de construcción de los pozos existe el riesgo latente de que durante las obras de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes de los pozos, éstos permitan la infiltración al acuífero de sustancias contaminantes relacionadas con un manejo inadecuado de los residuos sólidos, líquidos o peligrosos y la generación de lixiviados.

MEDIDAS:

- Se instalarán sanitarios portátiles en proporción de 1 por cada 15 trabajadores, los cuales recibirán limpieza diaria por parte de la empresa arrendadora, o dependiendo de las condiciones de uso.
- Los sanitarios deberán ubicarse en sitios estratégicos para que los trabajadores tengan fácil acceso a los mismos.
- Quedará estrictamente prohibido la defecación y micción al aire libre; toda persona que sea sorprendida realizando estas actividades será sancionada.
- Se colocarán señalizaciones fomentando el uso de los baños portátiles y manejo adecuado de los residuos.
- Las máquinas y equipos que ingresen al predio deberán de estar en óptimas condiciones de funcionamiento.
- Se habilitará un sitio para el almacenamiento de aceites, combustibles o sustancias químicas, si es que llegaran a requerirse, el cual contará con las medidas de seguridad necesarias para su óptimo funcionamiento, es decir, con techo y paredes de concreto, con ventilación, muros de contención o borde perimetral, fosas de retención, canaletas o trincheras, sistemas de extinción y señalización suficiente.
- Se utilizarán bombas manuales o carros cisternas para el abastecimiento de combustibles a la maquinaria pesada y equipos utilizados en esta etapa.

Factor	Impactos
Flora y fauna	• Desplazamiento de la fauna

DESCRIPCIÓN:
En lo que respecta a la fauna, los altos niveles de ruido que se generen durante la perforación de los pozos podrían ahuyentar a ejemplares de fauna de la zona que son sensibles a ese tipo de perturbación, particularmente aves, reduciendo la riqueza de especies y la abundancia de individuos en el sitio específico y en zonas cercanas.

MEDIDAS:

- Realizar las actividades restringidos a las áreas autorizadas para desplante y las áreas de maniobras en las mismas áreas de aprovechamiento del hotel.
- La maquinaria permanecerá apagada durante los lapsos que no se ocupe.
- Los trabajos de obra y por tanto la generación de ruido se llevarán a cabo únicamente en horario diurno.

Factor	Impactos
Paisaje	• Alteración de la calidad del paisaje.

DESCRIPCIÓN:
La presencia del equipo necesario para la construcción de los pozos y las fosas de perforación en las que se verterá el material extraído con los cortes alterará negativamente la calidad del paisaje durante el tiempo que se encuentren en el sitio, reduciendo significativamente su valor escénico. Sin embargo, será temporal.

MEDIDAS:

- Mantener en orden en la medida de lo posible el centro de trabajo a fin de minimizar los impactos negativos en el paisaje.
- Conservar en el centro de trabajo únicamente el equipo y maquinaria requerido para los trabajos de perforación y construcción de pozos.
- La maquinaria y equipo que no se encuentre en uso deberá mantenerse ordenada en un solo sitio.

Factor	Impactos
Población y salud humana	• Implicará la posibilidad de un accidente de trabajo. • Expondrá a las personas a riesgos potenciales para la salud. • Exposición del personal a altos niveles de ruido. • Riesgo de exposición de personas a eventos meteorológicos.

DESCRIPCIÓN:

Se corre el riesgo de que al realizar las actividades ocurran accidentes que atenten contra la integridad física de los trabajadores; así mismo, el mal manejo de los residuos y la falta de higiene por parte de los trabajadores pueden ocasionarles enfermedades. Por otro lado, el personal de obras estará expuesto a los ruidos producidos por la maquinaria que se utilizará durante esta etapa. Durante la operación el personal a cargo de la planta estará expuesto al ruido y a las sustancias que se requieran para su mantenimiento.

MEDIDAS:

- El personal de obra contará con equipo de seguridad mínimo necesario que permita mantenerlo protegido, dependiendo de la actividad que realice (casco, chaleco y botas lentes, tapones para los oídos, etc.).
- Se contará con un paramédico en la obra, con un botiquín de primeros auxilios que contenga lo básico (gasas, vendas, alcohol, mertiolate, algodón, curitas, analgésicos, antidiarreicos, etc), para atender cualquier emergencia que no requiera hospitalización.
- Se contará con radio y con un vehículo en el área del proyecto para que, en caso de ser necesario se traslade algún herido hacia el hospital más cercano y se haga con rapidez.
- Se colocarán señalizaciones y carteles fomentando el uso de los equipos de seguridad.

Factor	Impactos
• Se impartirán pláticas de seguridad e higiene y cuidado de medio ambiente. • Se suministrará agua purificada a los obreros. • Se colocarán baños portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, afecto de evitar fecalismo y micción que puede cuásar enfermedades gastrointestinales. • Se concientizará a los trabajadores sobre la importancia del uso de los sanitarios portátiles. • En caso de la presencia de algún huracán o tormenta tropical que pudiera poner en riesgo la vida del personal, se retirará al personal por lo menos un día antes de la llegada del fenómeno natural, y se seguirán todas las disposiciones del personal de protección civil.	

Factor	Impactos
Economía	• Generación de empleos
DESCRIPCIÓN: Debido a que contribuye a la generación de empleos, se prevé que el proyecto gozará de aceptación en la comunidad, particularmente en los poblados cercanos al mismo.	
MEDIDAS: • A fin de impulsar la economía y generación de empleo local, el personal contratado para la operación de la planta será preferentemente de la zona.	

1.2.3 Etapa de operación.

Esta etapa del proyecto implica la puesta en marcha de la planta desaladora, para lo cual el personal encargado de las áreas de servicio se ocupará del adecuado funcionamiento, mantenimiento preventivo y correctivo de las instalaciones, dispositivos y propiamente del equipo. A continuación, se presentan los impactos potenciales identificados a esta fase, mismos que se encuentran agrupados según el componente ambiental y el indicador sobre el cual inciden.

Factor	Impactos
Aire	• Emisiones a la atmósfera.
DESCRIPCIÓN: El consumo de energía eléctrica de la operación de la planta desaladora, que incluye equipos de bombeo de alta presión, implica una contribución a las emisiones a la atmósfera de las plantas generadoras de energía de la Comisión Federal de Electricidad. Este consumo de energía eléctrica representa el único impacto permanente significativo de la operación de la planta, por contribuir a la emisión de gases de efecto invernadero, principalmente CO_2, que varía según la forma de generación que utilice el proveedor. Los efectos de este impacto ocurrirían en la atmósfera, pero no en el sitio del proyecto.	

Factor	Impactos
MEDIDAS: • El sistema de bombeo de alta presión de la planta desaladora para la realización del proceso de ósmosis inversa cuenta con recuperador de energía ERI-PX, por lo que se obtiene un ahorro de 1.34 kWh/m^3 frente a sistemas convencionales. • La planta recibirá mantenimiento periódicamente a fin de mantenerla en óptimas condiciones y con ello evitar un consumo mayor de energía.	

Factor	Impactos
Hidrología	• Efecto en las condiciones del acuífero • Aumento en el consumo de agua salada pero reducción en el consumo de agua dulce
DESCRIPCIÓN: Durante la operación de la planta desaladora se prevé un efecto negativo mínimo en las condiciones de los acuíferos, toda vez que se pretende extraer 2,500 m^3/día del acuífero y reinyectar la mitad con el doble de salinidad en el acuífero profundo. Dependiendo de la temporada y las variaciones intermareales, esta extracción implicaría favorecer en forma variable el flujo subterráneo de agua de infiltración del continente hacia la costa. Un impacto positivo importante en los acuíferos es que la potabilización de agua salada permite aumentar la oferta de servicios, en este caso turísticos, con las correspondientes consecuencias de empleo e inversión, sin necesidad de aumentar la extracción de agua dulce de los acuíferos que surten a la población, lo que contribuye a prevenir su sobreexplotación.	
MEDIDAS: • Previo a la instalación de pozos se llevarán a cabo los estudios exploratorios correspondientes en los sitios específicos propuestos a fin de corroborar la estatigrafía y calidad del agua apropiada para el funcionamiento de la planta y teniendo en consideración las variaciones intermareales. • La profundidad de los pozos se definirá a partir de análisis hidrogeológicos a fin de reducir al mínimo los impactos derivados de la extracción y reinyección del agua. • La inyección de salmuera al acuífero se llevará a cabo teniendo en cuenta la dirección de los flujos de agua. • Los pozos se construirán de acuerdo a las especificaciones que marca la NOM-003-CNA-1996 para garantizar que no hayan eventos de contaminación ni afectación al acuífero. • Se realizarán los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos del agua, de acuerdo a lo que marque la NOM-004-CNA-1996 y el título de concesión que otorgue la CONAGUA al proyecto.	

Factor	Impactos
• Realizar el monitoreo ambiental del proyecto en apego a las medidas propuestas en el apartado siguiente de este capítulo.	

Factor	Impactos
Infraestructura y servicios en la zona	• Aumento en la demanda de energía eléctrica. • Disponibilidad de agua potable
DESCRIPCIÓN: El suministro de energía eléctrica incrementará con la operación de la planta desaladora, no obstante, éste será suministrado a través de la red interna del complejo Playa Mujeres alimentada por CFE. El principal impacto sobre el equipamiento es positivo, ya que podrá disponerse de agua potable sin necesidad de aumentar la carga para las autoridades encargadas de proporcionar el servicio a la población.	
MEDIDAS: • Se deberá llevar a cabo un Programa de Mantenimiento Preventivo y Correctivo de las instalaciones de la planta. • Se promoverán y establecerán políticas y metas que permitan lograr el ahorro del recurso energético. • Durante la operación del proyecto se contará con el equipo de seguridad necesario para el personal a cargo (guantes, protectores de ruido, señalización de las áreas restringidas, etc.) para prevenir que acontezcan accidentes.	

Factor	Impactos
Economía	• Generación de empleos
DESCRIPCIÓN: Debido a que contribuye a la generación de empleos, se prevé que el proyecto gozará de aceptación en la comunidad, particularmente en los cercanos al mismo.	
MEDIDAS: • A fin de impulsar la economía y generación de empleo local, el personal contratado para la operación de la planta será preferentemente de la zona.	

2. MONITOREO AMBIENTAL.

Como ya se ha mencionado, durante la preparación del sitio, construcción y operación de la planta desaladora se implementarán medidas que permitan reducir los posibles impactos ambientales en diversos sectores, tales como, el atmosférico, hidrológico y económico. Asimismo, se llevarán a cabo una serie de actividades y procesos los cuales permitirán monitorear el estado de la planta, los pozos e impactos ambientales que se generen durante su construcción y puesta en marcha, los cuales se describen a continuación.

2.1 PREPARACIÓN DEL SITIO.

Como parte de las estrategias que servirán para llevar a cabo el monitoreo ambiental durante esta etapa, se incluyen las listadas a continuación:

- Se establecerá un encargado de obra el cual deberá verificar que los residuos generados del aseo y limpieza del área destinada a la instalación de la planta desaladora se dispongan correctamente. Para ello, deberá remitirse al programa de manejo de residuos correspondiente al presente proyecto (anexo técnico 2).
- Se llevarán a cabo recorridos en los que se verifique que no exista fauna en el centro de trabajo, de ser así, habrá de apegarse a las estrategias establecidas en el programa de rescate y reubicación selectiva de fauna (anexo técnico 3).

2.2 CONSTRUCCIÓN.

Acciones para la prevención de la contaminación del acuífero

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996, la cual establece los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos, durante la etapa de construcción de pozos se verificará que se lleven a cabo como mínimo las siguientes acciones:

- Desinfección de la herramienta en la etapa de perforación del pozo:
  La herramienta y la tubería de perforación se deben desinfectar antes de iniciar los trabajos de perforación. Previo a la desinfección, es necesario remover las grasas, aceites y otras substancias adheridas a las herramientas.

- Preparación y disposición adecuada de los fluidos de perforación:
  En la perforación de pozos con fluidos, cuya base principal sea el agua y la bentonita, éstos no deben contener ninguna substancia que degrade las características químicas del agua subterránea.

- Disposición de los residuos:
  Concluidos los trabajos de construcción del pozo, el perforista retirará los residuos de lodo y materiales de construcción del área de trabajo, de acuerdo a la reglamentación federal o estatal.

Formatos de control

Durante la construcción de pozos se llevará a cabo una bitácora en la que se anote los materiales utilizados, así como las características de la maquinaria de acuerdo con la siguiente relación:

- Suministro de agua en metros cúbicos

- Suministro de tuberías de ademe y contra ademe en metros.
- Suministro de bentonita en toneladas
- Suministro de grava lavada, redondeada y cribada en metros cúbicos.
- Suministro de dispersor de arcillas.
- Suministro de aditivos químicos en kg (enlistando los productos utilizados).
- Caudal y presión inyectada por la bomba de lodos
- Características principales de la máquina perforadora.
- Número de golpes por minuto.

