



- I Unidad administrativa que clasifica:** Oficina de Representación de la SEMARNAT.
- II Identificación del documento:** Se elabora la versión pública de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, con número de bitácora **23/MP-0072/09/24**.
- III Las partes o secciones clasificadas:** La parte concerniente a el monto de inversión ,el domicilio particular, el número de teléfono celular y el correo electrónico de persona física en páginas 10 y 20.
- IV Fundamento legal y razones:** La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia de Acceso a la Información Pública y 113, fracción I de la Ley Federal de Transparencia de Acceso a la Información Pública. Artículos séptimo fracción III y Trigésimo octavo de los Lineamientos Generales en Materia de clasificación y desclasificación de la Información, así como para la elaboración de versiones públicas. Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada e identificable.

V Firma de titular:


Ing. Yolanda Medina Gámez

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

ACTA_18_2024_SIPOT_2T_2024_ART69 ,en la sesión celebrada 16 de Octubre del 2024

http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/inai/XXXIX/2024/SIPOT/ACTA_25_2024_SIPOT_3T_2024_ART69

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL,
MODALIDAD PARTICULAR**

**PROYECTO:
PLANTA ÓSMOSIS INVERSA DEL
LOTE RTH6**

Hotelera Mujeres, S.A. de C.V.

ÍNDICE DE CONTENIDO

A)	ANTECEDENTES.....	8
B)	AUTORIZACIONES	8
C)	RESPECTO EL PROYECTO:.....	8
I.	DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	9
I.1	DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	9
I.1.1	I.1.1 Nombre del proyecto.....	9
I.1.2	I.1.2 Ubicación del proyecto.	9
I.1.3	I.1.3 Duración del proyecto.....	9
I.2	DATOS DE LA PROMOVENTE.....	9
I.2.1	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL.....	9
I.2.2	REGISTRO FEDERAL DE CAUSANTES	9
I.2.3	NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE LEGAL.....	9
I.2.4	DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES ...	9
I.3	RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO.....	9
I.1.4	I.3.1 Nombre o razón social.....	9
I.1.5	I.3.2 Representante legal.....	9
I.1.6	I.3.3. Dirección del responsable técnico para oír y recibir notificaciones.	9
II.	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	10
II.1.1	Información general del proyecto.....	10
II.1.2	Naturaleza del proyecto.....	10
II.1.3	Selección del Sitio.....	12
II.1.4	Ubicación física del proyecto y planos de localización	12
II.1.5	Características particulares y Dimensiones del Proyecto.	14
II.1.6	Inversión requerida.	25
II.1.7	Programa general de trabajo.....	25
II.1.8	Descripción de las etapas del proyecto	25

II.1.9	Preparación del sitio	25
II.1.10	Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto	26
II.1.11	Etapa constructiva y requerimientos de insumos.	26
Conforme a lo descrito, se anticipa que el desarrollo del proyecto generará aproximadamente 41 empleos, tanto directos como indirectos, que incluirán puestos temporales y permanentes		28
II.1.12	Manejo de maquinaria y equipo.....	28
II.1.13	Etapa de operación y mantenimiento	28
II.1.14	Descripción de obras asociadas al proyecto.....	29
II.1.15	Etapa de abandono del sitio	29
II.1.16	Utilización de explosivos.....	29
II.1.17	Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera	29
II.1.18	Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos	30
III.	VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y REGULACIÓN DE USO DE SUELO.	32
III.1.1	Leyes y reglamentos nacionales.....	34
III.1.2	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).....	34
III.1.3	Ley General de Vida Silvestre (LGVS).....	39
III.1.4	Ley General de Cambio Climático (LGCC).....	39
III.1.5	Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento	42
III.1.6	Ley General de Bienes Nacionales y Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar	46
III.1.7	Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	48
III.1.8	Ordenamientos ecológicos, planes de desarrollo urbanos y áreas naturales protegidas.....	49
III.1.9	Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo (09 de abril 2008).....	49

III.1.10	Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuhuch en la zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo (27 diciembre 2007).....	56
III.3	PROGRAMA DECRETOS Y PROGRAMAS DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CARÁCTER FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL	56
III.3.1	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES	57
III.3.2	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS ESTATALES	60
III.3.3	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS MUNICIPALES.....	61
III.4	NORMAS OFICIALES MEXICANAS.....	62
IV.	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA.....	65
IV.1	CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS AMBIENTAL DEL ESPACIO DE ACTUACIÓN.	65
IV.2	ASPECTOS ABIÓTICOS REGIONALES	65
	ASPECTOS ABIÓTICOS.....	65
IV.2.1	Clima	66
IV.2.2	Humedad relativa	67
IV.2.3	Depresiones y tormentas tropicales.....	67
IV.2.4	Intemperismos severos.....	67
IV.2.5	Inundaciones.....	69
IV.2.6	Fisiografía.....	70
IV.2.7	Geomorfología	72
IV.3	ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS REGIONALES.	84
IV.3.1	MEDIO SOCIOECONÓMICO	84
IV.3.2	Población	84
V.	IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	93
V.2	MÉTODO UTILIZADO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	94
A)	DESCRIPCIÓN Y VALOR DE IMPORTANCIA DE LOS IMPACTOS IDENTIFICADOS.....	96
VI.	MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA CADA UNO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.....	103
VI.1	GENERALES.....	103

VI.2 CRITERIOS PARA LA ADOPCIÓN DE MEDIDAS.....	104
VI.3 VALORACIÓN DE IMPACTOS.....	104
VI.4 MEDIDAS PROPUESTAS	105
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	110
VII.1 Pronóstico del escenario.....	110
VII.2 Escenario Ambiental Modificado	110
VII.4 Conclusiones	113
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	113

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA II-1 COORDENADAS UTM WGS84 DONDE SE UBICARÁ LA POI.....	14
TABLA II-2 COORDENADAS UTM WGS84 DE UBICACIÓN DE LOS POZOS Y TORRES DE DESGASIFICACIÓN	14
TABLA II-3 PARÁMETROS QUE SERÁN GENERADOS POR EL PROCESO DE LA POI	21
TABLA II-4 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO PARA LA INSTALACIÓN DE LA PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA	25
TABLA III-1. VINCULACIÓN JURÍDICO-AMBIENTAL CONSIDERANDO LA NATURALEZA DEL PROYECTO Y LO ESTABLECIDO EN LA LGEEPA Y EL REIA.....	36
TABLA III-2. VINCULACIÓN JURÍDICO-AMBIENTAL CONSIDERANDO LA NATURALEZA DEL PROYECTO Y LO ESTABLECIDO EN LA LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.	39
TABLA III-3. VINCULACIÓN JURÍDICO-AMBIENTAL CONSIDERANDO LA NATURALEZA DEL PROYECTO Y LO ESTABLECIDO EN LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO.....	42
TABLA III-4. VINCULACIÓN JURÍDICA CONSIDERANDO LA NORMATIVA RELACIONADA CON LA ZONA FEDERAL MARÍTIMO TERRESTRE Y LA NATURALEZA DEL PROYECTO.	46
TABLA III-5. VINCULACIÓN JURÍDICO-AMBIENTAL CONSIDERANDO LA LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL Y LA NATURALEZA DEL PROYECTO.....	48
TABLA III-6 VINCULACIÓN DE LOS CRITERIOS ECOLÓGICOS DE APLICACIÓN GENERAL DEL POELMIM CON EL DESARROLLO DEL PROYECTO.	51
TABLA III-7 VINCULACIÓN DE LOS CRITERIOS REGULACIÓN ECOLÓGICA DE APLICACIÓN URBANA PARA LA UGA 9, CON EL DESARROLLO DEL PROYECTO.....	53
TABLA III-8. LISTADO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS FEDERALES UBICADAS EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO, MÁS LA QUE COMPARTE CON LOS ESTADOS DE CAMPECHE Y YUCATÁN.....	58
TABLA III-9. LISTADO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS DE CARÁCTER ESTATAL EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO ^s	60
TABLA III-10. LISTADO DE NORMAS OFICIALES MEXICANAS A APLICAR DURANTE EL DESARROLLO DEL PROYECTO..	63
TABLA IV.2-1. MUNICIPIOS QUE CONFORMAN EL ESTADO DE QUINTANA ROO A LA FECHA.	84
TABLA IV.2-2 DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR GRANDES GRUPOS DE EDAD EN 2010	85
TABLA IV.2-3 DISTRIBUCIÓN POBLACIONAL POR GRUPOS QUINQUENALES DE EDAD Y SEXO	85
TABLA IV.2-4 MAYOR CONCENTRACIÓN POBLACIONAL EN LAS PRINCIPALES LOCALIDADES	86
TABLA IV.2-5 INFRAESTRUCTURA VIAL DEL MPIO. ISLA MUJERES	88
TABLA IV.2-6 COBERTURA DE SERVICIOS PÚBLICOS EN EL MPIO. DE ISLA MUJERES.....	89

TABLA V-1 IDENTIFICACIÓN DE LOS FACTORES AMBIENTALES DEL MEDIO QUE PUEDEN SER AFECTADOS.	93
TABLA V-2 IDENTIFICACIÓN DE ACCIONES SUSCEPTIBLES DE GENERAR REPERCUSIONES AMBIENTALES NEGATIVAS	94
TABLA V-3 PARÁMETROS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO DE LA POI	98

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA II-1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL LOTE RTH6 (LOTE 15), MZA. 01, SM. 003, INTERIOR DEL CONDOMINIO MAESTRO PLAYA MUJERES, ZONA CONTINENTAL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO.....	13
FIGURA II-2 UBICACIÓN DE LA POI DENTRO DE LA ZONA DE SERVICIOS PROYECTADA EN EL PREDIO RTH6.....	13
FIGURA II-3 DISEÑO DE LA POI.....	15
FIGURA III-1.UBICACIÓN DEL PREDIO DEL PROYECTO CON RESPECTO A LA REGIONALIZACIÓN PRESENTADA EN EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO. .	50
FIGURA III-2 LOCALIZACIÓN DE LAS ZONAS NÚCLEO Y ZONAS DE AMORTIGUAMIENTO RESERVA DE LA BIOSFERA CARIBE MEXICANO.....	60
FIGURA III-3.UBICACIÓN DEL PREDIO DEL PROYECTO CON RESPECTO AL ANP CARÁCTER ESTATAL MÁS CERCANA.	61
FIGURA III-4.UBICACIÓN DEL PREDIO DEL PROYECTO CON RESPECTO CON RESPECTO A LAS ANP DE CARÁCTER MUNICIPAL MÁS CERCANAS.....	62
FIGURA IV.2-1 CLIMA PRESENTE EN LA ZONA DE ESTUDIO DONDE SE UBICA EL PREDIO DEL PROYECTO.....	66
FIGURA IV.2-2. SURGIMIENTO Y TRAYECTORIA DE LOS CICLONES TROPICALES QUE LLEGAN A IMPACTAR LA PENÍNSULA DE YUCATÁN, INCLUYENDO EL ESTADO DE QUINTANA ROO.....	68
FIGURA IV.2-3. UBICACIÓN DE LOS RIESGOS DE INCIDENCIA TROPICAL EN EL MUNICIPIO DE ISLA MUJERES, QUINTANA ROO.....	70
FIGURA IV.2-4. VARIACIÓN ALTITUDINAL EN EL ESTADO DE QUINTANA ROO.....	71
FIGURA IV.2-5. VARIACIÓN ALTITUDINAL EN EL ÁREA Y PREDIO DEL PROYECTO EN ISLA MUJERES, QUINTANA ROO.	72
FIGURA IV.2-6. GEOLOGÍA EN EL PREDIO DEL PROYECTO Y ÁREA DE INFLUENCIA EN ZONA CONTINENTAL ISLA MUJERES TOMADO COMO BASE LA INFORMACIÓN DEL INEGI PUBLICADA EN 1996, RETOMADA POR EL SERVICIO GEOLÓGICO MEXICANO.	73
FIGURA IV.2-7 LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL LOTE RTH6.....	77
FIGURA IV.2-8 TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA DIPOLO-DIPÓLO DEL SITIO ESTUDIADO PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO	78
FIGURA IV.2-9 SECCIÓN GEOLÓGICA REPRESENTATIVA DEL SITIO ESTUDIADO.....	78
FIGURA IV.2-10 SECCIÓN GEO ELÉCTRICA L2.....	82
FIGURA IV.2-11 SECCIÓN ELÉCTRICA DIPOLO-DIPOLO	82

A) Antecedentes

Constitución de la empresa promovente y acreditación de personalidad del apoderado:

- Hotelera Mujeres, S.A, de C.V., es una sociedad mercantil establecida legalmente de acuerdo con las leyes de los Estados Unidos Mexicanos, según consta en la escritura pública número 115,021 de fecha 3 de mayo de 2006, otorgada ante la fe del Lic. Armando Gálvez Pérez Aragón Notario Público titular de la notaría pública N.º 103 de la Ciudad de México.
- Su apoderado legal es el Sr. Benjamín Mejía Alvarado según consta en los términos del instrumento público número 30,625 de fecha 19 de enero 2023, instrumento pasado ante la fe del licenciado Juan Carlos Fariña Isla, notario público auxiliar de la Notaria Pública Número 62 de la Ciudad de Cancún, Quintana Roo.

B) AUTORIZACIONES

Este predio cuenta con autorizaciones previas, las cuales se enumeran a continuación:

- Mediante oficio resolutivo No. S.G.P.A./DGOEIA.-07829 de fecha 3 de diciembre de 1999, la entonces Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental, autorizó en materia de Impacto Ambiental, el desarrollo del proyecto denominado “Plan Maestro Playa Mujeres” ubicado en el Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, asignándole la Clave del Proyecto 23QR98T0054, dentro del cual se encuentra el Lote RTH 6, objeto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.
- Mediante oficio resolutivo No. S.G.P.A./DGIRA/DG/3195/08 de fecha 3 de octubre de 2008, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental autorizó en materia de impacto ambiental a Hotelera Mujeres, S.A. de C.V., el proyecto denominado “Desarrollo Inmobiliario Lote RTH 6, Playa Mujeres”, asignándole la Clave del Proyecto 23QR2008T0046.
- Mediante oficio resolutivo No. S.R.A./DGIRA/DG/-00291-24, de fecha 22 de enero de 2024, la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental acordó procedente la modificación del plazo del oficio resolutivo del proyecto “Desarrollo Inmobiliario Lote RTH 6, Playa Mujeres”, por un plazo de siete años y seis meses adicionales para llevar a cabo las obras y actividades de preparación del sitio y construcción del proyecto, para pasar del 10 de octubre de 2023 al 10 de abril de 2031.

C) Respecto el PROYECTO:

- El proyecto “Planta de Ósmosis Inversa (POI) del Lote RTH6” se ubicará dentro del área de servicios del lote RTH6. Tal y como se describió en el inciso B) anterior, este predio cuenta con una Resolución Autorizada Condicionada otorgada por la SEMARNAT, a través del oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/3195/08, con fecha 3 de octubre de 2008, a favor de la empresa HOTELERA MUJERES, S.A. de C.V. para la construcción del proyecto denominado “Desarrollo Inmobiliario Lote RTH 6, Playa Mujeres”. Este lote se encuentra dentro del desarrollo Plan Maestro Playa Mujeres, en el municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo. Este proyecto incluirá la instalación y operación de una planta de ósmosis inversa para desalar agua de mar y obtener agua potable. La instalación y operación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) se propone específicamente en el área de servicios, de este complejo.

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

I.1 Datos generales del proyecto.

I.1.1 I.1.1 Nombre del proyecto
PLANTA DE ÓSMOSIS INVERSA (POI) DEL LOTE RTH6.

I.1.2 I.1.2 Ubicación del proyecto.
SM. 003, Mza. 01, Lote 15, Vialidad Paseo Mujeres, S/N, Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo.

I.1.3 I.1.3 Duración del proyecto.
Se solicita 1 año para la instalación y 99 años para las etapas de operación y mantenimiento.

I.2 Datos de la promovente

I.2.1 *Nombre o razón social.*
HOTELERA MUJERES, S.A. de C.V.

I.2.2 *Registro federal de causantes*
HMU060503FX1

I.2.3 *Nombre y cargo del representante legal*
C. BENJAMÍN MEJÍA ALVARADO

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

[Redacted]
[Redacted] Correos
electrónicos [Redacted]

I.3 Responsable técnico del estudio

I.1.4 I.3.1 Nombre o razón social.
HOTELERA MUJERES, S.A. de C.V.

I.1.5 I.3.2 Representante legal
C. BENJAMÍN MEJÍA ALVARADO

I.1.6 I.3.3. Dirección del responsable técnico para oír y recibir notificaciones.

[Redacted]
[Redacted] Tel. [Redacted]

II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1.1 Información general del proyecto

II.1.2 Naturaleza del proyecto

La empresa promovente presenta ante la SEMARNAT la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular (MIA-P), para el proyecto "**Planta de Ósmosis Inversa (POI) del Lote RTH6**". Dicha planta se instalará en la zona de Servicios del lote RTH6, donde se proyecta instalar y operar la POI. La instalación ocupará aproximadamente 406 m² e incluirá 5 pozos¹ y 2 torres de desgasificación situadas al costado de la planta.

El proyecto se desarrollará con el objetivo de garantizar un suministro constante de agua de alta calidad para satisfacer las necesidades operativas del establecimiento. Este sistema permitirá un control más riguroso sobre la calidad del agua y, al mismo tiempo, incorporará tecnologías de tratamiento sostenible que contribuirá a reducir la demanda sobre los recursos hídricos locales, alineándose con las prácticas de gestión sostenible de los recursos naturales.

La instalación de la POI eliminará la sal y otras impurezas para obtener agua dulce apta para el consumo humano; el proceso se llevará a cabo a través de la ósmosis inversa, que es la tecnología más común en las plantas modernas. El proceso de 2 fases se reduce a continuación:

1. **Captación:** El agua de mar se recoge a través de un pozo. Se filtra para eliminar partículas grandes como arena y materia orgánica; en general los pozos dan una calidad de agua con bajo contenido en sólidos de suspensión.
2. **Pretratamiento:** Se trata el agua para eliminar sólidos en suspensión, partículas más pequeñas, y contaminantes como aceites o químicos que podrían dañar los filtros de ósmosis inversa.
3. **Ósmosis inversa en 2 fases:** Primera Fase: Se aplica una alta presión al agua salada, forzándola a través de una membrana semipermeable. La membrana bloquea las sales y otras impurezas, permitiendo que solo pase el agua purificada. Segunda fase: al agua tratada del primer proceso de ósmosis inversa se realiza de nuevo la desalación adicional.
4. **Postratamiento:** El agua desalinizada se remineraliza para que tenga un nivel de minerales adecuado para el consumo humano. En algunos casos, también se ajusta el pH.
5. **Generación de vertidos:** Los vertidos a generar serán de 2 tipos: Las aguas salinas de rechazo de ósmosis y las aguas de contralavado de filtros.
6. **Gestión de salmuera:** Los residuos, llamados salmuera, contienen concentraciones elevadas de sal. Su eliminación o tratamiento se maneja de acuerdo con regulaciones ambientales.

El sistema de desmineralización propuesto procesará agua proveniente de un pozo de agua salobre situado a una profundidad de -45 metros. Se requiere un volumen de alimentación de 4,500 m³/día para obtener un caudal de (1 + 1) x 1,000 m³/día para obtener un total de 2,000

¹ 3 pozos de captación y 2 de rechazo

m³/día de agua potable, con una tasa de recuperación del 45%. Esto resultará en 104 m³/h de agua de rechazo. La planta, del proveedor HIDROAMBIENTE, está diseñada para producir agua potable con una concentración de sólidos disueltos totales menor a 500 mg/l, partiendo de una fuente de agua salobre que posee una concentración máxima de 37,500 ppm de sólidos disueltos totales. El agua de rechazo se dirigirá a un pozo profundo de -80 metros, cuyos detalles se incluyen en este documento.

La POI se instalará en la zona de servicios, del proyecto autorizado “Desarrollo Inmobiliario Lote RTH 6, Playa Mujeres”. Mediante esta Manifestación de Impacto Ambiental, se solicita la autorización necesaria para proceder con la instalación de tanques, el armado de equipos, y la instalación de conexiones y tuberías. Estas instalaciones permitirán el abastecimiento de agua desde dos pozos de aprovechamiento, además de un pozo de aprovechamiento de reserva esencial para el proceso de desalinización. Asimismo, se gestionará la descarga del agua de rechazo en dos pozos específicos. Este proceso es crucial para asegurar el suministro eficiente y sostenible de agua para las operaciones del proyecto.

En virtud de lo anterior, se tiene que la naturaleza del proyecto encuadra en los supuestos de los artículos 28 de la LGEEPA, y 5, inciso A fracción XII, de su REIA, los cuales establecen lo siguiente:

LGEEPA

“ARTÍCULO 28.- La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

REIA

“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) HIDRÁULICAS:

I (...)

XII Plantas desaladoras;

Desde el marco legal aplicable, el proyecto que se presenta a través de esta Manifestación de Impacto Ambiental se diseñó bajo lo establecido en los criterios y especificaciones establecidas en el decreto mediante el cual se establece Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, Publicado el 9 de abril 2008, (POELMIM); así como, en el uso de suelo y parámetros aplicables en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano Península de Chacmucuch, (PPDUPCH), publicado el 27 de diciembre de 2007, en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado.

Conforme a lo anterior el predio, se encuentran dentro de la **UGA 9** denominada “Península Chacmunchuch” del POELMIM, que tiene una política de Aprovechamiento sustentable, con recursos y procesos prioritarios de Playa, Paisaje, Agua, Dunas y Manglar, en el cual se establece que los parámetros de usos predominantes, compatibles, condicionados e incompatibles serán los indicados en las regulaciones jurídicas de desarrollo urbano para la Península de Chacmunchuch vigente.

En este caso, se informa que el polígono RTH6 está situado en el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península de Chacmunchuch en la zona continental del Municipio de isla Mujeres, Quintana Roo, al interior del Sector 3 “Playa Mujeres”, donde el Uso de Suelo Dominante es el A.U. 3 (Área Urbanizable aprovechable), con uso Mixto Comercial, para el que se encuentra como compatible el *equipamiento, servicios, comercio, etc.*; esta política busca el mejoramiento de la estructura urbana y de las construcciones existentes, así como la realización de nuevos proyectos con el objetivo de elevar la calidad de vida en todo el entorno urbano.

La instalación y operación de la POI cumplirá con el marco legal aplicable, por lo que es el factible su instalación y operación.

II.1.3 Selección del Sitio.

Para la selección del sitio se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

La ubicación prevista para la instalación de la planta de desalinización en la zona de servicios del Lote RTH6. Los servicios básicos para este desarrollo serán proporcionados por el Plan Maestro Playa Mujeres, el cual fue autorizado por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental (DGIRA) bajo el oficio número S.G.P.A./DGIRA/DG/3195/08, con fecha del 3 de octubre de 2008 y el cual cuenta con la infraestructura requerida para brindar los servicios necesarios, incluyendo el suministro eléctrico por parte de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y acceso a agua potable a través de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).

No se evaluaron otras alternativas debido a que el predio seleccionado proporciona las condiciones óptimas necesarias para la instalación y operación de la planta de desalinización de agua de mar por ósmosis inversa (POI). Esta ubicación facilita la implementación del sistema.

II.1.4 Ubicación física del proyecto y planos de localización

El sitio donde se pretende instalar la POI se encuentra en la región oeste del SM. 003, Mza. 01, Lote 15, vialidad Paseo Mujeres, S/N, identificado como Lote RTH6, interior del Condominio Maestro Playa Mujeres, Zona Continental municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo. Las colindancias son: al Norte, Sur y Oeste se encuentra flanqueado por tres áreas del juego del Campo de golf, y al Este colinda con la Zona Federal Marítimo Terrestre.

En la Figura II-1, se muestra su ubicación geográfica usando las coordenadas geográficas de las tablas.

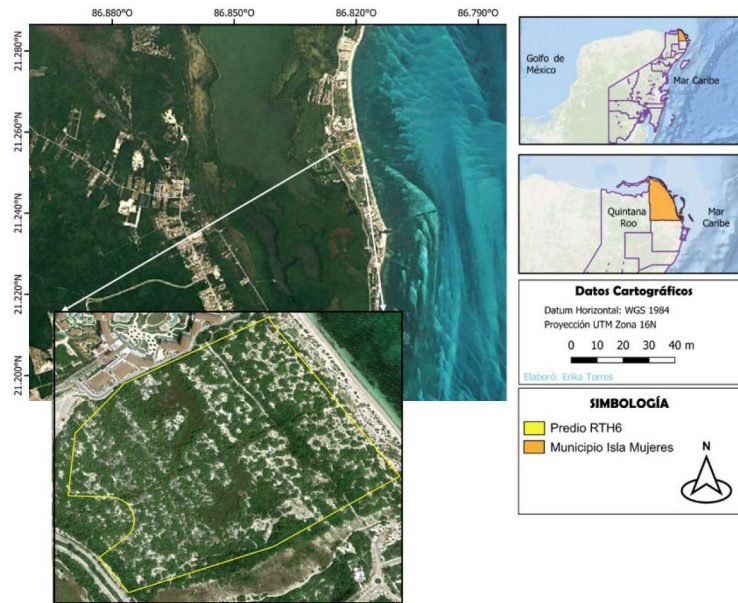


Figura II-1. Ubicación geográfica del Lote RTH6 (Lote 15), Mza. 01, SM. 003, interior del Condominio Maestrc Playa Mujeres, Zona Continental municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo.

En la siguiente imagen (Figura II.2) se observará la zona destinada a ubicar la POI (Planta de Ósmosis Inversa) al interior del Lote RTH6 y

en la Tabla II.1 y II.2, se muestran las coordenadas de la ubicación de ésta, de los pozos de captación y las Torres de desgasificación.

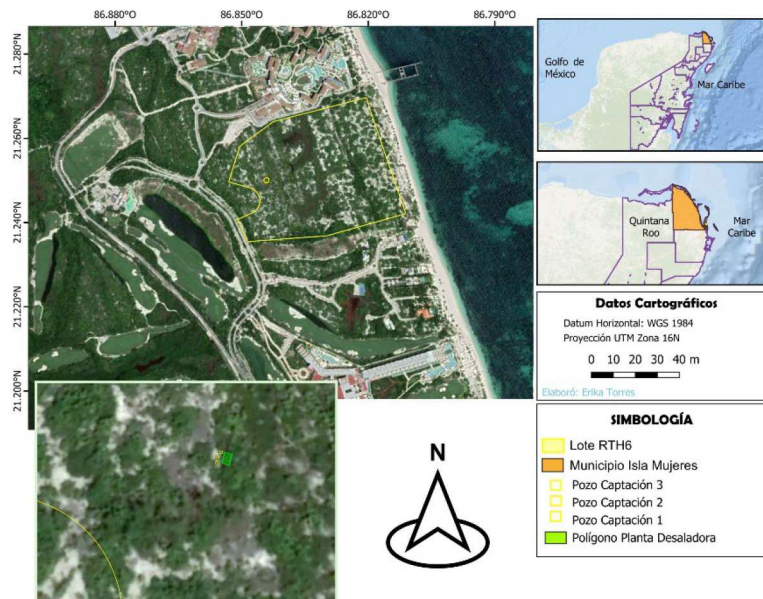


Figura II-2 Ubicación de la POI dentro de la zona de servicios proyectada en el predio RTH6.

Tabla II-1 Coordenadas UTM WGS84 donde se ubicará la POI

Vértice	Coordenadas desplante de la POI.	
	X	Y
1	519,201.85	2,350,838.08
2	519,202.29	2,350,842.47
3	519,205.10	2,350,841.86
4	519,204.64	2,350,837.48

Tabla II-2 Coordenadas UTM WGS84 de ubicación de los pozos y Torres de Desgasificación

Concepto	Coordenadas ubicación de los Pozos.	
	X	Y
Pozo Captación 1	519,201.41	2,350,842.09
Pozo Captación 2	519,200.90	2,350,840.36
Pozo Captación 3	519,200.96	2,350,838.22
Torres Desgasificación 1	519,201.18	2,350,840.97
Torre Desgasificación 2	519,201.44	2,350,838.77

II.1.5 Características particulares y Dimensiones del Proyecto.

La "Planta de Ósmosis Inversa (POI) del Lote RTH6" se establecerá en una superficie de 406 m² y para su óptimo funcionamiento, incluirá cinco pozos y dos torres de desgasificación ubicadas adyacentes a la misma.

La planta propuesta está diseñada para producir agua potable con una capacidad de producción diaria de 2,000 m³, con una tasa de recuperación del 45%. Para esto, se necesitarán 5,400 m³/día de agua salobre como fuente de alimentación y se generarán aproximadamente 125 m³/h de agua de rechazo. El agua potable producida tendrá una concentración de sólidos disueltos totales inferior a 500 mg/l, basándose en una fuente de agua salobre de pozo con una concentración máxima de 17,000 ppm de sólidos disueltos totales.

A continuación, en la Figura II.3 se muestra la distribución de la planta de desalinización (POI), ubicada dentro de la zona de servicios, como parte del proyecto Lote RTH6.

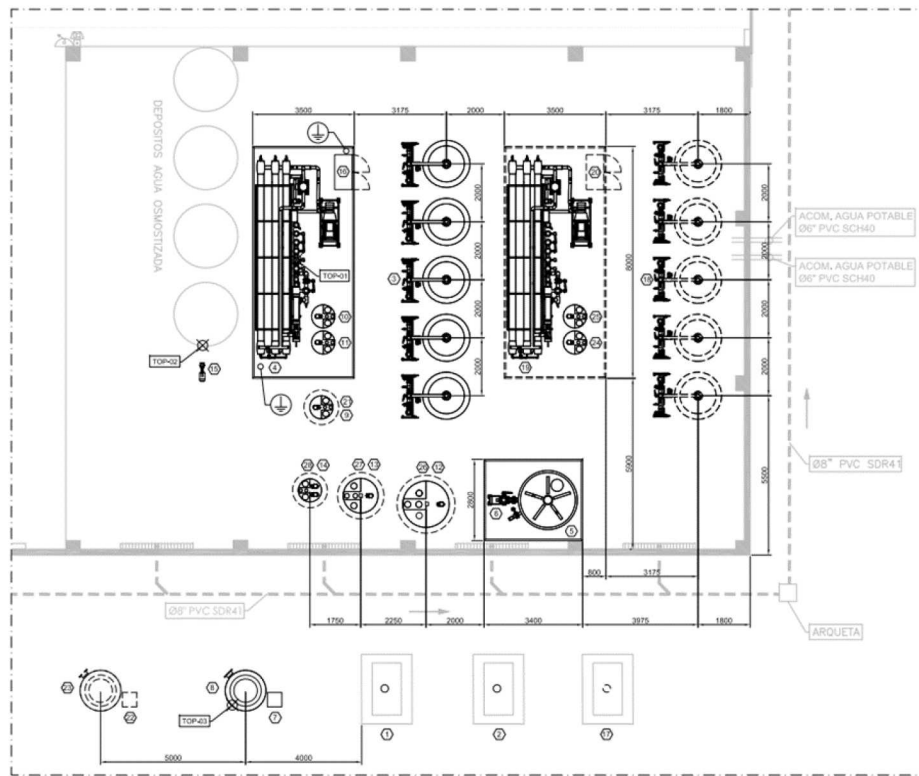


Figura II-3 Diseño de la POI

La propuesta técnica considera tuberías críticas en cabezales a la descarga de la bomba de alta presión y rechazo y para las partes húmedas de la bomba de alta presión.

Los parámetros de diseño son los siguientes:

Componente	Cantidad
Número de módulos	Uno
Arreglo	(7:0)
Flujo de alimentación	320 gpm
Flujo de agua producto	128 gpm
Flujo de rechazo	192 gpm
GFD	9.4
Recuperación	42 - 45%
Concentración de SDT en agua de alimentación	<5 mg/l
Concentración de SDT en agua producto	<500.0 ppm
Presión de operación	60 bar
Temperatura del agua	<20°C
PH agua alimentación	8,1
Turbidez máxima	<1 NTU
Dosis de inhibidor de incrustaciones	2 mg/l

El módulo contará con cuarenta y nueve membranas para agua de mar marca CSM o similar instaladas en siete recipientes de presión marca Protec. Las membranas tienen un área de filtración de 400 ft² con un rechazo de sales de 99.8%.

Cada recipiente de presión (portamembranas) albergará siete membranas y estará fabricado en fibra de vidrio (FRP) diseñado para trabajar a una presión de 1000 psi.

Se tendrá un recuperador de energía marca fedco, para lograr obtener un bajo consumo de energía la cual será un ERI/PEI con el cual se estima que el consumo de energía del sistema será de aproximadamente 2.33 Kw/m³.

La planta contará con 3 pozos de captación de agua bruta y 2 pozos de inyección de rechazo. En la primera fase se construirán 2 pozos (1+Reserva) de captación y 2 pozos de rechazo.

El caudal de cada pozo de captación va a ser de 120 m³/h y el de cada pozo de inyección de 63 m³/h. De esta manera, cuando la planta está finalizada funcionarán 3 pozos de captación y 2 pozos de inyección de forma simultánea, quedando un pozo de cada tipo de reserva.

Los pozos de captación se instalarán adyacentes, mientras que los pozos de rechazo se situarán en la vialidad interna, localizados al otro lado de esta área. Estos pozos presentarán las siguientes características:

Pozos de extracción:

- Perforación del pozo a un diámetro de 300 mm de diámetro utilizando maquina rotatoria con barreno tricónico puntas de diamante hasta los 25 m de profundidad.
- El suministro y colocación de tubo de PVC contrademe será de 14" de diámetro.
- El suministro y colocación de tubo liso y ranurado de PVC tendrá 10" de diámetro para ademar el pozo.
- Se tendrá un análisis fisicoquímico cada 5 m de profundidad para presentación de cumplimiento ante la CNA según NOM-003-CNA.
- Registro eléctrico para presentación ante la CNA según NOM-003-CNA.