Esto permitirá conocer el equipo, la cantidad y productos empleados durante la construcción de los pozos, a fin de llevar un control en caso de un incidente que pudiera generar un impacto o perturbación ambiental no prevista.

2.3 OPERACIÓN.

Mantenimiento de pozos para extracción de agua

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.

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.

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.

Monitoreo de calidad del agua

De acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-004-CNA-1996, la cual 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, se deberán tomar muestras simples cada tres años en los pozos de extracción, 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.

Asimismo, deberán tomarse muestras simples cada tres años del agua de rechazo, la cual será conducida a través de un pozo hasta el manto freático. Cabe resaltar que la concentración de sal esperada en el efluente será ligeramente mayor al doble de concentración inicial.

Vigilancia estructural y funcional

La vigilancia estructural del pozo de rechazo consiste en verificar la posible existencia de fugas, así como el estado en el que se encuentra, a fin de garantizar que la salmuera tenga una adecuada disposición, toda vez que sea inyectada a la profundidad correspondiente, para ello se realizará videograbación del interior del pozo en imagen a color y toma lateral.

CAPÍTULO VII
PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN. 3
2. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL. 3
2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL. 7
2.2. PREDIO DE INTERÉS. 8
3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA. 9
4. IMPACTOS POTENCIALES. 10
5. IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS CRÍTICOS PARA LA REALIZACIÓN DE LOS PRONÓSTICOS 12
6. DESCRIPCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS. 12
6.1. ESCENARIO ACTUAL, CON PROYECTO SIN MEDIDAS Y CON PROYECTO CON MEDIDAS 13
7. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL. 23
8. CONCLUSIONES. 24

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. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.

El SA definido para el proyecto **"Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres"**, se determinó con base en distribución actual de los usos de suelo, y de las perturbaciones naturales y antropogénicos de la zona, así como la continuidad de los ecosistemas terrestres, los cuales pueden verse interrumpidos por barreras físicas o naturales. Con ello se definió que el Sistema Ambiental considerado para este proyecto se ajustaría a los límites de la Zona 3: Playa mujeres, establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuchuch en el Municipio de Isla Mujeres.

- Al norte, límite con el polígono de la Zona 4: COSTA MUJERES establecido por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuchuch en el Municipio de Isla Mujeres.
- Al sur, Límite con el polígono de la Zona 2: PUNTA SAM establecido por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuchuch en el Municipio de Isla Mujeres.
- Al oeste, Límites establecidos por el Área natural protegida de carácter estatal denominada Sistema Lagunar Chacmuchuch. Este límite se definió en función del recurso que utilizará el proyecto que corresponde al agua continental que fluye hacia el mar, el cual será aprovechado en los pozos de captación.
- Al este, Zona Federal Marítimo Terrestre y Mar Caribe.

El sistema ambiental definido para el proyecto tiene una superficie de 3, 927,793.30 m^2 (392.77 ha) abarcando parte de la zona terrestre de la Zona Continental de Isla Mujeres.

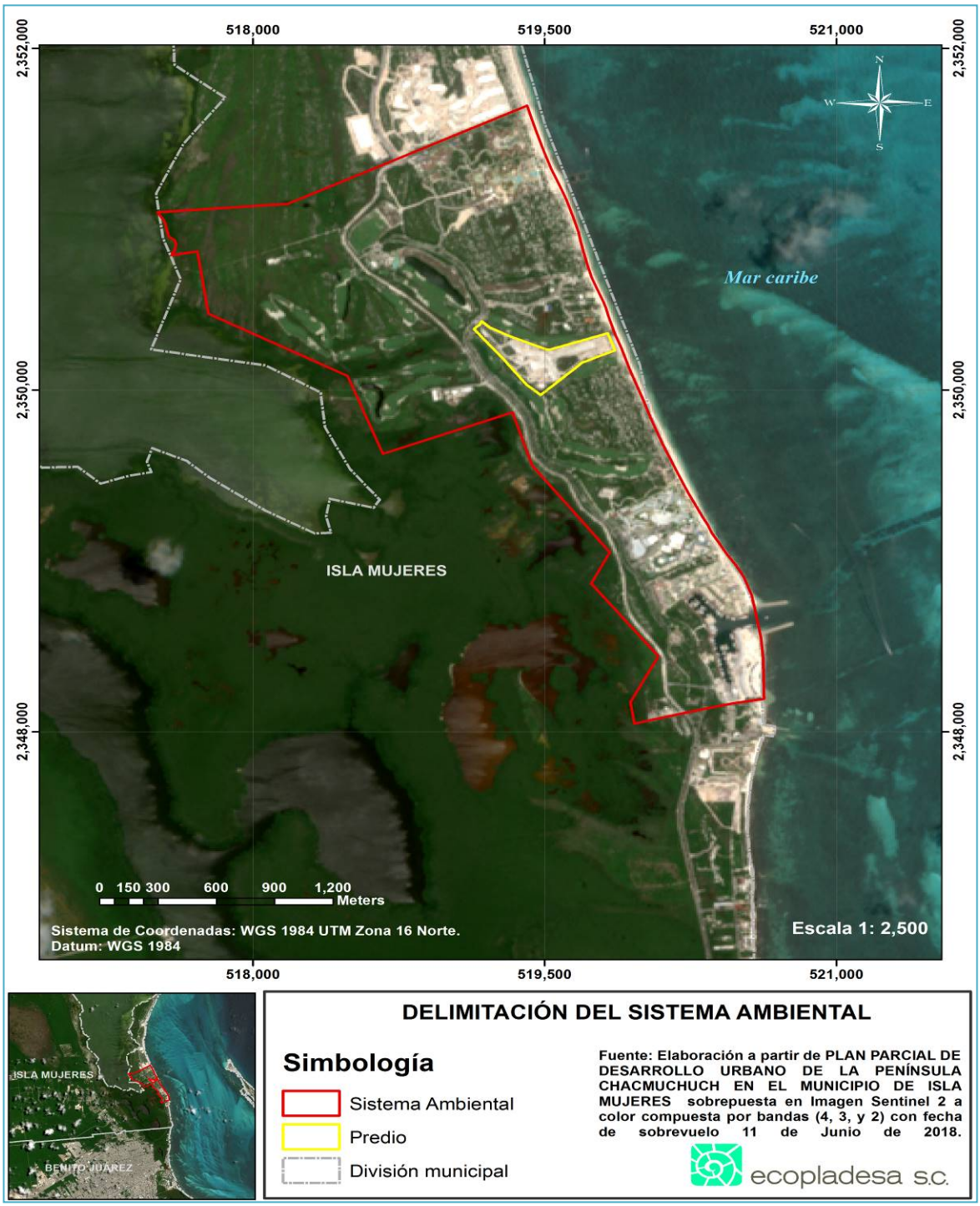


Figura 1. Sistema ambiental definido para el proyecto Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres en función del predio donde se ubica.

A partir de la fotointerpretación elaborada para el sistema ambiental a partir de una Imagen Sentinel 2 obtenida en la plataforma de LAND VIEWER con fecha de sobre vuelo 11 de Junio de 2018, se observa que la vegetación matoral costero e infraestructura como superficies con mayor porcentaje de ocupación como se muestra en la siguiente Figura.

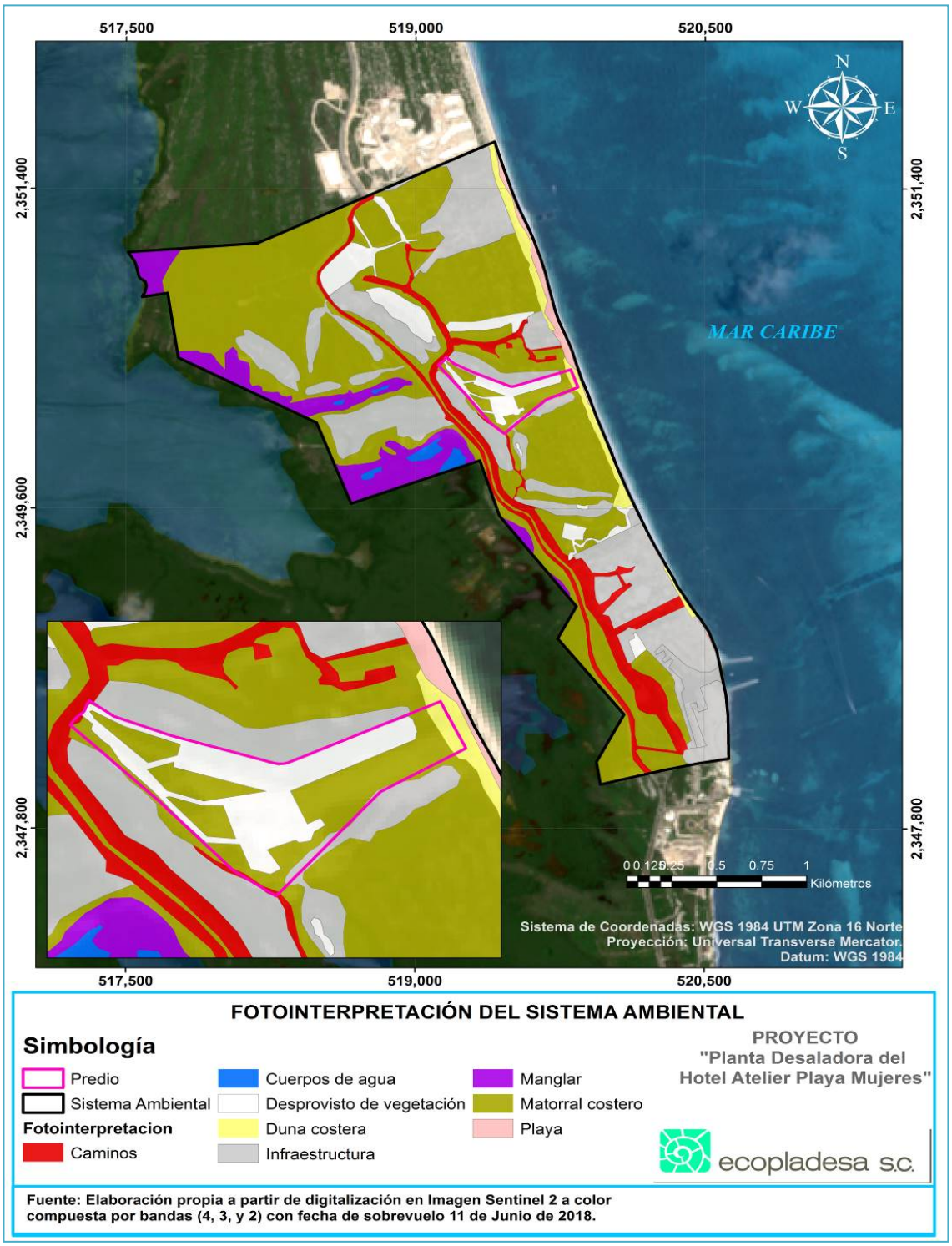


Figura 2. Fotointerpretación en el sistema ambiental elaborada a partir de Imagen Sentinel 2.

A partir de lo anterior, se obtuvieron valores para determinar las superficies de las unidades ambientales que integran el SA como se muestra en el siguiente Cuadro, siendo la unidad de matorral costero la de mayor superficie con poco más de 47.84% del SA, seguida por

infraestructura con el 27.4%, caminos con 8.44%, vegetación de manglar con 6.79%, áreas desprovistas de vegetación y en menor proporción se encuentran la duna costera, la playa y los cuerpos de aguas con 2.10%, 1.23% y 0.72% respectivamente.

Cuadro 1**.** Superficie ocupada por cada comunidad vegetal dentro del SA.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	**SUPERFICIE**		**%**
	M^2	**HA**	
Duna costera	82,422.44	8.24	2.10
Matorral costero	1,879,173.46	187.91	47.84
Manglar	266,701.63	26.67	6.79
Otros usos			
Cuerpos de agua	28,029.35	2.81	0.72
Playa	48,180.06	4.82	1.23
Infraestructura	1,076,004.48	107.60	27.40
Desprovisto de vegetación	215,876.73	21.58	5.49
Caminos	331,405.15	33.14	8.44
Total	**3,927,793.30**	**392.77**	**100.00**

2.1. CONDICIONES AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL.

El área del SA definido para el proyecto presenta un estado de conservación que puede considerarse de grado medio, ya que si bien la vegetación presenta buenas condiciones de conservación, los procesos de desarrollo que se están dando en el sistema condicionan que la fauna se encuentre desplazándose hacia sitios más seguros en tanto se concluyen dichas actividades. La presencia de personas y tránsito de vehículos en la actualidad es activo en función de los desarrollos que se están dando en el área generando ciertos niveles de ruido y perturbaciones mecánicas en el área. De igual forma el mantenimiento de las dunas embrionarias y primer cordón de duna ha contribuido a que las playas de esta zona sean extensas y no se observen procesos erosivos fuera de lo natural. De tal forma que los ecosistemas presentes mantienen sus funciones ecológicas y ofrecen los servicios ambientales propios de cada uno.

La vegetación de las áreas de conservación del predio presenta buenas condiciones de conservación, sin embargo, actualmente están bajo presión por la construcción de las obras del hotel Atelier. El grupo que parece resentir más la fragmentación y obras en proceso es el de la fauna, que aun cuando está presente su presencia es escasa.

Cabe señalar que los desarrollos turísticos presentes en el sistema están aumentando y parecen estarse desarrollado de acuerdo a la normatividad del Plan Maestro Playa Mujeres e instrumentos normativos aplicables, de tal forma que mantienen dentro de su diseño áreas de conservación las cuales están conectadas con las del campo de golf, para formar pequeños corredores biológicos que permitan la continuidad de los procesos biológicos de la flora y fauna.

En esta zona del municipio de Isla Mujeres, la topografía y tipos de suelo, condicionan la presencia de bajos topográficos susceptibles de inundación por la precipitación pluvial, lo cual se observa en diferentes puntos del sistema ambiental, dando heterogeneidad a los ambientes, y ofreciendo diferentes recursos para la fauna de la zona. Asimismo, es en algunos de estos microambientes donde se ha logrado establecer la especie de mangle *Conocarpus erectus*, la cual soporta menores niveles de inundación, menor salinidad del agua y presenta un crecimiento combinado con especies de duna cosera. De ahí que es de particular relevancia la presencia de estos bajos y su diagnóstico ambiental en cada caso particular para su conservación.

En el sistema ambiental se registra la presencia de la especie exótica invasora *Casuarina equisetifolia y Dactyloctenium aegyptium*, la cual se introdujo por la zona costera del estado desde tiempo atrás y se ha establecido en varias zonas con diferentes grados de fuerza. En el sistema ambiental es susceptible ver este establecimiento en diferentes puntos, estando el predio del proyecto dentro de ellos. Sin embargo, la presencia de esta especie dentro del lote es escasa por lo que con las medidas adecuadas será fácilmente erradicada.

2.2. PREDIO DE INTERÉS.

En el área de estudio donde se encuentra en construcción el Hotel Atelier Playa Mujeres, se desarrollan dos ecosistemas vegetales, uno es la vegetación de duna costera y la segunda es la vegetación asociada a suelos inundables. En la vegetación de duna costera se encuentran dos asociaciones vegetales que son la franja de vegetación pionera (también llamada halófita costera o halófita rastrera) y el matorral costero que ocupa la mayor proporción de la superficie. Dentro de esta última también se distinguen dos asociaciones que son el matorral costero disperso y el matorral costero denso.

De la superficie total del predio, la infraestructura y caminos es la que ocupa la mayor parte con 39.83%, después le sigue el matorral costero denso con 24.47%, el matorral costero disperso con 21.79%, las áreas desprovistas de vegetación con 7.17%, y en menor proporción la vegetación halófita costera, inundable temporal, la alcantarilla y la torre.

En el siguiente cuadro se desglosan las cantidades de superficies de vegetación y uso de suelo en el predio.

Cuadro 2**.** Superficie de vegetación y uso de suelo en el predio.

Tipo de vegetación	Superficie		Porcentaje %
	m^2	ha	
VEGETACIÓN NATURAL			
Halófita costera	1,618.81	0.16	1.39
Matorral costero denso	28,537.70	2.85	24.47
Matorral costero disperso	25,414.11	2.54	21.79
Inundación permanente(*C. erectus/ C. jamaicense*)	3,825.77	0.38	3.28
Conocarpus erectus	177.05	0.02	0.15
Inundable temporal	2,225.60	0.22	1.91
OTROS			
Infraestructura y caminos	46,453.85	4.65	39.83
Alcantarilla	11.19	0.00	0.01
Torre	16.00	0.00	0.01
Desprovisto de vegetación*	8,364.60	0.84	7.17
TOTAL	116,644.68	11.66	100.00

*Esta superficie está autorizada al proyecto para efectuar acciones de reforestación al concluir la etapa de construcción.

En la siguiente Figura se muestra la caracterización obtenida en el predio, en el que se puede observar que en la parte central se ubica la infraestructura que corresponde al Hotel Atelier Playa Mujeres.

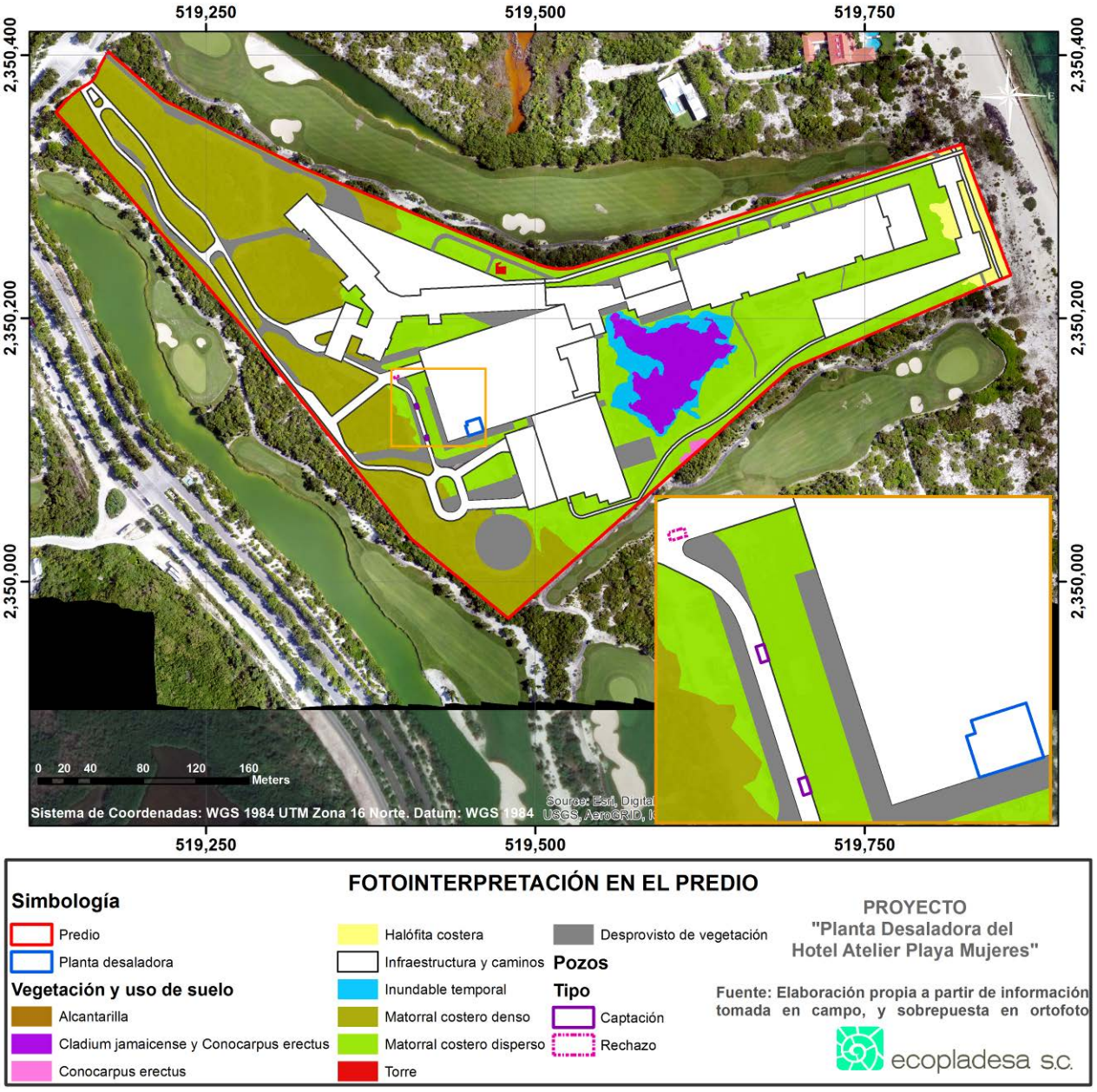


Figura 3. Mapa de vegetación y uso de suelo reportado en el predio del proyecto Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres.

3. PLANEACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA.

Para la planeación y diseño del proyecto de la “Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres”, fue necesario el apoyo de un equipo multidisciplinario (biólogos, ingenieros y arquitectos), para determinar el área de instalación dentro de las superficies de aprovechamiento ya autorizadas para el hotel.

De esta manera, y bajo los lineamientos establecidos por el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmuchuch y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres el proyecto consideró que:

- ✓ La planta desaladora ocupará una superficie de 120.23 m^2 y quedará dentro del edificio de servicios del hotel. Los dos pozos de captación y el de rechazo quedarán ubicados sobre las vialidades existentes, cada uno contará con una superficie de 4.5 m^2, sumando en total 13.5m^2 de superficie destinada a pozos. Las líneas de conducción de agua salada también se desplantarán en áreas que ya están autorizadas para las vialidades del hotel. De acuerdo con lo anterior, no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales.

- ✓ La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para extraer 2,500m^3/día, que equivale a 28.94 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 2,461.25 m^3/día de agua salada, que equivale a 28.49 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Derivado del proceso de ósmosis inversa se producirán 1,000 m^3/día y para el proyecto se requieren de 984.50 m^3/día. Se contará con dos pozos de captación con capacidad para extraer 18 lps y un pozo de descarga con capacidad para rechazar un volumen de 22 lps.

Asimismo, durante la planeación del proyecto y en apego al POEL del Municipio de Isla Mujeres (2008), se presentan junto con la MIA-P los programas requeridos con estrategias enfocadas a la conservación de diversos recursos, entre ellos destacan:

1. Programa de Rescate y Reubicación Selectiva de fauna.
2. Programa de Monitoreo de Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3. Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.

4. IMPACTOS POTENCIALES.

En la Matriz de Evaluación de Impactos y de Jerarquización, se analizaron los indicadores de cambio de un total de 8 factores ambientales, los cuales se describieron previamente, así mismo se identificaron 12 posibles impactos potenciales que pueden generarse durante las etapas de preparación del sitio, construcción y operación del proyecto “Planta Desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres”.

Impactos durante la etapa de preparación del sitio.

En la etapa de preparación del sitio se presentaron impactos que derivan por las actividades de limpieza del sitio y la presencia de personal.

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

Los principales impactos negativos que se generarán en esta etapa, están relacionados con las actividades de 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, así como por la presencia de empleados.

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 35 m para el pozo de aprovechamiento y de 100 m para el pozo de descarga. 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, lo cual puede causar el desplazamiento de la fauna.

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

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, que se conectará a la planta de tratamiento del Plan Maestro de Playa Mujeres.

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)
Estado de Conservación de los Ecosistemas	El área del SA definido para el proyecto presenta un estado de conservación que puede considerarse de grado medio, ya que si bien la vegetación presenta buenas condiciones de conservación, los procesos de desarrollo que se están dando en el sistema condicionan que la fauna se encuentre desplazándose hacia sitios más seguros en tanto se concluyen dichas actividades. La presencia de personas y tránsito de vehículos en la actualidad es activo en función de los desarrollos que se están dando en el área generando ciertos niveles de ruido y perturbaciones mecánicas en el área. De igual forma el mantenimiento de las dunas embrionarias y primer cordón de duna ha contribuido a que las playas de esta zona sean extensas y no se observen procesos erosivos fuera de lo natural. De tal forma que los ecosistemas presentes mantienen sus funciones ecológicas y ofrecen los servicios ambientales propios de cada uno. La vegetación de las áreas de conservación del predio presenta buenas condiciones de conservación, sin embargo, actualmente están bajo presión por la construcción de las obras del hotel Atelier. El grupo que parece resentir más la fragmentación y obras en proceso es el de la fauna, que aún cuando está presente su presencia es escasa. Cabe señalar que los desarrollos turísticos presentes en el sistema están aumentando y parecen estarse desarrollado de acuerdo a la normatividad del Plan Maestro Playa Mujeres e instrumentos normativos aplicables, de tal forma que mantienen dentro de su diseño áreas de conservación las cuales están conectadas con las del campo de golf, para formar pequeños corredores biológicos que permitan la continuidad de los procesos biológicos de la flora y fauna. .	El diseño del proyecto se realizaría sin considerar los criterios ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres y lo establecido en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmuchuch, por lo que se afectarían áreas con vegetación. El proyecto, la realizar actividades de desmonte, afectaría a especies de flora incluidas en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. La construcción de las obras se realizaría sin tomar las medidas de precaución necesarias para evitar afectaciones a la flora y la fauna. La construcción de los pozos se realizará sin tomar las medidas necesarias para evitar la infiltración de sustancias contaminantes en el área perforada, causando afectaciones en la calidad del agua del acuífero. Se generarían residuos sólidos y derivados de la construcción de los pozos, que al no darles un manejo adecuado pueden contaminar el suelo y el agua. En caso de derrame accidental de sustancias peligrosas, estas se infiltrarían al suelo y al agua causando contaminación. Se realizaría fecalismo al aire libre, causando posible contaminación al suelo y al agua. Durante la operación de la planta desaladora, se extraerían mayores volúmenes de agua salada, lo cual repercutiría en la disponibilidad de agua del acuífero. Las actividades de extracción y rechazo de salmuera se realizarían a profundidades inadecuadas lo cual podría afectar la lente de agua dulce y provocar la intrusión salina. Las actividades de extracción y descarga provocarían cambios en la salinidad del agua, lo que podría afectar las zonas inundables con vegetación de mangle botoncillo.	El proyecto consiste en el desarrollo de una planta desaladora nueva integrada al complejo turístico “Hotel Atelier Playa Mujeres”. El sistema de potabilización de agua salada constituye una obra complementaria del Hotel y servirá para abastecer 593 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios La planta desaladora ocupará una superficie de 120.23 m^2 y quedará dentro del edificio de servicios del hotel. Los dos pozos de captación y el de rechazo quedarán ubicados sobre las vialidades existentes, cada uno contará con una superficie de 4.5 m^2, sumando en total 13.5m^2 de superficie destinada a pozos. Las líneas de conducción de agua salada también se desplantarán en áreas que ya están autorizadas para las vialidades del hotel. De acuerdo con lo anterior, no se requiere desmontar áreas con vegetación natural ni ocupar superficies adicionales. Debido a que no se considera el aprovechamiento de áreas con vegetación, no se contemplan acciones de rescate de flora. Las actividades de construcción de los pozos se realizarán sobre las vialidades en construcción, por lo que de manera previa a llevaras a cabo se realizará el ahuyentamiento de la fauna que se registre en el sitio, y en su caso el rescate y reubicación en las áreas de conservación de acuerdo con el Programa de Rescate Selectivo de Fauna que se anexa a esta MIA-P. Las actividades de construcción de los pozos se realizarán de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996. 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. Para las actividades de construcción de los pozos, extracción de agua subterránea y la descarga de las aguas de rechazo se solicitarán las autorizaciones respectivas ante la CONAGUA. Se respetarán los volúmenes de extracción y descarga que queden establecidos en el título de concesión respectivo y se realizarán los análisis de calidad de agua que solicite la CONAGUA.