Pozos de rechazo:

- Perforación de pozo a un diámetro de 300 mm de diámetro utilizando máquina rotatoria con barreno tricónico puntas de diamante hasta los 40m de profundidad.
- Suministro y colocación de tubo liso y ranurado de PVC de 10" de diámetro para ademar el pozo.
- Los pozos serán perforados conforme las indicciones de la NOM-003-CNA-1996, que establece los requisitos de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos y la NOM-003-CNA-1997, que establece los requisitos de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.

En etapas posteriores, se proporcionará una descripción detallada de las características técnicas de los pozos.

El proceso de desalinización por ósmosis inversa utilizado en este proyecto consiste en filtrar el agua de mar para retener minerales e impurezas, logrando así un producto de alta calidad con bajo contenido salino.

El proceso inicia con la introducción de agua salobre a un flujo de 687 galones por minuto (gpm) y una concentración de sólidos disueltos totales de 17,000 partes por millón (ppm) hacia los filtros dual media. Aquí, el agua se hace pasar a través de lechos filtrantes de arena y antracita para remover sólidos suspendidos mayores a 20 micras. El filtro está equipado con un manifold con cinco válvulas manuales tipo mariposa.

Posteriormente, el agua filtrada y acondicionada es impulsada por una bomba de alta presión hacia el banco de membranas. Estas membranas reducen la salinidad del agua desde 17,000 ppm a menos de 500 ppm, generando un flujo de 305 gpm con una tasa de recuperación del 42 al 45% del flujo inicial, obteniéndose un total de 2,000 m³/día de agua potable².

El agua rechazada, que representa aproximadamente el 60% del total procesado, posee una concentración de sales significativamente mayor comparada con el agua de abastecimiento inicial, debido a la concentración de sales retenidas por las membranas.

Las dos torres de desgasificación que se utilizarán en la POI serán empleadas para eliminar gases disueltos como el dióxido de carbono (CO₂) y el oxígeno (O₂) del agua. El CO₂ disuelto puede formar ácidos al combinarse con el agua, lo que a su vez puede reducir el pH del agua tratada y causar corrosión en los equipos y tuberías; también la presencia de CO₂ puede reducir la eficiencia de las membranas empleadas en el proceso, por lo que dicha eliminación de gases disueltos ayuda a prolongar la vida útil de las membranas y mejorar la eficiencia del proceso de desalinización. La eliminación del oxígeno es igual de importante para evitar la oxidación y la corrosión de componentes de la planta.

Así mismo, dichas torres de desgasificación ayudarán a estabilizar y ajustar el pH del agua antes de que pase por el sistema de ósmosis inversa.

Las POI operará con energía eléctrica, por lo que las emisiones directas de gases contaminantes a la atmósfera de ésta y las torres serán mínimas o nulas por varios motivos; primeramente, al utilizar energía limpia y renovable, la planta no producirá emisiones directas de gases de efecto invernadero ni otros contaminantes asociados con la quema de combustibles fósiles; y si bien las torres de desgasificación eliminarán gases disueltos como el CO₂ y el O₂ del agua, estos gases, en las concentraciones manejadas por la POI, no constituirán una fuente significativa de contaminación atmosférica, ya que la cantidad de CO₂ liberada por este proceso es relativamente baja y es parte del carbono biogeoquímico ya presente en el ciclo natural del agua. Además, el CO₂ que se liberará a través de las torres de desgasificación es generalmente el mismo CO₂ que estaba previamente disuelto en el agua de mar, por lo que no contribuirá a un aumento neto en los niveles de CO₂ atmosférico.

² Es la calidad de agua que el equipo va a producir en el año 1 según la corrida del fabricante de las membranas sin embargo podemos garantizar que mientras el agua de alimentación sea de 37,500 ppm el equipo producirá agua que estará por debajo de los 350 ppm de sdt por al menos 3 años.

Por lo tanto, la operación de las torres de desgasificación en sí no introduce contaminante químicos ni partículas en la atmósfera, ya que los gases a liberar son principalmente naturales y ya forman parte del aire que nos rodea.

El sistema de desalinización estará compuesto por un ensamblaje de dos patines, filtros duales media, un sistema de filtración de membrana en una sola etapa, un sistema de limpieza y lavado, y un subsistema de tratamiento posterior, complementado con diversas piezas instrumentales para el control y monitoreo eficaz del proceso.

Operatividad de la Planta de Ósmosis Inversa

La planta desalinizadora del proveedor HIDROAMBIENTE está diseñada para procesar agua de mar con una concentración de sólidos disueltos totales de 17,000 ppm, produciendo diariamente hasta 2,000 m³ de agua con un contenido de cloruros máximo de 500 ppm. Esta capacidad de producción está proyectada para mantenerse durante al menos tres años de operación continua, asegurando así la disponibilidad de agua de calidad, según los requerimientos del cliente, para la aplicación de ésta en procesos específicos como la elaboración de lodos de perforación y cloruros de no más de 350 ppm.

La operación de la planta se puede gestionar de forma automática o manual. Comienza con un sistema de pre-tratamiento de dos etapas que incluye filtros multi media para remover partículas sólidas mayores a 20 micras. Estos filtros están compuestos de tres unidades operadas manualmente, utilizando medios filtrantes como arena, grava y antracita. Los tanques estarán fabricados en fibra de vidrio por la marca Structural, que evitan la corrosión. Cada uno de los filtros tendrán un diámetro de 63 pulgadas para un área de filtración de 21.6 ft² y son capaces de operar a una tasa de filtración de 4.5 gpm/ft².

Además, la planta contará con un sistema de portafiltros de cartuchos tipo vertical, diseñado para operar bajo presiones de hasta 600 psi y equipado con 12 elementos filtrantes de polipropileno extruido, capaces de filtrar partículas hasta de 1 micra. Estos cartuchos son desechables y tienen una duración aproximada de 30 días en operación continua y son fabricados en polipropileno extruido con un diámetro de 205 pulgadas x 40 pulgadas de largo.

El módulo de ósmosis inversa de la planta utiliza cuarenta y nueve membranas para agua de mar marca CSM, distribuidas en siete recipientes de presión marca Protec diseñados para operar a 1000 psi. Cada membrana tiene un área de filtración de 400 ft² y es capaz de rechazar el 99.8% de las sales. El sistema de bombeo de alta presión involucrará una bomba centrífuga de la marca Fedco con componentes en acero dúplex 2205, acoplada a un motor eléctrico de 150 HP.

Para asegurar la calidad del agua tratada, la planta está equipada con un monitor controlador de conductividad que supervisa la calidad del permeado y activa una válvula divertora motorizada si el agua no cumple con los estándares requeridos. Este sistema de control asegura que solo agua de alta calidad sea distribuida, mientras que el agua de rechazo, con una mayor concentración de sales, es gestionada adecuadamente.

Este diseño integral no solo proporciona un suministro confiable de agua desalinizada, sino que también cumple con las normativas ambientales, garantizando un impacto mínimo en el entorno.

En relación con el proceso operativo de la planta desalinizadora de agua de mar, se describe a continuación el pretratamiento necesario para el agua salada antes de su conducción a través de las membranas, que son componentes cruciales de la planta.

1. Pretratamiento.

El pretratamiento y acondicionamiento químico del agua salada es esencial antes de su introducción a las membranas desaladoras. Un pretratamiento adecuado es fundamental para evitar taponamientos e incrustaciones en las membranas, lo cual podría aumentar la frecuencia de las limpiezas necesarias y disminuir significativamente su vida útil.

El proceso de pretratamiento incluye los siguientes componentes:

- a) Tres filtros multimedia de operación manual.
- b) Un filtro pulidor de cartuchos.
- c) Dosificación de inhibidor de incrustaciones.

a. Filtro Multi-media

El proceso iniciará con la introducción del agua de mar, que tiene una concentración de sólidos disueltos totales de 17,000 ppm, hacia los filtros dual media. En esta fase, el agua atravesará lechos filtrantes compuestos por arena y antracita, eliminando partículas suspendidas mayores a 20 micras. Cada filtro estará equipado con un manifold que incluye cinco válvulas manuales tipo mariposa, las cuales se ajustan para las etapas de servicio, retrolavado y enjuague.

Durante la *etapa de servicio*, el agua entrará por la parte superior del filtro y se distribuirá a través de un distribuidor interno, pasando por los lechos filtrantes. El agua filtrada será recolectada en la base del filtro a través de un colector interno y se dirigirá a la siguiente etapa de filtración fina. El filtro se mantiene en servicio hasta que los lechos filtrantes acumulan suficiente suciedad para requerir un retrolavado.

El *retrolavado* se activará manualmente cuando se detecta una caída de presión superior a 15 psi, indicando una alta acumulación de sólidos. Esta fase consiste en hacer pasar agua a contracorriente desde la parte inferior del filtro para expandir los lechos filtrantes y expulsar los sólidos acumulados hacia la parte superior. El agua sucia resultante se descargará por el sistema de drenaje y la duración del retrolavado oscila entre 20 y 30 minutos.

Posteriormente, se realizará el *enjuague manual* para eliminar el remanente de agua sucia dentro del filtro después del retrolavado. Durante el enjuague, el agua atraviesa el filtro de manera similar a como lo hace en servicio, pero en lugar de dirigirse hacia la planta de ósmosis, se descarga al drenaje. Esta fase dura aproximadamente 10 a 15 minutos.

b. Filtro pulidor de cartuchos

El agua, tras ser filtrada por los filtros dual media, avanza hacia el filtro pulidor de cartuchos, cuya función es eliminar los sólidos en suspensión mayores a una micra. Este filtro estará

construido de fibra de vidrio reforzada (FRP) y polipropileno, materiales seleccionados por su capacidad para resistir la corrosión causada por el contacto con agua salada. En el interior del filtro se alojará el medio filtrante, compuesto por doce cartuchos cilíndricos de polipropileno extruido, cada uno con 40 pulgadas de longitud y desechables.

Cada cartucho presenta un grado de filtración de una micra y debe ser reemplazado cada 30 días de uso o antes si se observa una caída de presión superior a 12 psi, para asegurar la eficiencia del proceso de filtración y proteger las etapas subsiguientes del sistema de tratamiento.

c. Dosificador de inhibidor de incrustaciones

Para prevenir incrustaciones inorgánicas originadas por la alta dureza del agua de mar, la planta estará equipada con un sistema de dosificación de inhibidores de incrustaciones. Los químicos se inyectarán directamente en la línea de alimentación antes de llegar al filtro de cartuchos. Se estima que la dosificación necesaria para mantener las membranas libres de incrustaciones oscilará entre 3 y 5 ppm.

El sistema de dosificación contará con una bomba dosificadora de diafragma de desplazamiento positivo, la cual permite ajustar tanto la apertura del diafragma como la frecuencia de las pulsaciones para una dosificación precisa. El inhibidor de incrustaciones se preparará y almacenará en un tanque de polietileno de alta densidad con una capacidad de 200 litros, asegurando así la disponibilidad continua del químico necesario para el tratamiento.

Es fundamental proporcionar una descripción más detallada de los procesos involucrados en la desalación de agua de mar que se realiza en la planta. Los siguientes son los procesos clave que forman parte de esta operación:

2. Desalinización

Una vez filtrada y acondicionada, el agua es impulsada por una bomba de alta presión hacia el banco de membranas. La bomba, una centrífuga de la marca Fedco, está acoplada a un motor de 150 HP.

El banco de membranas se integrará de cuarenta y nueve elementos de 8 pulgadas de diámetro y 40 pulgadas de longitud, de la marca CSM o equivalente, distribuidos en siete recipientes de presión en una configuración 7:0. Estas membranas se encargarán de reducir la salinidad del agua desde 17,000 ppm hasta menos de 500 ppm, produciendo un flujo de 128 gpm. Esto representa una recuperación del 42-45% con respecto al flujo de alimentación inicial. Con esta tasa de flujo de permeado, las membranas operan a un flux de 9.4 galones por día por pie cuadrado.

3. Unidad de Limpieza de Membranas (CIP)

La planta estará equipada con una unidad para realizar limpiezas químicas a las membranas de los tres módulos, incluyendo el módulo que actualmente está en operación. Esta unidad de limpieza en sitio (CIP) incluirá un tanque con fondo cónico de 1,300 litros y una bomba centrífuga horizontal.

Las limpiezas se programarán cada vez que el flujo de permeado disminuya en un 15% o cuando la presión de alimentación aumente en un 15%, con el fin de mantener el flujo de permeado de diseño. En el tanque CIP se preparará la solución de limpieza, que puede ser

con detergentes alcalinos o ácidos según el tipo de obstrucción o incrustación identificada. Esta solución se bombeará hacia el banco de membranas utilizando la bomba centrífuga y se recirculará durante 30 a 45 minutos.

Posteriormente, las membranas serán enjuagadas para eliminar cualquier residuo de la solución de limpieza, y la planta será reajustada para volver a estar en servicio. Adicionalmente, la unidad CIP se empleará para realizar enjuagues con agua de permeado después de cada ciclo operativo. Este enjuague facilita la eliminación del agua salada del interior del banco de membranas, ayudando así a prevenir la precipitación de sales tras la operación. Estos enjuagues están programados en el tablero de control y se ejecutan de manera automática.

4. Sistema de Desgasificación o Sistema de Filtración por medio de KDF para remoción del ácido sulfhídrico en agua de permeado.

La planta estará equipada con una torre desgasificadora o un sistema de filtración tipo KDF diseñado específicamente para eliminar el ácido sulfhídrico del agua de permeado. Adicionalmente, se implementará un sistema de dosificación de hipoclorito de sodio o un alimentador de tabletas para neutralizar cualquier residuo de ácido sulfhídrico.

Para el control y la operación de la planta, se instalarán gabinetes y registros eléctricos conforme a la normativa NEMA 12, utilizando equipos de la marca Hoffman. Estos gabinetes estarán equipados con alarmas audibles y visuales, y contarán con selectores manuales para alternar entre los modos de operación automática y manual de la planta.

Los parámetros para generarse por el proceso de la Planta de Ósmosis Inversa son:

Tabla II-3 Parámetros que serán generados por el proceso de la POI

Parámetros	Agua cruda	Agua producto	Agua rechazo	Anotación
Caudal (m³/d)	4.500	2.000	2.500	El volumen de agua aprovechable en la península de Yucatán está establecido por el Consejo de Cuenca en 12,750 millones de m³ anuales. El aprovechamiento requerido para el proceso de desalación de agua de mar, a fin de obtener agua potable mediante ósmosis inversa, es de 876,000 m³ anuales.
Temperatura (°C)	26.6 a 29	27 a 28	28-31	La temperatura de vertimiento es igual o 3 °C por arriba del agua de aprovechamiento.
Sólidos disueltos totales (mg/l)	3,000 a 4,000	250	4,350 a 6,000	Los sólidos disueltos totales estarán, en el punto de descarga, entre 350 y 2000 mg/l por arriba del parámetro natural. La situación será asimilada en una rápida dilución en el acuífero profundo.
Oxígeno disuelto (mg/l)	3 a 4	3 a 4	3 a 4	El oxígeno disuelto no presenta variaciones
pH	7.65 a 7.8	6.5 a 8.0	8.0 a 8.2	El pH presenta una variación hacia la alcalinidad mínima que va de .35 a .55
Salinidad (PPM)	17.000	500 a 250	31.000	El agua vertida es menos salina que la existente en el freático profundo. De esto se espera, al igual que para los Sólidos disueltos totales, una rápida dilución.

La utilización de los pozos de descarga autorizados para el vertimiento profundo de salmuera (-80 m) puede afectar las características químicas del agua subterránea. Sin embargo, el agua permanecerá libre de patógenos y mantendrá un pH entre 7.65 y 7.8

Parámetros	Agua cruda	Agua producto	Agua rechazo
Caudal (m³/d)	4.500	2.000	2.5000
Temperatura (°C)	26.6 a 29	27 a 28	28-31
Sólidos disueltos totales (mg/l)	3,000 a 4,000	250	4,350 a 6,000
Oxígeno disuelto (mg/l)	3 a 4	3 a 4	3 a 4
pH	7.65 a 7.8	6.5 a 7.5	7.0 a 8.0
Salinidad (PPM)	17.000	500	31.000

Características principales de los pozos.

Los tres pozos de aprovechamiento (2 pozos para la primera fase + 1 de reserva), cada uno con un caudal de 26 litros por segundo, tendrán un aprovechamiento anual de 823,440 metros cúbicos. Cada pozo está equipado con un medidor totalizador para su fiscalización adecuada. Los dos pozos de rechazo, por otro lado, manejará un volumen anual de 457,710 metros cúbicos, equivalente a 1,254 metros cúbicos diarios, y también está equipado con medidor totalizador para su fiscalización.

En cuanto a las características constructivas de los pozos, estas cumplirán con las especificaciones técnicas establecidas en la NOM-003-CNA-1996. Al concluir la perforación del pozo, se permite un periodo de reposo de 24 horas antes de proceder a la toma de muestras de agua para análisis físico-químicos cada 5 metros. Finalizados los análisis, se realizará el registro eléctrico para determinar la conductividad del pozo. Adicionalmente, se recolectan muestras pétreas a cada metro perforado para su análisis y valoración por parte de la Comisión Nacional del Agua. Posteriormente, se introduce una barrena al fondo del pozo para la desinfección con cloro y el sifoneo según lo estipulado por la normativa aplicable. Este mismo procedimiento se aplica a los dos pozos de rechazo de 40 metros, asegurando así el cumplimiento de los estándares requeridos, tal y como se describirá en los siguientes párrafos.

A. Perforación de pozos

Se procederá a la perforación de tres (3) pozos de aprovechamiento, cada uno con un diámetro de 400 mm, utilizando una máquina rotatoria equipada con barreno tricónico de puntas de diamante hasta alcanzar una profundidad de 45 metros.

Para el suministro y colocación de éstos, se utilizará tubería de PVC contrademe de 16 pulgadas de diámetro.

Además, se instalará tubería lisa y ranurada de PVC de 16 pulgadas de diámetro para revestir el pozo. Esto permitirá la entrada de agua salada mientras se bloquea la infiltración de material granular, tanto natural como artificial, lo anterior para ademar el pozo.

En consecuencia, se llevará a cabo un análisis fisicoquímico cada 5 metros de profundidad para verificar el cumplimiento con las normativas de la Comisión Nacional del Agua (CNA), conforme a la NOM-003-CNA y también se realizará un registro eléctrico que será presentado ante la CNA, siguiendo los lineamientos de la misma normativa.

Por otro lado, se construirán dos (2) pozos destinados a la descarga de rechazo de la planta desaladora. Estos pozos se perforarán hasta una profundidad de 80 metros, utilizando una técnica similar que incluye máquina rotatoria con barreno tricónico de puntas de diamante y un diámetro de 300 mm.

El suministro y la instalación de tubería lisa y ranurada de PVC de 12 pulgadas de diámetro se realizarán también para estos pozos (ademar), asegurando la adecuada estructuración y funcionalidad del sistema.

B. Equipamiento de Pozos

Se detalla a continuación el equipamiento para los pozos:

1. *Instalación de Bombas Sumergibles:*

- Marca: GRUNDFOS.
- Capacidad: 344 gpm.
- Motor: 20 Hp, 440 Vca, 60 Hz, trifásico.
- Material: Acero Inoxidable Tipo 904L, adecuado para agua de mar.
- Componentes adicionales: Tubería de montaje en pozo de 3 pulgadas PVC Ced. 80, válvula de corte, válvula check, cable de sujeción, válvula de muestreo y tablero de control Nema 4x con desconectador para mantenimiento.

2. *Instalación de Sistema Integral de Monitoreo y Transmisión de Conductividad Eléctrica (SIMTCA-H) para Pozo de Captación:*

- Incluirá: Comunicación GPRS con protocolo TCP, medidor de calidad, data logger para almacenamiento de datos, memoria no volátil de 4 Gb, y sistema de telemetría con servicio de comunicación y entrega de datos conforme a las reglas operativas de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).
- Montaje: Gabinete IP66 para intemperie, con calibración y programación incluidas.

3. *Instalación de Sistema de Monitoreo y Transmisión de Flujo de Agua con Totalizador M5000:*

- Uso: Para pozos de captación y de rechazo.
- Incluye: Tres medidores de flujo de 4.0 pulgadas para los pozos de aprovechamiento y dos medidores de flujo de 3 pulgadas para los pozos de rechazo.
- Características adicionales: Almacenamiento de datos, cumplimiento con la normativa de la CONAGUA.
- Montaje: Gabinete IP66 para intemperie, incluyendo calibración y programación.

Medidas Normativas para la Prevención de la Contaminación del Acuífero

Conforme a la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CNA-1996 y con el objetivo de cumplir con las autorizaciones y el título de concesión otorgados por la Comisión Nacional del Agua, se adoptaron las siguientes medidas preventivas durante el proceso de perforación:

1. **Desinfección de Equipos:** Antes de iniciar la perforación, es imperativo desinfectar la herramienta y la tubería. Se deberá eliminar cualquier residuo de grasa o aceite y aplicar un desinfectante hasta alcanzar una concentración de cloro activo de al menos 200 mg/L, ajustado proporcionalmente al volumen de agua en el pozo.
2. **Calidad de los Fluidos de Perforación:** Los fluidos utilizados, como el agua, deben estar libres de sustancias que puedan alterar las características químicas del agua subterránea.
3. **Condiciones del Agua:** El agua empleada no debe contener patógenos y debe mantener un pH entre 6 y 10 para preservar las propiedades del fluido de perforación y evitar la degradación del agua subterránea.
4. **Gestión de Residuos Post-Perforación:** Tras completar la perforación, es necesario retirar todos los residuos de lodo y materiales de construcción utilizados.
5. **Monitoreo de Calidad del Agua:** Una vez que el pozo esté operativo, se realizará un análisis de calidad del agua que incluirá pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio, sólidos disueltos totales y bacterias coliformes fecales. Este análisis deberá repetirse cada tres años o según lo estipulado en las especificaciones de la concesión.
6. **Protección Sanitaria:** Para prevenir la contaminación, se implementarán medidas de protección sanitaria en áreas críticas como el espacio anular entre las paredes de la formación y el ademe, y la terminal superior del pozo. Se aplicará un desinfectante para asegurar una concentración de cloro activo de al menos 200 mg/L en el volumen de agua del pozo. Adicionalmente, se instalará un contra ademe en el espacio anular entre el ademe y la perforación de 14 pulgadas para prevenir la infiltración de agua superficial contaminada. Esta estructura sobresaldrá 0.50 metros del terreno natural.

Especificaciones del Brocal

El brocal adoptará la forma de un prisma cuadrangular, con cada lado igual al diámetro total superficial de la perforación y una altura promedio de 0.95 metros sobre el nivel del terreno natural o elevado. Las losas exteriores serán cuadradas, con una longitud mínima de tres veces el diámetro total de la perforación y un espesor aproximado de 0.15 metros.

Para prevenir la contaminación del pozo, se instalarán contra ademes que impidan la infiltración de agua superficial o contaminada del subsuelo hacia el interior del pozo. Antes de conectar los pozos a la red de alimentación de la Planta desaladora por ósmosis inversa, se realizará una desinfección minuciosa, dado que el agua se destinará al consumo humano. Esto implica aplicar una concentración de cloro de al menos 200 mg/l, utilizando cloro, tabletas de hipoclorito de calcio, solución de hipoclorito de sodio o desinfectantes similares aprobados por la Secretaría de Salud.

Una vez aplicado el desinfectante, el agua del pozo se agitará para asegurar una mezcla homogénea y garantizar el contacto del agua desinfectada con las paredes del ademe, la rejilla, el filtro y la formación del acuífero. La mezcla será recirculada dentro del ademe utilizando la

columna de bombeo y posteriormente será extraída por bombeo. Después de desinfectar, el pozo será bombeado hasta que no se detecten residuos del desinfectante. Finalmente, la mezcla agua-desinfectante debe reposar dentro del pozo durante un mínimo de 12 horas y un máximo de 24 horas.

Los procedimientos descritos aplicarán tanto para los pozos de aprovechamiento como para el pozo de rechazo de uso doméstico. La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) es la entidad encargada de determinar los límites y condiciones del aprovechamiento a través de la concesión, garantizando el uso sostenible del acuífero y estableciendo los pagos por el servicio conforme a las regulaciones nacionales.

Las especificaciones y métodos de ejecución de los pozos de extracción se ajustan rigurosamente a las normas establecidas en la Norma Oficial Mexicana aplicable a estos procedimientos.

II.1.6 Inversión requerida.

Las obras y actividades requeridas para el desarrollo del proyecto tienen un costo estimado de

II.1.7 Programa general de trabajo

Se estima que la instalación y perforación del proyecto, dadas las actividades, dimensiones y alcances involucrados, se completarán en un período de un mes. Una vez finalizada esta fase, se prevé que la operación del proyecto se extienda durante 99 años.

Tabla II-4 Programa general de trabajo para la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa

ACTIVIDADES	SEMANAS				Años
	1	2	3	4	... 99
Perforación de pozos					
Adecuación del espacio					
Armado e instalación de la POI					
Instalación del sistema eléctrico					
Instalación del sistema hidráulico					
Afinado de detalles					
Equipamiento					
Ajuste de los sistemas eléctrico e hidráulico					
Pruebas de funcionamiento					
Mantenimiento					

II.1.8 Descripción de las etapas del proyecto

II.1.9 Preparación del sitio

Antes de iniciar la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI), es esencial realizar la delimitación del área de trabajo para evitar interferencias con equipos que se encuentre en funcionamiento y operaciones del área de servicios. Así mismo se implementará un sistema de señalización efectivo para mantener al personal informado y prevenir posibles accidentes. La instalación de la POI será llevada a cabo por una empresa especializada, la cual necesitará un

espacio amplio para maniobrar sin obstrucciones, asegurando que los accesos principales y adyacentes permanezcan libres de residuos, herramientas y otros materiales.

Acciones clave para implementar:

- Delimitación clara del área de trabajo y los accesos.
- Precaución para no interrumpir las operaciones de otros proyectos en curso.
- Señalización adecuada de todas las áreas de trabajo.
- Comunicación continua con el personal sobre las actividades en curso para asegurar la continuidad de las operaciones diarias.
- Organización del espacio de trabajo para albergar de manera ordenada el equipo, los materiales y las herramientas.
- La superficie asignada para las actividades estará exclusivamente reservada para las operaciones previstas en el proyecto.
- A la contratista se le proporcionarán especificaciones detalladas sobre la zona de trabajo, normativas internas, horarios y procedimientos operativos relacionados con la instalación de la POI.

Estas medidas están diseñadas para facilitar una instalación eficiente y segura de la POI, minimizando las interrupciones en las operaciones existentes y manteniendo un entorno de trabajo ordenado y seguro.

II.1.10 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

En relación con las actividades asociadas al proyecto, se confirma que no se requieren obras provisionales. Conforme se describió en secciones anteriores, el proyecto implica únicamente la instalación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI), la cual no necesita de infraestructura temporal. Además, se informa que el montaje de la planta se realizará dentro del área de servicios del Lote RTH6.

Sin embargo, para garantizar la seguridad y la información adecuada, el espacio será delimitado con cintas plásticas y señalizaciones, las cuales se dirigirán tanto a los empleados del proyecto como al personal de la empresa contratada. Estas medidas de señalización serán removidas al concluir los trabajos.

II.1.11 Etapa constructiva y requerimientos de insumos.

El proceso que estamos abordando consistirá en el ensamblaje e instalación de una Planta de Ósmosis Inversa (POI) a través del proceso de ósmosis inversa, diseñada para satisfacer las necesidades de consumo de agua del proyecto situado en el lote RTH6. Esta operación no requiere de construcción intensiva ni del uso de maquinaria pesada o cimentaciones profundas.

La tarea principal involucra el posicionamiento y manejo del equipo en el área designada, junto con la planificación y ejecución de las conexiones eléctricas e hidráulicas necesarias.

Armado e Instalación de la POI: La instalación se centrará en la colocación y ensamblaje del equipo según las especificaciones de los manuales técnicos. La empresa contratada será responsable de este proceso y deberá asegurarse de tener a mano todos los materiales y herramientas necesarios para la ejecución eficiente.

Sistema Eléctrico: Se realizará un diseño adecuado que incluye la adquisición y colocación de todos los insumos eléctricos necesarios, cuidando de no interrumpir las operaciones diarias. La Comisión Federal de Electricidad supervisará la provisión de energía, que implicará la instalación de cableado eléctrico necesario para el óptimo funcionamiento de la bomba de extracción de agua. Se habilitarán puntos de toma de energía, conexiones y otros suministros necesarios.

Sistema Hidráulico: Este componente incluye la instalación de tuberías y conexiones hidráulicas esenciales para los procesos de abastecimiento y descarga de agua. La red de distribución interna del proyecto se alimentará adecuadamente para satisfacer las demandas operativas y de consumo del sitio.

Pruebas de Operación y Manejo de Maquinaria: Una vez realizados los ajustes necesarios, se llevarán a cabo pruebas finales en el dispositivo para asegurar su correcto funcionamiento. Estas pruebas permitirán corregir errores y optimizar el rendimiento, al mismo tiempo que servirán para capacitar a los operarios de la Planta de Ósmosis Inversa (POI), proporcionándoles las instrucciones y recomendaciones necesarias para evitar incidentes durante la operación. Además, se realizarán análisis de calidad del agua mediante pruebas de laboratorio.

Manejo de Maquinaria y Equipo: El manejo del equipo y las herramientas necesarias para la ejecución de los trabajos estará principalmente a cargo de la empresa contratada.

Infraestructura de Comunicaciones: Los servicios de televisión, voz y datos están disponibles en el sitio. El proyecto en comento incluye únicamente la infraestructura necesaria para el cableado subterráneo.

Gestión de Residuos y Seguridad: Durante las actividades preliminares y la instalación del dispositivo, se generarán residuos sólidos, líquidos y peligrosos, aunque en menor escala, dado que las tareas no requieren cimentaciones ni construcciones extensas que podrían representar un riesgo de contaminación significativo a la zona donde se plantea la instalación de la planta desaladora. Para minimizar cualquier riesgo, se instruirá al personal contratado sobre el cumplimiento del reglamento interno del proyecto y el uso adecuado de las instalaciones. La supervisión directa de las tareas y la señalización adecuada serán cruciales.

Impacto Socioeconómico del proyecto: La creación de empleo representa un desafío crucial para la región, no solo porque ofrece una base para una vida digna y es la principal fuente de ingresos para la población, sino también porque el desempleo y la pobreza son amenazas constantes que afectan la movilidad y el flujo poblacional.

El proyecto en cuestión busca generar una variedad de empleos temporales y permanentes, que evolucionarán conforme progresa la construcción de los pozos y la instalación de la POI, estimulando así el flujo de capital y atendiendo las necesidades del proyecto.

Los empleos directos e indirectos pretendidos a generar son los siguientes:

Actividad	Cantidad	Naturaleza del empleo	Temporalidad
Etapas de construcción e instalación			
Perforación de pozos	2	Especialista	Temporal
	2	Técnicos	Temporal
Instalación de equipos	2	Auxiliar	Temporal
	1	Gerente	Temporal
	1	Operario	Temporal
	20	Ayudantes	Temporal
Etapas de operación y mantenimiento			
Operarios	1	Especialista	Permanente
	2	Técnicos	Permanente
	1	Supervisor	Permanente
	2	Administrativos	Permanente
	2	Encargados de mantenimiento	Permanente
	5	Ayudantes	Permanente

Conforme a lo descrito, se anticipa que el desarrollo del proyecto generará aproximadamente 41 empleos, tanto directos como indirectos, que incluirán puestos temporales y permanentes

II.1.12 Manejo de maquinaria y equipo.

Para la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) no se requiere del uso de maquinaria pesada, ni de vehículos para transporte de materiales y equipo para las cimentaciones; sin embargo, como se especificó anteriormente, se exigirá al contratista que el equipo requerido sea nuevo o se encuentre en óptimas condiciones mecánicas con la finalidad de evitar fallas en el frente de trabajo y retrasos en la instalación.

Durante las fases de preparación del sitio e instalación se establecerán los criterios de protección ambiental que se exponen en esta manifestación de impacto ambiental, además de aquellos que, eventualmente, sean consignados en el resolutive correspondiente.

En estas dos primeras etapas del proyecto se aplica el seguimiento ambiental de manera estratégica a efecto de tener control de impactos ambientales adversos supervinientes y, en caso de que ocurrieran, implementar las acciones necesarias para detenerlos y revertirlos.

II.1.13 Etapa de operación y mantenimiento

Durante la fase operativa del proyecto, las actividades se centrarán exclusivamente en el proceso de ósmosis inversa para la desalación del agua de mar en la planta designada. El personal responsable implementará controles esenciales, incluyendo mantenimientos preventivos y correctivos regulares, además de reparaciones comunes, todas soportadas por técnicos especializados.

En esta etapa, se aplicarán criterios de precaución para asegurar el funcionamiento óptimo de la planta desaladora. Las operaciones estarán diseñadas para minimizar cualquier impacto negativo en el ambiente. Los operadores recibirán formación exhaustiva y contarán con manuales e instructivos actualizados para garantizar su completa familiarización con el equipo.

Las acciones de mantenimiento y supervisión se enfocarán en los siguientes aspectos clave:

- Monitoreo continuo del funcionamiento de la bomba de extracción.
- Supervisión rigurosa de las instalaciones eléctricas e hidráulicas de la planta.
- Monitoreo constante de la calidad del agua de entrada y salida.
- Detección y resolución de cualquier anomalía o falla técnica.
- Cambios periódicos de membranas y realización de mantenimientos regulares al sistema en general.
- Se llevará a cabo una inspección regular para garantizar el correcto funcionamiento de la planta de tratamiento de ósmosis inversa. Además, la operación de la planta se ajustará estrictamente a las normativas sanitarias y a las regulaciones establecidas por la Comisión Nacional del Agua (CNA) en el título de concesión otorgado.
- Se establecerá un programa exhaustivo de monitoreo de calidad del agua para asegurar el cumplimiento continuo con los estándares aplicables.

II.1.14 Descripción de obras asociadas al proyecto

Por el tipo de proyecto no se tienen contempladas obras asociadas.