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)
			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 Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos, que se anexa a esta MIA-P.
Fauna	De acuerdo con la caracterización de fauna realizada en el predio, se registraron un total de 65 especies, repartidas en cuatro grupos: aves, mamíferos, anfibios y reptiles. El grupo más abundante fue el de las aves con 49 especies registradas, seguido de los reptiles con 10 especies, mamíferos con 5 especies, y por último los anfibios con 1 especie. En el área de estudio se registraron 9 especies especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 5 son aves (*Vireo pallens, Amazona albifrons*, *Eupsittula nana*, *Buteo albonotatus* y *Passerina ciris*), 3 son reptiles (*Ctenosaura similis*, *Sceloporus cozumelae* y *Crocodylus acutus*) y 1 un anfibio *(Craugastor yucatanensis)*.	Al desarrollar las actividades sin medidas de mitigación, se afectarían zonas con vegetación, disminuyendo la abundancia de especies protegidas. La presencia del personal podría causar daños a la fauna, ya sea por la captura ilegal o por causar la muerte de algunas especies al invadir las áreas de conservación. Se realizaría la disposición inadecuada de residuos, lo que a su vez provocará la proliferación de fauna nociva. El uso de maquinaria para la construcción de los pozos y el ruido excesivo de ésta provocarían que la fauna silvestre se desplace a otros sitios. Se realizaría la disposición inadecuada de residuos, lo que a su vez provocará la proliferación de fauna nociva. Al no realizar el rescate de fauna se corre el riesgo de dañar a individuos de especies de lento desplazamiento, y enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, que pudieran encontrarse en el sitio. Existiría un mayor deterioro de los hábitats utilizados por la fauna.	Previo a las actividades de construcción de los pozos, se realizará la verificación de que no haya fauna de ningún tipo en los sitios de aprovechamiento. Dado que ciertas especies de fauna son tolerantes a la presencia humana, en caso de registrarla se ahuyentará y esta se moverá hacia otras áreas con vegetación. En caso de registrar especies de lento desplazamiento o que no puedan moverse se realizará su rescate y reubicación en las áreas de conservación. Se vigilará que los trabajadores no realicen acciones de caza, captura o maltrato a la fauna. Se colocarán letreros informativos sobre la importancia de la fauna local, lo que permitirá su conservación y protección. Se llevarán a cabo acciones de monitoreo de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 durante la construcción y operación del proyecto conforme al Programa de Monitoreo de Especies Enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Área donde se instalará la planta desaladora



Iguana negra rayada (*Ctenosaura similis*)



Vireo manglero (*Vireo pallens*).



Vialidad en la cual se construirán los pozos



Merech (*S. chrysostictus*) y Perico pecho sucio (*Eupsittula nana*)
Fauna observada

Sin medidas de mitigación, el proyecto no realizará el ahuyentamiento de fauna, y en su caso el rescate de fauna que se detecte en las áreas de aprovechamiento.

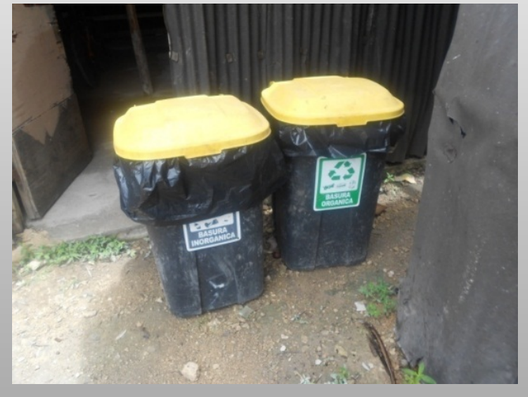
Con medidas. Se realizarán actividades de ahuyentamiento en las áreas de aprovechamiento de los pozos, y en caso necesario, el rescate de la fauna de lento desplazamiento.













Sin medidas de mitigación, se realizará un manejo inadecuado de los residuos en el proyecto ocasionando su dispersión en el predio, realizando actividades de fecalismo al aire libre, los cual podría posible contaminación al suelo, al agua y a la zona marina.

Con medidas, se realizará el manejo de los residuos sólidos, líquidos y peligrosos que se generen derivado de las actividades del proyecto.

Sin medidas. Se afectarían las áreas destinadas a conservación.

Con medidas, Se respetarán las áreas de conservación del proyecto durante el uso de la maquinaria en las actividades de perforación de los pozos, las cuales se encuentran delimitadas con malla.

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)
Aire	El municipio de Isla Mujeres a la fecha no presenta problemas de contaminación del aire por hidrocarburos, ya que no hay abundantes fuentes que generen este tipo de gases. Así mismo, los hidrocarburos generados por el tránsito vehicular se dispersan con el viento. En el sistema ambiental hay varias fuentes de ruido, tales como el tránsito de vehículos en la carretera hacia Punta Sam, el que generan los hoteles, desarrollos residenciales, así como el que generan las personas que se mueven en la zona.	Se afectaría la calidad del aire por el uso de maquinaria en malas condiciones lo que repercutiría en la fauna y salud humana, principalmente. No se respetarían horarios de trabajo, por lo que el ruido perturbaría a las diferentes especies de fauna registradas en el lugar. Las partículas de polvo se dispersarían hacia las áreas con vegetación, lo que puede afectar en el proceso de fotosíntesis.	Se prevé que con la aplicación de 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 vegetación, fauna y salud humana. Se mantendrá la malla alrededor de las áreas de conservación, para evitar que el polvo se disperse hacia la vegetación. Se espera que al establecer un horario de trabajo diurno (07:00 a 17:00 horas), para que se disminuya el impacto del ruido sobre la fauna. Con las medidas propuestas se espera que la fauna tolerante a ciertos grados de presencia humana regrese al sitio. Durante la operación del proyecto, los equipos de la planta desaladora recibirán un mantenimiento adecuado para reducir los niveles de ruido.
Suelo	Según la UQROO (2005) en el área de estudio, el tipo de suelo que se presenta se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (RGc). Los Regosoles se encuentran junto o muy cerca de las costas del estado; la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50 cm superficiales, ni propiedades sálicas. La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es Regosol calcárico (Rc), los cuales son calcáreos de por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie. De acuerdo con el estudio de perfil estratigráfico y de	Se dejarían un mayor tiempo expuestas las perforaciones para los pozos, incrementando la exposición del suelo a la erosión. Las actividades de construcción de los pozos de captación e inyección se realizarían sin tomar las medidas necesarias para evitar infiltración de sustancias y materiales en el área de perforación, lo cual podría provocar cambios en las características de las capas inferiores del suelo y en la calidad de agua subterránea. Se realizaría la disposición inadecuada de los residuos sólidos, de manejo especial y peligrosos, lo que podría ocasionar la contaminación del suelo y del agua subterránea. Se realizaría el vertimiento de sustancias peligrosas, ocasionando cambios en las características químicas del suelo y su contaminación. Se llevarían a cabo actividades de fecalismo al aire libre, lo que podría ocasionar la contaminación del suelo y del agua subterránea.	Se delimitarán las zonas de construcción de los pozos. Con las actividades de perforación, podría quedar el suelo expuesto a la erosión, sin embargo, se realizará la instalación hidráulica y los ademes del pozo de manera inmediata, evitando con ellos los efectos sobre el suelo. Las líneas de conducción de los pozos a la planta desaladora se realizarán en la plataforma de desplante, por lo que no se llegarán a las capas inferiores del suelo. Las tuberías que queden dentro del edificio quedarán en el área de sótano ya autorizado para el hotel. Se realizará el manejo adecuado de las sustancias peligrosas, para evitar derrames al suelo. Durante la construcción del proyecto se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, por lo que se realizará un manejo adecuado de las aguas residuales. Para evitar la contaminación del suelo por el mal manejo de residuos se aplicarán las medidas propuestas en el Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos que se anexa a esta MIA-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)
	calidad del agua, en el corte litológico del pozo de 40.0m de profundidad, se registró arena calcárea y calcarenita compacta a semicompacta en los primeros 7.0 m de profundidad, después se registró una capa de caliza de los 7 a los 21.0 m, posteriormente se registraron cavernas entre los 21.0 y 26.0 m y finalmente, una capa de caliza compacta cristalina que abarca de los 26.0 m a los 40.0 m de profundidad. Conforme a lo anterior, estratigráficamente se tiene que el subsuelo presenta roca caliza muy fracturada en todo el pozo.		
Hidrología	De acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, en el SA del proyecto converge una unidad geohidrológica, cuyas características físicas se describen a continuación: Material no consolidado con posibilidades bajas: Se encuentra distribuida 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. De acuerdo con el estudio de perfil estratigráfico y de calidad del agua, se registraron los valores de algunos parámetros en el pozo de muestreo. En la columna de agua del pozo se registró un pH con rangos de 7.68 a 7.82, una conductividad eléctrica con valores entre los 37.00 y 44.50 mS/m, una dureza total de 710.60 y 780.70 mg/l, cloruros con valores de 1,935.57 y 2,416.98 mg/l, sólidos disueltos totales entre 22,570.00 y 26,255.00 mg/l y ácido sulfhídrico con valores de 2 a 5 mg/l. De acuerdo con este estudio se determinó lo siguiente: • Los valores de conductividad eléctrica, cloruros y sólidos disueltos totales, son indicativos de presencia clara de agua marina. • En toda la columna de agua se aprecia claramente la intrusión salina. • En la columna se registró ácido sulfhídrico, por la presencia de vegetación de manglar. Este manglar atribuible al existente en el sistema lagunar Chacmuchuch. • Para la potabilización del agua para uso del proyecto se recomienda en uso de un equipo de	Se realizará la disposición inadecuada de sólidos, residuos líquidos y peligrosos y lixiviados de los mismos, lo cual podría provocar contaminación al suelo y agua subterránea. La contaminación también se podría dar por el derrame de aguas residuales. 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. Durante las actividades de captación o extracción, se podría afectar la disponibilidad del agua del acuífero, al extraer mayores volúmenes de agua. 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. Las actividades de captación y rechazo de manera inadecuada podrían afectar las zonas de inundación temporal y permanente que posee el predio.	La planta desaladora que se propone tendrá una capacidad para extraer 2,500m^3/día, que equivale a 28.94 lps, mientras que para el proyecto se requiere de un volumen de 2,461.25 m^3/día de agua salada, que equivale a 28.49 lps, por lo que tendrá la capacidad necesaria para abastecer al proyecto. Derivado del proceso de ósmosis inversa se producirán 1,000 m^3/día de agua potable y para el proyecto se requieren de 984.50 m^3 /día de agua potable. Se contará con dos pozos de captación con capacidad para extraer 18 lps y un pozo de descarga con capacidad para rechazar un volumen de 22 lps. Durante las actividades de perforación y antes de que se hayan colocado los ademes de los pozos, se tomarán las medidas necesarias para evitar la infiltración de sustancias o materiales al interior de los pozos. Para el proyecto, solo se pretende utilizar los volúmenes solicitados, para ello se realizarán los trámites necesarios ante la CONAGUA para obtener autorización para el aprovechamiento de 2,500.0 m^3/día o 912,500.00 m^3/ año. Asimismo, se dará cumplimiento a las condiciones que queden establecidas en dicho título, informando los volúmenes de aprovechamiento y realizando los análisis de calidad del agua de aprovechamiento, de rechazo y la que obtenga del proceso de ósmosis inversa. 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. Las actividades de captación y rechazo, tampoco afectarán las zonas de inundación temporal y permanente que posee el predio, ya que la operación de la planta desaladora se realizará conforme a la normatividad aplicable, siguiendo los lineamientos que establezca la CONAGUA.