II.1.15 Etapa de abandono del sitio

El proyecto está diseñado con características permanentes que aseguran su continuidad a largo plazo, atendiendo las necesidades de consumo de agua indefinidamente. No se prevé la desactivación del dispositivo en los próximos 99 años, dada la naturaleza duradera de la infraestructura establecida.

II.1.16 Utilización de explosivos

En ninguna de las etapas del proyecto se utilizarán explosivos.

II.1.17 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Preparación del sitio (construcción) e instalación.

Dada la naturaleza de las operaciones, la generación de residuos y emisiones será mínima y de corto plazo, considerándose insignificante.

Residuos sólidos: Durante la ejecución del proyecto, se producirán residuos sólidos principalmente compuestos por materiales sobrantes de las actividades, tales como cables, alambres, molduras de PVC y desechos de los materiales utilizados en la instalación de los sistemas eléctrico e hidráulico. No se anticipa generación de residuos por parte de los trabajadores debido a que el proyecto autorizado contará con un sistema efectivo de manejo de desechos, incluyendo botes de basura adecuadamente señalizados y procesos de separación y reciclaje, los cuales serán integrados a las operaciones de la Planta de Ósmosis Inversa (POI).

Residuos líquidos: Los residuos líquidos generados por los trabajadores serán manejados a través de las instalaciones sanitarias existentes, que estarán conectadas al sistema de drenaje y tratamiento de aguas residuales del proyecto, dirigiendo las aguas servidas hacia la planta de tratamiento en Playa Mujeres, al interior del Condominio Maestro.

Residuos peligrosos: El tipo de proyecto no implica la generación de residuos peligrosos.

Emisiones a la atmósfera: El ruido producido por la maquinaria y las actividades del proyecto será de corta duración y baja intensidad, sin exceder los límites establecidos por las normativas aplicables. Las emisiones sonoras ocurrirán durante horas laborales y su regulación, que es de competencia municipal, será supervisada por la autoridad local correspondiente.

En relación con las operaciones del proyecto, se anticipa que se generarán emisiones a baja escala debido a la combustión interna de la maquinaria y equipos utilizados para la instalación de la planta desaladora. Además, se espera una dispersión atmosférica mínima de polvos y partículas finas.

Para mitigar estos impactos ambientales, se utilizará maquinaria en óptimas condiciones mecánicas, equipada con silenciadores adecuados. Todas las operaciones se llevarán a cabo durante el horario laboral, de 9:00 a 17:00 horas, y no se realizarán trabajos nocturnos.

La calidad de la combustión de los motores está directamente relacionada con su estado mecánico y de mantenimiento. Por tanto, se exigirá que los motores estén bien afinados y mantenidos regularmente. Los gases resultantes de la combustión serán dispersados en la atmósfera, y su regulación y verificación cumplirán con las Normas Oficiales Mexicanas pertinentes. Además, para minimizar la emisión de polvos fugitivos, se humedecerán las áreas de trabajo y se llevarán a cabo labores de control de manera inmediata.

Operación y mantenimiento.

Debido a las características específicas del proyecto, no se anticipa la generación de residuos sólidos, líquidos o peligrosos durante la operación de la Planta de Ósmosis Inversa. Asimismo, tampoco se espera que se produzca contaminación atmosférica, ya que la planta operará a través de sistemas eléctricos, tal y como se explicó anteriormente.

El proceso de filtrado de la planta puede generar aguas de rechazo que contienen concentraciones de sales, iones y sólidos. Estas aguas serán descargadas directamente en un pozo de rechazo, facilitando la eliminación segura de los residuos excedentes, los cuales no son considerados peligrosos ni contaminantes.

Además, las emisiones de ruido de la planta serán mínimas debido a la naturaleza de los equipos eléctricos con los que opera.

II.1.18 Infraestructura para el manejo y la disposición adecuada de los residuos

Como se mencionó anteriormente, los residuos generados durante la fase de ejecución e instalación del proyecto consistirán principalmente en materiales sobrantes de las actividades, tales como cables, alambres, molduras de PVC, y desechos de los materiales eléctricos e hidráulicos utilizados en la instalación. Además, se incluirán los residuos producidos por los trabajadores involucrados en la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI).

Estos residuos se almacenarán temporalmente dentro del desarrollo inmobiliario del Lote RTH6 y se manejarán de acuerdo como lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión

Integral de los Residuos y su Reglamento, los municipios son los que tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, por ellos mismos o a través de un tercero, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final. En este caso el manejo y transporte de los residuos sólidos urbanos que se generen serán retirados del predio con la frecuencia requerida que evite la descomposición, y con ellos la generación de malos olores, la cual no debe ser mayor de tres días.

El proyecto, en su fase operativa, contará con la infraestructura adecuada para el manejo y disposición de residuos, aunque la operación de la POI, esta generará exclusivamente sales residuales, las cuales serán adecuadamente dirigidas al par de pozos de rechazo con los que contará el proyecto.

Dado lo anterior, se considera que la POI, debido a su ubicación, dimensiones, sistemas de ensamblaje y características operativas, no representa riesgos para el medio ambiente ni para la salud humana.

III. VINCULACION CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y REGULACIÓN DE USO DE SUELO.

Este documento constituye una Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Particular (MIA-P) para un sitio que ha sido legalmente intervenido, como se mencionó previamente. El propósito es desarrollar un proyecto que responda adecuadamente a las actuales necesidades urbanas de la zona que lo alberga.

En enero de 1988 se publicó la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), en el Diario Oficial de la Federación, la cual tiene como objetivo el definir la política de protección ambiental a seguir en el territorio nacional, incluyendo específica y detalladamente la relacionada con la evaluación en materia de impacto ambiental.

La LGEEPA define, en su artículo 28, lo que se entiende por evaluación de impacto ambiental y, además, establece las obras y actividades que requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); listado que es ampliado y detallado en el artículo 5 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA). Además, en el artículo 30 de la LGEEPA se indica que, como parte del procedimiento a seguir para la obtener la autorización en la materia, los promoventes deberán presentar una manifestación de impacto ambiental. Y, en los artículos 12 y 13 del reglamento en materia de impacto ambiental se define el contenido general de las manifestaciones de impacto ambiental, según su modalidad, con la finalidad de que la autoridad pueda evaluar y dictaminar la viabilidad jurídico-ambiental del proyecto sometido a evaluación.

Tanto en el artículo 12 como en el 13, fracción III, se solicita incluir la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo. En este apartado de las manifestaciones de impacto ambiental, los promoventes deben demostrar el cumplimiento de las formalidades definidas en el marco jurídico-ambiental nacional e internacional, incluyendo: leyes generales, reglamentos ambientales, ordenamientos ecológicos, planes de desarrollo urbano, normas oficiales, entre otros, así como acuerdos internacionales de los que México es signatario.

La aplicación del marco normativo depende básicamente de dos aspectos, el primero el tipo de proyecto (obras y actividades a realizar) que se pretenda desarrollar y, el segundo, el territorio donde se pretenden llevar a cabo las obras y/o actividades. En este caso se puede actuar de dos formas, si ya se tiene definido conceptualmente el tipo de proyecto a ejecutar y el sitio, se tiene que saber si el marco normativo aplicable al sitio lo permite o hasta donde lo permite. O, de lo contrario, conociendo el sitio y el marco normativo ambiental, se puede definir el proyecto con base las restricciones o especificaciones definidas en el marco jurídico ambiental vigente y aplicable en el área donde se ubica el predio.

Una vez analizado lo establecido en el artículo 11 del REIA y a haber descartado estar en alguno de los casos indicados en sus fracciones, se concluye que para el proyecto que nos ocupa se deberá presentar una manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular. Por lo que, esta debe contener la información indicada en el artículo 12 del REIA.

Es así que, el desarrollo del presente capítulo tiene como finalidad el presentar la vinculación del desarrollo del proyecto con los diferentes instrumentos jurídicos de carácter ambiental vigentes y aplicables en la región y al tipo de proyecto sometido al procedimiento de evaluación. Esto para dar cumplimiento a la fracción III del artículo 12 del REIA, por ser el artículo que aplica al desarrollo del proyecto como se muestra más adelante.

De conformidad con lo anterior, en este apartado se establece de manera puntual y detallada cómo el proyecto se vincula con los diferentes instrumentos jurídicos de política ambiental y planeación urbana que ordenan la zona donde se ubica el proyecto, tales como:

A) Leyes y reglamentos Nacionales:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS)
- Ley General de Cambio Climático (LGCC)
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.
- *Ley General de Bienes Nacionales y Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar.*
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

B) Ordenamientos ecológicos, planes de desarrollo urbanos, áreas naturales protegidas y sitios RAMSAR.

- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo (POELMIM).
- Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmucuch en la zona continental del Municipio de isla Mujeres, Quintana Roo (PPDUPCH).

C) Decretos y programas de áreas naturales protegidas de carácter federal, estatal y municipal.

D) Otros.

- Normas Oficiales Mexicanas.

Es por lo anterior que la Planta de Ósmosis Inversa y los pozos necesarios para su correcto funcionamiento requieren una autorización en materia de impacto ambiental para su instalación y operación. Esta planta proveerá el consumo de agua del proyecto ubicado en el Lote RTH6, el cual está en proceso de obtener su autorización dentro del Plan Maestro Playa Mujeres, ya aprobado.

A continuación, se presentan a la autoridad ambiental los elementos de juicio que justifican y sustentan los aspectos más relevantes del proyecto en términos ambientales. Además, se

detalla cómo se cumple con el marco jurídico ambiental y de planeación urbana, permitiendo así la aplicación de lo dispuesto en los párrafos primero y segundo del artículo 35 de la LGEEPA, que establece:

“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”.

III.1.1 Leyes y reglamentos nacionales

III.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA).

La LGEEPA es una ley reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), misma que fue elaborada para definir el marco jurídico para la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como para la protección al ambiente en todo el territorio nacional. Para ello, retoma los preceptos establecidos en nuestra Constitución Política.

El procedimiento de evaluación de impacto ambiental es uno de los mecanismos definidos en la LGEEPA para cumplir las disposiciones antes mencionadas, el cual quedó definido en su artículo 28. En éste se define la evaluación del impacto ambiental como el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades, en este especificadas de manera general, que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas. Por su contenido, este artículo se considera el alma y uno de los más importante de esta ley.

“ARTÍCULO 28.-La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

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

Considerando la naturaleza del proyecto que se somete a evaluación a través del presente documento, su ubicación y las características del predio, obras y actividades a ejecutar se somete a evaluación en cumplimiento de lo establecido en el artículo 28, fracción I, de la LGEEPA; y, 5, incisos A) fracción XII, del REIA.

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

A) **HIDRÁULICAS:**

XII. Plantas desaladoras;

En la Tabla III-1 se presenta la vinculación entre la naturaleza del proyecto que se pretende desarrollar y lo establecido en la LGEEPA y el REIA.

Previo a ello se aclara que, para el desarrollo del proyecto es importante tomar en cuenta lo indicado en el “Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente” publicado en el Diario Oficial de la Federación el 23 de abril de 2018. Especialmente la adición hecha al artículo 3o., fracción XIII Bis., en la cual se define los ecosistemas costeros y determina los encargados de determinarlos, quedando como sigue:

Ecosistemas costeros: *Las playas, las dunas costeras, los acantilados, franjas intermareales; los humedales costeros tales como las lagunas interdunarias, las lagunas costeras, los esteros, las marismas, los pantanos, las ciénegas, los manglares, los petenes, los oasis, los cenotes, los pastizales, los palmares y las selvas inundables; los arrecifes de coral; los ecosistemas formados por comunidades de macroalgas y de pastos marinos, fondos marinos o bentos y las costas rocosas. Estos se caracterizan porque se localizan en la zona costera pudiendo comprender porciones marinas, acuáticas y/o terrestres; que abarcan en el mar a partir de una profundidad de menos de 200 metros, hasta 100 km tierra adentro o 50 m de elevación.*

La Secretaría, en colaboración con las entidades federativas y los municipios, determinará la zona costera nacional tomando en consideración las interacciones fisiográficas y biológicas particulares de la zona que se trate y la publicará en el Diario Oficial de la Federación mediante Acuerdo.

En relación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, es importante señalar que, aunque en su glosario de términos aplicables no se encuentra una definición específica para "ecosistemas costeros", sí se proporciona una para "Dunas Costeras":

“Dunas costeras. - *Relieve de acumulación de arena en forma de cresta, por lo general suavemente sinuosas, pero con una orientación dominante que las hace paralelas entre sí.”*

Por lo que, considerando que el predio del proyecto se encuentra dentro de los límites definidos en el ordenamiento ecológico, se considera que se ubica dentro de la franja que clasifica como ecosistema costero.

Tabla III-1. Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la LGEEPA y el REIA.

Especificación	Cumplimiento
LGEEPA	
ARTÍCULO 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: ... I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; ...	Con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido en las fracciones aquí indicadas del artículo 28 de la LGEEPA, es que previo al inicio del desarrollo del proyecto se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental la presente MIA, modalidad particular. Ello, con la finalidad de proporcionarle a la autoridad ambiental los elementos suficientes para que pueda llevar a cabo la evaluación y dictaminación en materia ambiental para el desarrollo del proyecto en cuestión. El proyecto contempla la instalación de una planta de desalinización de agua de mar por el método de ósmosis inversa, con pretendida ubicación en el área de servicios del lote RTH6, del proyecto Desarrollo Inmobiliario Lote RTH6. Previamente autorizada mediante el oficio número S.G.P.A./DGIRA/DG/3195/08, con fecha de 3 de octubre de 2008. Dado este contexto, el sitio de ubicación no se considera un espacio que cuente con procesos ecológicos naturales, no se le reconoce como un sitio de condiciones naturales críticas para el desarrollo de la vida silvestre. Sin embargo, se tiene que valorar el uso del recurso agua derivado de los pozos de aprovechamiento y de rechazo.
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 cumplimiento de este artículo, se debe elaborar y someter al procedimiento de evaluación una manifestación de impacto ambiental, para que, de esta manera, la Secretaría cuente con los elementos necesarios que le permitan dictaminar la viabilidad ambiental del proyecto nuevo. Por lo que, en cumplimiento a ello se elaboró y somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental la presente MIA-P.
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.	En este capítulo se analiza la congruencia del proyecto con lo que indican todas las disposiciones aplicables en la materia. Tal y como se muestra en el contenido del presente capítulo, no se identificaron instrumentos de política ambiental o normatividad alguna que limite el desarrollo del proyecto, pero si lo regula; por lo que, en este documento se presenta el cumplimiento de las regulaciones establecidas para su realización.

Especificación	Cumplimiento
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, fundada y motivada, la resolución correspondiente...	Es importante considerar que con relación al segundo párrafo del artículo 35 de la LGEEPA en cita, el presente estudio se elaboró considerando todas las implicaciones potenciales al ecosistema y sus procesos ecológicos que definen su integridad funcional. Es decir, la evaluación de impacto ambiental llevada a cabo fue desarrollada bajo el enfoque ecosistémico.
REIA	
Artículo 5º.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental: A) HIDRÁULICAS: <u>XII. Plantas desaladoras.</u> ...	Se considera esta vinculación tomando en cuenta que el proyecto que se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental implica la instalación de una Planta de Ósmosis Inversa en el que se desarrollarán las obras descritas en el capítulo II de este documento. Por lo que, con la finalidad de dar cumplimiento con lo establecido en los incisos aquí mencionados, es que se somete al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental el presente proyecto, de manera previa a su ejecución. A lo largo de este documento se proporciona la información detallada para que la autoridad ambiental cuente con los elementos suficientes para poder evaluar y dictaminar su viabilidad ambiental.
Artículo 9º.- Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. ...	En cumplimiento de este artículo, se somete al procedimiento de evaluación esta MIA-P, la cual se ajusta con lo indicado en la "Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental del sector hidráulico", modalidad particular. El presente documento contiene la información relevante sobre las circunstancias ambientales relacionadas con la realización del proyecto, desarrollada en VIII Capítulos en los que se hace una descripción de los posibles efectos en el ecosistema que pudiera ser afectados por la ejecución del proyecto, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas de prevención y mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.
Artículo 10.- Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: I. Regional, o II. Particular.	Tomando en cuenta la naturaleza y las características del proyecto descritas en el capítulo II de esta MIA-P, se determinó que no se estaba en lo indicado en alguna de las fracciones del artículo 11 aquí referido, por lo que se procedió a elaborar una MIA-P para ser sometida al

Especificación	Cumplimiento
Artículo 11.- Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: <i>I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;</i> <i>II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;</i> <i>III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y</i> <i>IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.</i> En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.	procedimiento de evaluación de impacto ambiental el presente proyecto. Ello, con la finalidad de obtener la autorización en la materia otorgada, en este caso, por las SEMARNAT. Para ello, el capitulado de este documento sigue los indicado en las fracciones del artículo 12 del REIA, aquí referido. Para mayor detalle se siguió lo indicado en la guía específica para proyectos del sector turístico, misma que fue consultada en la página web: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/121010/Guia_MIA-Particular_Hidráulico.pdf.
Artículo 12.- La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular, deberá contener la siguiente información: <i>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</i> <i>II. Descripción del proyecto;</i> <i>III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación sobre uso del suelo;</i> <i>IV. Descripción del sistema ambiental y señalamiento de la problemática ambiental detectada en el área de influencia del proyecto;</i> <i>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales;</i> <i>VI. Medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales;</i> <i>VII. Pronósticos ambientales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</i> <i>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan la información señalada en las fracciones anteriores.</i>	

III.1.3 Ley General de Vida Silvestre (LGVS).

Esta se trata de otra ley reglamentaria, en este caso en referencia al artículo 27, párrafo tercero, y 73, fracción XXIX inciso G, de la Carta Magna. Tiene como general establecer la concurrencia de los gobiernos federal, estatal y municipal, en el ámbito de sus respectivas competencias, para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional y zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

El proyecto no tiene como objetivo ni implica el aprovechamiento de especies de flora o fauna silvestre durante su etapa de preparación del sitio e instalación. Además, no se prevé que afecte directa o indirectamente a individuos de estos reinos, dado que su ubicación está prevista en la zona de servicios del proyecto denominado Lote RTH6, situado en el lote del mismo nombre.

Por lo tanto, esta ley no es aplicable para el proyecto que se pretende.

III.1.4 Ley General de Cambio Climático (LGCC)

La presente ley también es reglamentaria de la CPEUM en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico, estableciendo las disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Se trata de una ley que es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional.

Entre los objetivos de esta Ley está el de garantizar el derecho a un medio ambiente sano y definir las competencias para la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. La Tabla III-2 contiene la vinculación de la naturaleza del proyecto con lo establecido en esta ley.

Tabla III-2.Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley General de Cambio Climático.

Especificación	Cumplimiento
Artículo 7º. Son atribuciones de la federación las siguientes: ... VI. Establecer, regular e instrumentar las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático, de conformidad con esta Ley, los tratados internacionales aprobados y demás disposiciones jurídicas aplicables, en las materias siguientes: a) Preservación, restauración, conservación, manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, los ecosistemas terrestres, acuáticos, marinos, costeros, islas, cayos, arrecifes y los recursos hídricos; ... XIV. Formular y adoptar metodologías y criterios, expedir las disposiciones jurídicas que se requieran para la elaboración,	Estos artículos definen las competencias, atribuciones y obligaciones exclusivas de las entidades de gobierno para garantizar la conservación, preservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales como parte del proceso de adaptación al cambio climático. Y, en este respecto, como parte del desarrollo del proyecto se establecen medidas ambientales tendientes a prevenir y mitigar los impactos adversos al medio ambiente con la finalidad de coadyuvar en su conservación y protección. Como parte

Especificación	Cumplimiento
actualización y publicación del inventario y en su caso los inventarios estatales; así como requerir la información necesaria para su integración a los responsables de las siguientes categorías de fuentes emisoras: ... c) Agricultura, ganadería, bosques y otros usos de suelo; d) Residuos; ... Artículo 8º. Corresponde a las entidades federativas las siguientes atribuciones: ... II. Formular, regular, dirigir e instrumentar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático, de acuerdo con la Estrategia Nacional y el Programa en las materias siguientes: a) Preservación, restauración, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y recursos hídricos de su competencia; f) Ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano de los centros de población en coordinación con sus municipios o delegaciones; g) Recursos naturales y protección al ambiente dentro de su competencia; h) Residuos de manejo especial; ... Artículo 9º. Corresponde a los municipios, las siguientes atribuciones: I. ... II. Formular e instrumentar políticas y acciones para enfrentar al cambio climático en congruencia con el Plan Nacional de Desarrollo, la Estrategia Nacional, el Programa, el Programa estatal en materia de cambio climático y con las leyes aplicables, en las siguientes materias: a) Prestación del servicio de agua potable y saneamiento; b) Ordenamiento ecológico local y desarrollo urbano; c) Recursos naturales y protección al ambiente de su competencia; d) Protección civil; e) Manejo de residuos sólidos municipales; ...	de la ejecución de las medidas propuestas, se han identificado las entidades gubernamentales encargadas de definir las reglas, obligaciones y otorgar las autorizaciones, cuando es necesario, para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y realización de obras y actividades específicas, así como para el manejo y disposición final de agentes que pudieran poner en riesgo el ecosistema. Además, se realizó una revisión para la identificación de los ordenamientos ecológicos de los diferentes niveles de gobierno, así como de los planes de desarrollos urbanos aplicables en la región del proyecto para poder definir la naturaleza y planteamiento del proyecto y demostrar el cumplimiento de cada una de las especificaciones establecidas y aplicables a su desarrollo. El resultado de este ejercicio se presenta en este capítulo en apartados que se incluyen más adelante.
Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: I. Sustentabilidad en el aprovechamiento o uso de los ecosistemas y los elementos naturales que los integran;	De conformidad con lo que dispone la LGCC se entiende por adaptación al conjunto de medidas y ajustes en sistemas humanos o naturales, como

Especificación	Cumplimiento
<i>II. Corresponsabilidad entre el Estado y la sociedad en general, en la realización de acciones para la mitigación y adaptación a los efectos adversos del cambio climático;</i> ... <i>IV. Prevención, considerando que ésta es el medio más eficaz para evitar los daños al medio ambiente y preservar el equilibrio ecológico ante los efectos del cambio climático;</i> ... <i>VIII. Responsabilidad ambiental, quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligado a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause;</i> ... <i>XI. Conservación de los ecosistemas y su biodiversidad, dando prioridad a los humedales, manglares, arrecifes, dunas, zonas y lagunas costeras, que brindan servicios ambientales, fundamental para reducir la vulnerabilidad, y</i>	respuesta a estímulos climáticos, proyectados o reales, o sus efectos, que pueden moderar el daño, o aprovechar sus aspectos beneficiosos. Como se advertirá de la lectura de los capítulos II, IV y VI de la presente MIA-P, como parte del desarrollo del proyecto se prevé una serie de medidas a fin de prevenir y mitigar los impactos ambientales. Tales medidas contribuyen a las acciones de adaptación previstas por la ley, como son la implementación de acciones tendientes a prevenir y mitigar los impactos ambientales potenciales. Estas están incluidas en el capítulo VI de este documento.
Artículo 28. <i>La federación, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus competencias, deberán ejecutar acciones para la adaptación en la elaboración de las políticas, la Estrategia Nacional, el Programa y los programas en los siguientes ámbitos:</i> ... <i>IV. Ecosistemas y biodiversidad, en especial de zonas costeras, marinas, de alta montaña, semiáridas, desérticas, recursos forestales y suelos;</i> ...	
Artículo 29. <i>Se considerarán acciones de adaptación:</i> ... <i>III. El manejo, protección, conservación y restauración de los ecosistemas, recursos forestales y suelos;</i> <i>IV. La conservación, el aprovechamiento sustentable, rehabilitación de playas, costas, zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar y cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas para uso turístico, industrial, agrícola, pesquero, acuícola o de conservación;</i> ... <i>X. El establecimiento y conservación de las áreas naturales protegidas y corredores biológicos;</i> ... <i>XIII. Los programas de conservación y aprovechamiento sustentable de la biodiversidad;</i> ... <i>XVI. Los programas en materia de desarrollo turístico;</i> ...	

III.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento

Se trata de otra ley reglamentaria de las disposiciones establecidas en la CPEUM, en este caso a la que hace referencia a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional. Su objetivo primordial es garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención, generación, valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En la Tabla III-3 se tiene la vinculación entre los principales preceptos de esta ley y su reglamento con el desarrollo y naturaleza del proyecto.

Tabla III-3. Vinculación jurídico-ambiental considerando la naturaleza del proyecto y lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.

Especificación	Cumplimiento
LGPGIR	
Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por: ... IX Generador: Persona física o moral que produce residuos, a través del desarrollo de procesos productivos o de consumo; ... XI Gestor: Persona física o moral autorizada en los términos de este ordenamiento, para realizar la prestación de los servicios de una o más de las actividades de manejo integral de residuos; ... XII Gran Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida; ... XIX Microgenerador: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida; XX Pequeño Generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida; ... XVI Plan de Manejo: Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos específicos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, con fundamento en el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos y grandes generadores de residuos, según corresponda, así como a los tres niveles de gobierno;	Bajo la definición y diferenciación de los diferentes tipos de residuos, se considera que por el desarrollo del proyecto se generarán los tres tipos de residuos, variando en su tipo y cantidad de acuerdo con las actividades que se realizan como parte del proyecto, las cuales cambian según la etapa de desarrollo. Durante la ejecución del proyecto se generarán una mayor cantidad de residuos de manejo especial y menor de residuos sólidos urbanos y la presencia de trabajadores. Entre los residuos de manejo especial están los sobrantes de las actividades como cables, alambres, molduras de pvc y desechos materiales utilizados en la instalación de los sistemas eléctrico e hidráulico. En estas etapas también se generan residuos sólidos urbanos provenientes de los consumos de alimentos realizados por los trabajadores en la obra. Como parte de las medidas ambientales propuestas a implementar está el de manejar de manera separada los diferentes tipos de residuos que se producirían por el desarrollo del proyecto. Esta separación se dará a dos niveles; el primero es diferenciando entre residuos sólidos urbanos y de manejo especial. El segundo nivel es diferenciando entre residuos de las categorías anteriormente mencionadas, siendo, entre los residuos sólidos urbanos, en residuos orgánicos, inorgánicos. Por otro lado, los residuos de manejo especial se separarán en residuos de madera, chatarra, alambre y residuos de pvc. El traslado y disposición final de los diferentes tipos de residuos generados se llevará a cabo a través de empresas especializadas que

Especificación	Cumplimiento
... XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos; ... XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley; XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole; ...	cuentan con las autorizaciones necesarias para prestar estos servicios. Estas empresas ya han sido contratadas por el desarrollo inmobiliario, dado que la Planta de Ósmosis Inversa (POI) se instalará en su zona de servicio. De este modo, se garantizará que la disposición final de los residuos se realice en los lugares asignados por la autoridad competente. Por otro lado, durante la etapa de operación y mantenimiento, no se generarán residuos sólidos, líquidos o peligrosos. Sin embargo, el proceso de filtrado de la planta producirá agua de rechazo que contendrá sales, iones y sólidos. Conformando el capítulo II de esta MIA-P, se encuentra la descripción general del plan de manejo integral de residuos a generarse y que se pondría en práctica durante el desarrollo del proyecto.
Artículo 7.- Son facultades de la Federación: ... VII. La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores o de microgeneradores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas; ... XI. Autorizar el manejo integral de residuos peligrosos, así como la prestación de los servicios correspondientes, de conformidad con lo previsto en esta Ley;	En el Plan de manejo integral de residuos se diferencian los tipos de residuos, las fuentes del proyecto generadoras, los volúmenes generales esperados a producirse por etapa de ejecución del proyecto, así como la disposición final de cada uno de los tipos de residuos. El promovente del presente proyecto delinea el plan de manejo de residuos a generarse por la ejecución del proyecto con base en las obligaciones que le confiere la presente Ley, <u>así mismo identifica a los responsables del manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, de los residuos producidos por los diferentes generadores, conforme a las facultades y obligaciones que le otorga la ley.</u>
Artículo 9.- Son facultades de las Entidades Federativas: I. Formular, conducir y evaluar la política estatal, así como elaborar de manera coordinada con la Federación los programas en materia de residuos de manejo especial, acordes al Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados, en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática, establecido en el artículo 25 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; ... III. Autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo, en coordinación con la Federación y de conformidad con el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo	Por lo que respecta a esta promovente, manifiesta que está consiente, y en disposición de cumplir con la ley, con respecto al cobro que implica el pago de los servicios por el manejo integral no solo de los residuos sólidos urbanos que brinda el Municipio, por sí o por un tercero, sino del que representa el manejo, transporte y disposición final de los residuos de manejo especial y peligrosos antes las instancias correspondientes, así como lo manifiesta la presente Ley.

Especificación	Cumplimiento
Especial y el Programa Nacional de Remediación de Sitios Contaminados; ... V. Autorizar y llevar a cabo el control de los residuos peligrosos generados o manejados por microgeneradores, ...	
Artículo 10.- Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final, conforme a las siguientes facultades: ... III. Controlar los residuos sólidos urbanos; IV. Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos, observando lo dispuesto por esta Ley y la legislación estatal en la materia; ... XI. Efectuar el cobro por el pago de los servicios de manejo integral de residuos sólidos urbanos y destinar los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los mismos, y ...	
Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo. Artículo 43.- Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	Dadas las dimensiones del proyecto, las obras y actividades que implican su ejecución y el tiempo de duración de las etapas en las que se divide el desarrollo, no se estima la generación de grandes volúmenes de residuos peligrosos durante las etapas de preparación del sitio e instalación. Los residuos peligrosos que más pudieran ser generados en este tipo de proyectos son los residuos derivados de hidrocarburos por la operación de maquinaria y equipo y el suelo contaminado por fugas y derrames accidentales de aceites, grasas y combustibles. Sin embargo, durante la preparación del sitio y la instalación de éste, el uso de maquinaria durante este tiempo deberá estar en excelentes condiciones de operación. En caso de que sea necesario darle mantenimiento, este se realizará fuera del predio, en un taller especializado y autorizado para ello.
Artículo 48.- Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades	Durante la etapa de operación no se prevé la generación de residuos peligrosos.

Especificación	Cumplimiento
federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables. El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.	
Reglamento de la LGPGIR	
Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo con lo siguiente: <i>I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;</i> <i>II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:</i> <i>a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y</i> <i>b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y</i> <i>III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.</i> Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.	La diferenciación de los residuos peligrosos del resto de residuos y entre ellos sería tomando en cuenta las especificaciones indicadas en estos artículos y las características, clasificación y listado de residuos peligrosos de la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005. Por lo que, durante el desarrollo del proyecto se tendrá muy en cuenta las especificaciones de estos artículos para la identificación, clasificación y manejo de los residuos que se generen para poder diferenciar aquellos que se clasifiquen como peligrosos para evitar su manejo y disposición inapropiada y contaminación ambiental y de otros residuos. Sin embargo, Durante la operación del proyecto no se generarán residuos peligrosos.
Artículo 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa. Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.	
Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.	

III.1.6 Ley General de Bienes Nacionales y Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar

La Ley de Bienes Nacionales es la ley que tiene el objeto de establecer los bienes que forman parte del patrimonio nacional y las normas para la adquisición, titulación, administración, control, vigilancia y enajenación de los inmuebles federales y los de propiedad de las entidades, entre otros.

Considerando que el proyecto no pretende hacer uso de la zona federal marítimo terrestre aledaña al predio, misma que es considera un bien de uso común, de acuerdo con lo dispuesto por el artículo 7 de la ley en comento, aun así, se observan los lineamientos establecidos en esta ley, así como lo establecido en el Reglamento para el uso y aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar con la finalidad de ejercer los derechos de la concesión para el uso respectivo. En la Tabla III-4 se presenta la vinculación del proyecto con este marco jurídico.

Tabla III-4. Vinculación jurídica considerando la normativa relacionada con la zona federal marítimo terrestre y la naturaleza del proyecto.