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)
	ósmosis inversa con membranas de agua salada. • Se recomienda el uso de un proceso de desgasificación para eliminar el ácido sulfhídrico. • Se recomienda la construcción de un pozo de captación de 30.0 m de profundidad y hacer la extracción de agua a 25 m de profundidad. • Es recomendables construir los dos pozos de aprovechamiento en paralelo a la línea de costa, esto para evitar abatimiento en la extracción. • Se recomienda construir el pozo de descarga con una profundidad de 100.00 m.		Para el manejo de las aguas residuales generadas por parte de los trabajadores se utilizarán sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores, los cuales recibirán limpieza cada tercer día por parte de la empresa arrendadora, quien se encargará de su traslado y entrega a una planta de tratamiento, por lo que no se verterán aguas residuales al suelo o al agua, evitando así problemas de contaminación por esta causa. Para evitar la contaminación del agua por el mal manejo de residuos se aplicarán las medidas propuestas en el Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos que se anexa a esta MIA-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)
MEDIO SOCIOECONÓMICO			
Residuos	De acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, se registró que para el Estado de Quintana Roo la media de generación de residuos es de 0.87 Kg/persona/día.	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. Los residuos se podrían dispersar hacia las áreas de conservación, afectando su calidad ambiental. No se realizaría la separación de residuos. La disposición inadecuada de los residuos, promovería la proliferación de fauna nociva. No se llevarían a cabo actividades de limpieza de los sanitarios de manera regular, provocando mal olor y enfermedades gastrointestinales a los trabajadores. No se verificaría el estado de los sanitarios portátiles, los cuales podrían tener fugas. Asimismo, no se contratarían empresas autorizadas en la prestación de servicios de limpieza y traslado de las aguas residuales a una planta de tratamiento. 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.	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. 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. 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. Se realizará la instalación de sanitarios portátiles a razón de 1 por cada 15 trabajadores. Las aguas residuales que se generen serán extraídas por la empresa arrendadora, quien se encargará de su traslado y entrega a una planta de tratamiento. 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 de la planta de tratamiento del Plan Maestro Playa Mujeres. Asimismo, se espera generar residuos peligrosos en todas las etapas, los cuales serán dispuestos en sus contenedores respectivos dentro de un almacén de residuos peligrosos para su posterior entrega a una empresa autorizada en su manejo. 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.

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)
Demanda de servicios de agua y energía eléctrica	Se puede acceder fácilmente al predio a través de la calle Paseo Mujeres que se conecta con la Carretera hacia Punta Sam. En el predio se encuentra en proceso constructivo el Hotel Atelier Playa Mujeres, por lo que ya cuenta con vialidades de acceso en proceso constructivo, ya cuenta con las instalaciones para proveer energía eléctrica, y se realizará su conexión a la red interna de drenaje del Plan Maestro que conducirá las aguas residuales a las plantas de tratamiento existentes.	Se podrían extraer mayores volúmenes de agua subterránea para cubrir los requerimientos del hotel. 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. No se utilizarían sistemas ahorradores para reducir el consumo de agua. Los equipos de la planta desaladora no serían energéticamente más eficientes. No se promovería entre el personal el ahorro del agua y la reducción del consumo de energía eléctrica.	Durante la construcción del proyecto el agua se trasladará en pipas del servicio público. Para aminorar la demanda de agua requerida para la operación del Hotel Atelier Playa Mujeres, se considera el uso de sistemas ahorradores de agua. 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. Se llevarán a cabo actividades de concientización ambiental para fomentar buenas prácticas ambientales relativas a la reducción del consumo de agua y energía eléctrica.
Salud humana	La zona costera de Quintana Roo tiene una extensión de 860 Km y por su ubicación se encuentra expuesta a los efectos de los impactos directos de tormentas y huracanes. 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). 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 metereológicos previsibles ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños. Por otra parte, también se pueden causar riesgos a la salud durante el manejo de los residuos sólidos y peligrosos que se generan durante la construcción de obras.	Las actividades no preverían 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. El manejo inadecuado de sustancias peligrosas podría provocar la liberación de vapores y posible riesgo de incendio. Los trabajadores no utilizarían equipo de protección personal. No se contaría con botiquín de primeros auxilios y no sería posible la atención del personal que se lastime. No se contaría con vehículo para trasladar al personal que está herido, lo cual podría poner en riesgo su vida.	En caso de alerta de tormenta tropical o huracán se atenderá lo establecido por el Municipio y protección civil. Los trabajadores utilizarán equipo de protección personal para evitar accidentes. Se contará con botiquín de primeros auxilios y números de emergencia para atender cualquier contingencia. Se contará con un vehículo para trasladar al personal, en caso de que tenga una herida. Se realizará un manejo adecuado de las sustancias y residuos peligrosos que se generen. Se seguirán todas las medidas de seguridad necesarias para evitar accidentes. Durante la operación de la planta desaladora, se realizará el mantenimiento preventivo de los equipos de manera periódica.

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)
Economía	Sin duda el sector turístico, al igual que en el estado y en el municipio de Isla Mujeres es el más importante, los ingresos de divisas para el municipio de se concentra principalmente en Isla Mujeres en su zona insular, la costa continental e Isla Contoy. Sin embargo, las proyecciones apuntan que para el 2020, con el desarrollo turístico de la zona continental, el crecimiento económico estará en esta región. De acuerdo a los datos de la Secretaría de Turismo de Quintana Roo, en el 2010, visitaron el este destino alrededor de 158,7100 turistas, cifra que subió en el año 2011 con 179,269 visitas. Es importante señalar que Isla Mujeres cuenta con una oferta hotelera de 2,080 cuartos distribuidos en 75 hoteles.	El proyecto se construiría sin observar las medidas de mitigación urbanas y ambientales, para su buen funcionamiento, generando un proyecto problema para la economía e imagen del Plan Maestro Playa Mujeres y de la Zona Continental de Isla Mujeres.	Durante las actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, se contratará personal de la zona del ramo de la construcción. En la etapa operativa también se generarán empleos ya que se contratará personal para operar la planta desaladora. 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.

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 distintos programas o 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.

Con el PIMA, no sólo se cumple con lo dispuesto oficialmente, sino además se buscan estándares de calidad cada vez más altos exigidos en la industria turística y de servicios, como por ejemplo las certificaciones ambientales que hacen referencia a una calidad ambiental que garantiza la conservación de los recursos naturales.

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 sobretodo 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.

Una integración completa de todas las actividades a desarrollar en cada una de las etapas que conforman el proyecto, así como la intervención directa de todos los actores que participan a lo largo de su desarrollo incluyendo a los usuarios, es crucial para gestionar exitosamente el *Programa Integral de Manejo Ambiental*.

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.

Para ello en esta MIA-P se han integrado los siguientes programas, todos ellos para contribuir a la prevención, mitigación y/o compensación de los impactos potenciales de este proyecto:

1. Programa de Rescate y Reubicación Selectiva de fauna.
2. Programa de Monitoreo de Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
3. Programa Integral de Manejo de Residuos Sólidos y Líquidos.

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 3. 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.
Instalación de sanitarios portátiles.	Mantenimiento de sanitarios portátiles	El personal utilizará las instalaciones del hotel que están conectadas a al drenaje interno del Plan Maestro Playa Mujeres.
Ahuyentamiento y rescate de fauna	Protección de fauna silvestre Monitoreo de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	Protección de fauna silvestre Monitoreo de especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010
No se afectarán áreas con vegetación	No se afectarán áreas con vegetación	Mantenimiento de las áreas de conservación
Preparación de equipo y maquinaria	Mantenimiento de la maquinaria	Mantenimiento periódico de equipos, llenado de bitácoras y aplicación de programas de mantenimiento preventivo
Actividades de limpieza	Construcción de los pozos conforme a la normatividad aplicable e instalación de equipos adecuadamente	Operación de la planta desaladora considerando la captación y rechazo de los volúmenes concesionados Análisis de calidad del agua periódicos
Supervisión ambiental	Supervisión ambiental	Supervisión ambiental

8. CONCLUSIONES.

El proyecto “Planta Desaladora Hotel Atelier Playa Mujeres” constituye una obra complementaria del Hotel y servirá para abastecer 593 habitaciones del hotel, así como sus áreas públicas y de servicios, que se ejecutará de manera adecuada para evitar impactos negativos.

Por las características del proyecto y los resultados de su evaluación ambiental, se considera que este es viable de construir, toda vez que el sistema de potabilización de agua salada se llevará a cabo tomando las medidas necesarias para reducir los impactos previstos.

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 en construcción, 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 apegarse 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, pago de derechos, 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 DEL PREDIO. 3
1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL PREDIO (ÁREAS DE CONSERVACIÓN DEL HOTEL). 3
1.2 CARACTERIZACIÓN DE FAUNA. 9
2. METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES ...21
2.1 EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES. 29
3. REFERENCIAS. 33

1. METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACION DEL PREDIO.

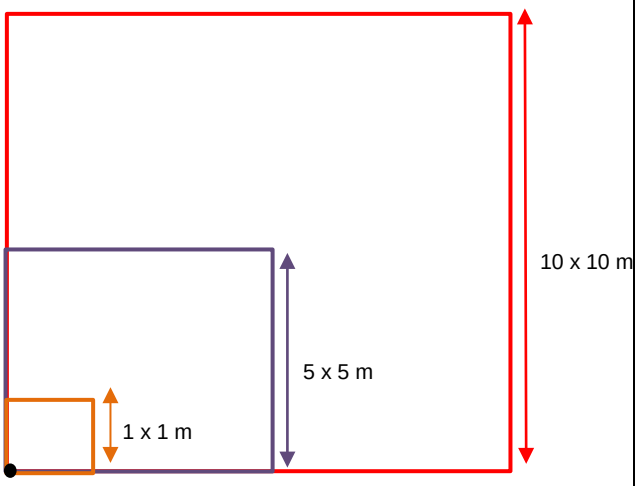
1.1 CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN DEL PREDIO (ÁREAS DE CONSERVACIÓN DEL HOTEL).

Con el fin de determinar las condiciones de la vegetación en el predio, se establecieron seis parcelas en las áreas de conservación del proyecto Hotel Atelier playa Mujeres, para el monitoreo de las condiciones de la vegetación y para determinar los recursos presentes en el sitio. La planta desaladora si bien se desplantará en áreas ya autorizadas para aprovechamiento del hotel, queda ligada a las mismas áreas de conservación del hotel.

MÉTODOS DE MUESTREO

Se establecieron cuadrantes de 10 x 10 m, a partir de un vértice georreferenciado. Dentro de esta parcela se establecieron cuadrantes anidados de 5 x 5 m y de 1 x 1m. En la parcela de 100 m^2 se monitoreó el estrato arbóreo, en la de 25 m^2 el estrato arbustivo y en la de 1 m^2 el estrato herbáceo.

Cuadro 1. Descripción de las parcelas permanentes anidadas para el muestreo de los estratos arbóreo, arbustivo y herbáceo de la vegetación del proyecto.

Parcelas anidadas	Estratos
	**Estrato arbóreo.** El estrato arbóreo se registró en la parcela de 10 x 10 m (100 m^2). **Estrato arbustivo.** El estrato arbustivo se registró en la parcela de 5 x 5 m (25 m^2). **Estrato herbáceo.** El estrato herbáceo se registró en la parcela de 1 x 1 m (1 m^2).

A continuación, se muestra la memoria fotográfica del levantamiento de las parcelas en el predio.



a) Ubicación del vértice de la parcela en vegetación halófita.



b) Ubicación del vértice de la parcela en vegetación matorral costero denso.



c) Medición de los 10 m de un lado de la parcela en la zona de halófita.



d) Medición de los 10 m de un lado de la parcela ubicada en vegetación matorral costero denso.



e) Medición de los 10 m de la parcela en vegetación *Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus.*



f) Estrato arbóreo marcado en vegetación matorral costero denso.



g) Estrato arbóreo en vegetación *Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus.*



h) Vértice de la parcela MC2 en vegetación matorral costero denso.

Figura 1. Delimitación de parcelas.

Las parcelas se ubicaron por tipo de vegetación existente en el predio, como se muestra en el siguiente Cuadro.

Cuadro 2. Ubicación de parcelas permanentes por tipo de vegetación en el predio.

Número De Parcelas	Vegetación
2 parcelas de 10 x 10 m	Matorral costera denso
2 parcelas de 10 x 10 m	Vegetación halófita
2 parcelas de 10 x 10 m	Vegetación asociación de *Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus.*

En el siguiente cuadro se muestran los vértices de cada parcela que se consideró para su monitoreo.

Cuadro 3. Cuadro de coordenadas en UTM de los vértices clave para la ubicación de las parcelas propuestas para monitoreo de flora.

Parcela	Vegetación	Coordenadas UTM	
		X	Y
MC1	Matorral costero denso	519208.2543	2350354.741
MC2	Matorral costero denso	519322.9164	2350164.955
CC1	*Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus*	519597.1741	2350133.184
CC2	*Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus*	519651.2947	2350165.456
HC1	Halófita costera	519849.4768	2350240.069
HC2	Halófita costera	519823.0000	2350319.000

En la Figura 2 se ilustra la distribución de las parcelas permanentes en el predio.

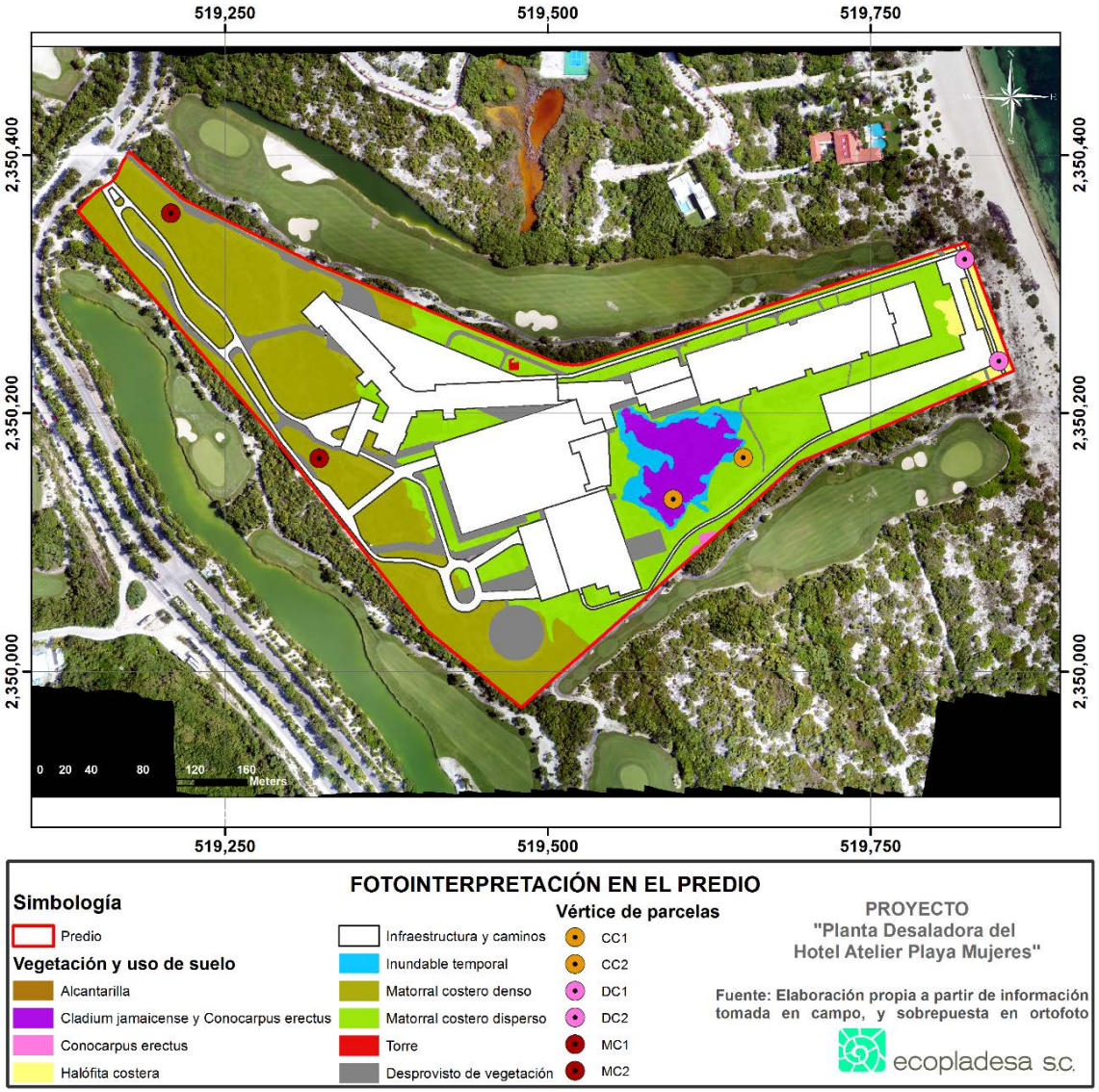


Figura 2. Ubicación de parcelas en el predio.

A) ANALISIS DE LOS RESULTADOS

ESTRATIFICACIÓN

Estrato arbóreo. La información recopilada en campo de este estrato corresponde a aquellos individuos con altura mayor a 3 m, y que tenga Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). En este estrato se marcaron los individuos con etiquetas de aluminio, con el fin de poder verificar su permanencia en cada monitoreo, durante la etapa de construcción y el primer año de operación del proyecto.

Estrato arbustivo. Para el caso del estrato arbustivo se recopiló información de aquellos individuos que tuvieran una altura entre 1 y 2.9 m, al igual que en el estrato arbóreo se registraron aquellos que ya tuvieran Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) pero en este intervalo de altura; y para los individuos que no tengan DAP se midió la cobertura. También se enumeraron los individuos.

Estrato herbáceo. Por último, en este estrato se registraron aquellos individuos como renuevos o plántulas. A estos individuos solo se registró la altura total y su cobertura.

A continuación, se muestra la memoria fotográfica de la información recabada en las parcelas.



a) Medición de cobertura de individuos arbustivos en vegetación halófita.



b) Medición del diámetro a la altura del pecho de individuos clasificados en el estrato arbóreo por su altura, en la vegetación halófita.



c) Toma de datos en vegetación de matorral costero.



d) Medición de altura de individuos arbustivos en la vegetación halófita.



e) Medición del diámetro a la altura del pecho de individuos en la vegetación matorral costero.



f) Ejemplar arbóreo marcado con etiquetas de aluminio en la parcela de vegetación de matorral costero.



g) Ejemplar ubicado por su altura en el estrato arbóreo en la vegetación halófita, marcado con etiqueta de aluminio.



Ejemplar arbóreo en la vegetación de *Cladium jamaicense* con *Conocarpus erectus* marcado con etiqueta de aluminio.

Figura 3. Medición y toma de datos en las parcelas.

1.2 CARACTERIZACIÓN DE FAUNA.

METODOLOGÍA

Descripción del método de muestreo

Como primer paso se realizó un listado de especies de fauna con potencial distribución dentro del predio ya que esta lista proporciona una idea de lo que el especialista de fauna podría encontrar en el sitio. De esta lista, se obtuvo que 222 especies de aves, 49 especies de reptiles, 17 especies de anfibios, y 80 de mamíferos (incluyendo quirópteros) tienen la probabilidad de distribuirse dentro de la zona de estudio**.**

Para complementar lo anterior se realizaron visitas al sitio durante tres días consecutivos para comprobar las especies que realmente tienen presencia dentro del mismo.

La caracterización de las especies de fauna del predio se llevó a cabo mediante la realización de trabajo de campo sistemático. Lo anterior con el fin de registrar el mayor número de especies de fauna, y este se centró en el registro de especies de los grupos de vertebrados.

Los datos de la fauna presente en el área de estudio se levantaron en cinco visitas al sitio, los días 29, 30 y 31 de marzo del año 2018 de 7:00 am a 11:00 am y de 4:30 pm a 11:00pm.

Dentro del predio se aplicó la técnica de búsqueda activa que consiste en recorrer el área de interés a través de la vegetación poniendo especial atención en localizar e identificar rastros de fauna tales como excretas, huellas, rascaderos, echaderos y cualquier otra evidencia de su presencia. Se buscaron madrigueras, nidos y sitios que pudieran ser utilizados como refugio, bajo piedras, troncos o cavidades en el predio.

Para fines prácticos y que el presente estudio pueda ser comparado con los monitoreos anteriores se determinó una clasificación general de la zona con dos tipos generales vegetación y la zona de influencia o alrededores del predio de estudio.

a) Matorral costero: Esta era la vegetación original en el predio, de la cual solo quedan relictos de la misma, especialmente en las porciones sureste y suroeste del predio.

b) Halófita costera: Es la porción colindante con el mar (al este del predio), esta porción es muy pequeña y presenta vegetación principalmente rastrera.

c) Zona de influencia: Áreas colindantes al proyecto pero fuera de sus límites, en donde hay ejemplares de flora producto de reforestaciones antropogénicas como el Chacah (*Bursera simarouba*), ciricote (*Cordia sebestena*), ciricote de playa (*Cordia dodecandra*) etc., las cuales en su mayoría son ejemplares adultos y se asocian con vegetación correspondiente al ecosistema de manglar y al matorral

costero. Así mismo se ubica el campo de golf, donde los hoyos 15, 16 y 17 rodean al predio.

Para realizar los diferentes métodos de búsqueda se habilitaron 3 transectos en las diferentes zonas del predio y su área de influencia, los cuales se procuró que abarquen los diferentes tipos de vegetación y la zona de influencia del área de estudio (Figura 4).

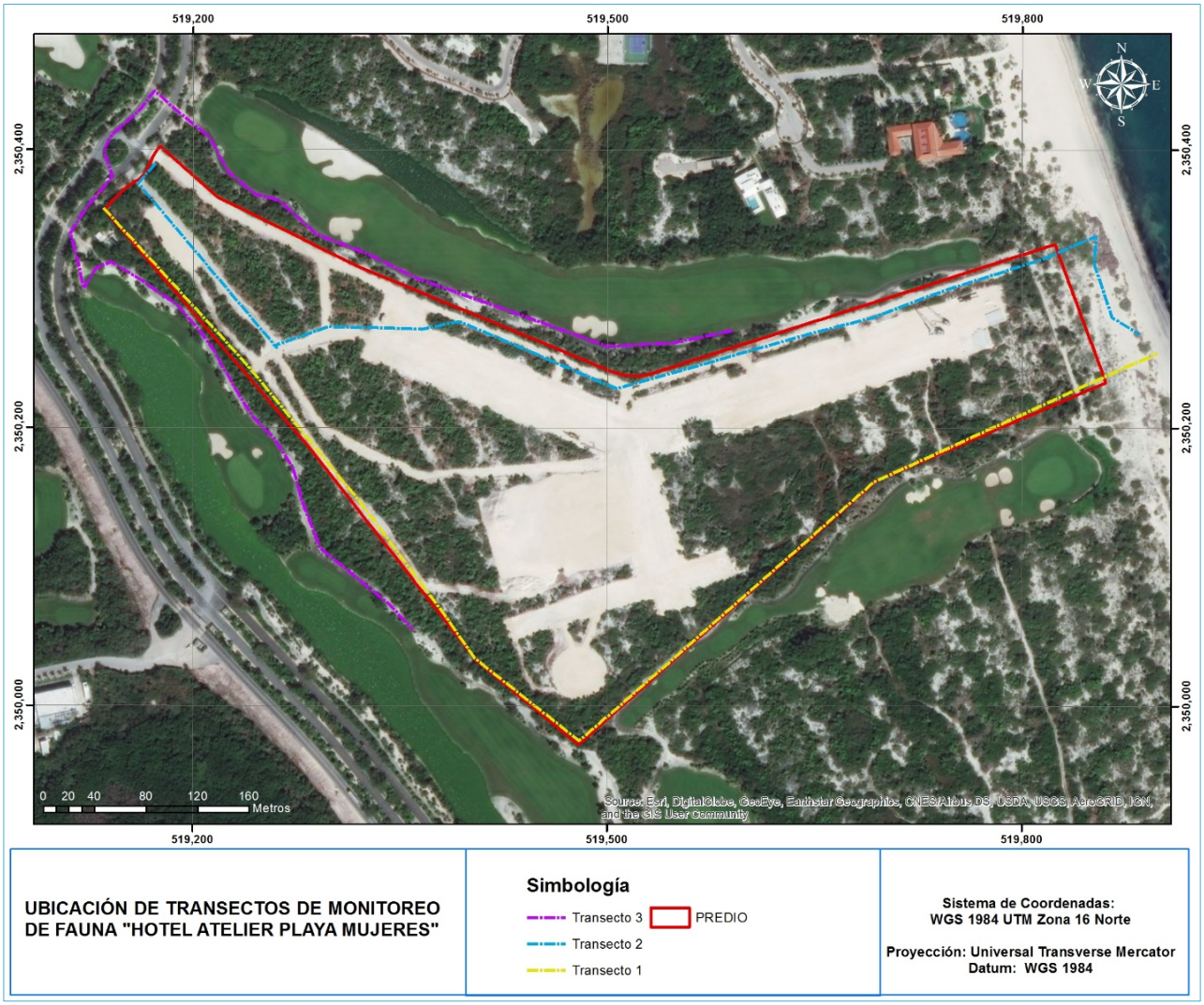


Figura 4. Ubicación de los transectos para el presente estudio

De los transectos mencionados dos se instalaron dentro del predio, abarcando vegetación de matorral costero con una longitud de 1,000 m y de 880 m; y uno se ubicó en la zona de influencia con 1,000 m de longitud. En general, en el predio se muestreó un total de 5,760 m^2, los cuales representan un 4.9% de la superficie total del predio el cual consta de 11.66 hectáreas (116,644.68 m^2).