Especificación	Cumplimiento
Ley General de Bienes Nacionales	
ARTÍCULO 7.- Son bienes de uso común: ... IV.- Las playas marítimas, entendiéndose por tales las partes de tierra que por virtud de la marea cubre y descubre el agua, desde los límites de mayor reflujo hasta los límites de mayor flujo anuales; V.- La zona federal marítimo terrestre; ...	Artículos normativos de observancia que dictan el alcance de los bienes de uso común, incluyendo las playas y la zona federal marítimo terrestre, y los alcances que se tienen en caso de querer hacer uso o aprovechamiento de ellos. Bajo el conocimiento de lo estipulado en estos artículos, y por el alcance del proyecto el criterio ni la ley le es aplicable a la POI.
ARTÍCULO 13.- Los bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación son inalienables, imprescriptibles e inembargables y no estarán sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional, o alguna otra por parte de terceros.	
ARTÍCULO 15.- Los particulares y las instituciones públicas sólo podrán adquirir sobre el uso, aprovechamiento y explotación de los bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación, los derechos regulados en esta Ley y en las demás que dicte el Congreso de la Unión.	
ARTÍCULO 16.- Las concesiones, permisos y autorizaciones sobre bienes sujetos al régimen de dominio público de la Federación no crean derechos reales; otorgan simplemente frente a la administración y sin perjuicio de terceros, el derecho a realizar los usos, aprovechamientos o explotaciones, de acuerdo con las reglas y condiciones que establezcan las leyes y el título de la concesión, el permiso o la autorización correspondiente.	
ARTÍCULO 119.- Tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, la zona federal marítimo terrestre se determinará: I.- Cuando la costa presente playas, la zona federal marítimo terrestre estará constituida por la faja de veinte metros de ancho	

Especificación	Cumplimiento
<i>de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba;</i>	
Reglamento de para el Uso y Aprovechamiento del mar territorial, vías navegables, playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar	
<i>Artículo 5o.- Las playas, la zona federal marítimo terrestre y los terrenos ganados al mar, o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas, son bienes de dominio público de la Federación, inalienables e imprescriptibles y mientras no varíe su situación jurídica, no están sujetos a acción reivindicatoria o de posesión definitiva o provisional.</i>	
<i>Artículo 7o.- Las playas y la zona federal marítimo terrestre podrán disfrutarse y gozarse por toda persona sin más limitaciones y restricciones que las siguientes:</i> ... <i>II. Se prohíbe la construcción e instalación de elementos y obras que impidan el libre tránsito por dichos bienes, con excepción de aquéllas que apruebe la Secretaría atendiendo las normas de desarrollo urbano, arquitectónicas y las previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente;</i>	
<i>Artículo 26.- Toda solicitud de concesión en los términos de la Ley y del presente Capítulo, deberá hacerse por escrito ante la Secretaría, en original y dos copias proporcionando los datos y elementos siguientes:</i> <i>I. Nombre, nacionalidad y domicilio del solicitante; cuando se trate de personas morales, se deberá acompañar el acta constitutiva de la empresa; cuando se trate de personas físicas se deberá proporcionar el acta de nacimiento;</i> <i>II. Plano de levantamiento topográfico referido a la delimitación de la zona o en su defecto, a cartas del territorio nacional en coordenadas geodésicas. La superficie estará limitada por una poligonal cerrada, presentando su cuadro de construcción, se incluirá también un croquis de localización, con los puntos de localización más importantes;</i> <i>III. Descripción detallada del uso, aprovechamiento o explotación que se dará al área solicitada;</i> <i>IV. Cuando se pretenda realizar la explotación de materiales deberán precisarse sus características, volúmenes de extracción, su valor comercial y el uso a que vayan a destinarse;</i> <i>V. Para los efectos de la prelación establecida en el artículo 24 de este Reglamento, se deberán acompañar los documentos que acrediten los supuestos referidos en dicho artículo;</i> <i>VI. Instalaciones que pretendan llevarse a cabo, anexando los planos y memorias descriptivas de las obras;</i> <i>VII. Cuando existan edificaciones o instalaciones en el área de que se trate realizadas por el solicitante, se indicarán mediante los planos y memorias correspondientes y se presentará el acta de reversión de los inmuebles en favor de la Federación, misma que será previamente levantada por autoridad competente;</i> <i>VIII. Monto de la inversión total que se proyecte efectuar, con un programa de aplicación por etapas;</i>	Los artículos del Reglamento aquí presentes también son aplicables a la solicitud de concesión de uso de la playa y de la zona federal marítimo-terrestre. Sin embargo, para el caso específico de este proyecto, que implica la instalación y operación de una planta desaladora, no será necesario realizar dicha solicitud ante la Dirección General de Zona Federal Marítimo Terrestre y Ambientes Costeros.

Especificación	Cumplimiento
IX. Constancias de las autoridades estatales o municipales, respecto de la congruencia de los usos del suelo en relación al predio colindante; y X. Término por el que se solicita la concesión.	
Artículo 31.- La Secretaría podrá otorgar permisos en zonas no concesionadas con vigencia máxima de un año para el uso de la zona federal marítimo terrestre, terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito de aguas marítimas, de acuerdo a lo dispuesto por la Ley y este Reglamento, cuando se trate de realizar actividades tendientes a satisfacer servicios requeridos en las temporadas de mayor afluencia turística, de investigación científica y otras de naturaleza transitoria que, a juicio de la Secretaría sean congruentes con los usos autorizados en las áreas de que se trate.	

III.1.7 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Esta Ley se publicó en el Diario Oficial de la Federación del 7 de junio de 2013 y es reglamentaria del artículo 4 de la CPEUM, siendo de orden público e interés social. Tiene por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. Además, de acuerdo con lo indicado en su artículo 1, regula la responsabilidad ambiental derivada de las afectaciones ocasionadas al medio ambiente; así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. En la Tabla III-5 se presenta la vinculación del proyecto con lo establecido en esta ley.

Tabla III-5. Vinculación jurídico-ambiental considerando la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental y la naturaleza del proyecto.

Especificación	Cumplimiento
Artículo 6º.- No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: <i>I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,</i> <i>II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.</i> <i>La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.</i>	Con el presente documento se expresan, identifican, delimitan en su alcance y se evalúan los posibles impactos ambientales que se pudieran generar por el desarrollo del proyecto. De igual forma, se proponen medidas ambientales para prevenir y mitigar su presencia durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto. Asimismo, se podrá observar y quedará en evidencia que la forma en como fue planificado el proyecto y con las medidas de prevención y mitigación se da cabal cumplimiento a las disposiciones aplicables.

Especificación	Cumplimiento
Artículo 10.- Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley. De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.	La promovente está consciente y asume la responsabilidad ambiental que implica el desarrollo del proyecto. Para ello, respalda su realización en el análisis efectuado en el presente estudio, en el que con base en las obras y actividades que se tienen planeado ejecutar, las condiciones prevalecientes del medio ambiente, se definieron las medidas ambientales propuestas, resultado del trabajo de la identificación y evaluación de impactos ambientales.

III.1.8 Ordenamientos ecológicos, planes de desarrollo urbanos y áreas naturales protegidas

Los ordenamientos ecológicos, de acuerdo con lo establecido en la LGEEPA, artículo 3 fracción XXIV, son considerados un instrumento de política ambiental que tienen el objetivo de regular o definir el uso del suelo y las actividades productivas potenciales; con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales.

Debido a que este objetivo va ligado a uno de los objetivos del procedimiento evaluación de impacto ambiental, es obligatorio, e importante, considerar los criterios, lineamientos, estrategias y prohibiciones en ellos establecidos como parte del procedimiento de evaluación. De cierta manera, sus planteamientos funcionan, como una guía para definir las medidas ambientales a llevar a cabo para prevenir y mitigar los impactos ambientales. Por lo anterior, en el presente apartado se realiza la vinculación de la naturaleza del proyecto con los ordenamientos ecológicos aplicables y vigentes en el área de desarrollo del proyecto.

III.1.9 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo (09 de abril 2008)

Con el objetivo de alentar un desarrollo sustentable y congruente con políticas ambientales que permitan la permanencia de los recursos naturales en el municipio de Isla Mujeres, el 09 de abril de 2008, se publicó en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el decreto mediante el cual se establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo (POELMIM).

El POELMIM quedó diferenciado en 14 unidades de gestión ambiental (UGA), tomando como base para su conformación la caracterización de los atributos ambientales definidos para las unidades de paisaje identificadas en el territorio municipal realizada por un comité técnico, mismas que comprenden 86,595.75 ha. El uso de suelo asignado a cada una de ellas se determinó a partir de un diagnóstico realizado a nivel de campo y gabinete por el comité técnico, asignándose los usos de suelos permitidos por los diversos instrumentos jurídicos que lo regulan: Ley de Asentamientos Humanos, Ley de Fraccionamientos, Ley General de Vida Silvestre, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Los usos de suelo establecidos en el POELMIM se categorizan en cuatro clasificaciones: predominantes, compatibles, condicionados e incompatibles. Estas clasificaciones se alinean con las políticas municipales de Aprovechamiento, Preservación, Protección y Restauración del territorio.

Esto es que, como parte de las medidas de regulación de los usos de suelo se definieron las políticas ambientales en cada una de las UGA. Esta asignación se realizó considerando el ecosistema presente y su estado de conservación, a los usos de suelo actuales y potenciales, así como sus modalidades, planes y programas de gobierno para zonas específicas y esencialmente por los recursos y procesos prioritarios de cada UGA, así como sus objetivos de conservación. Al final el POELMIM considera cuatro políticas: a) Aprovechamiento sustentable, b) preservación; c) protección; y d) restauración.

Al respecto, es importante mencionar que la política de aprovechamiento sustentable es la más flexible, ya que según lo describe el propio ordenamiento ecológico, esta aplica a aquellas UGA que presentan condiciones aptas para el desarrollo sustentable de actividades productivas eficientes y socialmente útiles, dichas actividades contemplarán recomendaciones puntuales y restricciones leves, tratando de mantener la función de los ecosistemas y sus principales procesos prioritarios, promoviendo la permanencia o tasa de cambio del uso de suelo actual.

De esta forma, realizando la vinculación de la ubicación del predio con la definición de las UGA del POELMIM se encontró que el lote RTH6 se encuentran dentro del área de influencia de las **UGA 9** denominada “Península de Chacmunchuch”.

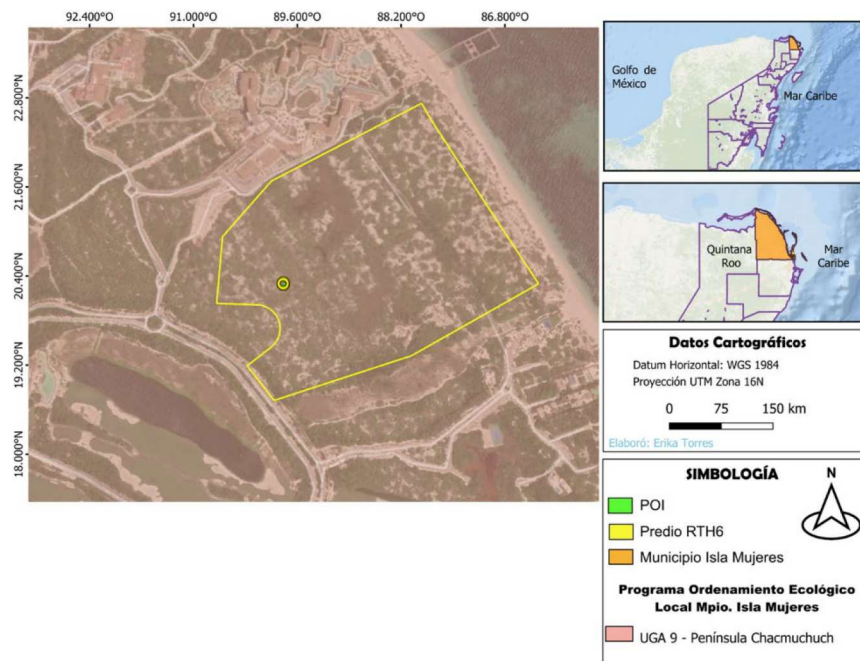


Figura III-1. Ubicación del predio del proyecto con respecto a la regionalización presentada en el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo.

Conforme a lo anterior, el polígono de la planta de ósmosis inversa se ubica dentro de la UGA 9, misma que se caracteriza por contar con una POLÍTICA AMBIENTAL de APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE y cubre una superficie total de 2,127.23 ha.

Los lineamientos ecológicos aplicables o definidos en el POELMIM para esta UGA son:

- *Proteger los ecosistemas de manglar.*
- *Las áreas de conservación con vegetación de duna costera están integradas a los desarrollos turísticos y residenciales.*
- *Se mantiene el acceso y la calidad sanitaria actual de las playas.*
- *Se mantiene la calidad actual del agua en los cuerpos de agua colindantes.*
- *No existe contaminación por residuos sólidos.*
- *En el sector de la Angostura sólo se permite la construcción de vialidades que no interrumpan el flujo hidrológico entre el mar y la laguna.*

Mientras que, por otro lado, **quedó establecido que tanto los parámetros de aprovechamiento y los usos predominantes, compatibles, condicionados e incompatibles fueran los indicados en el programa de desarrollo urbano para la Península de Chacmuhuch vigente**, mismo que se vincula en este apartado.

Los criterios de regulación aplicables a esta Unidad de Gestión Ambiental (UGA) suman un total de 72. De estos, 40 son criterios generales, y que se detallarán los correspondientes al agua en la Tabla III-6, y 32 criterios restantes corresponden a la Regulación Ecológica, definidos para la protección de recursos prioritarios como playas y paisajes, dunas y manglares, los cuales se manifiestan en la siguiente Tabla III-7.

Tabla III-6 Vinculación de los Criterios ecológicos de aplicación general del POELMIM con el desarrollo del proyecto.

Criterio	Descripción	Vinculación
Recurso prioritario: Agua		
CG-01	<i>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:</i> <i>a) En predios con área menor a 100 metros cuadrados se destinará como mínimo 10 % de la superficie total del predio,</i> <i>b) En predios de 101 hasta 500 metros cuadrados, se destinará como mínimo 20 % de la superficie total del predio,</i>	El criterio mencionado se refiere a la recarga de acuíferos, mientras que la solicitud del presente proyecto trata sobre la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa, así como tres pozos de aprovechamiento y dos de rechazo. Por lo tanto, este criterio no es aplicable al proyecto.

Criterio	Descripción	Vinculación
	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.	
CG-02	Se debe favorecer la captación del agua de lluvia como fuente alterna para el consumo humano y actividades domésticas.	El proyecto pretendido no corresponde a actividades domésticas, sino a la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa, por lo que el presente Criterio no es vinculante.
CG-03	No se permite verter hidrocarburos y productos químicos no biodegradables, al suelo, cuerpos de agua, ni al mar.	Este criterio de ordenamiento no se considera aplicable a la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa, junto con tres pozos de aprovechamiento y dos de rechazo, ya que el efluente no contiene hidrocarburos ni productos químicos no biodegradables.
CG-04	Se promoverá la reutilización de las aguas residuales previo cumplimiento de las disposiciones legales vigentes en materia de calidad de aguas.	El presente Criterio no es vinculante, porque el proyecto no genera aguas residuales, se trata de una Planta de ósmosis inversa.
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.	Este Criterio no es vinculante con el proyecto derivado que no se pretende emplear agroquímicos por tratarse de un proyecto que desalará agua de mar para obtención de agua potable apta para el aprovechamiento humano.
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 criterio no es vinculante se trata de instalar y operar la Planta de Ósmosis Inversa (POI), el criterio queda fuera del alcance del proyecto.
CG-07	La ubicación de fosas sépticas debe dar cumplimiento a la NOM-006-CNA-1997.- Fosas sépticas prefabricadas, especificaciones y métodos de prueba.	No se contempla edificar fosas sépticas para el desarrollo del proyecto, por lo que se da cumplimiento con lo manifestado en este Criterio.
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.	La propuesta presentada en este documento no incluye la construcción de infraestructura para el drenaje pluvial. Por lo tanto, se considera que el criterio mencionado no es aplicable a esta solicitud.
CG-09	En todas las obras y/o actividades se debe separar la canalización del drenaje pluvial del drenaje sanitario.	El presente proyecto, que corresponde a la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa, junto con la construcción de tres pozos de absorción y dos de rechazo no son vinculante con este Criterio.

Criterio	Descripción	Vinculación
CG-10	<i>Los usos autorizados deben incluir acciones para el ahorro del recurso agua, así como medidas de prevención de contaminación del manto freático.</i>	El sistema de desalación de agua de mar mediante ósmosis inversa complementa las medidas de ahorro de agua previstas para el desarrollo inmobiliario, ya que utiliza agua salobre, que originalmente no es apta para el consumo humano, hasta que es tratada. Esto significa que el agua proporcionada actualmente por el organismo operador dejará de ser extraída de los acuíferos de agua dulce, lo que se traduce en un ahorro diario de 2,400 m³.
CG-11	<i>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.</i>	La instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa generará residuos sólidos durante su implementación; sin embargo, no se anticipa la generación de grasas, aceites o hidrocarburos.
CG-12	<i>Para la construcción de vialidades se deben reconocer y respetar los flujos hidrológicos para garantizar la hidrodinámica original del sitio.</i>	El proyecto en cuestión no contempla la construcción de vialidades, sino la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa dentro del proyecto inmobiliario RTH6, el criterio queda fuera del alcance del proyecto.

Dado que el proyecto en cuestión contempla la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa, se presenta a continuación la vinculación exclusiva del proyecto con los criterios pertinentes para la utilización del agua, tal como se detalla en la Tabla III-7.

Tabla III-7 Vinculación de los criterios regulación ecológica de aplicación urbana para la UGA 9, con el desarrollo del proyecto.

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
Agua		
U9-17	<i>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.</i>	Se aclara que el proyecto consiste en una Planta de Ósmosis Inversa destinada a suministrar agua para consumo del desarrollo inmobiliario autorizado. Las aguas de rechazo, generadas como residuo tras el proceso de ósmosis, serán salmueras que se enviarán a dos pozos profundos, cumpliendo con las condiciones particulares de descarga. Las obras y actividades planificadas se llevarán a cabo de acuerdo con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que fija los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
		residuales en cuerpos de agua y bienes nacionales.
U9-18	<i>Cuando no existan sistemas municipales para evacuación de las aguas residuales municipales, los propietarios oficinas, comercios, casas particulares y similares, deberán instalar sistemas de tratamiento, para satisfacer las condiciones particulares que determinen las autoridades competentes y las normas oficiales mexicanas aplicables, de acuerdo a sus volúmenes de descarga.</i>	La Planta de Ósmosis Inversa tiene como objetivo proporcionar agua para consumo humano mediante el proceso de ósmosis inversa. Este proceso generará agua de rechazo con una mayor concentración de sales, que constituye el efluente del proceso y no se clasifica como "aguas residuales municipales". La disposición final de la salmuera, generada por la POI, se realizará en dos pozos profundos. Antes de ser vertida en estos pozos, la salmuera deberá cumplir con las condiciones particulares de descarga establecidas por la Comisión Nacional del Agua. En consecuencia, la promotora se asegurará de cumplir con lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que fija los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos de agua y bienes nacionales.
U9-19	<i>Cuando no exista el servicio de dotación de agua potable, la extracción, conducción y aprovechamiento de la misma deberá cumplir con lo estipulado por la Comisión Nacional del Agua, así como por los supuestos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y demás disposiciones aplicables.</i>	El presente documento se elabora con el propósito de establecer una fuente autónoma de agua potable para el desarrollo inmobiliario en el Lote RTH6. Esto es necesario debido a que la alta concentración de carbonato de calcio en el agua suministrada por la empresa concesionaria genera elevados costos de mantenimiento en tuberías y grifos. Asimismo, busca cumplir con la normativa establecida por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA). Una vez aprobada esta Manifestación de Impacto Ambiental Particular (MIAP), se procederá a solicitar los títulos correspondientes ante la Comisión Nacional del Agua.
U9-20	<i>Sólo en aquellos casos excepcionales en que las condiciones socioeconómicas y topográficas lo justifiquen, podrá el municipio autorizar el empleo de letrinas y/o fosas sépticas para que en los domicilios particulares se realice un tratamiento de aguas negras domiciliarias. Estos sistemas deberán estar aprobados por la autoridad ambiental competente y deberán contar con certificación ambiental.</i>	Este criterio no es aplicable, ya que no se contemplan ni se solicitan letrinas ni fosas sépticas en el proyecto.
U9-21	<i>En zonas que ya cuenten con el servicio de drenaje sanitario el usuario estará obligado a conectarse a dicho servicio, siempre y</i>	Este proyecto no contempla la generación de aguas residuales, ya que se trata de la instalación y operación de una Planta de

Criterio	Descripción del criterio	Vinculación
	<i>cuando estas aguas cumplan con lo dispuesto en la normatividad aplicables.</i>	Ósmosis Inversa. Por lo tanto, este criterio no es aplicable.
U9-22	<i>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.</i>	Se considera que este criterio de ordenamiento no es aplicable a la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa, ya que corresponde a las autoridades municipales.
U9-23	<i>Las actividades hoteleras, de centros comerciales, de restaurantes, y aquellas que sean consideradas como grandes generadores de residuos sólidos no peligrosos, están obligados a establecer programas de separación, reutilización y reciclaje de los mismos, previo a la recolección por parte del servicio de aseo urbano municipal.</i>	Para el manejo de los residuos generados durante el proceso de instalación de la POI, se procederá a su separación y depósito en los contenedores disponible ,lo que indica que estos residuos serán recolectados por empresas autorizadas y los servicios municipales. Sin embargo, el presente Criterio no es vinculante por la actividad pretendida en el presente proyecto.
U9-24	<i>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.</i>	Se considera que este criterio de ordenamiento es aplicable a las autoridades encargadas de fiscalizar el cobro del agua y no a la promotora. No obstante, se efectuará el pago correspondiente a la Comisión Nacional del Agua, conforme a los precios especificados por metro cúbico de agua salobre extraída y salmuera vertida.
U9-25	<i>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.</i>	La autorización solicitada se refiere a la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa, así como a tres pozos de aprovechamiento y dos pozos de rechazo. Dado que el criterio mencionado se refiere a las descargas de aguas pluviales, este no resulta aplicable al proyecto.

En virtud de lo expuesto, se deja en evidencia que el proyecto “**Planta de Ósmosis Inversa (POI) del Lote RTH6**”, en el lote RTH6 no se contraponen con los criterios ambientales indicados en la **UGA 9**, por lo que no se rebasan las disposiciones contenidas en el POELMIM, ajustándose claramente a los **CRITERIOS GENERALES** y **ESPECÍFICOS** de dicho instrumento. Por lo que, se concluye que el planteamiento del proyecto que se somete al procedimiento de evaluación en materia de impacto ambiental es concordante y cumple con el POELMIM, toda vez que no se rebasan las disposiciones jurídicas fijadas en dicho instrumento.

III.1.10 Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuhuch en la zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo (27 diciembre 2007)

De acuerdo con el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuhuch en la zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo (2007), el lote RTH6, donde se pretende la instalación y operación de la POI, se ubica en el Sector 3, Playa Mujeres, el cual está delimitado al norte por la Sector (zona) 4 - Costa Mujeres, al este con el mar Caribe, al oeste por el ANP Laguna Chacmuhuch y al sur por el Sector 2 – Punta SAM.

El Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Península Chacmuhuch (PPDUPCH) actualiza y define las áreas ocupadas por las instalaciones necesarias para sostener la vida urbana y facilitar su futura expansión, con el objetivo de promover un desarrollo sostenible en la Península. Esta península abarca aproximadamente 3,689.62 hectáreas y se divide en siete sectores, extendiéndose a lo largo de unos 24.5 km de infraestructura desde el límite del municipio de Benito Juárez.

La estrategia de desarrollo general se enfoca en el progreso de la península y está alineada con las vocaciones ambientales identificadas para la región, que incluyen: a) turismo y habitación; b) servicios y comercio; c) conservación del Área Natural Protegida y otras áreas que poseen funciones o valores ambientales significativos.

Cada uno de 7 Sectores en los que se divide el área de aplicación del PPDUPCH se rige bajo los asentamientos actuales y los desarrollos autorizados, así como las expectativas regionales y locales de la zona continental del municipio, por lo cual, esos sectores se establecieron por su homogeneidad en la tenencia de la tierra y sus características fisiográficas.

Particularmente, el Sector 3, Playa Mujeres está regido por una **política de aprovechamiento**, lo que de acuerdo con la descripción hecha en el programa de desarrollo urbano se trata de una política con los siguientes usos de suelo:

Uso Dominante: Mixto comercial, Desarrollos integrales.

Uso Condicionado: Habitacional Densidad Media,

Usos Compatibles Equipamiento, Servicios y Comercio, Turismo Hotelero y Turismo Residencial,

Usos Incompatibles: Habitacional densidad alta, Industrial y Actividades extractivas.

De lo anterior, se concluye que el proyecto es congruente con lo establecido en el instrumento jurídico mencionado, ya que se trata de una planta de ósmosis inversa que constituye un servicio básico dentro de un desarrollo inmobiliario autorizado.

III.3 Programa Decretos y programas de áreas naturales protegidas de carácter federal, estatal y municipal

La LGEEPA define a las áreas naturales protegidas (ANP) como aquellas “zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas”. Las declaratorias de esta clasificación de

ecosistemas (áreas) se hacen con la finalidad de mantener la biodiversidad, preservar las condiciones de los componentes ambientales de los ecosistemas para mantener el equilibrio y continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos en las áreas identificadas con relevancia ecológica. Estas declaratorias, además, también persiguen parar los procesos de deterioro de los ecosistemas, como la pérdida de biodiversidad, procesos erosivos y degradación del suelo, garantizar la recarga del manto freático, entre otros, en beneficio del medio ambiente y, al mismo tiempo, de las comunidades asentadas dentro del áreas y áreas aledañas, a través de su aprovechamiento sustentable.

Existen ANP de competencia federal, estatal y municipal, cada una declarada en el marco de sus atribuciones y alcances. A nivel federal estas se clasifican en reservas de la biósfera, parques nacionales, monumentos naturales, áreas de protección de recursos naturales, áreas de protección de flora y fauna y santuarios. A partir del 2008, se tienen las áreas destinadas voluntariamente a la conservación, estos predios se consideran áreas productivas dedicadas a una función de interés público y son administradas por el solicitante, el cual puede ser toda una comunidad, una organización social, persona moral o física.

Dependiendo del tipo de ANP va a ser su zonificación y la definición de sus criterios, mismos que quedan claramente descritos en sus programas de manejo.

A nivel estatal están los parques y reservas estatales, así como otras categorías definidas particularmente. A nivel municipal se tiene las zonas de conservación ecológica, y otras denominaciones específicas.

III.3.1 Áreas naturales protegidas federales

Al mes de noviembre del 2017, a nivel nacional la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas administra 182 ANP de carácter federal, lo que implica una superficie total de 90'838,011.17 ha, de las cuales 21'379,397.95 ha se encuentran en zona terrestre y el resto en área marina, divididas en nueve regiones a nivel nacional. El estado de Quintana Roo se ubica en la región denominada "Península de Yucatán y Caribe Mexicano", región que cuenta con 25 ANP, representando el 9.43% de la superficie nacional protegida. En esta se ubican nueve regiones de la biósfera, 8 parques nacionales, seis áreas de protección de flora y fauna y dos santuarios. Entre las ANP de esta región se tienen: Parque Nacional Arrecife Alacranes, Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, Parque Nacional Tulum, Reserva de la Biósfera Calakmul, Reserva de la Biósfera Sian Ka'an, Reserva de la Biósfera Caribe Mexicano, entre otras. En el estado de Quintana Roo se tienen 17 ANP, sumando 6'951,580.64 ha de manera independiente, de las cuales 567,879.06 ha se encuentran en zona terrestres y 6,383,701.58 ha en zona marina (Tabla III-8). Además de estas 17, comparte una ANP con los estados de Yucatán y Campeche, la cual abarca 128,390.16 ha, toda en zona terrestre. De las 17 ANP del estado, seis están clasificadas como parques nacionales, cinco reservas de la biósfera, igual número de áreas de protección de flora y fauna y un santuario.

Tabla III-8. Listado de áreas naturales protegidas federales ubicadas en el estado de Quintana Roo, más la que comparte con los estados de Campeche y Yucatán.

Nombre	Categoría	Superficie (ha)			Fecha de decreto
		Total	Terrestre	Marina	
Bala'an K'aax ^s	Área de Protección de Flora y Fauna	128,390.16	128,390.16	0.00	03/05/05
La porción norte y la franja costera oriental, terrestres y marinas de la Isla de Cozumel	Área de Protección de Flora y Fauna	37,829.17	5,733.21	32,095.96	25/09/12
Manglares de Nichupté	Área de Protección de Flora y Fauna	4,257.50	4,257.50	0.00	26/02/08
Otoch Ma'ax Yetel Kooh	Área de Protección de Flora y Fauna	5,367.42	5,367.42	0.00	05/06/02
Uaymil	Área de Protección de Flora y Fauna	89,118.15	89,118.15	0.00	17/11/94
Yum Balam	Área de Protección de Flora y Fauna	154,052.25	52,307.62	101,744.63	06/06/94
Arrecife de Puerto Morelos	Parque Nacional	9,066.63	37.74	9,028.89	02/02/98
Arrecifes de Cozumel	Parque Nacional	11,987.88	82.28	11,905.60	19/07/96
Arrecifes de Xcalak	Parque Nacional	17,949.46	4,521.84	13,427.62	27/11/00
Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc	Parque Nacional	8,673.06	0.61	8,672.45	19/07/96
Isla Contoy	Parque Nacional	5,126.26	230.00	4,896.26	02/02/98
Tulum	Parque Nacional	664.32	664.32	0.00	23/04/81
Arrecifes de Sian Ka'an	Reserva de la Biosfera	34,927.16	1,361.00	33,566.16	02/02/98
Banco Chinchorro	Reserva de la Biosfera	144,360.00	585.79	143,774.21	19/07/96
Caribe Mexicano	Reserva de la Biosfera	5,754,055.36	28,589.50	5,725,465.87	07/12/16
Sian Ka'an	Reserva de la Biosfera	528,147.67	375,011.87	153,135.80	20/01/86
Tiburón Ballena	Reserva de la Biosfera	145,988.14	0.00	145,988.14	05/06/09
Playa de la Isla Contoy	Santuario	10.21	10.21	0.00	29/10/86
Jaguar	Área de Protección de Flora y Fauna	2249.71	2249.71	0.00	27/07/2022
Jacinto Pat	Área de Protección de Flora y Fauna	16.65	16.65	0.00	15/08/2023
Cenote Aerolito	Área de Protección de Flora y Fauna	10.20	10.20	0.00	15/08/2023

Nombre	Categoría	Superficie (ha)			Fecha de decreto
		Total	Terrestre	Marina	
Playa Delfines	Área de Protección de Flora y Fauna	4.88	4.88	0.00	15/08/2023
San Buenaventura	Área de Protección de Flora y Fauna	37.91	37.91	0.00	15/08/2023
Total		8'436,908.7	1'517,944.8	6'918,963.9	

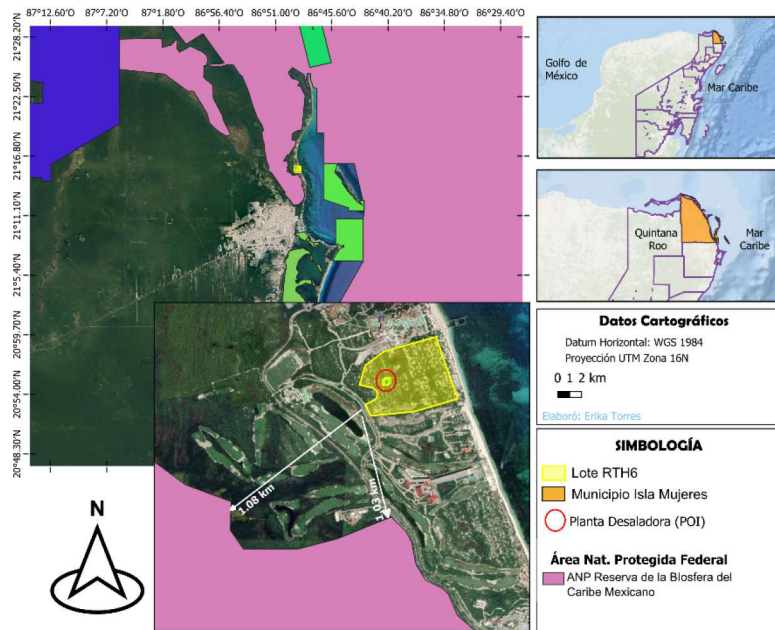
§ Área natural protegida que comprende los estados de Campeche, Quintana Roo y Yucatán.

De acuerdo con el análisis realizado, el polígono del predio del proyecto en comento no se sobrepone con ninguna ANP de carácter federal. Sin embargo, se encuentra a 1.03 km de distancia del Área Natural Protegida, con el carácter de reserva de la biosfera, la región conocida como Caribe Mexicano (Figura III-4). El decreto de esta ANP se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 7 de diciembre de 2016, mientras que su programa de manejo se publicó el 11 de noviembre de 2018. Esta ANP se localiza entre los municipios de Isla Mujeres, Benito Juárez, Tulum y frente a las costas de Puerto Morelos, Solidaridad, Cozumel, Bacalar y Othón P. Blanco, en el estado de Quintana Roo, con una superficie total de 5,754,055-36-31.60 ha (cinco millones setecientos cincuenta y cuatro mil cero cincuenta y cinco hectáreas, treinta y seis áreas, treinta y una punto sesenta centiáreas), de las cuales 5,725,465-86-57.50 hectáreas (cinco millones setecientos veinticinco mil cuatrocientas sesenta y cinco hectáreas, ochenta y seis áreas, cincuenta y siete punto cincuenta centiáreas) corresponden a la porción marina y 28,589-49-74.10 hectáreas (veintiocho mil quinientas ochenta y nueve hectáreas, cuarenta y nueve áreas, setenta y cuatro punto diez centiáreas) corresponden a la porción terrestre.

El área natural protegida presenta seis zonas núcleo con una superficie total de 1,932,648-48-79.18 hectáreas (un millón novecientos treinta y dos mil seiscientos cuarenta y ocho hectáreas, cuarenta y ocho áreas, setenta y nueve punto dieciocho centiáreas), mientras que la zona de amortiguamiento queda comprendida por 3,821,406-87-52.42 hectáreas (tres millones ochocientos veintiún mil cuatrocientas seis hectáreas, ochenta y siete áreas, cincuenta y dos punto cuarenta y dos centiáreas). A continuación, se enlistan las zonas núcleo que integran el ANP.

1. Humedales de Boca Iglesias
2. Laguna Chacmochuch
3. Zona Marina Xcacel-Xcacelito
4. Banco Chinchorro Profundo
5. Colinas Submarinas de Colmer
6. Cordillera Submarina Caimán

De estas zonas núcleo es la Laguna Chacmochuch la que se ubica más cercana al predio del proyecto.



Fuente: Imagen tomada del Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Figura III-2 Localización de las zonas núcleo y zonas de amortiguamiento Reserva de la Biosfera Caribe Mexicano.

Como se puede observar, no hay coincidencia entre el área del terreno del proyecto y la del Área Natural Protegida (ANP), ya que el Lote RTH6, donde se ubica el Desarrollo Inmobiliario Lote RTH 6, Playa Mujeres, en cuyo interior se instalará la POI, está ubicado dentro de la Zona de Influencia, pero no dentro del ANP. Sin embargo, se establece una conexión con el proyecto para una previsión más efectiva.

III.3.2 Áreas naturales protegidas Estatales

La conformación de las ANP estatales en el estado de Quintana Roo empezó en 1983 cuando se decretó como tal el Parque Natural de la Laguna de Chankanaab, con 14 ha de superficie total, ubicado en el municipio de Cozumel. Actualmente, existen 10 ANP estatales, tres de ellas clasificadas como parques estatales y las siete restantes como “zona sujeta a conservación ecológica” (Tabla III-9). En total representan 312,860.61 ha, donde la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Santuario del Manatí, Bahía de Chetumal”, decretada como tal el 24 de octubre de 1996, es la de mayor superficie con 281,320 ha, seguido de la Zona Sujeta a Conservación Ecológica Selvas y Humedales de Cozumel con 19,846 ha.

Tabla III-9. Listado de áreas naturales protegidas de carácter estatal en el estado de Quintana Roo[§].

Nombre	Categoría	Municipio	Fecha del decreto	Superficie (ha)
Laguna de Chankanaab	Parque natural	Cozumel	26/09/1983	13.647
Parque Kabah	Parque urbano	Benito Juárez	10/11/1995	41.4892
Bahía de Chetumal (Santuario del manatí)	Reserva estatal	Othón P. Blanco	24/10/1986	277733.669
Xcacel - Xcacelito	Zona sujeta a conservación ecológica	Tulum	21/02/1998	362.1

Laguna Manatí	Zona sujeta a conservación ecológica, Refugio estatal de flora y fauna	Benito Juárez	09/08/1999	202.99
Laguna Colombia	Parque ecológico estatal	Cozumel	15/07/1996	1130.643899
Sistema Lagunar Chichankanab	Reserva estatal	José Ma. Morelos	01/04/2011	11609.732
Parque Laguna de Bacalar	Parque ecológico estatal	Bacalar	01/04/2011	5.367
Sistema Lagunar Chacmochuch	Zona sujeta a conservación ecológica	Isla Mujeres y Benito Juárez	09/08/1999	1914.52
Selvas y Humedales de Cozumel	Reserva estatal	Cozumel	01/04/2011	19846.45
Total				312,860.61

§ Fuente: Tomada de CONACyT, en: <https://www.conacyt.gob.mx/cibiogem/index.php/anpl/quintana-roo>

Al igual que con las ANP de carácter federal, el polígono del proyecto donde se pretende la instalación y operación de la Planta de Ósmosis Inversa al interior de la zona de servicios del Lote RTH6, NO se inserta dentro de alguna ANP estatal. Las ANP más cercanas al predio del proyecto es la zona sujeta a conservación, refugio estatal de flora y fauna, “Sistema Lagunar Chacmochuch” ubicada a 1.08 y 1.03 km, (Figura III-3), motivo por el cual no le son aplicables los lineamientos de control que le fueron establecidos.

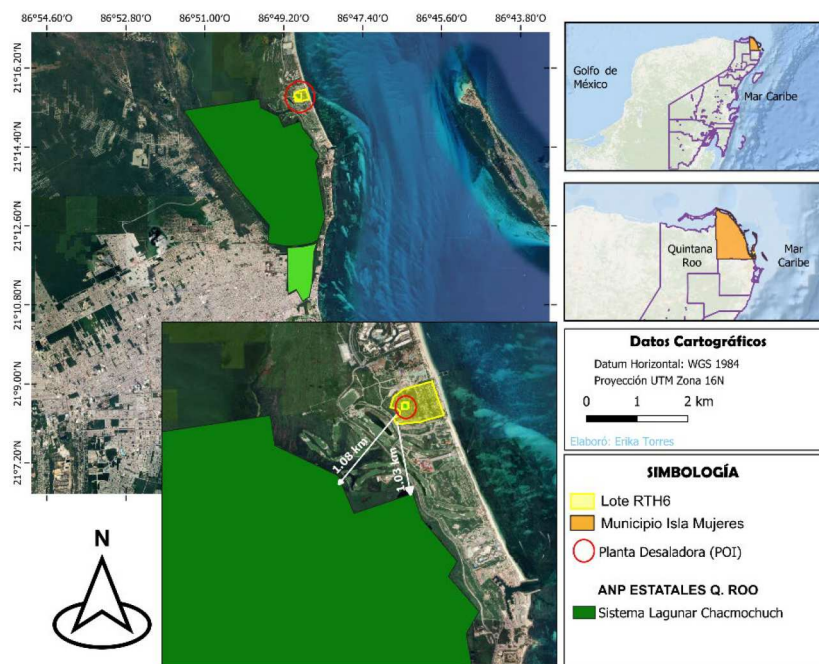


Figura III-3. Ubicación del predio del proyecto con respecto al ANP carácter estatal más cercana.

III.3.3 Áreas naturales protegidas municipales

De los municipios del estado de Quintana Roo solo el de Benito Juárez cuenta con área natural protegida de carácter municipal. Fue en la sesión extraordinaria del H. Ayuntamiento

del 22 de octubre de 2012 que se aprobó la creación de la Zona de Preservación Ecológica Municipal denominada “Reserva Ecológica Ombligo Verde”, ubicada en los lotes 1 y 2 de la Mza. 1, SM. 34, Av. Kabah, en Cancún, comprendiendo una superficie total igual a 4.064 ha. Sin embargo, dicha área se encuentra a 11.283 km del predio del proyecto en línea recta y del “Parque Kabah” se encuentra a 12.451 km (Figura III-4).

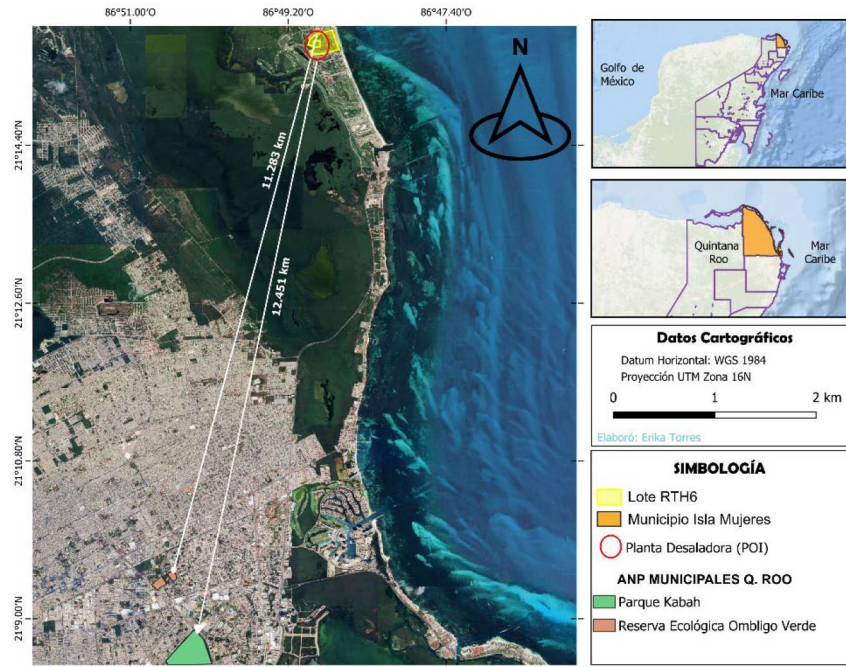


Figura III-4. Ubicación del predio del proyecto con respecto con respecto a las ANP de carácter municipal más cercanas.

III.4 Normas Oficiales Mexicanas

Este marco jurídico está sustentado en la Ley Federal de Metrología y Normalización, la cual es de orden público y rige a nivel nacional. Y, de acuerdo con esta Ley, en su artículo 3, fracción XI, las normas oficiales mexicanas implican “la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación”.

Respecto al tema ambiental, la Ley indica que las normas oficiales mexicanas (NOM) deben tener la finalidad de indicar las características y/o especificaciones, criterios y procedimientos que permitan proteger y promover el mejoramiento del medio ambiente y los ecosistemas, así como la preservación de los recursos naturales. Por lo que, con esta finalidad, SEMARNAT ha emitido una serie de NOM comprendiendo diferentes aspectos ambientales, como la calidad del agua, calidad de las descargas de aguas residuales, calidad del aire, generación de ruido, emisión de contaminantes por fuentes móviles y fijas a la atmósfera, clasificación de residuos, protección de la flora y fauna silvestre, entre otras.

La observancia y aplicación de las NOM depende de las obras, actividades, metodologías a emplearse durante el desarrollo de los proyectos y de características ambientales del área donde se desarrollará. Considerando la naturaleza del proyecto que nos ocupa, el cual pretende la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa, no existe una Norma Oficial Mexicana específica que regule su operación ambiental, por lo que se exponen la siguientes en la Tabla III-10.

Tabla III-10. Listado de normas oficiales mexicanas a aplicar durante el desarrollo del proyecto.

Norma de referencia	Observación
NOM-003-CNA-1996 , Que establece los requisitos de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.	SE CUMPLE: Los pozos cumplirán con la normatividad establecida para la extracción de agua.
NOM-001-SEMARNAT-1996 , Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	SE CUMPLE: La planta de ósmosis planificada tendrá un flujo de rechazo de 320 galones por minuto (gpm), con una concentración de sólidos disueltos totales (SDT) de 5 mg/L, lo que equivale a un rechazo diario de 3,000 m³.
NOM-041-SEMARNAT-2006 , <i>Que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.</i>	SE CUMPLE: Para el traslado del equipo y la instalación de la POI se utilizarán vehículos y maquinaria de manera temporal. Estos equipos emitirán gases de combustión de forma intermitente, pero se espera que no superen los límites permisibles de emisiones contaminantes. Se considera el uso de maquinaria y equipo en buen estado para minimizar el impacto ambiental.
NOM-081-SEMARNAT-1994 , Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	SE CUMPLE: La instalación de la Planta de Ósmosis Inversa no constituye una fuente fija. Para el transporte de equipos y el proceso de instalación se emplearán vehículos y maquinaria, que generarán ruidos temporales e intermitentes debido a las maniobras. Durante la operación de la planta de ósmosis, no se excederán los límites permisibles de emisiones de ruido, establecidos en 68 dB.
NOM-003-CNA-1996 , <i>Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos.</i>	SE CUMPLE: La construcción de los pozos se llevará a cabo conforme a las especificaciones de la norma vigente. Una vez finalizado los pozos de captación, se dejará reposar durante 24 horas antes de tomar muestras de agua para realizar un análisis fisicoquímico cada 5 metros. Tras completar estos análisis, se procederá a efectuar el registro eléctrico para detectar la conductividad de los pozos. Las muestras de roca, recolectadas cada metro perforado, se entregarán a la Comisión Nacional del Agua para su valoración y dictamen. Posteriormente, se introducirá la barrena hasta el fondo de cada uno de los pozos para proceder con la desinfección mediante cloro y el sifoneo, conforme lo estipula la normativa. Este mismo proceso se aplicará a los pozos de rechazo de 40 metros de profundidad.
NOM-004-CNA-1996 , <i>Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general.</i>	SE CUMPLE: Los pozos estarán equipados con medidores y se realizarán monitoreos de la calidad del agua para asegurar el cumplimiento de la normativa vigente. Estos datos serán reportados a la CONAGUA.

CONCLUSIÓN

El proyecto denominado "**Planta de Ósmosis Inversa (POI) del Lote RTH6**" se ajusta al marco legal aplicable, conforme se evidencia en el planteamiento general. Es fundamental destacar que el proyecto es compatible con el sistema ambiental establecido en los distintos marcos jurídicos y normativas ambientales. Además, se subraya que no ocasionará daño significativo al ecosistema, dado que el sitio del proyecto será al interior de la zona de servicios del proyecto denominado "Desarrollo Inmobiliario Lote RTH 6, Playa Mujeres" y cuyos usos urbanos están destinados para dicho propósito, además de encontrarse el lote RTH6 al interior del Condominio Maestro Playa Mujeres, el cual cuenta con evaluación y autorización en materia de impacto ambiental.

El aprovechamiento del predio con respecto a las obras previamente autorizadas aprovecha mejor su potencial con el marco legal vigente y da cabal cumplimiento a las disposiciones jurídicas pertinentes.

De acuerdo con el análisis efectuado y que ha quedado expuesto en el cuerpo del presente apartado, con relación al marco legal aplicable al sitio y de los aspectos ambientales derivados de la preparación de sitio, instalación y operación del proyecto, se tiene que se expusieron de manera particular los alcances de las obras y actividades del proyecto, con respecto a la regulación aplicable al predio con los instrumentos normativos.

En virtud del planteamiento de las obras, su diseño, características, ubicación y alcances. Se deja en claro que el proyecto que nos ocupa se ajusta al marco normativo y legal analizado, por lo que se concluye que el proyecto presentado, es ambientalmente viable, se considera que éste no contraviene los límites máximos permisibles, disposiciones, criterios y especificaciones establecidos en cada uno de dichos instrumentos legales.

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

El sitio de estudio y su entorno inmediato ya están ocupados por los proyectos autorizados en el Lote RTH6, Playa Mujeres, Isla Mujeres, Quintana Roo. Este lote RTH6, ubicado en el Condominio Maestro Playa Mujeres del Municipio de Isla Mujeres, cuenta con autorización mediante el resolutivo S.G.P.A./DGIRA/DG/3195/08 en materia de impacto ambiental, con una vigencia de 50 años para la operación. Esta situación refleja un crecimiento regulado y dirigido hacia una ocupación ordenada del suelo.

El proyecto se desarrollará dentro del proyecto autorizado para el Lote RTH6. La instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI), tres pozos de captación y dos pozos de rechazo se llevará a cabo en una superficie de 406 m² dentro de la zona de servicios del desarrollo inmobiliario. Cabe destacar que el sitio objeto de esta MIA-P ya ha sido regulado e intervenido, y los componentes actuales que rodean el proyecto corresponden a áreas donde la afectación ya ha ocurrido de manera regulada. Por lo tanto, no se realizará ningún desplante adicional por el proyecto en cuestión. Asimismo, las vialidades circundantes, permitidas para el Condominio Maestro Playa Mujeres, cuentan con autorización desde 2008.

IV.1 Caracterización y Análisis ambiental del espacio de actuación.

Área de estudio.

El lote RTH6, donde se planea instalar la Planta de Ósmosis Inversa (POI) y los pozos, se encuentra dentro del desarrollo Playa Mujeres en la Zona Continental del Municipio de Isla Mujeres, al norte de Punta Sam, en la región denominada El Meco-Isla Blanca.

El área designada para la POI corresponde a un lote previamente utilizado en su totalidad para la construcción del proyecto “**Desarrollo Inmobiliario Lote RTH 6, Playa Mujeres**”, específicamente en la zona de servicios. Estas instalaciones están ubicadas dentro del Condominio Maestro Playa Mujeres, que fue autorizado el 3 de octubre de 2008 mediante el S.G.P.A./DGIRA/DG/3195/08, emitido por la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental.

La vida útil de esta infraestructura se estima en 99 años, como se mencionó anteriormente

IV.2 Aspectos abióticos regionales

Aspectos abióticos

Las características ambientales de una zona se conforman por la integración de los distintos elementos del medio físico, así como del medio biológico. En los siguientes apartados de este capítulo se presenta la descripción relativa al medio físico, descripción que para fines de este documento corresponderán a: tipo de clima, temperatura, precipitación, intemperismos severos, vientos, geomorfología, edafología, relieve, hidrología, así como fisiografía.

IV.2.1 Clima

El predio del proyecto en comento se ubica en una región en la que le corresponden los siguientes atributos climáticos: el clima es cálido subhúmedo, con lluvias todo el año, pero presentándose mayores abundancias en verano. De acuerdo con la clasificación climática de Köepen, modificada por García (2004), la fórmula climática corresponde a $Aw_0(x')$ (Figura IV-2-1).

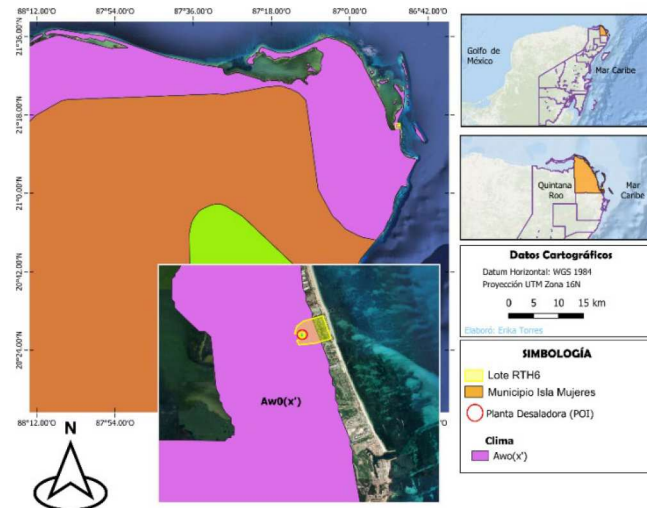


Figura IV.2-1 Clima presente en la zona de estudio donde se ubica el predio del proyecto

El tipo de clima que se encuentra en la zona del proyecto es **Aw0 (x')**, el clima correspondiente al subtipo Aw0, se distingue por ser el más seco (o menos húmedo) de los climas cálidos-subhúmedos con lluvias en verano.

- Temperatura.

La temperatura media anual varía entre 24.5 y 27°C, mientras que la temperatura media del mes más frío en ningún caso desciende más allá de los 20.5°C. En relación con la precipitación, se aprecia una amplia variación entre 838 y 1,128 mm, con un porcentaje de lluvia invernal menor de 10.2 pero siempre mayor de 6. Por lo regular el mes más lluvioso es septiembre cuyo monto es consistentemente 10 veces mayor que el del mes más seco. La escasa oscilación térmica sugiere que la marcha de la temperatura sea de tipo “Ganges” (Negrete, 1988).

- Precipitación.

La precipitación anual en este subtipo climático indica que la época de lluvias regulares se inicia en mayo, mes a partir del cual el temporal se estabiliza. Sin embargo, en localidades cercanas a la costa ello no ocurre sino hasta junio. Conforme se avanza tierra adentro, el subtipo Aw0 adquiere la expresión típica de los climas subhúmedos con lluvias en verano. Este subtipo climático se caracteriza también por la eventual ocurrencia del fenómeno canicular (sequía de medio verano), durante un breve periodo entre los meses de julio y agosto, aun cuando no se pueden precisar las razones de su ausencia en unas localidades y su presencia en otras, así como sus diferentes grados de intensidad dentro de una misma área territorial en la que las localidades consideradas muestran el mismo subtipo climático.

El resultado del análisis de la base de datos de la estación meteorológica 23155 Cancún, ubicada en la ciudad de Cancún, arroja una clasificación climática del tipo: $Aw_1(x')$ $i' \rightarrow$ Cálido subhúmedo con régimen de lluvia intermedio entre verano e invierno, con porcentaje de lluvia invernal superior al 18%. Subhúmedo con lluvias en verano y humedad intermedia entre un w_2 y w_0 . Con poca oscilación de la temperatura (entre 5° y 7°C).

IV.2.2 Humedad relativa

Las isoyetas se encuentran cercanas a los 1,500 mm y el cociente precipitación/temperatura es igual a 47.8, estando los valores medios de humedad relativa en un rango del 80 al 90 % como consecuencia del régimen de lluvias prevaleciente. El balance de escurrimientos medio anuales de 0-20 mm mientras que el déficit por evapotranspiración para la zona es de 800 a 1,100 mm anuales.

IV.2.3 Depresiones y tormentas tropicales

- Vientos

Entre febrero y julio, los vientos predominantes son los alisios, que soplan desde el sureste a una velocidad promedio de 10 km/h, llegando a alcanzar hasta 30 km/h durante perturbaciones tropicales (López-Rivas, 1994). Durante los meses de invierno, especialmente de noviembre a marzo, se experimentan vientos del norte. Estos vientos pueden alcanzar rachas de entre 80 y 90 km/h, lo que ocasiona lluvias intensas, fuertes oleajes y marejadas. Se ha identificado que los "Nortes" son uno de los factores principales que contribuyen al proceso de erosión de las playas en el estado.

- Nortes.

Estos son masas de aire húmedas y frías que provienen del norte del océano Atlántico, así como del continente, y que llegan a alcanzar velocidades de vientos hasta de 100 km h⁻¹. Provocan grandes descargas de agua acompañadas, lo que provoca un descenso de la temperatura local considerablemente. Estos fenómenos se presentan en los meses de noviembre a febrero y, eventualmente, hasta marzo.

Independientemente de que se trate de algún huracán, tormenta tropical o norte, estos fenómenos son importantes agentes en la modificación de las costas de Quintana Roo. 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.

IV.2.4 Intemperismos severos

El estado de Quintana Roo se encuentra en una región con gran incidencia de ciclones tropicales, en sí la península de Yucatán en su totalidad, lo cual se complica por las características orográficas de la porción continental, en la que su planicie no representa un gran obstáculo para el avance de los eventos ciclónicos. Normalmente cuando éstos se presentan, provenientes de la zona del Atlántico sur (Figura IV.2-2), al atravesar la parte terrestre de la



desde dos direcciones: 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, gira hacia el norte para dirigirse hacia las costas de Florida.

El efecto que los ciclones tropicales han tenido en el municipio se manifiesta más claramente en su zona costera, donde se puede observar la erosión de la playa ocasionada por el rompimiento del oleaje durante los ciclones (SEDATU, 2016), así mismo, Los huracanes suelen derribar numerosos árboles y arbustos, generando cientos de toneladas de material vegetal altamente inflamable, lo que puede provocar incendios de gran magnitud durante la temporada seca. En áreas urbanas y centros poblados, estos fenómenos ocasionan daños económicos significativos.

IV.2.5 Inundaciones

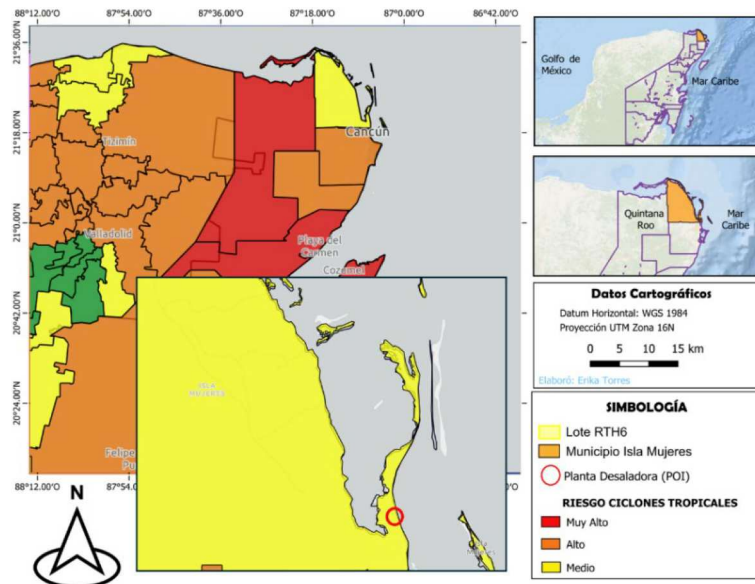
Las altas precipitaciones que normalmente se presentan en el estado de Quintana Roo, aunado al relieve plano de toda la Península, incluyendo el Estado, y la superficialidad de la roca madre, convierten a la región susceptible a inundaciones que afectan no solo las áreas urbanas, sino también áreas forestales y agropecuarias. Si bien, el material kárstico del subsuelo facilita la filtración del agua acumulada de las altas precipitaciones, esto reduce las afectaciones que ello ocasionan, pero no las impiden.

Debido a la devastación que este tipo de fenómenos ocasionaba a las poblaciones fue que se empezaron a tomar medidas de protección, enfocándose en las zonas litorales. Entre las medidas efectuadas por el gobierno federal, en coordinación con los gobiernos estatales y municipales, fue la elaboración de los atlas de riesgo, en los que, entre otros objetivos, se definieron las estrategias para reducir los riesgos de la población ocasionados por los efectos naturales.

La zona de costa y la urbana del municipio de Benito Juárez se encuentran expuestas a las inundaciones por marea y por lluvias abundantes. La zona turística es la que es más vulnerable a las inundaciones por mareas que se presentan por los fuertes vientos que acompañan a las tormentas y ciclones tropicales. De acuerdo con la SECTUR (2013), las áreas más vulnerables a este agente de disturbio fueron las playas de la región de Puerto Juárez, Chacmool, al sur de la Laguna Nichupté y al sur del campo de golf Augusto Velásquez. La vulnerabilidad del litoral del municipio está dada por el relieve de poca pendiente y poca elevación de las playas. Estas mismas características son las que hacen vulnerable al municipio a las inundaciones por lluvias extremas, las cuales se llegan a presentar durante las épocas de lluvias. En este caso, el municipio de Benito Juárez tiene dos zonas clasificadas muy altamente susceptibles a inundaciones, una al norte de Puerto Juárez y otra por la zona del Aeropuerto, ambas fuera del área de influencia del proyecto (Pereira-Corona et al., 2016).

De acuerdo con la SEDESOL (S/F), el municipio de Isla Mujeres presenta un peligro de inundación diferenciado de acuerdo con su cercanía a la línea de costa (Figura IV.2-3). Existe un peligro alto en la zona más cercana a costa y el noreste de la zona continental de Isla Mujeres en especial en la Península de Chacmuchuch, sitio de ubicación del predio, en la parte central de la ciudad predomina un peligro medio y, hacia el oeste de la ciudad un peligro

bajo. Este mapa se realizó considerando los registros históricos de la presencia de estos eventos en Isla Mujeres.



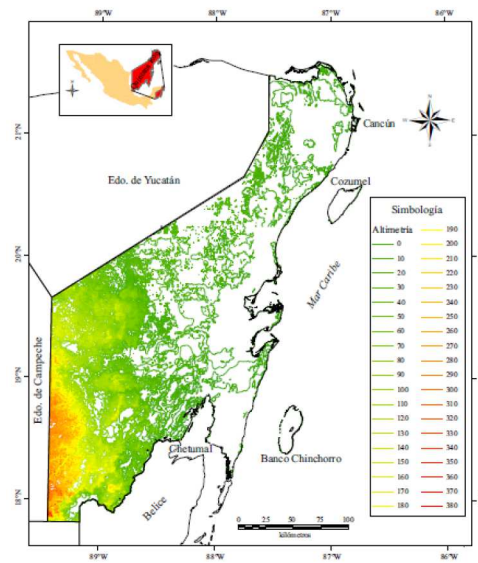
Fuente: SEDESOL (S/F), en:
http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/AtlasEstatales/?&NOM_ENT=Quintana%20Roo&CVE_ENT=23

Figura IV.2-3. Ubicación de los Riesgos de incidencia tropical en el municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo.

IV.2.6 Fisiografía

El área del proyecto se ubica dentro de la provincia fisiográfica “Península de Yucatán, y en subprovincia fisiográfica “62: Carso yucateco”. Ésta se conforma por la mayoría territorial de los estados de Yucatán y Quintana Roo, y solo una pequeña superficie de Campeche. Se ubica, parcial o totalmente, en los 11 municipios del Estado: Isla Mujeres, Lázaro Cárdenas, Puerto Morelos, Benito Juárez, Solidaridad, Cozumel, Tulum, Felipe Carrillo Puerto, José Ma. Morelos, Bacalar y Othón P. Blanco.

Particularmente, el estado de Quintana Roo presenta una variación altitudinal que va desde el nivel del mar hasta los 380 msnm (Fragoso-Servón et al., 2014a) (Figura IV.2-4). La altitud va ascendiendo de este hacia el oeste y de norte a sur, siendo el extremo suroeste donde se presentan las mayores alturas, en la región donde se juntan los municipios de Othón P. Blanco y Bacalar con el municipio de Calakmul, Campeche. Sin embargo, la zona de mayor altitud del estado se ubica en una subprovincia fisiográfica diferente a la que donde se ubica el área del proyecto, es decir, en la subprovincia “63: Carso y lomeríos de Campeche”.



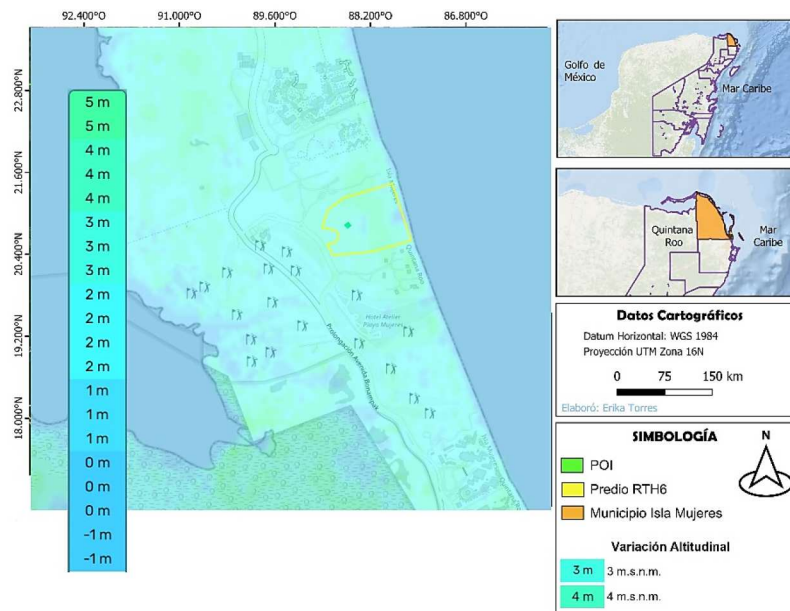


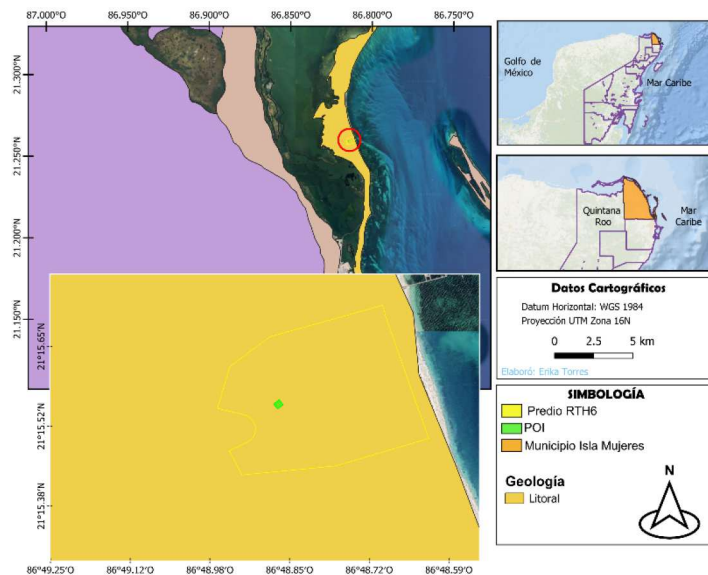
Figura IV.2-5. Variación altitudinal en el área y predio del proyecto en Isla Mujeres, Quintana Roo.

IV.2.7 Geomorfología

Con base a la carta geológica – minera Cancún F16-8GM, realizada por el Servicio Geológico Minero (2006), el polígono RTH6, predio en donde se pretende la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa, al interior del proyecto “Desarrollo Inmobiliario Lote RTH 6, Playa Mujeres”, está sobre un área que consiste principalmente de una secuencia de rocas carbonatadas, como el resto de la Plataforma de Yucatán, que abarcan desde el Cenozoico, periodo Terciario, del Miocénio (24 Ma) al Reciente. La unidad más antigua expuesta en esta región es la Formación Carrillo Puerto (TmplCz-Cq), la cual se describe como una de secuencia de caliza y coquina de edad Mioceno – Plioceno, la cual viene desde la parte sur del estado de Quintana Roo.

No obstante, en la región donde se ubica el área de influencia del proyecto, la Formación Carrillo Puerto se encuentra cubierta por depósitos del cuaternario siendo una arenisca poco consolidada de fragmentos de gasterópodos, pelecípodos, ostras y calcita de edad Pleistoceno (Figura IV.2-6). Estos componentes son característicos de la costa del Mar Caribe, entre Cancún, Alfredo V. Bonfil e Islas Mujeres.

Las características geomorfológicas de la Península de Yucatán están determinadas principalmente por la naturaleza kárstica y permeable del sustrato subyacente. La acción erosiva del agua, tanto horizontal como verticalmente, sobre sustratos ricos en calcio crea conductos de distintos tamaños, por los que fluye el agua como ríos subterráneos. El colapso de la parte superior de un río subterráneo puede provocar la formación de dolinas, dando lugar a cavidades que llegan a la superficie. Este fenómeno suele ir acompañado del surgimiento de diversos tipos y tamaños de sistemas hidrológicos superficiales, incluidos los localmente conocidos "cenotes". Además, la erosión vertical que se produce en las cuevas adyacentes puede dar lugar a la formación de cuerpos de agua alargados conocidos como poljes.



Fuente: Servicio Geológico Mexicano (2006). En: http://www.sgm.gob.mx/cartas/Cartas_Ed.jsp

Figura IV.2-6. Geología en el predio del proyecto y área de influencia en zona continental Isla Mujeres tomado como base la información del INEGI publicada en 1996, retomada por el Servicio Geológico Mexicano.

Las características geomorfológicas de la Península de Yucatán están determinadas principalmente por la naturaleza kárstica y permeable del sustrato subyacente. La acción erosiva del agua, tanto horizontal como verticalmente, sobre sustratos ricos en calcio crea conductos de distintos tamaños, por los que fluye el agua como ríos subterráneos. El colapso de la parte superior de un río subterráneo puede provocar la formación de dolinas, dando lugar a cavidades que llegan a la superficie. Este fenómeno suele ir acompañado del surgimiento de diversos tipos y tamaños de sistemas hidrológicos superficiales, incluidos los localmente conocidos "cenotes". Además, la erosión vertical que se produce en las cuevas adyacentes puede dar lugar a la formación de cuerpos de agua alargados conocidos como poljes.

La zona potencialmente receptora de este impacto ambiental se caracterizó mediante técnicas geofísicas que nos permitieron analizar las propiedades resistivas de las rocas del subsuelo a través de líneas dipolo-dipolo y estudios electromagnéticos en el dominio del tiempo (TEM) a lo largo de trayectorias paralelas y perpendiculares a la costa. Esto permitió identificar flujos hidrológicos subterráneos en ambas direcciones.

Un estudio hidrogeológico emplea técnicas de la ingeniería geológica e hidráulica, la química del agua y la dinámica de fluidos, entre otras. La ciencia fundamental que subyace a nuestra comprensión del movimiento y la dirección del agua subterránea es la hidrogeología. Aplicando técnicas de prospección geológica e hidrogeológica, desarrollamos un modelo conceptual del funcionamiento hidrodinámico del acuífero. Un acuífero se define como una formación rocosa que contiene agua subterránea en sus poros y fracturas, permitiendo que el agua fluya a través de ella con relativa facilidad, haciéndola accesible para su extracción a través de pozos y manantiales.