Cuadro 4. Relación de los transectos establecidos para el estudio de vertebrados silvestres

Transecto	**Zona del predio**	**Longitud en metros**	**Ancho en metros**	**Superficie muestreada** m^2
1	Matorral-Halófita costeros	1,000	2	2,000
2	Matorral-Halófita costeros	880	2	1,760
3	Zona de influencia	1,000	2	2,000
	Total	**2,880**		**5,760**

Como se mencionó con anterioridad los transectos se recorrieron de manera periódica durante las mañanas, atardeceres y en horarios nocturnos con el fin de detectar la mayor cantidad de ejemplares de fauna.

A continuación, se describe la metodología empleada para los diferentes grupos.

Primeramente, al observar las condiciones de perturbación del predio, se decidió realizar una pequeña entrevista con el personal de seguridad del predio, quienes son los que tienen mayor probabilidad de observar ejemplares de fauna silvestre durante sus recorridos en el predio.

De acuerdo a lo anterior se les preguntó si han observado ejemplares de fauna y que tipos de esta han visto, a lo cual respondieron que han observado ejemplares de culebras, tejones, mapaches y zorritas. Sin embargo, que solo los han visto cruzar.

Una vez realizado lo anterior se procedió a realizar la metodología de muestreo que se describe a continuación.

Prospección

Durante la prospección se determinaron los sitios más adecuados para colocar las trampas, y la red de niebla, de acuerdo al tipo de vegetación presente en el proyecto (Figura 5).



Figura 5. Mapa de vegetación del predio.

De acuerdo a las observaciones en campo, el polígono del predio, se encuentra en buen estado de conservación. Sin embargo, al estar inmerso en un área con cierto desarrollo por la construcción del Hotel Atelier Playa Mujeres y la operación del campo de golf, existen disturbios que pueden alejar a la fauna de la zona, ya que hay presencia continua de visitantes durante las horas del día.

a) Anfibios y Reptiles (Herpetofauna).

La caracterización de las especies de herpetofauna del predio se llevó a cabo mediante la realización de trabajo de campo sistemático, el cual se centró en realizar recorridos diurnos y nocturnos en los transectos establecidos descritos.

Se aprovecharon los recorridos realizados para la observación de otros grupos de fauna.

Los datos de la fauna presente en el área de estudio se levantaron en 5 visitas al sitio, los días 29, 30 y 31 de marzo del año 2018. Teniendo rangos de horario de 7:00 am a 11:00 am y de 04:00 pm a 09:00 pm a través de los diferentes tipos de vegetación, poniendo especial atención en localizar e identificar evidencia de la presencia de especies de anfibios y reptiles. Se buscó en sitios que pudieran ser utilizados como refugio como debajo de piedras, troncos, cavidades o charcas y sus alrededores dentro del predio.

Anfibios

Para el grupo de anfibios se realizaron recorridos en los transectos establecidos para los otros grupos de vertebrados. Sin embargo, por los hábitos de este grupo es necesario realizar mayor énfasis en las horas nocturnas que es el momento en donde los anfibios presentan su pico de actividad y son más conspicuos, lo que facilita su localización e identificación en campo.

Una vez localizado el (o los) individuos se procedió a identificarlo en campo, en caso de no poder hacerlo a simple vista se procedió a realizar la toma fotográfica del individuo observado y en caso contrario se procedió a la captura del mismo para poder realizar su identificación exacta.

Para esto se localizaron zonas adecuadas donde existiera la posibilidad de concentración de las poblaciones de anfibios, y posteriormente se realizó la búsqueda intensiva de individuos en los sitios de refugio como lo son la vegetación circundante revisando debajo de troncos y hojas.

Durante las horas nocturnas fue posible el realizar lampareos para localizar individuos, en los alrededores de las charcas. Estos fueron realizados con lámparas de mano y lámparas de tipo cazador.

El predio cuenta con dos diferentes zonas de vegetación (matorral costero y halófita costera) los cuales fueron muestreados mediante el recorrido de los transectos establecidos. Así mismo se realizó un recorrido en la zona de influencia.

Para la identificación de los ejemplares de anfibios se utilizaron guías ilustradas de campo de Julian Lee (2000) y la de Calderón *et al.* (2005); aunado a esto, a todas las especies se les tomó registro fotográfico.

Reptiles

La conducta de este grupo presenta un comportamiento que permite establecer los mejores horarios para su observación siendo de 7:00 a 10:00 am, cuando los individuos salen de sus refugios para calentarse al sol y posteriormente dependiendo de la territorialidad que tengan se desplazan para alimentarse y de 5:00 a 10 pm, cuando tienen actividad algunas especies crepusculares.

Para el estudio de este grupo se utilizó la técnica de búsqueda activa que consiste en realizar recorridos en el interior del terreno revisando huecos, hojarasca, debajo de troncos y piedras, que son los sitios donde se esconden la mayoría de especies de reptiles.

Los recorridos se realizaron en los transectos establecidos para los otros grupos los cuales ya se describieron con anterioridad.

De igual manera como se hizo con el grupo de los anfibios, se procedió a identificar los individuos localizados en campo y en caso de existir dificultad en este proceso se procedió a realizar la captura para confirmar la especie (Figura 6).



Figura 6. Toma de registro fotográfico de reptiles y anfibios en el área de estudio.

b) Aves.

Para este grupo se utilizó el método de búsqueda activa el cual consistió en realizar recorridos de observación en los transectos previamente establecidos, en los cuales se identificaban los ejemplares mediante su canto o de manera directa.

Recorridos en transecto

Los recorridos se iniciaron a pie en las primeras horas de la mañana que son cuando las aves presentan sus picos más altos de actividad y son más fáciles de observar, estos se realizaron en los diferentes tipos de vegetación presentes en el predio y en las brechas del interior del mismo.

Para la observación de las aves se utilizaron binoculares de 10x8 y un GPS marca Garmin modelo E-trex con el cual se marcaron los diferentes puntos de interés en el tema.

Identificación de especies

Posteriormente, con base en la experiencia del observador y con el apoyo de guías de campo como la de McKinnon, 2017 y Howell, 1995 se identificaron las especies observadas.

Así mismo se realizó un registro fotográfico de las especies que se observaron en el predio para lo cual se utilizó una cámara semiprofesional tipo bridge marca Sony modelo DSC H-300, con lente de 35-1000 mm.

c) Mamíferos.

Se llevaron a cabo recorridos en los transectos anteriormente establecidos en diferentes horas del día con el objetivo de encontrar ejemplares de mamíferos silvestres presentes en el área.

Adicional a los transectos se utilizó un método activo (captura) y otro pasivo (fotografía).

Para el método activo se colocaron tres trampas del tipo Tomahawk de cierre automático modelo Racoon durante los días de monitoreo (120 cm x 54cm x 40cm), como se muestra en la figura siguiente.



Figura 7. Trampas del tipo tomahawk dentro del predio donde se ubica el proyecto “Planta desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres”.

Las trampas se ubicaron en tres diferentes zonas del predio, abarcando las zonas que aún continúan con vegetación.



Figura 8. Se indican los sitios donde fueron colocadas las trampas del tipo tomahawk dentro del predio donde se ubica el proyecto “Planta desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres”.

Para el método pasivo se instalaron dos cámaras trampa marca Bushnell, las cuales se activan por medio de un sensor infrarrojo al detectar cualquier movimiento.

Se eligieron zonas con evidencias de paso de fauna constante para aumentar la probabilidad de obtener registros de los individuos de fauna que viven en el predio.



Figura 9. Colocación de una cámara trampa dentro de la vegetación en el predio de estudio.

Estas se colocaron en la zona de matorral costero, ya que en la zona de halófita costera no existían zonas que garanticen la seguridad del equipo instalado.



Figura 10. Se observan las zonas donde fueron colocadas las cámaras trampa en el predio donde se ubica el proyecto “Planta desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres”.

d) Mamíferos voladores (Quirópteros).

Se colocaron dos redes de niebla (12m de largo x 2.6 de ancho y apertura de malla de 38 mm), de manera complementaria a los transectos de censos y su objetivo principal fue el de detectar a aquellas especies sigilosas o difíciles de registrar por ese método, en muchos casos también es útil para confirmar la presencia de algunas especies previamente registradas por el método de censos.

La apertura de redes se realizó durante dos noches de muestreo. Se colocaron dos redes de niebla el 29 de marzo y dos redes de niebla el 30 de marzo, permaneciendo abiertas de las 19:00 horas a las 23:00 horas, con intervalos de revisión de media hora.



Figura 11. Colocación de redes de niebla en el predio.

Las redes se colocaron en las zonas donde existiera vegetación en ambos lados de la red, siendo que se colocaron en la zona de matorral costero únicamente ya que en la zona de influencia existe tráfico de personas que pudieran dañarlas y con ello el riesgo que resultara dañado algún organismo que fuera capturado en ellas.



Figura 12. Se observan las zonas donde fueron colocadas las redes de niebla en el proyecto "Planta desaladora del Hotel Atelier Playa Mujeres"para el estudio de los quirópteros (Red 1 y red 2 se colocaron el 29 de marzo, red 3 y red 4 se colocaron el 30 de marzo).

En caso de captura de individuos fueron colocados en bolsas para la identificación a nivel de especie utilizando la clave de campo de los Murciélagos Mexicanos (Medellín *et al.*, 2007).

El registró sería por ejemplar, especie, hora de captura, sexo, estado reproductivo en hembras (lactantes, inactivas, preñadas), machos (inactivos, testículos escrotados), edad relativa (juvenil, subadulto, adultos), registro fotográfico y posteriormente su liberación.

Consideraciones generales

Cabe mencionar que este monitoreo se adaptó a las condiciones de perturbación del predio para poder determinar si existen cambios significativos en las poblaciones de fauna silvestre a lo largo del tiempo del desarrollo del proyecto.

ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Con los datos obtenidos en los transectos y otras técnicas, se calcularon los parámetros de la comunidad faunística que a continuación se describen, utilizando las siguientes fórmulas:

Riqueza Específica

Es el número de especies que conforman la comunidad de un área determinada y se define con la letra “S”.

Abundancia

En un sentido estricto la abundancia se define también como el número de individuos de cada especie existente en un determinado lugar. Una forma de evaluar este aspecto es la densidad.

Densidad

La densidad es un parámetro que también permite conocer la abundancia de una especie. La densidad definida con la letra “D” es el número de individuos de una especie presente en un área determinada, este parámetro puede expresarse de forma relativa “Dr” o absoluta “Da”.

La densidad relativa se refiere a la proporción en número de individuos de una especie con relación al resto, se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

Dr= (número de individuos "X")/(total de individuos de todas las especies) x 100

La densidad absoluta es el número de individuos de una especie “X” presente en un área determinada, extrapolada al área total del predio y se calculó con la siguiente fórmula:

Da= (número de individuos de la especie "X ")/(área muestreada en m^2) x 10,000

Frecuencia

La frecuencia se define como la probabilidad de encontrar una especie en una unidad de muestreo, es decir, es el número de unidades de muestreo en la que una especie está presente; por tanto, la Frecuencia relativa (Fr), pondera el número de veces en que es encontrada una especie en relación al resto de las especies y es una medida porcentual que se calculó con la siguiente fórmula:

Fr=(Frecuencia de la especie X)/(suma de los valores de frecuencia de todas la especies) x 100

***Índices de Valor de Importancia** (I.V.I.)*

El índice de valor de importancia es el parámetro que mide el valor de las especies con base a dos parámetros: densidad y frecuencia. El índice de valor de importancia (I.V.I.) es la suma de estos dos parámetros. Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad. El I.V.I se considera que es un mejor descriptor que cualquiera de los parámetros utilizados individualmente. Para obtener el I.V.I. se transformaron los datos de densidad y frecuencia a valores relativos. La suma total de los valores relativos de cada parámetro es igual a 100. Por lo tanto, la suma total de los valores del I.V.I. es igual a 200. Una vez que los datos se expresaron como la sumatoria de los valores de abundancia y frecuencia relativas de cada especie, se ordenaron de mayor a menor, para obtener así el Orden del Índice de Valor de Importancia Relativa (OIR) de las especies registradas, donde se compara cada especie con respecto a las restantes.