Las operaciones de perforación exploratoria mediante barrenos intersectan diversas formaciones y estructuras geológicas que componen el acuífero, tanto en zonas de agua dulce como salada. Durante la perforación de pozos se recolectan muestras del detritus a cada metro de profundidad, lo que permite clasificar el material que forma el acuífero. Este análisis permite la creación de un perfil litológico y estratigráfico en relación al tiempo geológico. Una vez que se completa la perforación exploratoria, estos pozos se utilizan para medir el espesor de la lente de agua dulce y la profundidad de la interfaz salina, empleando sondas de exploración que miden las propiedades físicas y químicas del agua subterránea en intervalos de 20 cm, según sea necesario, hasta una profundidad. de toda la operación de perforación exploratoria.

En el sistema kárstico costero de Quintana Roo se presenta el fenómeno de la intrusión salina, donde el agua de mar invade el acuífero de agua dulce. La intrusión salina se basa en el principio de que el nivel piezométrico de las aguas subterráneas está regido por el nivel medio del mar, y se considera que el agua dulce, al fluir por el acuífero, ejerce una contrapresión contra el agua de mar. Este concepto también se basa en el hecho de que, debido a diferencias de densidad, el agua dulce "flota" sobre el agua de mar.

Objetivos

1. Definir las características principales del agua subterránea, incluyendo:

- La estructura rocosa del subsuelo que contiene el agua subterránea
- Los flujos subterráneos que alimentan el sistema lagunar
- La dirección preferida del flujo del agua subterránea
- El espesor y volumen de la lente de agua dulce explotable
- La profundidad del interfaz salina o inicio de la lente de agua salada
- La variación del nivel freático influenciada por las fluctuaciones de las mareas
- La caracterización de la hidrodinámica respecto de la ocurrencia y movimiento del agua subterránea

Métodos

Las técnicas de exploración del subsuelo utilizadas mediante prospección geológica, geofísica e hidrogeológica son las siguientes:

Prospección geológica: Se realizó mediante análisis de imágenes satelitales y travesías de verificación de campo, donde se ubicaron las principales estructuras previamente identificadas en imágenes remotas. Para la verificación en campo se utilizó un dispositivo GPS Garmin eTrex Vista C. La geología del subsuelo se definió mediante la recolección, descripción y análisis de muestras obtenidas durante la perforación de pozos exploratorios.

Prospección geofísica: Se realizaron sondeos eléctricos en el terreno utilizando técnicas de sondeos por transitorio electromagnético (TEM), empleando una antena (espira o bobina) de cuadro con una forma cuadrada de 10x10 metros y un área de 100 metros cuadrados. Esta disposición, conocida como "Loop coincidente", tenía una resistencia de 5 ohmios en el circuito. Con estas características se logró una intensidad de corriente de aproximadamente 6 amperios, suficiente para cumplir con los 30 metros de profundidad de investigación considerados. El tiempo de medición se fijó en 25-30 ventanas con la serie "High Resolution"

del equipo Sirotem. Además, la Tomografía Eléctrica tiene como objetivo determinar la distribución real de la resistividad del subsuelo a lo largo de un perfil de exploración, basándose en valores de resistividad aparente obtenidos mediante mediciones convencionales de corriente continua. El perfil resistivo se generó utilizando una disposición de múltiples electrodos, sincronizada con el sistema ARES G4 (GF Instruments), que proporciona datos de resistividad del subsuelo. Estos datos se ajustan de acuerdo con los parámetros de campo establecidos, lo que permite la eliminación y repetición automática de datos que exceden las tolerancias permitidas. La potencia del transmisor del sistema ARES es de 300 W, con un receptor de alta sensibilidad. El dipolo utilizado en este estudio tenía una longitud de 5 metros y tenía 72 electrodos conectados simultáneamente. Los estudios cubrieron longitudes de exploración variables de 142 a 286 metros y una profundidad de investigación de aproximadamente 20 metros.

Medición de nivel piezométrico: esta actividad se realizó utilizando una sonda eléctrica Solinst, graduada para medir la profundidad del nivel freático desde un punto nivelado en relación con el nivel medio del mar. Una vez generados los datos, se procesaron utilizando el software SURFER versión 5 (Golden Software, Inc) para generar mapas de curvas de nivel, los cuales se interpretaron para determinar la dirección del flujo de agua subterránea en el área de estudio.

Perforación exploratoria: La exploración directa se llevó a cabo a profundidades de 15 a 55 metros, tomándose muestras de roca a intervalos de 1 metro y registrándose el tiempo de perforación. La perforación se realizó utilizando un Wagon Drill con compresor portátil y una broca de percusión neumática de 2 7/8 pulgadas de diámetro y 5 pulgadas de extensión. Después de perforar, se instaló una funda de PVC (edeme) de 4 pulgadas.

Perfiles de Calidad del Agua: Se tomaron registros de calidad del agua de los pozos de perforación exploratorios, determinando las características del agua subterránea. Para esta actividad se utilizó una sonda multiparamétrica (Hydrolab, modelo Quanta) para medir temperatura, conductividad eléctrica, potencial redox (Eh), oxígeno disuelto y sólidos disueltos totales. Las mediciones se tomaron cada 20 cm desde el nivel freático hasta la profundidad total del pozo de perforación. Una vez generados los datos, cada parámetro se representó en función de la profundidad utilizando una hoja de cálculo convencional.

Resultados

En el contexto de la Península de Yucatán, caracterizada por su terreno plano y elevado, la "Plataforma Calcárea de Yucatán" es una región de gran interés geológico. La característica principal de esta plataforma es la presencia de arrecifes de coral, ubicados en la periferia y terrazas sumergidas relacionadas con antiguos litorales. El litoral presenta frecuentemente puntas rocosas parcialmente cubiertas por depósitos costeros. Paralelamente a la costa, se ha desarrollado una barrera de coral que delimita una vasta zona de laguna. En esta región no existe drenaje superficial, ya que toda el agua de lluvia que no se evapora en la superficie se infiltra a través de dolinas, fracturas y canales de disolución en el terreno rocoso, formando un sistema de drenaje subterráneo que se manifiesta en la superficie a través de afloramientos naturales conocidos como cenotes.

En cuanto al espesor del suelo, estos se encuentran en parches pequeños y delgados y como relleno de fisuras de rocas. Sin embargo, la región alberga una densa vegetación tropical compuesta de árboles altos, maleza y plantas trepadoras.

Respecto a la geomorfología, la Península de Yucatán se divide en cuatro provincias geomorfológicas: 1) zona costera, 2) llanura interior, 3) cerros y valles, y 4) cuencas escalonadas. Las características morfológicas de la península parecen estar íntimamente relacionadas con la orientación NNE-SW de la costa oriental, que se formó por una falla y cae abruptamente a profundidades de varios cientos de metros. La Laguna de Bacalar, los bloques escalonados entre Zoh-laguna, el norte de Belice y la costa occidental de la Bahía de Cozumel también comparten esta orientación.

El desarrollo geomorfológico de esta región se inició durante el período Terciario Superior, con la formación de una llanura calcárea que fue moldeada por una intensa disolución. Como resultado, la región se caracteriza por rasgos de disolución como dolinas, depósitos de arcilla descalcificada, relieve uniforme y "cenotes".

Durante el Cuaternario, esta llanura se vio modificada por la formación de pantanos y lagos, así como por la acumulación de abundantes depósitos costeros. Por las características de la zona, esta región puede ubicarse en un estado geomorfológico correspondiente a la madurez.

La Península de Yucatán está compuesta por sedimentos calcáreos marinos de los períodos Terciario y Reciente (Butterlin y Bonet, 1963). Las rocas más antiguas se ubican en el sur y centro de la península, mientras que en el estado de Quintana Roo se encuentran en el suroeste y corresponden a calizas dolomitizadas, silicificadas o recrystalizadas del Paleoceno-Eoceno indiferenciadas, que incluyen rocas evaporíticas de la formación Icaiché, compuesta por yeso y anhidrita rica en sulfatos.

Sobre estas rocas y afloramientos en la parte centro-occidental de la entidad se encuentran calizas fosilíferas del Eoceno Medio. Se expone una secuencia de rocas del Mioceno-Plioceno en la región de Bacalar-Río Hondo; margas, yesos y calizas forman la parte inferior de la secuencia, mientras que la parte superior está compuesta por coquinas y calizas.

Geología del sitio

La zona de interés exhibe afloramientos de depósitos carbonatados del Cuaternario. Estos depósitos se distribuyen en una franja aproximada de un kilómetro en su punto más ancho y de 400 metros en el punto más estrecho, partiendo desde la línea costera. Los depósitos sedimentarios que emergen en la superficie consisten en arenas costeras no consolidadas en los primeros 200 metros y dunas compuestas principalmente por arenas calcáreas cementadas, las cuales están formadas por oolitas y, en menor medida, por fragmentos de corales y moluscos. Esta unidad, de aspecto frágil y/o pulverulento, de origen eólico, está estrechamente vinculada con las eolianitas pleistocénicas y se presenta en estratos que varían desde algunos centímetros hasta medio metro de espesor. En su estructura, se observan algunas marcas de rizaduras debido a la acción del viento y ligeros plegamientos con inclinaciones suaves.

La ubicación del área de estudio se detalla a continuación, seguida de un esquema que ilustra la caracterización geológica de la región.

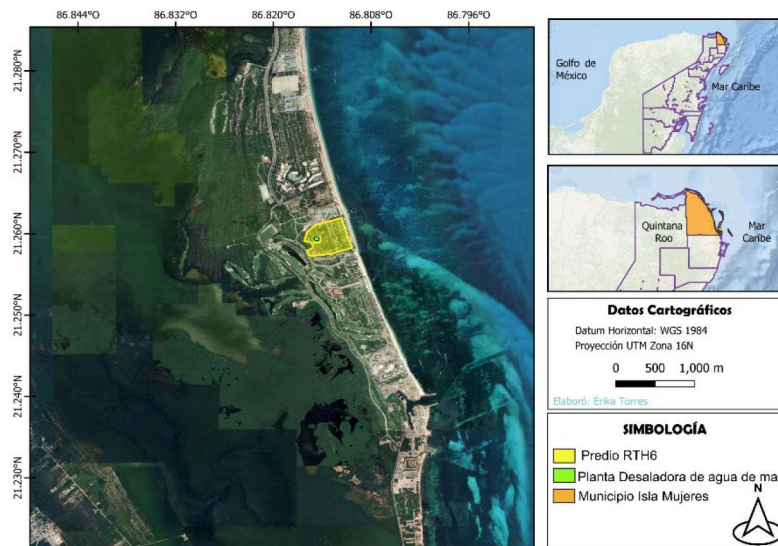


Figura IV.2-7 Localización regional del lote RTH6

Estructuralmente, en el área de estudio se observan crestas y valles superficiales formados por la acción eólica. En las zonas bajas (valles o depresiones) se detectan indicios de humedad y abundante vegetación, lo cual sugiere la posible presencia de un aporte subterráneo de agua.

Para caracterizar indirectamente los materiales del subsuelo e identificar las estructuras geológicas favorables para el flujo del agua subterránea, se realizaron estudios de resistividad eléctrica mediante Sondeos por Transitorio Electromagnético (TEM) y Tomografías Eléctricas Dipolo-Dipolo.

Las características resistivas del subsuelo reflejan tanto la litología como la calidad del agua subterránea que fluye a través de las rocas. Las zonas altamente conductoras, con valores de resistividad menores de 4 ohm-m, se asocian con la intrusión de agua marina hacia el continente, indicando que la roca caliza presenta un alto grado de karstificación o disolución, permitiendo un flujo sin resistencias.

Esto permitió definir el modelo geoelectrico del sitio, basado en:

- La correlación de los perfiles geoelectricos formados a partir de modelos 1-D obtenidos mediante inversión Occam o modelos multicapas con la geología superficial.
- El análisis de mapas de resistividad a diferentes profundidades bajo el terreno.

Durante cada sondeo, se compararon los modelos 1-D obtenidos por el proceso de capas planas y el modelo multicapas o inversión Occam, encontrándose una buena correspondencia en la definición general de los modelos geoelectricos. Se optó por utilizar

los modelos multicapas, ya que representan una variación continua de la resistividad y ayudan a definir estratos más delgados.

Los resultados de estos sondeos permitieron determinar la forma y distribución de las unidades geoelectricas en el subsuelo hasta una profundidad de 20 metros.

A continuación se presenta la Tomografía Eléctrica Dipolo-Dipolo, en la cual se identifica una zona de baja resistividad eléctrica en los primeros 30 metros de la sección. Esta zona, que se extiende verticalmente desde el nivel del terreno hasta aproximadamente los 12 metros (representada en tonos azules), está asociada con la presencia de abundante agua que fluye a través de la arena. Se observan otras zonas similares al final de la sección, entre los cadenamientos 130 y 150 metros, y otra entre los cadenamientos 90 y 120 metros, esta última extendiéndose verticalmente desde los 5 hasta los 20 metros de profundidad.

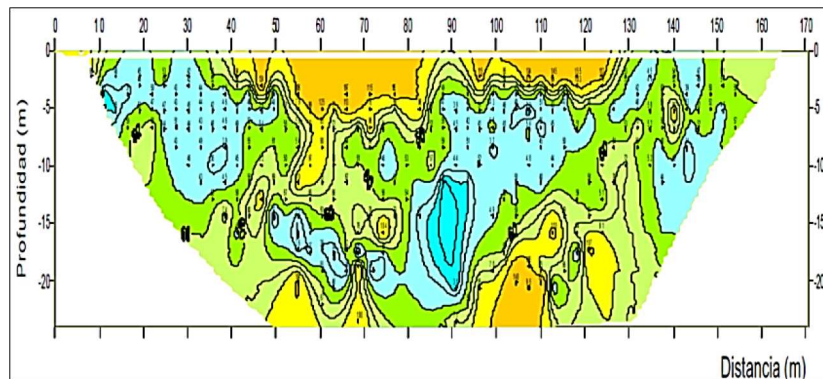


Figura IV.2-8 Tomografía eléctrica Dipolo-dipolo del sitio estudiado para el desarrollo del proyecto

La secuencia estratigráfica del sitio, es decir, la geología del subsuelo, se identificó inicialmente como una capa delgada de suelo areno-limoso con materia orgánica vegetal. Posteriormente, se encontraron depósitos de dunas de origen eólico, constituidos por arenas finas a medias con un cementante de carbonato de calcio. En la superficie, se observa una costra de material residual calichoso de color negro y de espesor reducido.

Entre los 5 y 12 metros de profundidad, se identificaron depósitos arenosos (calcarenitas) con fragmentos de conchas y limos con arcillas de textura grumosa y deleznable.

Desde los 12 hasta aproximadamente los 23 metros, se localizó un cuerpo masivo de caliza coquinífera de origen arrecifal, compacta y porosa, con intercalaciones de limos y arenas calcáreas. Finalmente, se encontraron calizas compactas muy fracturadas, con coloraciones

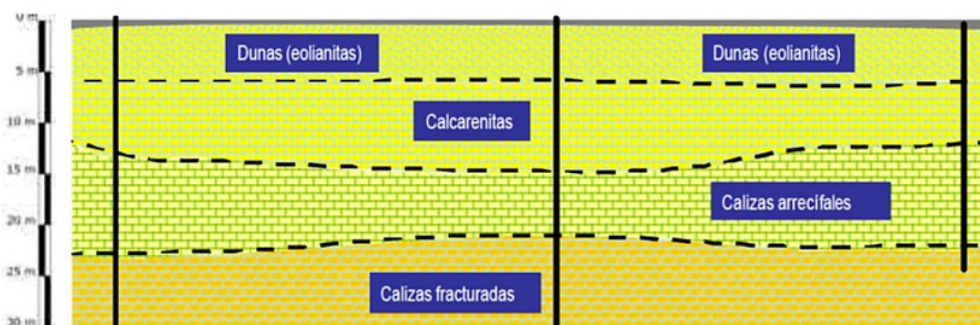


Figura IV.2-9 Sección geológica representativa del sitio estudiado

claras y oscuras, y abundantes microfósiles. Esta última unidad se correlaciona con la Formación Carrillo Puerto del Mioceno-Plioceno (Bonet y Butterlin, 1962).

La prospección geohidrológica, o investigación del comportamiento del agua subterránea, incluye diversas actividades destinadas a medir características como la conductividad hidráulica del acuífero, la dirección preferencial del flujo de agua subterránea, su gradiente hidráulico, la calidad del agua y su interacción con fenómenos geoquímicos, así como la potencia y volumen del agua subterránea.

El objetivo de estas actividades es medir las variables hidrodinámicas a lo largo del tiempo para poder establecer modelos estáticos y, a partir de ellos, generar el modelo hidrodinámico del acuífero en la zona de estudio.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Se realizó un censo de aprovechamientos hidráulicos en el predio y sus alrededores, identificando fuentes de aguas subterráneas, principalmente pozos y sondeos de estudios previos, con el fin de establecer puntos de control para el monitoreo del acuífero durante el estudio geohidrológico. En total, se censaron 7 puntos de control: 3 barrenos exploratorios del predio, un pozo de riego del mismo predio, y un barreno y dos norias de un predio vecino. Estos puntos fueron ubicados con precisión mediante geoposicionadores satelitales topográficos de alta precisión, trasladando el nivel medio del mar al predio desde un banco de nivel topográfico del INEGI, y nivelados respecto al nivel medio del mar con una estación total con precisión milimétrica en elevación y ubicación geográfica.

En cuanto a la calidad del agua del acuífero, se realizaron perfiles de conductividad eléctrica, temperatura, sólidos disueltos totales, oxígeno disuelto y potencial redox en los 5 barrenos perforados, utilizando una sonda multiparámetro Quanta-Hydrolab. Con esta información, se graficaron los parámetros en función de la profundidad del acuífero respecto al nivel medio del mar.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Temperatura: La temperatura medida en el acuífero de Playa Mujeres a nivel freático oscila entre 26.60°C y 29.00°C (este último valor posiblemente influenciado por las condiciones atmosféricas), con el mínimo al oeste del predio. Las condiciones permanecieron casi constantes, con variaciones menores a 1°C.

Conductividad Eléctrica: La conductividad eléctrica a nivel freático en el predio de Playa Mujeres presenta valores entre 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 3350 $\mu\text{S}/\text{cm}$, permaneciendo constantes hasta el final del sondeo (-3.5 m). En el pozo de agua de riego de mayor profundidad, usado como control, el parámetro muestra un incremento gradual a partir de los -11 m debido a la influencia directa del agua de mar, alcanzando valores entre 6000 y 6350 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Oxígeno Disuelto: El oxígeno disuelto en el acuífero del predio Playa Mujeres mantiene valores a nivel freático entre 1.55 y 4.1 mg/l. A partir de ahí, el parámetro disminuye y se mantiene constante hacia los -3 m. La tendencia a mayor profundidad es hacia la reducción del oxígeno.

pH: El potencial de hidrógeno (pH) se mantiene entre 7.65 y 7.80.

Sólidos Totales Disueltos (TDS): Las concentraciones de sólidos totales disueltos en el acuífero freático del predio Playa Mujeres oscilan entre 350 y 3000 mg/l. Los valores disminuyen con la profundidad hasta los -11 m, donde se observa un incremento gradual por la influencia del agua de mar, alcanzando hasta 4000 mg/l.

Conductividad Hidráulica: Este parámetro es crucial para la cuantificación del flujo de agua subterránea, ya que permite estimar los volúmenes de tránsito del agua en una sección volumétrica determinada. La técnica aplicada se basa en la simulación del efecto de la marea en el retraso de una onda marina dentro del subsuelo continental. Al propagarse en el agua subterránea presente en los poros o espacios vacíos de la roca, la marea se retrasa debido a la resistencia de la roca. La estimación de la conductividad hidráulica se realiza simulando el efecto de la marea, utilizando la curva obtenida en cada sitio, y aplicando el método de Ferris con los valores de la función sinusoidal.

Utilizando la información obtenida de los registros electrónicos del nivel del agua en el predio de Playa Mujeres, junto con el registro de la marea, se determinó la conductividad hidráulica para la arena y la caliza arrecifal subyacente. Los cálculos indican que la conductividad hidráulica del acuífero es de 354.55 m/d, con un coeficiente de almacenamiento entre 0.15 y 0.25. Para la caliza arrecifal, la conductividad hidráulica promedio calculada es de 6865.75 m/d, con un coeficiente de almacenamiento de 0.05 a 0.2.

El volumen de flujo del agua subterránea se calculó aplicando una técnica de cuantificación que emplea la configuración de la red de flujo y los valores medidos de conductividad hidráulica. Esta estimación se realizó para la porción acuífera de agua dulce-salobre situada debajo del predio en estudio.

Para calcular el volumen de agua subterránea que circula en el acuífero, se utilizó la técnica de redes de flujo, fundamentada en la ley de Darcy. Esta ley establece que el caudal que fluye a través de una sección transversal del acuífero es directamente proporcional al gradiente de pérdidas de carga, donde la constante de proporcionalidad se refiere a la conductividad hidráulica del sistema.

$$\text{Ecuación de Darcy: } Q = AKdH/dl;$$

donde:

Q= es el volumen de agua subterránea que atraviesa una sección transversal de acuífero, en m³/día

A= sección transversal del acuífero equivalente al espesor del acuífero por unidad de ancho, en m²

K = conductividad hidráulica, en m/d

dH/dl = gradiente hidráulico

En el caso del predio Playa Mujeres, se determinó una red piezométrica basada en los niveles piezométricos medidos el 18 de junio de 2012. En esta red se observa un parteaguas hidráulico subterráneo que define dos flujos, uno en dirección noroeste (NW) y otro en dirección sureste (SE). Posteriormente, se definieron tubos de corriente en las direcciones mencionadas, ortogonales a las líneas de flujo identificadas.

Para calcular el volumen de agua subterránea que fluye por debajo del predio Playa Mujeres, se asumió que el espesor del acuífero de agua dulce-salobre es de 20 metros (correspondiente al techo de la interfase salina). Además, se consideraron conductividades hidráulicas de 354.55 m/d para las arenas y 6866 m/d para la caliza arrecifal. Se calcularon dos tubos de corriente en cada dirección.

El flujo calculado en la dirección **NW** del predio es de 20 lps para las arenas y de 384 lps para la caliza arrecifal, resultando en un volumen total de 404 lps. En este caso, se analizaron 255 metros lineales de acuífero, obteniendo un volumen unitario de 0.078 lps por metro lineal de acuífero arenoso y 1.513 lps por metro lineal de acuífero arrecifal.

En la dirección **SE** del predio, el flujo calculado es de 6 lps para las arenas y de 181 lps para la caliza arrecifal, con un volumen total de 190 lps. Aquí, se analizaron 160 metros lineales de acuífero, obteniendo un volumen unitario de 0.069 lps por metro lineal de acuífero arenoso y 1.327 lps por metro lineal de acuífero arrecifal.

Hidrología

En relación con la hidrología del sitio, y considerando la propuesta de instalar un pozo de descarga a una profundidad de 40 metros, la promovente presenta un estudio de prospección geohidrológica. Este estudio tiene como objetivo demostrar que la salmuera, generada por la puesta en marcha del proyecto, no retornará a las capas superficiales del acuífero aprovechable ni aflorará en la zona marina costera. El análisis del perfil estratigráfico y el registro eléctrico justifican que la profundidad a la que se inyectará la salmuera garantizará la protección del delgado lente de agua dulce localizado en el sitio, así como prevenir otras posibles afectaciones.

El estudio realizado indica que el agua subterránea incrementa su salinidad a partir de los 12 metros de profundidad y se vuelve salobre y salada hasta los 23 metros. En esta zona, el agua se encuentra en poros y oquedades de gran tamaño, resultado de la disolución de la roca caliza coquinífera de origen arrecifal, compacta y porosa, con intercalaciones de limos y arenas calcáreas.

La prospección geohidrológica, o investigación del comportamiento del agua subterránea, incluye varias actividades enfocadas en medir la conductividad hidráulica del acuífero, la dirección preferencial del flujo de agua subterránea, su gradiente hidráulico, la calidad del agua y su interacción con fenómenos geoquímicos, así como la potencia y volumen del agua subterránea.

El estudio revela que, desde los 15 hasta los 22 metros de profundidad, se encuentran calizas arrecifales con abundancia de fósiles, arenas y lentes dolomitizados. Esta formación presenta

huellas de disolución y fracturamiento, con resistividades eléctricas entre 10 y 20 ohm-m, lo que sugiere la probable circulación de agua continental en su camino hacia el mar.

El modelo geológico del sitio mostró una alternancia de resistividades eléctricas en los primeros metros del subsuelo, con algunos sitios muy conductivos asociados a la presencia de humedad por agua meteórica de reciente infiltración o por flujos subterráneos someros que circulan bajo la duna de arena.

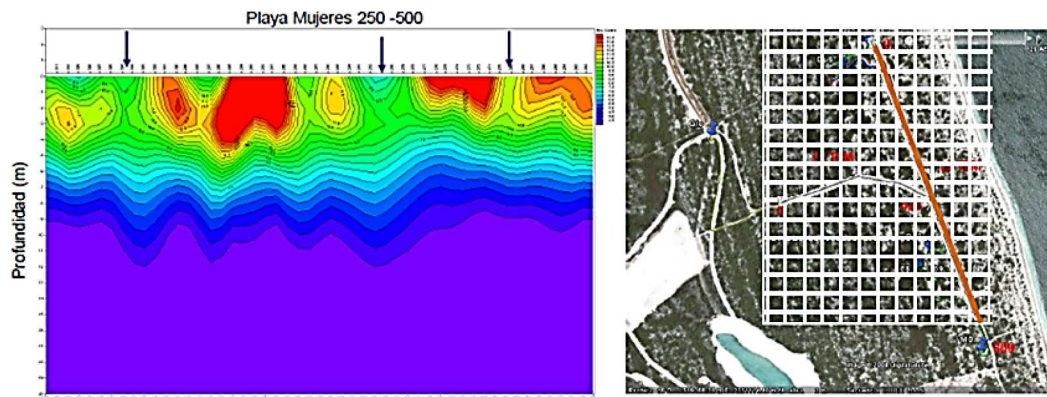


Figura IV.2-10 Sección Geo eléctrica L2

El perfil geoelectrico TEM, paralelo a la línea de costa, muestra una alternancia de resistividades, con algunas zonas altamente conductivas (representadas en tonos azules) asociadas a la presencia de humedad. Esta humedad es alimentada por agua de reciente infiltración o por flujos subterráneos someros bajo la duna de arena, con contrastes resistivos que corresponden a profundidades entre 1 y 4 metros.

La sección geoelectrica Dipolo-Dipolo, localizada en la zona de interés, muestra en los primeros 30 metros de la sección una zona de baja resistividad eléctrica en comparación con su entorno. Esta zona, con una extensión vertical desde el terreno hasta aproximadamente los 12 metros (tono azul), está asociada a la presencia de abundante agua que circula a través de la duna de arena. Otras zonas similares se observan al final de la sección, entre los cadenamientos 130 y 150 metros, y otra más entre los cadenamientos 90 y 120 metros, extendiéndose verticalmente desde los 5 hasta los 20 metros de profundidad. Entre los

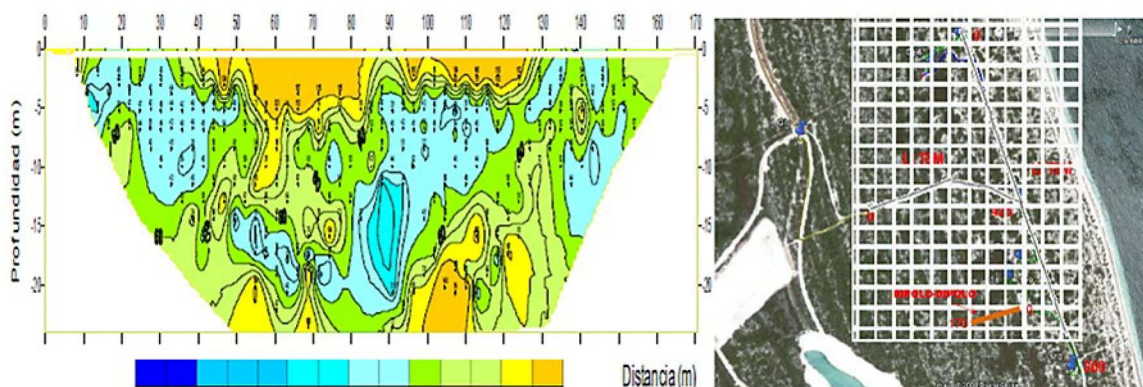


Figura IV.2-11 Sección eléctrica Dipolo-dipolo

cadenamientos 40 y 90 metros, se identifica una zona libre de agua, con flujo laminar sobre arenas.

La secuencia estratigráfica del sitio, es decir, la geología del subsuelo, se identificó inicialmente como una reducida capa de suelo areno-limoso con materia orgánica vegetal. Posteriormente, se encontraron depósitos de dunas de origen eólico, constituidos por arenas finas a medias con un cementante de carbonato de calcio, observándose en la superficie una costra de material residual calichoso de color negro y espesor reducido.

Entre los 5 y 12 metros de profundidad, se identificaron depósitos arenosos (calcarenitas) con fragmentos de conchas y limos con arcillas de textura grumosa y deleznable. Desde los 12 hasta aproximadamente los 23 metros, se localizó un cuerpo masivo de caliza coquinífera de origen arrecifal, compacta y porosa, con intercalaciones de limos y arenas calcáreas. Finalmente, se encontraron calizas compactas muy fracturadas, con coloraciones claras y oscuras, y abundantes microfósiles. Esta unidad se correlaciona con la Formación Carrillo Puerto del Mioceno-Plioceno³.

En conclusión, el estudio realizado muestra que entre los 12 y 23 metros de profundidad se encuentra agua salobre y salada. Por lo tanto, a una profundidad de 40 a 80 metros, la salmuera no tiene probabilidad de retornar a las capas superficiales del acuífero, ya que la interfase salina entre los 23 metros de profundidad y los 40 metros o más, contiene agua salada similar a la del mar. Esta propuesta garantiza la protección del delgado lente de agua dulce localizado en el sitio.

Fisiografía.

La Península de Yucatán se distingue por una extensa plataforma continental conocida como la Plataforma de Yucatán, que se extiende varios kilómetros en los litorales norte y este. Sin embargo, frente al litoral de Quintana Roo, esta estructura es mucho más estrecha, no superando los 3.7 km de amplitud, y prácticamente desaparece al sur de Puerto Morelos, donde bordea la costa a una distancia mínima de la playa.

En términos generales, la plataforma continental de Quintana Roo es una losa plana con una pendiente suave que desciende hasta los 40 metros de profundidad. A partir de ese punto, se desarrolla un talud que alcanza profundidades superiores a los 200 metros.

El relieve costero está modificado por una barrera coralina que comienza frente a Cabo Catoche y se extiende hacia el sur, más allá de las costas mexicanas. Esta barrera, que es en realidad una rompiente arrecifal, forma parte del arrecife bordeante del estado y se localiza a una distancia de 1 a 1.5 km de la playa.

³ Bonet y Butterlin, 1962

IV.3 Aspectos socioeconómicos regionales.

IV.3.1 Medio socioeconómico

Como ya se ha mencionado, el proyecto se ubica la ciudad de Cancún, municipio de Benito Juárez, estado de Quintana Roo. Este estado es el de más reciente fundación en México, declarándose como tal el 08 de octubre de 1974, constituyéndose por apenas siete municipios. Se ubica en el sureste de México, siendo uno de los tres estados de la Península de Yucatán; sus colindancias son: al norte con Yucatán y el Golfo de México (océano Atlántico); al este con el mar Caribe (océano Atlántico); al sur con Belice y, al oeste con Campeche. En cuanto a extensión territorial, ocupa el lugar 19 a nivel nacional y representa el 2.56% de la superficie total del país.

En la actualidad el estado de Quintana Roo está conformado por 11 municipios, los últimos en ser declarados como tal son: Solidaridad, Tulum, Bacalar y, el más reciente, Puerto Morelos (Tabla IV.2-1).

Tabla IV.2-1. Municipios que conforman el estado de Quintana Roo a la fecha.

Municipio	Cabecera	Fundación
Cozumel	Cozumel	12 de enero de 1975
Felipe Carrillo Puerto	Felipe Carrillo Puerto	12 de enero de 1975
Isla Mujeres	Isla Mujeres	12 de enero de 1975
Othón P. Blanco	Chetumal	12 de enero de 1975
Benito Juárez	Cancún	12 de enero de 1975
José Ma. Morelos	José Ma. Morelos	12 de enero de 1975
Lázaro Cárdenas	Kantunilkin	12 de enero de 1975
Solidaridad	Playa del Carmen	28 de julio de 1993
Tulum	Tulum	13 de marzo de 2008
Bacalar	Bacalar	02 de febrero de 2011
Puerto Morelos	Puerto Morelos	06 de noviembre de 2015

El municipio de Isla Mujeres se ubica en la parte norte del Estado y colinda con los municipios de Lázaro Cárdenas al Oeste, al Sur con el municipio de Benito Juárez, el Mar Caribe se encuentra al Este. Su extensión territorial es de 1,100 km², el 2.16% de la superficie estatal.

IV.3.2 Población

El Municipio de Isla Mujeres abarca una superficie total de 955.960 km², según datos del INEGI. Este municipio incluye tanto Isla Mujeres como una zona continental, en la cual se localiza el proyecto en cuestión, en la región denominada Punta Sam.

Superficie	955.960 km ²
Densidad poblacional	16.95 hab/km ²
Ubicación en la entidad	Norte
Tipo de urbanización	Metropolitano
	Al Norte: con el Golfo de México y em Mar Caribe
	Al Este: con el Mar Caribe
Colindancias	Al Oeste: con el Municipio Lázaro Cárdenas
	Al Sur: con el Mar Caribe y el Municipio Lázaro Cárdenas

En los últimos años, el municipio de Isla Mujeres ha experimentado un significativo crecimiento poblacional. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el censo de 2010 reportó una población de 16,203 habitantes en Quintana Roo, de los cuales 8,358 son hombres y 7,845 son mujeres.

Este alto crecimiento poblacional en el municipio se debe principalmente a la inmigración de personas provenientes de diversos estados de la República, atraídas por las oportunidades que ofrece el desarrollo turístico de la región.

Clave entidad	Nombre de la entidad	Clave del municipio	Nombre del municipio	Grado de marginación del Municipio 2010	Población 2010
23	Quintana Roo	001	Cozumel	Muy bajo	79,535
23	Quintana Roo	002	Felipe Carrillo Puerto	Medio	75,026
23	Quintana Roo	003	Isla Mujeres	Bajo	16,203
23	Quintana Roo	004	Othón P. Blanco	Bajo	244,553
23	Quintana Roo	005	Benito Juárez	Muy bajo	661,176
23	Quintana Roo	006	José María Morelos	Medio	60,179
23	Quintana Roo	007	Lázaro Cárdenas	Medio	25,333
23	Quintana Roo	008	Solidaridad	Muy bajo	159,31
23	Quintana Roo	009	Tulum	Bajo	28,263
23	Quintana Roo	010	Bacalar		

Según el censo de 2010, el municipio de Isla Mujeres tiene una población de 16,203 habitantes. La distribución territorial de la población muestra una predominancia de habitantes jóvenes y menores de edad en el municipio, tal como se evidencia en los datos del censo de 2010.

Tabla IV.2-2 Distribución de la población por grandes grupos de edad en 2010

Distribución de la población por grandes grupos de edad, 2010			
	Nacional	Estatal	Municipal
Población Total	112,360,538	1,325,578	16,203
Población de 0 a 14 años	32,515,796	381,532	4,705
Población de 15 a 64 años	71,484,423	885,608	10,861
Población de 65 años y más	6,938,913	39,487	537

La distribución de la población por edades muestra que el municipio de Isla Mujeres es predominantemente joven, con los mayores índices de población en las primeras etapas de vida hasta los 44 años. Esto se evidenció en el censo de población y vivienda de 2010 realizado por el INEGI.

Tabla IV.2-3 Distribución poblacional por grupos quinquenales de edad y sexo

Distribución de la población por grupos quinquenales de edad y sexo, 2010			
Grupos de edad	Total	Hombres	Mujeres
0 a 4 años	1,678	864	814
5 a 9 años	1,621	818	803
10 a 14 años	1,406	719	687

15 a 19 años	1,465	716	749
20 a 24 años	1,579	794	785
25 a 29 años	1,570	600	770
30 a 34 años	1,464	739	725
35 a 39 años	1,608	722	646
40 a 44 años	1,066	584	482
45 a 49 años	845	454	391
50 a 54 años	650	355	295
55 a 59 años	484	253	231
60 a 64 años	370	179	191
65 a 69 años	228	135	93
70 a 74 años	145	77	68
75 a 79 años	84	57	27
80 a 84 años	45	19	26
85 a 89 años	27	14	13
90 a 94 años	06	03	03
95 a 99 años	02	02	00
100 y más	00	00	00
No especificado	100	54	46
Total	16,203	8,358	7,845

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

De acuerdo con datos anteriores, el crecimiento de la población en la zona ha sido variable. Entre 1970 y 1980, la población decreció un 3.7% debido a la creación del Municipio de Benito Juárez.

Durante el periodo de 1980 a 1990, la tasa de crecimiento aumentó un 3.6%, con un incremento del 10.7% en la isla. Sin embargo, la zona continental de Isla Mujeres experimentó una disminución del 9.2% debido al desplazamiento de trabajadores hacia la zona de Cancún.

Entre 1990 y 2000, la tasa de crecimiento municipal se redujo hasta un 0.6%, y en la isla disminuyó al 0.4%, como resultado de la reducción en la actividad turística. Mientras tanto, en la zona continental, el decrecimiento continuó con una tasa del 1.8%.

En cuanto a las principales localidades del Municipio de Isla Mujeres, la mayor concentración de habitantes se encuentra en la localidad de Isla Mujeres, como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla IV.2-4 Mayor Concentración poblacional en las principales localidades

Clave	Nombre	Población	% poblacional mpal.	Cabecera mpal.
230030001	Isla Mujeres	12,642	78.02	✓
230030092	Punta Sam	81	0.5	
230030118	Boca Iglesia	57	0.35	
230030286	Zona Urbana Ejido Isla Mujeres	2,653	16.37	
230030352	Francisco May	223	1.38	
Total:		15,656	96.62	

Población Económicamente Activa

La población económicamente activa (PEA) permite cuantificar el porcentaje de habitantes que sostiene económicamente a la población de una localidad o municipio. En el caso de Isla Mujeres, se registraron 7,640 habitantes como PEA, de los cuales más del 60% trabajan en los sectores de turismo y comercio.

Salario Mínimo Vigente

En cuanto a los criterios de fijación del salario mínimo general, a partir del 1 de enero de 2011, todos los municipios del estado, incluida la zona del proyecto, están clasificados en la zona geográfica "C". El salario mínimo correspondiente es de \$59.82 pesos diarios, ajustándose de acuerdo a las actividades de los pobladores. La mayor parte de la población trabaja en el sector terciario, que abarca comercio y servicios. Este es seguido por el sector secundario, que incluye la minería, industria manufacturera, gas y agua, entre otras actividades. Finalmente, el sector primario comprende la ganadería, agricultura, caza y pesca. Esta tendencia se ha mantenido durante las últimas cuatro décadas.

Vivienda y Urbanización

De acuerdo con los datos del Municipio de Isla Mujeres, en relación con las principales características de las viviendas en rezago por localidad, se tiene la siguiente información:

Indicadores de rezago por tamaño de localidad (Porcentajes)					
Tamaño de localidad (Habitantes)	Viviendas con piso de tierra	Viviendas sin luz eléctrica	Viviendas sin agua entubada	Viviendas sin sanitario	Viviendas sin drenaje
	%	%	%	%	%
Menos de 100	19.08	35.95	54.30	22.08	24.84
100 a 499	6.25	97.92	95.83	47.92	50.00
350 a 1,499					
1,350 a 2,499					
2,350 a 4,999	8.10	9.45	96.79	1.52	11.33
5,000 a 9,999					
10,000 y más	2.98	4.08	4.47	3.67	1.42
Confidenciales (una y dos viviendas)	12.64	64.37	82.76	16.85	33.72

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. Principales Resultados por localidad

Población Económicamente Activa

Según los datos recabados en el Censo de Población y Vivienda de 2010, realizado por el INEGI, el Municipio de Isla Mujeres presenta los siguientes porcentajes de viviendas con piso de tierra: 39% en localidades con menos de 100 habitantes, 6.25% en localidades de 100 a 499 habitantes, 8.1% en localidades de 2,350 a 4,999 habitantes, y 2.98% en localidades con 10,000 habitantes.

Los indicadores de rezago en viviendas particulares habitadas son los siguientes:

Indicadores de rezago en viviendas particulares habitadas 2010 (Absolutos)			
	Nacional	Estatad	Municipal
Viviendas particulares habitadas	28,138,556	602,762	4,471
Viviendas con piso de tierra	1,731,414	13,427	198
Viviendas sin luz eléctrica	513,482	7,441	602
Viviendas sin agua entubada	3,174,979	29,635	988
Viviendas sin sanitario	1,311,207	18,730	212
Viviendas sin drenaje	2,523,821	17,693	212

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Indicadores de rezago en viviendas particulares habitadas 2010 (Porcentajes)			
	Nacional	Estatad	Municipal
%Viviendas con piso de tierra	6.19	3.79	4.53
%Viviendas sin luz eléctrica	1.83	2.09	8.18
%Viviendas sin agua entubada	11.35	8.35	22.51
%Viviendas sin sanitario	4.66	5.16	4.72
%Viviendas sin drenaje	9.03	4.99	4.84

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010.

Infraestructura

El Municipio de Isla Mujeres cuenta con una red vial que incluye 22.158 km de caminos pavimentados, 42.479 km de caminos de terracería y aproximadamente 12.148 km de brechas, según el censo de 2010.

Tabla IV.2-5 Infraestructura vial del Mpio. Isla Mujeres

Infraestructura vial		
Tipo de vialidad	Longitud (km)	% Municipal
Caminos pavimentados	22.158	28.86
Caminos de terracería	42.479	55.32
Veredas	0	0
Brechas	12.148	15.82
Calles	0	0
Total Municipal	76.785	100

Fuente: Elaboración propia a partir de INEGI. Carta topográfica. Escala 1:250,000 e INEGI (2010). Marco Geoestadístico Municipal. Vs.4.2

Servicios Públicos

Isla Mujeres cuenta con todos los servicios que requiere una zona urbana, los cuales son:

Tabla IV.2-6 Cobertura de Servicios Públicos en el Mpio. de Isla Mujeres

SERVICIO	COBERTURA
Agua potable	90%
Alumbrado público	90%
Drenaje urbano	90%
Recolección de basura	95%
Limpieza de las vías públicas	95%
Seguridad pública	100%
Pavimentación	90%
Mercados y centrales de abasto	100%
Rastros	100%

El suministro de energía eléctrica en el Municipio de Isla Mujeres es proporcionado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) a través de dos líneas de 34.5 KVA provenientes de la subestación de Cancún.

El agua potable que abastece al municipio proviene de una zona de captación localizada a 8 km de Puerto Juárez, atendiendo a 2,329 tomas domiciliarias en la isla.

El municipio cuenta con infraestructura para el drenaje, consistente en una red sanitaria que conduce las aguas residuales a la planta de tratamiento, ubicada en la porción media de la isla orientada al este.

Además, el Municipio administra servicios de parques y jardines, edificios públicos, unidades deportivas y recreativas, monumentos y fuentes, entre otros.

Servicio de Limpieza

Los residuos domésticos son recolectados diariamente por el servicio de limpia del H. Ayuntamiento, y se depositan en un basurero al aire libre ubicado en la porción sur de la isla. Posteriormente, estos residuos se trasladan al relleno sanitario designado.

Comunicaciones

Teléfono: Isla Mujeres cuenta con servicio telefónico local y de larga distancia automática. En la zona continental, ya existe instalación telefónica subterránea, beneficiando los primeros 8 kilómetros de Punta Sam a Puerto Juárez. Además, se dispone de servicios de telefonía celular y de internet proporcionados por Teléfonos de México.

Telégrafo: La red telegráfica del Estado está constituida por doce administraciones, una de las cuales se encuentra en Isla Mujeres. Esta red está comunicada con las ciudades de Cancún, Chetumal y Cozumel mediante un sistema automatizado.

Correo: El municipio de Isla Mujeres cuenta con una administración de correo en la isla, así como con establecimientos adicionales que brindan este servicio.

Medios de Comunicación: Se dispone de televisión por cable y satelital de las cadenas nacionales. Las estaciones de radio más frecuentemente escuchadas son las de Cancún, Cozumel y Cuba. Además, circulan periódicos estatales y nacionales.

Vías de Comunicación

Terrestre: El medio de comunicación más utilizado por la población residente y no residente son las vías terrestres. Se cuenta con servicios colectivos urbanos de transporte terrestre, además de desplazamientos en taxis y vehículos o motos particulares.

Los ejes más importantes corresponden al esquema de comunicación interestatal y se encuentran en los extremos norte y sur del estado. La carretera Puerto Juárez - Mérida es de suma importancia, ya que es el enlace que tiene la isla con el resto del continente. Asimismo, se dispone de la vialidad intermunicipal que une los municipios de Benito Juárez e Isla Mujeres, favoreciendo el desarrollo de la parte continental del Municipio de Isla Mujeres.

Marítimo: El principal flujo marítimo zarpa de Puerto Juárez. Actualmente, esta terminal marítima tiene una vocación eminentemente turística, siendo el sitio de embarque de pasajeros que viajan hacia la isla a través de empresas como Marítimos Magaña S.A. de C.V., Ruta Náutica Isla Mujeres S.A. de C.V. (Ultramar) y Transportes Marítimos Continental Mujeres S.C. de R.L. Según datos de la Administración Portuaria Integral de Quintana Roo, anualmente se embarcan más de 700,000 pasajeros con destino a Isla Mujeres. Puerto Juárez es el medio de comunicación más antiguo en la región. Durante la Guerra de Castas (1847-1901), garantizó la supervivencia de la población del norte de Yucatán que se refugió en Isla Mujeres.

Aéreo: El aeropuerto de Cancún es actualmente el medio de comunicación más relevante, facilitando el viaje de turistas internacionales y la mayoría de los nacionales, así como el transporte de ciertos tipos de mercancías. En el año 2000, el aeropuerto de Cancún registró el segundo mayor tránsito aéreo en México, con 7.6 millones de pasajeros (FONATUR, 2003: 3). La isla también cuenta con una aeropista de 1200 metros.

Salud

El municipio de Isla Mujeres cuenta con servicios médicos proporcionados por instituciones oficiales y paraestatales, además de servicios médicos particulares.

Los servicios de salud en Isla Mujeres son proporcionados principalmente por los Servicios Estatales de Salud y Asistencia (SESA), el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), el Sistema

Nacional para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF), así como los servicios médicos de la zona naval localizada en el municipio.

Educación

Isla Mujeres cuenta con niveles de educación básica que incluyen preprimaria, primaria y secundaria. Los jóvenes, al terminar sus estudios secundarios, suelen emigrar a la Ciudad de Mérida o Cancún para continuar su educación en bachillerato, escuelas técnicas o universidades, según sea el caso.

En relación con la educación, el Municipio de Isla Mujeres cuenta con los siguientes centros educativos:

- **Escuelas preescolares:** 3 federales
- **Escuelas primarias:** 2 federales
- **Escuelas secundarias:** 1 federal

Además, en Isla Mujeres se encuentra un Centro Regional de Investigación Pesquera, que realiza estudios relacionados con los recursos pesqueros locales, tales como langosta, camarón, peces demersales y la protección de la tortuga marina.

Zonas de Recreo

Isla Mujeres cuenta con 7 parques infantiles, uno frente al Palacio Municipal, sede del cabildo y servicios administrativos, y 6 ubicados en las colonias populares. También hay 3 jardines vecinales, 9 centros deportivos y una unidad deportiva ubicada en la colonia Salinas. Existe un balneario popular ubicado junto al faro de la isla, colindante con la avenida Rueda Medina. La mejor zona de recreo de Isla Mujeres se localiza en la porción sur de la ínsula, conocida como "Parque Nacional El Garrafón," concesionada a un grupo empresarial de Cancún.

Actividades Productivas

Seguidamente se muestran las actividades productivas sobresalientes en el Municipio de Isla Mujeres:

Pesca: El sector pesquero es actualmente el pilar de la economía municipal. La explotación de la pesca está organizada a través de cinco sociedades cooperativas de producción pesquera (SCCP): Boca Iglesias, Patria y Progreso, Justicia Social, Isla Blanca y Caribe. La primera se dedica a la pesca del camarón, mientras que las demás se enfocan en la pesca de langosta y escama. La pesca es extensiva y orientada hacia la exportación.

Industria: En general, la actividad industrial en el municipio es limitada, exceptuando una empacadora de pescado que opera de manera semi-industrial con tecnología antigua.

Turismo: El turismo es la actividad más importante del municipio, concentrándose principalmente en Isla Mujeres. Sin embargo, con el desarrollo de obras y actividades en la Zona Continental, como el proyecto propuesto, la actividad turística comienza a distribuirse entre la zona continental e insular.

Comercio: Vinculado al turismo, se han desarrollado establecimientos comerciales dedicados a la venta de productos artesanales y de importación.

Problemática Ambiental Detectada en el Área de Influencia del Proyecto

El sitio donde se pretende la actuación es un área ya impactada debido a la construcción del desarrollo inmobiliario Lote RTH6, Playa Mujeres, autorizado a través del oficio S.G.P.A./DGIRA/DG/3195/08, con fecha de 3 de octubre de 2008.. Por tanto, no se prevén impactos significativos por la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (el proyecto). Esta planta se ubicará en el área de servicios del proyecto mencionado, con el propósito de abastecer de agua potable para la operatividad del mismo.

La instalación de la Planta de Ósmosis Inversa y los pozos no implicará una intervención significativa, y los procesos de instalación se llevarán a cabo en un corto período. Estos procesos consisten básicamente en la adaptación del espacio, la colocación de la planta, así como la instalación de sistemas eléctricos e hidráulicos, sin causar afectaciones a la operatividad del proyecto.

V. IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCION DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

De conformidad con lo dispuesto en el artículo 13, fracción V del Reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), en este capítulo se establece inicialmente que la valoración del impacto ambiental se enfoca en las etapas de instalación y operación del proyecto, que consiste en la instalación de una Planta de Ósmosis Inversa en la zona de servicios del desarrollo inmobiliario del Lote RTH6.

Esta valoración del impacto ambiental se basa en la obtención de información que permite identificar, describir y minimizar los impactos ambientales que podrían ocurrir durante las etapas del proyecto. A lo largo de este apartado, se describe la metodología utilizada para la determinación y estimación de dichos impactos, con el entendimiento de que los resultados y su análisis son definidos tanto cuantitativa como cualitativamente.

La valoración de esta aproximación se realiza utilizando métodos aceptados que permiten la caracterización de los impactos, la definición de las acciones y la enunciación del factor ambiental potencialmente receptor. Este enfoque se aplica valorando las distintas etapas de las actividades propuestas en relación con el entorno, considerando en todo momento los aspectos físicos, abióticos y sociales del medio circundante.

La identificación de los efectos o alteraciones significativas que pueden producirse se lleva a cabo de la siguiente manera:

- Identificación de los factores ambientales del medio que pueden ser afectados.
- Cruce de la información para detectar los impactos potenciales y expresarlos en forma de matriz.

Tabla V-1 Identificación de los factores ambientales del medio que pueden ser afectados.

FACTORES AMBIENTALES			
SUBSISTEMA FÍSICO NATURAL	MEDIO INERTE	AIRE	CALIDAD DEL AIRE
			CONFORT SONORO
		AGUA	CONTAMINACIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES
			CONTAMINACIÓN DE ACUÍFEROS
	MEDIO PERCEPTUAL	PAISAJE INTRÍNSECO	UNIDADES DE PAISAJE
		INCIDENCIA VISUAL	INCIDENCIA VISUAL
SUBSISTEMA POBLACIÓN Y ACTIVIDADES	USOS DEL SUELO	USOS DEL SUELO	APROVECHAMIENTOS
	ECONOMÍA	ACTIVIDADES ECONÓMICAS	A.E. AFECTADAS
			A.E. INDUCIDAS

SISTEMA POBLAMIENTO	INFRAESTRUCTURAS Y SERVICIOS	INFRAESTRUCTURA VARIA	ACCESIBILIDAD
			FUNCIONAMIENTO
	ESTRUCTURA	INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA	ABASTECIMIENTO
			SANEAMIENTO
		ESTRUCTURA ESPACIAL DE NÚCLEOS	ESTRUCTURA TERRITORIAL DEL MUNICIPIO

Tabla V-2 Identificación de acciones susceptibles de generar repercusiones ambientales negativas

ETAPA DE INSTALACIÓN	Equipos	INTRODUCCIÓN DE EQUIPOS Y MAQUINARIA
	Instalación	CIRCULACIÓN/FUNCIONAMIENTO DE LOS PROCESOS Y OTROS
		EMISIONES A LA ATMÓSFERA Y RESIDUOS SÓLIDOS
ETAPA DE OPERACIÓN	Proceso de ósmosis	RECHAZO LÍQUIDOS

V.2 Método utilizado para la identificación de impactos

La identificación de impactos se realizó considerando el medio y los factores que afectan el proyecto, con este sistema ambiental como receptor de las acciones necesarias para las fases del proyecto: *instalación* y *operación*.

La dimensión ambiental en la que se establece esta MIA-P deriva de un análisis de los aspectos naturales y componentes humanos que podrían resultar en contaminación del aire, agua y suelo, presencia de residuos, valor paisajístico y posibles impactos sobre la salud de las personas. En este contexto, la precisa delimitación del ambiente permite a este instrumento validar el cumplimiento de las políticas ambientales y asegurar que estas se incorporen en el proceso del proyecto y en la toma de decisiones correspondientes.

Los impactos diferenciados según el tipo de lugar donde ocurren requieren medidas de protección también diferenciadas. En el caso de este proyecto, el ambiente en el que se inserta es de tipo natural con dotación de servicios. Además, antes de la valoración de impactos, se infiere que las medidas deben orientarse a evitar daños y a mantener las características de naturalidad del entorno.

La valoración cuantitativa del impacto ambiental implica la conversión de medidas de impacto expresadas en unidades inconmensurables a valores conmensurables de calidad ambiental, y la suma ponderada de estos para obtener el impacto ambiental total.

Una vez identificadas las acciones y los factores ambientales que presumiblemente serán impactados, se construye una valoración para cada uno de los impactos identificados, determinando su valor de importancia. Esta valoración se presenta y describe para cada impacto identificado, permitiendo obtener valoraciones cualitativas y cuantitativas de los impactos ambientales.

Basándose en la valoración de importancia del proyecto, se construyó la “Matriz Depurada de Impactos”. Los impactos identificados se evaluaron de acuerdo con los siguientes criterios: carácter del impacto, intensidad del impacto, momento, recuperabilidad, periodicidad, extensión, reversibilidad y persistencia. Estos criterios se describen en la tabla anexa denominada índice de incidencia.

A continuación, se procede a la clasificación del impacto en función de los intervalos antes descritos en la Matriz Depurada de Impacto. Los resultados permiten la descripción de los impactos sobre cada factor potencialmente afectado.

▪ Valores de importancia

Los resultados de la valoración se calculan en función de los criterios adoptados y del factor ambiental potencialmente receptor del impacto. Los valores muestran signos negativos cuando el impacto es considerado desfavorable y positivos cuando se juzga favorable. Del Valor de Importancia (IM), resultante de la evaluación cualitativa y cuantitativa, se obtiene información que permite catalogar el impacto como despreciable, moderado, crítico o severo. El IM es la base para elaborar la matriz depurada de impactos y se expresa en las tablas de cada impacto identificado y valorado.

Uno de los criterios que proporciona información para clasificar cualitativamente los impactos ambientales evaluados es la importancia del efecto (IM). Los impactos se clasificarán como despreciables si el valor es menor o igual a 25; moderados si el valor es mayor a 25 y menor o igual a 50; y severos cuando el valor es mayor a 50 y menor a 75. La naturaleza del impacto, es decir, si es benéfico o perjudicial, se indica con los símbolos + o – respectivamente.

Lo anteriormente mencionado se expresa numéricamente de la siguiente manera:

$$IM = \pm [3(I) + 2(E) + SI + PE + EF + MO + AC + MC + RV + PR]$$

Donde:

Criterio	Descripción	Valores del criterio
I	Intensidad	(1) Baja (2) Media (4) Alta (8) Muy alta (12) Total
EX	Extensión	(1) Puntual (2) Parcial (4) Extenso (8) Total
PE	Persistencia	(1) Fugaz (< 1 año) (2) Temporal (de 1 a 10 años). (4) Permanente (> 10 años).
EF	Efecto	(4) Directo o primario (1) Indirecto o secundario
MO	Momento	1) Largo plazo (2) Mediano Plazo (4) Corto Plazo
MC	Recuperabilidad	(1) Recuperable de inmediato (2) Recuperable a mediano plazo

Criterio	Descripción	Valores del criterio
		(4) Mitigable (8) Irrecuperable
RV	Reversibilidad	(1) Corto plazo (2) Mediano plazo (4) Irreversible
PR	Periodicidad	(1) Irregular (2) Periódica (4) Continua

Posteriormente, se procede a la clasificación del impacto según los intervalos previamente descritos en la Matriz Depurada de Impacto. Los resultados obtenidos permiten la descripción detallada de los impactos sobre el factor potencialmente afectado.

A) Descripción y Valor de Importancia de los Impactos Identificados

ATMÓSFERA

- *Alteración de la calidad del aire como consecuencia de las actividades de instalación y perforación de los pozos.*

Uno de los efectos ambientales asociados a la instalación de la Planta de Ósmosis Inversa (POI) puede ser generado por la circulación de maquinaria y las maniobras necesarias para la instalación de bombas, tanques, equipos en general, filtros e instalaciones eléctricas e hidráulicas. Además, la operación de maquinaria y equipo, así como el transporte, pueden producir emisiones de humos de combustión y la suspensión de partículas finas en la atmósfera.

- *Disminución de la calidad del aire debido al ruido y a la suspensión de diversas partículas en el aire.*

Aunque estas emisiones se consideran de baja intensidad, localizadas y limitadas a las horas laborales, la calidad del aire se recuperará una vez finalizadas las actividades de instalación. Por lo tanto, el impacto en la atmósfera se evalúa como negativo con la siguiente valoración:

- Naturaleza del impacto (S): **Negativo**, ya que afecta la calidad del aire en el sitio de trabajo y, en menor medida, en su área de influencia.
- Intensidad del impacto (I): **1**. La afectación se estima mínima, dado que las emisiones y ruidos se producen de manera intermitente durante el uso de maquinaria y equipo.
- Extensión del impacto (E): **1**. La extensión es puntual, ocurriendo únicamente en el área de trabajo.
- Momento del impacto (MO): **4**. El momento es corto, finalizando cuando el equipo está instalado.
- Persistencia (PE): **1**. No se considera persistente, ya que la instalación dura menos de un año.

- Efecto (EF): **4**. El efecto en la atmósfera es directo.
- Recuperabilidad (MC): **1**. Es recuperable de inmediato, considerando que las emisiones a la atmósfera son mínimas.
- Reversibilidad (RV): **1**. Reversible al finalizar las instalaciones, con una recuperación inmediata.
- Periodicidad (PR): **1**. Se considera irregular y la calidad del aire se recuperará inmediatamente una vez que las actividades concluyan.

Con la información anterior se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia:

$$IM = - [3(1) + 2(1) + 1 + 1 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 1] = - 19$$

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación **NEGATIVO DESPRECIABLE (D)**, ya que es menor que 25.

AGUA E HIDROLOGÍA

- *Impacto ambiental sobre la calidad y disponibilidad del agua debido a la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa, incluyendo la construcción de tres pozos de aprovechamiento y dos de rechazo, así como la instalación de equipos y maquinaria estanques, filtros, bombas y el aprovechamiento y transformación de agua para su uso.*
- *Vertimientos accidentales de sustancias contaminantes pueden provocar cambios negativos en las propiedades y calidad del agua superficial y del acuífero. La extracción y transformación de agua para uso puede afectar la disponibilidad de agua.*

Descripción:

Durante la instalación y operación del proyecto, pueden ocurrir derrames accidentales de sustancias contaminantes debido al mal manejo de maquinaria y equipos, lo que podría afectar negativamente las propiedades y calidad del agua superficial y del acuífero. Sin embargo, durante la extracción de agua salada no se espera contaminación, y el proceso de rechazo solo produce salmuera.

La Planta de Ósmosis Inversa mediante el proceso de ósmosis inversa extraerá 5,400 m³/día de agua salada con una capacidad de recuperación del 42-45%, equivalente a 2,400 m³ de agua potable por día. Los volúmenes de agua necesarios para la operación del desarrollo inmobiliario Lote RTH6 son de aproximadamente 600 m³/día. La producción de agua potable mejorará la calidad del líquido para los usuarios al reducir la carga de sales y disminuir los costos de mantenimiento de las instalaciones hidrosanitarias.

Los tres pozos de aprovechamiento y los dos de rechazo no superarán los 25 metros de profundidad, con volúmenes de aprovechamiento de 876,000 m³/año y un caudal de 23 litros por segundo. Esto no alterará la disponibilidad de agua, ya que se contará con la factibilidad otorgada por la Comisión Nacional del Agua (CNA). El volumen de rechazo será de 3,000 m³/día (1,095,000 m³/año) a un pozo profundo de 40 metros, que también requerirá una concesión para obtener el permiso de aprovechamiento y rechazo de agua del proceso de ósmosis.

Cabe señalar que el volumen de agua subterránea que fluye entre la capa caliza del sitio oscila entre 181 y 384 litros por segundo, lo que se traduce en un desplazamiento de 1.32 a 1.51 litros por segundo por metro lineal de acuífero arrecifal. Esto implica una rápida restitución de las variantes en el acuífero profundo, asegurando que el volumen vertido no modificará las propiedades del acuífero profundo.

A continuación, se presenta la siguiente tabla para ilustrar estos datos, la cual se presentó en el Capítulo II, al describir los procesos que se efectuarán en la POI:

Tabla V-3 Parámetros involucrados en el proceso de la POI

Parámetros	Agua cruda	Agua producto	Agua rechazo	Anotación
Caudal (m ³ /d)	5,400	2,400	3,000	El volumen de agua aprovechable en la península de Yucatán está establecido por el Consejo de Cuenca en 12,750 millones de m ³ anuales. El aprovechamiento requerido para el proceso de desalación de agua de mar, a fin de obtener agua potable mediante ósmosis inversa, es de 876,000 m ³ anuales.
Temperatura (°C)	26.6 a 29	27 a 28	28-31	La temperatura de vertimiento es igual o 3 °C por arriba del agua de aprovechamiento.
Sólidos disueltos totales (mg/l)	3,000 a 4,000	250	4,350 a 6,000	Los sólidos disueltos totales estarán, en el punto de descarga, entre 350 y 2000 mg/l por arriba del parámetro natural. La situación será asimilada en una rápida dilución en el acuífero profundo.
Oxígeno disuelto (mg/l)	3 a 4	3 a 4	3 a 4	El oxígeno disuelto no presenta variaciones
pH	7.65 a 7.8	6.5 a 8.0	8.0 a 8.2	El pH presenta una variación hacia la alcalinidad mínima que va de .35 a .55
Salinidad (PPM)	60,000 a 37,000	500 a 250	55,000	El agua vertida es menos salina que la existente en el freático profundo. De esto se espera, al igual que para los Sólidos disueltos totales, una rápida dilución.

El impacto causado por la actividad de potabilización, así como por el aprovechamiento y rechazo, ha sido evaluado y resulta de manera diferenciada conforme a la siguiente valoración:

- Por la actividad de potabilización de agua salobre por ósmosis inversa se presenta el resultado siguiente:

Naturaleza del impacto (S): + **Se considera positivo**, ya que la actividad permite la producción propia de agua potable, asegurando el estándar de calidad internacional comprometido por el desarrollo inmobiliario del Lote RTH6. El agua obtenida no daña la grifería y está disponible de forma continua, beneficiando todo el complejo inmobiliario.

Intensidad del impacto (I): **4**. El beneficio es alto, impactando significativamente la operación del desarrollo inmobiliario.

Extensión del impacto (E): **8**. El beneficio se extiende a la totalidad del desarrollo inmobiliario.

Momento del impacto (MO): **4**. El impacto es inmediato. Al inicio de la operación de la Planta de Ósmosis Inversa, las propiedades del caudal de agua enviada a la red de agua potable del desarrollo inmobiliario del Lote RTH6 cambian de inmediato.

Persistencia (PE): **4**. La desalación está vinculada a la operación de la planta. Si se considera que se utilizará por más de 10 años, se puede considerar permanente.

Efecto (EF): **4**. Es directo, ya que la entrada de agua potabilizada con significativamente menos sales disueltas en la red hidráulica del complejo mejora la operación de los equipos y cumple con las certificaciones de calidad para los huéspedes.

Recuperabilidad (MC): **1**. Es recuperable de inmediato. Si la planta deja de operar, se retorna a las condiciones del agua proporcionada por el operador.

Reversibilidad (RV): **1**. Al cesar la operación de la planta, se vuelve a las condiciones originales del factor en menos de un año.

Periodicidad (PR): **2**. El efecto es regular en el tiempo, ocurriendo periódicamente durante la operación de la planta de ósmosis inversa.

Conclusión: El impacto causado por la actividad de potabilización de agua salobre por ósmosis inversa se considera positivo y significativo, beneficiando de manera directa y permanente al desarrollo inmobiliario a ubicarse en el Lote RTH6.

Con la información anterior se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia:

$$IM = + [3(4) + 2(8) + 2 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 2] = 47$$

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación POSITIVO MODERADO (D) POR SER 47 MAYOR QUE 25 Y MENOR QUE 50

- Por cambios en la calidad del agua por rechazo de los procesos de ósmosis al acuífero profundo se presenta el resultado siguiente:

Los efluentes con mayor poder contaminante son los residuos inertes. En este caso particular, debido a la instalación de maquinaria y equipo, no se considera que haya afectación al acuífero profundo. Las aguas de rechazo, estimadas en 3,000 m³/día, corresponden a la descarga de salmuera producto del proceso de ósmosis, siendo esta la única acción que interactúa con el acuífero profundo.

Calidad del Agua: Se anticipan variaciones en la calidad del agua debido a cambios en la salinidad del efluente, lo que podría alterar las características químicas del agua subterránea del acuífero profundo (a -40 m).

Descripción:

La utilización de los pozos de descarga autorizados para el vertimiento profundo de salmuera (-40 m) puede afectar las características químicas del agua subterránea. Sin embargo, el agua permanecerá libre de patógenos y mantendrá un pH entre 7.65 y 7.8.

Parámetros	Agua cruda	Agua producto	Agua rechazo
Caudal (m ³ /d)	5,400	2,400	3,000
Temperatura (°C)	26.6 a 29	27 a 28	28-31
Sólidos disueltos totales (mg/l)	3,000 a 4,000	250	4,350 a 6,000
Oxígeno disuelto (mg/l)	3 a 4	3 a 4	3 a 4
pH	7.65 a 7.8	6.5 a 7.5	7.0 a 8.0
Salinidad (PPM)	37,500	500	55,000

El análisis revela que el agua extraída del acuífero contiene aproximadamente 3600 mg/L de sólidos disueltos totales. Durante el proceso de ósmosis inversa, las sales se retienen y se concentran en aproximadamente la mitad del volumen, lo que podría duplicar su contenido. Así, la descarga de rechazo alcanza niveles de sólidos disueltos totales alrededor de 5500 mg/L, cifras obtenidas de plantas de ósmosis similares.