I.V.I=Densidad relativa + frecuencia relativa

Análisis de datos para redes de niebla

La abundancia relativa de las especies capturadas en las redes de niebla por sitio analizado se obtuvo por estimación de índices de captura por unidad de esfuerzo, es decir, dividiendo las abundancias de captura de cada especie entre el esfuerzo de captura (número de redes X número de horas activas X largo y ancho de las redes).

Esfuerzo de muestreo: El esfuerzo de captura se obtuvo multiplicando el área de red por el tiempo que permaneció abierta (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

“m2 de red x hora abierta= m2 .h”

Abundancia relativa: Para calcular la abundancia relativa se utilizó el número de individuos capturados dividido por el esfuerzo de captura (Ospina-Ante & German Gómez, 1999; Chávez & Ceballos).

Numero de individuo/m2 de red x hora abierta =ind/m2.h

2. 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 Atelier Playa Mujeres”**, 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 5. 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. Actividades de ahuyentamiento de fauna
	3. Limpieza del área donde se instalará la planta y donde se construirán los pozos.
Construcción	**4.** Presencia de personal.
	5. Actividades de perforación y construcción de los pozos de captación y rechazo.
	6. Instalaciones de los equipos de ósmosis inversa y líneas de conducción eléctricas y hacia los pozos.
Operación y Mantenimiento	**7.** Operación de la planta desaladora
	8. Actividades de mantenimiento

En total se identificaron 8 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 6. Factores ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental
Medio abiótico	Aire
	Hidrología
	Suelo
Medio biótico	Fauna
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 7).

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 7. 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
Suelo	Cambios	Cambios en las características de suelo	Cambios fisicoquímicos
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
Fauna	Afectaciones	Disminución de abundancia por la presencia de ruido	Registro de la fauna
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	$ Inversión por

Factor	Tema	Subtema	Indicador ambiental
		la compra de equipos, insumos, pago de derechos, por la construcción y operación de la planta desaladora.	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 8).

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 8**.** Características de factores ambientales utilizados para la valoración de los impactos ambientales del proyecto.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
Medio abiótico	Aire	El municipio de Isla Mujeres a la fecha no presenta problemas de contaminación del aire por hidrocarburos, ya que no hay abundantes fuentes que generen este tipo de gases. Así mismo, los hidrocarburos generados por el tránsito vehicular se dispersan con el viento. En el sistema ambiental hay varias fuentes de ruido, tales como el tránsito de vehículos en la carretera costera de Isla Mujeres, el que generan en las escuelas, oficinas, comercios y hoteles, así como el que generan las personas que se mueven en la zona.
	Suelo	Según la UQROO (2005) en el área de estudio, el tipo de suelo que se presenta se clasifica bajo la categoría de Regosol Calcárico (RGc). Los Regosoles se encuentran junto o muy cerca de las costas del estado, la mayor parte se localiza desde Xcalak hasta la Bahía de la Ascensión, en Playa del Carmen, Cancún, Isla Blanca y en las costas de la Laguna Conil al norte del estado. Son suelos poco desarrollados, relativamente recientes, están constituidos por material suelto, semejante a la roca de la cual se forma. Se desarrollan a partir de materiales no consolidados, excluyendo materiales de textura gruesa o que presentan propiedades flúvicas. Generalmente tienen un horizonte A ócrico o úmbrico y un porcentaje variable de saturación de bases, no presentan propiedades gléicas en los 50 cm superficiales, ni propiedades sálicas.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		La única subunidad de este tipo de suelo en Quintana Roo es Regosol calcárico (Rc), los cuales son calcáreos de por lo menos entre 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie. De acuerdo con el estudio de perfil estratigráfico y de calidad del agua, en el corte litológico del pozo de 40.0 m de profundidad, se registró arena calcárea y calcarenita compacta a semicompacta en los primeros 7.0 m de profundidad, después se registró una capa de caliza de los 7 a los 21.0 m, posteriormente se registraron cavernas entre los 21.0 y 26.0 m y finalmente, una capa de caliza compacta cristalina que abarca de los 26.0 m a los 40.0 m de profundidad. Conforme a lo anterior, estratigráficamente se tiene que el subsuelo presenta roca caliza muy fracturada en todo el pozo.
	Hidrología	De acuerdo con la cartografía de Hidrología Subterránea del INEGI, en el SA del proyecto converge una unidad geohidrológica, cuyas características físicas se describen a continuación: Material no consolidado con posibilidades bajas: Se encuentra distribuida 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. De acuerdo con el estudio de perfil estratigráfico y de calidad del agua, se registraron los valores de algunos parámetros en el pozo de muestreo. En la columna de agua del pozo se registró un pH con rangos de 7.68 a 7.82, una conductividad eléctrica con valores entre los 37.00 y 44.50 mS/m, una dureza total de 710.60 y 780.70 mg/l, cloruros con valores de 1,935.57 y 2,416.98 mg/l, sólidos disueltos totales entre 22,570.00 y 26,255.00 mg/l y ácido sulfhídrico con valores de 2 a 5 mg/l. De acuerdo con este estudio se determinó lo siguiente: • Los valores de conductividad eléctrica, cloruros y sólidos disueltos totales, son indicativos de presencia clara de agua marina. • En toda la columna de agua se aprecia claramente la intrusión salina. • En la columna se registró ácido sulfhídrico, por la presencia de vegetación de manglar. Este manglar

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		atribuible al existente en el sistema lagunar Chacmuchuch. • Para la potabilización del agua para uso del proyecto se recomienda en uso de un equipo de ósmosis inversa con membranas de agua salada. • Se recomienda el uso de un proceso de desgasificación para eliminar el ácido sulfhídrico. • Se recomienda la construcción de un pozo de captación de 30.0 m de profundidad y hacer la extracción de agua a 25 m de profundidad. • Es recomendables construir los dos pozos de aprovechamiento en paralelo a la línea de costa, esto para evitar abatimiento en la extracción. • Se recomienda construir el pozo de descarga con una profundidad de 100.00 m.
Medio biótico	Fauna	De acuerdo con la caracterización de fauna realizada en el predio y en el área de influencia aledaña al campo de golf, se registraron un total de 65 especies, repartidas en cuatro grupos: aves, mamíferos, anfibios y reptiles. El grupo más abundante fue el de las aves con 49 especies registradas, seguido de los reptiles con 10 especies, mamíferos con 5 especies, y por último los anfibios con 1 especie. En el área de estudio se registraron 9 especies especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, de las cuales 5 son aves (*Vireo pallens, Amazona albifrons*, *Eupsittula nana*, *Buteo albonotatus* y *Passerina ciris*), 3 son reptiles (*Ctenosaura similis*, *Sceloporus cozumelae* y *Crocodylus acutus*) y 1 un anfibio *(Craugastor yucatanensis)*.
Medio social y económico	Residuos	De acuerdo con el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, 2009-2013, se registró que para el Estado de Quintana Roo la media de generación de residuos es de 0.87 Kg/persona/día.
	Infraestructura y servicios públicos	Se puede acceder fácilmente al predio a través de la calle Paseo Mujeres que se conecta con la Carretera hacia Punta Sam. En el predio se encuentra en proceso constructivo el Hotel Atelier Playa Mujeres, por lo que ya cuenta con vialidades de acceso en proceso constructivo, ya cuenta con las instalaciones para proveer energía eléctrica, y se realizará su conexión a la red interna de drenaje del Plan Maestro que conducirá las aguas residuales a las plantas de tratamiento existentes.
	Salud humana	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.

Subsistema	Factor ambiental	Descripción
		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 previsibles ya que son pronosticados con antelación desde que se detecta su formación en el Mar Caribe o aledaños. Por otra parte, también se pueden causar riesgos a la salud durante el manejo de los residuos sólidos y peligrosos que se generen durante la construcción y operación de las obras.
	Economía	Sin duda el sector turístico, al igual que en el estado y en el municipio de Isla Mujeres es el más importante, los ingresos de divisas para el municipio de se concentra principalmente en Isla Mujeres en su zona insular, la costa continental e Isla Contoy. Sin embargo, las proyecciones apuntan que para el 2020, con el desarrollo turístico de la zona continental, el crecimiento económico estará en esta región. De acuerdo a los datos de la Secretaría de Turismo de Quintana Roo, en el 2010, visitaron el este destino alrededor de 158,7100 turistas, cifra que subió en el año 2011 con 179,269 visitas. Es importante señalar que Isla Mujeres cuenta con una oferta hotelera de 2,080 cuartos distribuidos en 75 hoteles.

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

Cuadro 9. 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
Suelo	Cambios en las características del suelo.
Hidrología	Cambios en la disponibilidad del agua del acuífero
	Cambios de la calidad del agua por actividades de extracción e inyección del agua.
Fauna	Cambios en la abundancia de ejemplares de fauna incluyendo los de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Residuos	Incremento en la generación de Residuos Sólidos

Factor	Impacto Ambiental
	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.

2.1 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 5 Expresión V.1

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

Incidencia = I – Imin / Imax – Imin Expresión V.2

Imin = 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.

Imax= 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 10. 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.

Atributos	Escala		
	1	2	3
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).

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.

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 11. 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 menosprecio de las acciones que se puedan desarrollar para mitigar los impactos despreciables.

3. REFERENCIAS.

Arellano-Rodríguez, J.A., J.S. Flores Guido, J. Tun Garrido y M.M. Cruz Bojórquez. 2003. Nomenclatura, forma de vida, uso, manejo y distribución de las especies vegetales de la península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense 20: 1–815.

Cabrera, E, M. Sousa y O. Téllez. 1982. Imágenes de la Flora Quintanarroense. México, DF: CIQRO-IB-Universidad Nacional Autónoma de México.

Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2009. Restauración de ecosistemas forestales: guía básica para comunicadores. 63 p. Recuperado de http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/7/579Restauraci%C3%B3n%20de%20ecosistemas%20forestales.pdf el 30 de marzo de 2016.

Córdoba y Ordóñez, J. y A. García de Fuentes (2003), "Turismo, globalización y medio ambiente en el Caribe mexicano", Investigaciones Geográficas, Boletín, núm. 52, Instituto de Geografía, UNAM, México, pp. 117-136.

Diario Oficial de la Federación de fecha 4 de septiembre de 2013. “Acuerdo por el que se dan a conocer los estudios técnicos de aguas nacionales subterráneas del acuífero Península de Yucatán, clave 3105, estados de Yucatán, Campeche y Quintana Roo”.

Durán, R., G. Campos, J.C. Trejo, P. Simá, F. May Pat y M. Juan Qui. 2000. Listado Florístico de la Península de Yucatán. Centro de Investigación Científica de Yucatán, C.A. Mérida. Yucatán. 259 p.

Flores, J.S. e I. Carvajal. 1994. Tipos de Vegetación de la Península de Yucatán. Etnoflora Yucatanense. Universidad Autónoma de Yucatán.

Gómez Orea, D. 2003. Evaluación de impacto ambiental. Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. 2ª ed. Ed. Mundi Prensa. Madrid, Barcelona, México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de de hidrología subterránea Cancún F-16-08

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de de hidrología superficial Cancún F-16-08

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2005. Carta de uso de suelo y vegetación Cancún F-16-08.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2002. Estudio Hidrológico del estado de Quintana Roo. 49 p.

MacKinnon, B y J. S. Flores. 2005. Plantas costeras que conservan las playas y alimentan las aves. Amigos de Sian Ka’an. 37 p.

Medina-Rangel, G.F. 2001. Diversidad alfa y beta de la comunidad de reptiles en el complejo cenagoso de Zapatosa, Colombia. Revista de Biología Tropical, 50 (1).

Merino, M. y L. Otero, 1991. Atlas Ambiental Costero, Puerto Morelos, Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal. 80 p

Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres. 2008. Recuperado del sitio web http://www.semarnat.gob.mx/archivosanteriores/temas/ordenamientoecologico/Documents/documentos%20decretados/decreto%202009/decreto_isla_mujeres_poet_21_mayo_08.pdf el 3 de m
arzo del 2016.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP) –Instituto Nacional de Ecología (INE) 1998. Programa de Manejo Parque Marino Nacional Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc. Recuperado de http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/download/173.pdf el 1 de marzo de 2016.

Pulido-Salas M.T. y L. Serralta-Peraza. Lista Anotada de Plantas Medicinales de Uso Actual en el Estado de Quintana Roo. Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Chetumal, Quintana Roo, México. 105p.

Universidad de Quintana Roo (UQROO). 2005. Caracterización natural para el Programa Estatal de Ordenamiento Territorial del estado de Quintana Roo.

Ward, W. C. 1997. Geology of coastal islands, northeastern Yucatan peninsula. En: Vacher, H.L, Quinn, T. M. (editores). Geology and Hydrogeology of Carbonate Islands. Elsevier Science, B. V. Páginas publicadas 275 a 298.

Fitch H S, Henderson RW, y D M Hillis. 1982. Exploitation of Iguanas in Central America. pp. 397-417 En: Iguanas of the World: Their behavior, ecology, and conservation. (Eds. G Burghardt & A S Rand) Noyes Publ., Park Ridge, NJ.