Considerando que el contenido de sólidos disueltos en el agua a profundidades de 40 y 80 metros puede ser de aproximadamente 36,000 mg/L, el impacto del vertimiento en el acuífero es insignificante. Es importante tener en cuenta que el acuífero de la Península de Yucatán abarca una superficie de 144,970 km², con un volumen medio anual de agua escurrida de 4,300 millones de m³ y una recarga anual de 54,350 millones de m³. Después de descontar las descargas para mantener el equilibrio del sistema, se dispone de un volumen medio anual de 12,750 millones⁴ de m³.

⁴ Unidad de Programas Rurales y Participación Social. Coordinación de Consejos de Cuenca. Gerencia Regional Península de Yucatán

La temperatura y el pH del agua se mantienen estables y neutros, similares a las condiciones naturales de los acuíferos kársticos, con un contenido de coliformes generalmente de 0 (cero).

Por lo tanto, el impacto ambiental del vertimiento es considerado despreciable conforme a la siguiente valoración:

Naturaleza del impacto (S)= - **Se considera negativo** debido a que se trata de una modificación localizada, afectando únicamente los puntos de descarga en el acuífero profundo.

Intensidad del impacto (I) = 1. La afectación es mínima, ya que no hay impacto sobre el acuífero superficial y corresponde a una porción reducida del acuífero profundo.

Extensión del impacto (E)= 1. La extensión es puntual, ocurriendo únicamente en el área de descarga.

Momento del impacto (MO)= 4. El efecto se manifiesta de inmediato al momento de la descarga.

Persistencia (PE)= 4. La persistencia está programada para la vida útil del desarrollo inmobiliario, estimado en más de 50 años.

Efecto (EF)= 4. El vertimiento de salmuera en los pozos profundos tendrá una incidencia inmediata en la concentración de sales en el punto de descarga.

Recuperabilidad (MC)= 1. Recuperable de inmediato. Dada la magnitud del acuífero profundo, las condiciones en los puntos de descarga se restablecen rápidamente al cesar el vertimiento de salmuera.

Reversibilidad (RV)= 1. Al cancelar la descarga de salmuera, las condiciones originales del acuífero se restauran en menos de un año.

Periodicidad (PR)= 2. El efecto es regular en el tiempo, ocurriendo periódicamente con las descargas de salmuera.

Con la información anterior se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia:

$$IM = - [3(1) + 2(1) + 1 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 2] = - 23$$

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación NEGATIVO DESPRECIABLE (D) POR SER MENOR QUE 25

- *Disponibilidad del agua por aprovechamiento para los procesos de la ósmosis*

En este caso particular, la extracción de 2,400 m³/día no se considera una afectación al acuífero profundo ni a la disponibilidad del acuífero. El balance hidráulico no se verá comprometido, ya que el acuífero de la Península de Yucatán abarca una superficie de

144,970 km², con un volumen de agua escurrido medio anual de 4,300 millones de m³ y una recarga anual de 54,350 millones de m³.

Naturaleza del impacto (S): **Negativo (-)**. Se estima negativo porque corresponde a la disminución del recurso, afectando únicamente el punto de extracción sobre el acuífero profundo.

Intensidad del impacto (I): **1**. La afectación se considera mínima ya que no hay impacto significativo ni al acuífero somero ni al acuífero profundo.

Extensión del impacto (E): **1**. La extensión es puntual, ocurriendo únicamente en el área de aprovechamiento.

Momento del impacto (MO): **4**. El impacto se manifiesta de inmediato al momento de la extracción del recurso.

Persistencia (PE): **4**. La extracción está programada para la vida útil del desarrollo inmobiliario, el cual cuenta con la concesión para la extracción del recurso.

Efecto (EF): **4**. La disminución del recurso se manifiesta de manera inmediata con el volumen diario extraído.

Recuperabilidad (MC): **1**. La recuperación es inmediata debido a la disponibilidad del recurso.

Reversibilidad (RV): **1**. El impacto es reversible al dejar de aprovechar el recurso.

Periodicidad (PR): **2**. El impacto ocurre periódicamente al momento de la extracción del recurso.

Con la información anterior, se sustituyen los valores y se ejecuta la ecuación de referencia para determinar el impacto total.

$$IM = - [3(1) + 2(1) + 1 + 4 + 4 + 4 + 1 + 1 + 1 + 2] = - 23$$

Por lo anterior, el impacto ambiental así valorado corresponde a la clasificación NEGATIVO DESPRECIABLE (D) POR SER MENOR QUE 25

CONCLUSIONES

A partir de la identificación y valoración de los impactos ambientales detectados en el desarrollo de las obras y actividades del proyecto, se puede concluir lo siguiente:

1. **Valoración Ambiental del Acuífero:** La evaluación considera las propiedades del acuífero y la instalación y operación de una Planta de Ósmosis Inversa. Los resultados indican que el vertimiento puntual del efluente con mayor concentración de sales al acuífero profundo no genera un impacto ambiental de alta magnitud.

2. **Impactos Ambientales Negativos:** De los parámetros estudiados y contrastados, se determinó que los impactos ambientales negativos identificados son despreciables. En la mayoría de los casos, el factor ambiental se recupera a condiciones iniciales al concluir las obras y actividades.
3. **Viabilidad del Proyecto:** En términos ambientales, el proyecto se califica como viable. No representa riesgos para poblaciones de especies protegidas, no implica la fragmentación de un ecosistema y no conlleva riesgos para la salud humana.
4. **Principio de Precaución:** A pesar de existir cierta incertidumbre sobre los impactos, esta es mínima. Para minimizar cualquier posible fluctuación, el proyecto adopta el principio de precaución, proponiendo medidas incluso para impactos de dudosa realidad o mínima magnitud.

En conclusión, el proyecto es ambientalmente viable y cumple con los estándares necesarios para su implementación sin causar perjuicios significativos al entorno natural o a la salud humana.

VI. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN PARA CADA UNO DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES IDENTIFICADOS.

VI.1 Generales

Las estrategias para prevenir, mitigar y corregir los impactos ambientales negativos derivados del proyecto han sido consideradas en cada fase del proceso. Estas estrategias incluyen elementos diseñados para reducir riesgos ambientales y son dirigidas hacia los agentes causales de impacto con el objetivo de mejorar la homeostasis y resiliencia del medio receptor o paliar los efectos de la intervención una vez producidos (Gómez Orea, 2003).

Las medidas se aplican según su carácter e importancia en relación con el impacto, y se definen de la siguiente manera:

Preventiva (P): Conjunto de actividades o disposiciones anticipadas para suprimir o eliminar los impactos negativos que pudieran afectar un determinado recurso o atributo ambiental.

Mitigación (M): Conjunto de acciones propuestas para reducir o atenuar los impactos ambientales negativos.

En este capítulo, se plantean medidas orientadas a reducir oportunamente los impactos negativos, permitiendo:

- a) Evitar completamente el impacto al no desarrollar una determinada acción.
- b) Disminuir los impactos limitando el grado o magnitud de la acción y su implementación.
- c) Rectificar el impacto al reparar, rehabilitar o restituir la calidad ambiental del factor afectado.
- d) Reducir o eliminar el impacto mediante operaciones de conservación y mantenimiento.

Estas medidas aseguran que las acciones del proyecto se realicen de manera sostenible y con el menor impacto ambiental posible, garantizando la protección y preservación del entorno.

VI.2 Criterios para la adopción de Medidas.

Las medidas adoptadas para mitigar los impactos potenciales identificados se basan en los siguientes criterios:

- **Viabilidad técnica:** Contextualizada en las condiciones ambientales del entorno en el que se llevará a cabo la actuación.
- **Eficacia:** Capacidad estimada de la medida para alcanzar los objetivos propuestos.
- **Eficiencia:** Relación entre los objetivos alcanzados y los recursos necesarios para lograrlos.
- **Viabilidad económica:** Evaluación de los costos de las medidas en relación con el presupuesto total de la actuación.
- **Aptitud de implementación, mantenimiento, seguimiento y control:** Capacidad de aplicar y sostener las medidas a lo largo del tiempo.

VI.3 Valoración de Impactos

Del análisis realizado en el Capítulo V de este documento, se concluye que la instalación y operación del proyecto no generarán impactos ambientales que pongan en riesgo especies o poblaciones silvestres. No se llevarán a cabo actividades que comprometan la salud humana o la integridad funcional de los ecosistemas o de los conjuntos naturales cercanos al sitio. Los impactos previstos se han valorado como negativos despreciables y moderados, ninguno siendo severamente negativo. Para estos impactos, se pueden aplicar y documentar medidas correctoras y de mitigación.

En función de las valoraciones realizadas y considerando la calidad ambiental del entorno, se estima que no se generarán impactos graves en el sistema natural, el subsistema perceptual ni el socioeconómico. No obstante, es necesario implementar medidas preventivas, de mitigación y compensación, y documentarlas durante el periodo de actuación. Esto permitirá demostrar objetivamente que las predicciones realizadas y la eficacia de las medidas propuestas para el proyecto son acertadas.

VI.4 Medidas propuestas

PREVENCIÓN

■ Atmósfera

Medidas de mitigación por alteración de la calidad del aire y confort sonoro como consecuencia de los procesos de perforación, instalación y operación del proyecto.		
Factor: AIRE	Emisión de partículas por funcionamiento de maquinaria, en la perforación de pozos equipos y tránsito de trabajadores, materiales de instalación de bombas, tanques, etc.	
Fuente	Medida de Mitigación	Eficiencia
Circulación y operación de los vehículos y maquinaria, en el área de actuación.	Humedecer los materiales finos. Al terminar las tareas apagar motores y equipos que no se usen.	Alta, mediante seguimiento y documentación.
	Establecer y revisar las bitácoras de mantenimiento de vehículos y maquinaria que se usen para la perforación.	
	Informar a los trabajadores y empresas contratadas de la medida.	
Indicador: No rebasar los límites permisibles establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas.		
NOM0-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Publicada en el D.O.F. el 6 de marzo de 2007. NOM-044-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg. NOM-045SEMARNAT-1996. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible. Publicada en el D.O.F. del 22 de abril de 1997 (SEMARNAT, 2003). NOM-050-SEMARNAT-1993, que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos como combustible. NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.		
Necesidad de mantenimiento.	Permanente.	

Control.	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.
-----------------	---

Medidas de prevención por los procesos de eliminación de gases disueltos.		
Factor: AIRE/AGUA	Impacto ambiental causado por la eliminación de gases disueltos así como la estabilización y ajuste del pH del agua antes del proceso de ósmosis inversa.	
Fuente	Procedimientos	Eficiencia
Torres de Desgasificación	Mantenimiento periódico de las torres para asegurar el funcionamiento óptimo. Control automatizado de gases disueltos y niveles de oxígeno en el agua tratada.	Alta. Basada en el mantenimiento regular y control automatizado asegurando la seguridad y eficiencia operativa.
Necesidad de mantenimiento	Permanente.	
Control	Bitácora, control de gases, análisis de eficiencia, revisión de equipos.	

▪ Agua e Hidrología

Medidas de prevención por posible degradación del agua del acuífero profundo por patógenos y sustancias químicas.		
Factor: AGUA	Impacto ambiental causado al agua por circulación de maquinaria, aprovechamiento y rechazo de agua subterránea, por la potabilización de agua para uso humano.	
Fuente	Procedimientos	Eficiencia
Residuos Peligrosos generados durante la operación y manejo de equipo y maquinaria	Previene y Mitiga la posible afección al suelo y agua por derrames accidentales de aceites y grasas.	Alta. Basada en el retiro de manejo de residuos su implementación y seguimiento.
Planta de Ósmosis Inversa	La extracción de agua para su conversión y uso se realizará conforme a las regulaciones establecidas en materia de recursos hídricos. Se dispondrá de un pozo de monitoreo para supervisar la calidad y cantidad del agua extraída.	Alta, mediante monitoreo y control.
Residuos y sustancias que pudieran	Se utilizarán materiales de contención y equipos de recuperación para gestionar	Alta.

alcanzar el caudal de vertimiento a los pozos profundos.	posibles derrames de líquidos cerca de los brocales. Se prohibirá el uso de sustancias corrosivas, reactivas, tóxicas o biológico-infecciosas en las áreas dedicadas a la potabilización de agua mediante ósmosis inversa. Se implementará un riguroso control de sustancias en la zona de operación de la planta desaladora para eliminar la posibilidad de derrames que puedan afectar el pozo profundo.	Al cumplir con la prohibición, se elimina la posibilidad de contaminación del acuífero profundo.
Necesidad de mantenimiento	Permanente.	
Control	Bitácora, monitoreo, fotografías, informes.	

Medidas de prevención por la posible pérdida de los parámetros adecuados de la calidad del agua aprovechada.		
Factor: AGUA	Impacto ambiental causado por la posible alteración de la calidad del agua a través de la extracción y procesamiento, que puede afectar su idoneidad para el consumo humano y otros usos operativos.	
Fuente	Procedimientos	Eficiencia
Pozos de aprovechamiento de agua (calidad del agua)	Monitoreo constante de parámetros de calidad del agua como pH, sólidos, disueltos totales, salinidad y otros contaminantes. Instalación de sistemas de filtración y desinfección antes de la distribución.	Alta. Basada en el monitoreo y los sistemas de tratamiento que aseguran que el agua cumpla con los estándares de calidad para su uso.
Necesidad de mantenimiento	Permanente.	
Control	Bitácora, monitoreo, reportes trimestrales, pruebas de laboratorio y análisis de calidad.	

Medidas de prevención por la disponibilidad del agua por aprovechamiento.	
Factor: AGUA	Impacto ambiental causado por la requerida disponibilidad del agua por aprovechamiento para los procesos de ósmosis.

Fuente	Procedimientos	Eficiencia
Aprovechamiento del agua para ósmosis. (cantidad)	Implementación de un sistema de extracción de agua subterránea con válvulas automáticas y controles de flujo para regular la cantidad de agua extraída. Monitoreos constantes para garantizar que no se sobreexplota el recurso y se asegure la disponibilidad futura.	Alta. Basada en sistema automatizado para la extracción del agua subterránea lo que garantizará una regulación precisa de los volúmenes de extracción, preservando el recurso.
Necesidad de mantenimiento	Permanente.	
Control	Bitácora, monitoreo, auditorías trimestrales, análisis de recarga del acuífero e inspecciones periódicas.	

La planta de ósmosis se considera una medida de compensación para el ahorro de agua, ya que el desarrollo inmobiliario y del lote RTH6 planean producir su propio suministro para autoconsumo.

MITIGACIÓN

Medida de Mitigación por la operatividad de los pozos de rechazo que integran el sistema de la POI		
Factor: AGUA	Cambios en la calidad del agua por rechazo de los procesos de ósmosis al acuífero profundo.	
Fuente	Procedimientos	Eficiencia
Pozos de rechazo y la salmuera	Descripción de la medida: Implementación de un sistema de manejo y descarga de salmuera en pozos profundos especializados para evitar la contaminación del acuífero.	Alta. La implementación de un sistema adecuado de manejo y descarga de salmuera en pozos profundos específicos asegura que los desechos salinos no alteren negativamente la calidad del acuífero profundo. Los monitoreos constantes antes y después del vertido permiten verificar que no haya cambios en la calidad del agua subterránea, lo que minimiza el riesgo de contaminación. Esto asegura que el impacto ambiental de los vertidos sea reducido al mínimo

Se realizarán monitoreos constantes de la calidad del agua de rechazo y su efecto sobre el acuífero.

Consideraciones y ventajas medioambientales:

- **Prevención de la contaminación superficial:** La inyección de salmuera en pozos profundos evita que esta llegue a cuerpos de agua superficiales como ríos, lagos o el océano, reduciendo el riesgo de afectar la vida acuática y los ecosistemas marinos costeros.
- **Control de salinidad en la zona de descarga:** Inyectar la salmuera a profundidades controladas minimiza la posibilidad de que esta afecte los acuíferos cercanos utilizados para consumo o riego. Esto asegura que los niveles de salinidad se mantengan dentro de límites aceptables, evitando la contaminación de fuentes de agua dulce.
- **Reducción de la acumulación de residuos en superficie:** Este sistema permite una gestión más eficiente de los residuos líquidos, eliminando la necesidad de almacenamiento en superficie o el tratamiento complejo en plantas adicionales, lo que ahorra espacio y reduce los costos asociados a la gestión de residuos. Además, previene la saturación del suelo con sales, lo que podría causar deterioro en el largo plazo.

Necesidad de mantenimiento	Permanente.
Control	Bitácora operativa, Monitoreo de la calidad del agua, Inspecciones físicas.

Medida de Mitigación por la Instalación y operación de una planta de ósmosis inversa.

Factor: AGUA	Planta desalinizadora para dar suministro de agua potable al proyecto durante su fase de operación.
---------------------	---

Descripción de la medida:

La propuesta de instalar una planta desalinizadora para proporcionar suministro de agua potable al proyecto durante su operación se basa en un gasto máximo diario de 2,400 m³ de agua potable. Para alcanzar este volumen, la planta de ósmosis inversa deberá extraer aproximadamente 5,400 m³ de agua de dos pozos a una profundidad de -25 metros.

La planta desalinizadora de ósmosis inversa, del proveedor HIDROAMBIENTE, estará compuesta por los siguientes subsistemas y etapas: decantación de areniscas, prefiltración, bloque de contenedores de membranas, módulo de recuperación de presión, bomba de alta presión, bomba de circulación auxiliar, tratamiento de agua potable, sistema eléctrico, sistema de control, sistema de limpieza en sitio, y equipo de control de calidad en puertos de muestreo.

Consideraciones y ventajas medioambientales:

- **Consumo energético reducido:** La planta consume poca energía, y el tamaño compacto y reducido de los módulos, que pueden ser ubicados de forma subterránea, minimiza el impacto visual de las instalaciones.
- **Integración en el entorno:** Gracias a su fácil integración, los componentes generadores de ruido se instalan sobre amortiguadores bajo la estructura metálica y el concreto con aislamiento acústico para anular o minimizar su efecto.
- **Uso de productos químicos:** Se utiliza una baja o nula cantidad de productos químicos en el proceso de producción de agua potable.

Necesidad de mantenimiento	Permanente.
Control	Bitácora, Monitoreo, fotografías, Informes.

Que, en virtud de lo anteriormente expuesto, la promovente considera:

1. La instalación y operación de la Planta de Ósmosis Inversa a través del proceso de ósmosis inversa del proveedor HIDROAMBIENTE, para producir agua potable con una concentración de sólidos disueltos totales menor a 500 ppm implica que la POI no aumenta el nivel de impactos ambientales previamente evaluados y regulados por el oficio resolutivo S.G.P.A./DGIRA/DG/3195/08, perteneciente al proyecto “Desarrollo Inmobiliario Lote RTH6, Playa Mujeres”.
2. Dadas las características, dimensiones, ubicación y alcances de la instalación y operación de la Planta de Ósmosis Inversa, no se prevén impactos ambientales negativos superiores a los previstos y evaluados en la Manifestación de Impacto Ambiental del proyecto Desarrollo Inmobiliario Lote RTH6.
3. Las variaciones al proyecto no implican la posibilidad de causar desequilibrios ecológicos graves ni de rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones jurídicas relativas a la protección ambiental y a la preservación y restauración de los ecosistemas. Tampoco dañarán la salud humana ni excederán los niveles permisibles consignados en la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
4. Siendo que la descarga está regulada por la NOM-001-ECOL-1996 y el vertimiento fiscalizado por la Comisión Nacional del Agua, puede considerarse que el impacto ambiental potencial está adecuadamente regulado por la norma referida.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronóstico del escenario

Conforme a la información generada, valorada y analizada, se han descrito los posibles impactos adversos al ambiente que pueden surgir durante las etapas del proyecto. Esto ha resultado en la identificación de escenarios potenciales que podrían presentarse durante el desarrollo del proyecto.

VII.2 Escenario Ambiental Modificado

El escenario ambiental previsto con la instalación y operación de este proyecto no prevé alteraciones significativas en la calidad, estructura o composición del entorno inmediato.

Este proyecto se implementará en una zona de servicios ya existente y previamente autorizada, lo cual se espera que minimice cualquier impacto ambiental adicional.

Desde una perspectiva de paisaje, la planta se ha diseñado para integrarse de manera armoniosa con el entorno. La ubicación aprovecha infraestructura previa que fue diseñada

para actividades industriales o de servicios, lo cual facilita esta integración. Además, el proyecto incorpora tecnologías avanzadas de tratamiento y manejo de agua, lo cual no solo mejora la eficiencia del uso de recursos hídricos en el área, sino que también respalda los objetivos de sostenibilidad a largo plazo del desarrollo.

ESCENARIO SIN PROYECTO

El predio albergará el proyecto autorizado denominado **Desarrollo Inmobiliario Lote RTH 6, Playa Mujeres**. La calidad del paisaje circundante es una mezcla de vegetación natural y elementos construidos, pensados para armonizar con el ambiente costero.



Las construcciones previstas con el desarrollo inmobiliario en el Lote RTH6, la cual será utilizada para la instalación de equipos industriales como una planta desalinizadora. Además, se contemplan desarrollar infraestructuras viales que incluyen pozos de absorción y sistemas para manejar el agua de rechazo, pensados inicialmente para gestionar el escurrimiento y las aguas pluviales del área.

ESCENARIO CON PROYECTO

El desarrollo del proyecto de la POI en la zona de servicios del desarrollo inmobiliario refuerza la congruencia con las propuestas de infraestructura previamente planificadas y se inserta armoniosamente en el entorno. Este proyecto está alineado con los parámetros y lineamientos establecidos por el Plan de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Isla Mujeres (POEL-IM), asegurando su adecuación a los usos del suelo suburbano y comercial que prevalecen en la región.

Desde la perspectiva de la gestión del paisaje, el proyecto no introduce cambios significativos en la estética del área, ya que se ubica dentro de una zona previamente designada y regulada para tal fin, con consideraciones específicas de impacto ambiental. Esto garantiza que la

implantación de la POI no alterará de manera sustancial la vista ni la estructura física del entorno.

Además, el diseño y operación de la planta están pensados para integrarse con las prácticas sostenibles y los objetivos de conservación ambiental del área. Se implementarán tecnologías avanzadas para el tratamiento y manejo del agua, así como para la disposición segura de la salmuera, lo que minimizará cualquier posible impacto adverso al ecosistema local.

La POI proporcionará una fuente constante y sustentable de agua dulce, crucial para el desarrollo continuo y sostenible en la región, reforzando la resiliencia del área frente a desafíos hídricos futuros. Además, esta iniciativa está en línea con los esfuerzos globales y locales por promover el uso eficiente de los recursos naturales y mitigar los efectos del cambio climático en zonas costeras vulnerables.

Lo anterior arroja escenarios que se puedan presentar los que se exponen a continuación:

Actividad (tensor)	Factor ambiental	Escenarios posibles y probables.
Instalación	Aire	<u>Impacto.</u> De moderada magnitud e intensidad. Duración corto plazo, con medidas de mitigación. - Durante las actividades de instalación de la Planta de Ósmosis Inversa y su operación se causarán efectos directos e indirectos al aire y agua profunda. - En el sitio habrá movimiento de equipo y maquinaria, así como presencia de trabajadores, lo que producirá ruidos y emisiones atmosféricas que podrían afectar a los vecinos. Este impacto se minimizará al utilizar equipo y máquinas en óptimas condiciones.
	Agua Medio perceptual Socioeconómico	

Operación, Mantenimiento	Unidades de paisaje Socioeconómicos.	<u>Impactos positivos permanentes.</u> De alta magnitud e intensidad. Duración permanente. • El proyecto se ajusta a los límites y posibilidades del POEL. • Producción de agua por ósmosis para autoconsumo del desarrollo inmobiliario en el lote RTH6. • Generación de empleos y aportación económica directa e indirecta. • Monitoreo de la calidad del agua y su reporte y cumplimiento ante la CNA. • Pagos de derechos y aportaciones a los gobiernos federales estatales y municipales.
--------------------------	---	---

VII.4 Conclusiones

Basado en la propuesta elegida en términos ambientales, la Planta de Osmosis Inversa (POI) no presenta impactos ambientales identificados que no puedan recuperar su condición inicial al concluir las obras y actividades. De este modo, en términos ambientales, el proyecto se califica como viable, ya que no representa riesgos para las poblaciones de especies protegidas, no implica la fragmentación de un ecosistema y no conlleva riesgos para la salud humana.

Aunque existe cierta incertidumbre sobre los impactos, esta es mínima. Para minimizar cualquier posible fluctuación, el proyecto se basa en la adopción del principio de precaución, lo cual lleva a proponer medidas incluso para los impactos de dudosa realidad o mínima magnitud.

Finalmente, la ejecución del proyecto consistente en la instalación de una planta desaladora no solo cumple con todas las normativas y requisitos legales pertinentes, sino que también contribuye positivamente al desarrollo sostenible y a la gestión ambiental de la zona, garantizando beneficios a largo plazo tanto para la comunidad como para el ecosistema.

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

La base del modelo utilizado se fundamenta en las propuestas de valoración del impacto ambiental y uso territorial expuestas por Gómez Orea, D. (1999) en su obra "Evaluación de Impacto Ambiental, 2ª edición" publicada por Mundiprensa editores. Para este análisis, se desarrolló una matriz de importancia, donde la valoración se realiza a partir de una matriz de impactos, siguiendo el método propuesto por Conesa (1993).

El modelo se inicia con el conocimiento del medio, del proyecto y de las interacciones entre ambos durante las fases de perforación, instalación y operación. La valoración ambiental del proyecto comienza con el diseño del modelo conceptual mediante un diagrama de flujos o grafo, que indica, de manera no limitativa, los submodelos que se insertan en él. El proyecto se tamiza en dos matrices de importancia, de las cuales se identifican los impactos más relevantes, para luego realizar la matriz depurada de impactos.

Este estudio se apoya en análisis técnicos, a través de los cuales se imponen medidas correctoras o protectoras para mitigar los efectos de las acciones a realizar y prevenir aquellos que se pudieran generar en la etapa de operación,.

La integración ambiental (Gómez Orea, D. 1999. Evaluación de Impacto Ambiental. Mundi Prensa. Capítulo 4: Integración Ambiental) implica que un proyecto y su entorno deben entenderse como subsistemas de un sistema más amplio que los engloba. El proyecto no puede ser algo sobrepuesto al medio, y mucho menos contrapuesto a él, sino que la relación proyecto-entorno debe entenderse como las partes de un sistema coherente, armónico y funcional. Por lo tanto, la incoherencia del tipo de proyecto, la sobreexplotación de los recursos, la discordancia ecológica, paisajística, social o territorial y la contaminación de los vectores ambientales (aire, agua y suelo) son los problemas que se intentan identificar y reducir.

Este razonamiento conduce al inicio de la evaluación del impacto ambiental en términos de su integración en el entorno, y se divide en los siguientes puntos:

1. En qué medida el proyecto es razonable desde el punto de vista del entorno.
2. En qué medida el proyecto se localiza de acuerdo con la "lectura" del territorio.
3. En qué medida la concepción del proyecto ha incluido el comportamiento de los "influentes" que utiliza, de los efluentes que emite y de los elementos físicos que la forman.

Referencias

- Aldape P., Guadalupe, 2010. La configuración del espacio turístico en Cancún, Quintana Roo, México. Tesis de doctorado. Universidad Politécnica de Catalunya. Barcelona, España. En: <https://www.eumed.net/tesis-doctorales/2010/gap/extensiones%20verdes%20privadas%20los%20campos%20de%20golf.htm>. Consultada: Diciembre, 2020.
- Arpacik, A., Sari, A., Gündogdu, E., y Baskaya, S., 2016. Effects of roads on wildlife in Azdavay / Kartdag wildlife reserve area. 1st International Symposium of forest Engineering and Technologies (FETEC2016). Bursa, Turquía.
- Bojórquez-Tapia, L.A., Ezcurra, E., y García, O., 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices. J Environ Manag 53: 91 – 9.
- Canter, L. W., 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnica para la elaboración de estudios de impacto. 2ª. Edición. Edt. McGraw-Hill – Interamericana. Madrid, España. 841 p.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), 2015. Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Península de Yucatán (3105), Estado de Yucatán. Diario Oficial de la Federación, 21 de abril de 2015. En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/103392/DR_3105.pdf. Consultado: Agosto, 2018.
- Espinoza, G., 2002. Gestión y fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo – Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago, Chile. 259 p.
- Fragoso-Servón, P., Bautista, F., Frausto, O., Pereira, A., 2014a. Caracterización de las depresiones kársticas (formas, tamaño y densidad) a escala 1:50,000 y sus tipos de inundación en el estado de Quintana Roo. Revista Mexicana de Ciencias Geológicas 31(1): 127 – 137 pp.
- Fragoso-Servón, P., Pereira, A., Frausto, O., y Bautista, F., 2014b. Relación entre la geodiversidad de Quintana Roo y su biodiversidad. QUIVERA 16(1): 97 – 125.
- Francis, C. D., y Barber, J. R., 2013. A framework for understanding noise impacts on wildlife: an urgent conservation priority. Front Ecol Environ 11 (6): 305 – 313 p.
- Francis, C. D., Ortega, C. P., y Cruz, A., 2009. Noise pollution changes avian communities and species interactions. Current Biology 19: 1415 – 1419 p.
- Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo sobre el Agua, 2012. Primer informe de validación en campo: Humedales zona costera norte de Quintana Roo (Sistema Lagunar Nichupté). En: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/102203/Nichupt_.pdf. Consultado: Marzo, 2021.

- Forcada D., E., 2000. El impacto ambiental en la agricultura: metodologías y procedimientos. Edt. Analistas Económicos de Andalucía. 323 p.
- García, E., 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen: Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. 5ª Edición. Instituto de Geografía, UNAM. 89 p.
- Gómez-Orea., D., 1999. Evaluación del impacto ambiental: Un instrumento preventivo para la gestión ambiental. Edic. Mundi Prensa. Edt. Agrícola Española, S. A.. Madrid, España. 700 p.
- Ijäs, A., Kuitunen, M. T., y Jalva., K., 2010. Developing the RIAM method (rapid impact assessment matrix) in the context of impact significance assessment. *Environmental Impact Assessment Review* 30: 82 – 89.
- IUSS Working Group WRB, 2015. Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma. 205 p.
- Jensen, A., y Laursen, K., 1998. *Use of the Rapid Impact Assessment Method (RIAM) on the fly ash landfill at the power station Vestkraft I/S in Esbjerg*. Danish Environmental Protection Agency, 24p.
- Karami, M., Ahmadi., H., y Karami, K., 2016. Environmental impacts assessment of construction and utilization phases of tourism projects in Karum Dam IV, Iran. *Caspian J. Environ. Sci* 14(2): 165 – 175.
- Kuitunen, M., Jalava, K., y Hirvonen K., 2008. Testing the usability of the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) method for comparison of EIA and SEA results. *Environmental Impact Assessment Review* 28: 312 - 320.
- Kumar, H., Singh, V., y Karmakar, N.C., 2019. Environmental impact assessment of a limestone mine applying rapid impact assessment matrix. 8th Asian Mining Congress, 6 – 8 November 2019, Kolkata, India. En: https://www.researchgate.net/publication/337495707_ENVIRONMENTAL_IMPACT_ASSESSMENT_OF_A_LIMESTONE_MINE_APPLYING_RAPID_IMPACT_ASSESSMENT_MATRIXRIAM. Consultado: Marzo, 2021.
- Mahini, A.S., Momeni, I., y Karimi, S., 2011. Towards improvements of environmental impact assessment methods – A case study in Golestan Province, Iran. *World Applied Sciences Journal* 15 (1): 151 – 159.
- Mestre S., V., S/F. Contaminación por ruido. Escuela de Organización Industrial. En. <https://www.eoi.es/es/file/18609/download?token=mNmUGNpP>. Consultado: Abril, 2017.
- Mihaiescu, R., Pop, A. I., Muntean, O.L., Mihaiescu, T., Malos, C., Oprea, M. G., Dezsi, S., Ozunu, A., Arguhius, V., Baci, N., Rosian, G., y Macicasan, V., 2015. The use of

rapid impact assessment matrix (RIAM) in assessing the environmental impacts in protected areas: Case study: Mountain glacial lakes areas in Romania. *ProEnvironment* 8: 629 – 636.

Momeni, I., Mahini, A.S., y Karimi, S., 2011. An introduction to improvement of environmental impact assessment methods in Iran. *World Applied Sciences Journal* 12 (9): 1536 – 1543.

Pastakia, C.M.R., 1998. *The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)- A New Tool for Environmental Impact Assessment*. K Jensen Olsen & O Fredensborg (eds.), Denmark, pp. 8-19.

Pastakia, C.M.R., y Jensen, A., 1998. The Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM) for EIA. *Environment Impact Assess Rev Review* 18: 461 – 482.

Pastakia, C.K., y Madsen, A., 1998. Rapid assessment matrix for use in water related projects. *Environmental Impact Assessment Review* 18: 461-482.

Pereira-Corona, A., Fragoso-Servón, P., y Frausto-Martínez, O., 2016. Suelos, agua, inundaciones y cambio climático en zonas de karst: el caso de Quintana Roo, México. *GEOS* 36(2): 275 – 290.

Pérez V., G., y Carrascal, E., 2000. El desarrollo turístico en Cancún, Quintana Roo y sus consecuencias sobre la cubierta vegetal. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía de la UNAM*, 43: 145 – 166 p.

Peris, S. J., y Pescador, M., 2004. Effects of traffic noise on passerine populations in mediterranean wooden pastures. *Applied Acoustics* 65: 357 – 366 p.

Valizadesh, S., y Hakimian, H., 2018, Evaluation of waste management options using rapid impact assessment matrix and Iranian Leopold matrix in Birjand, Iran. *International Journal of Environmental Science and Technology*. Doi.org/10.1007/s13762-018-1713-z.

Servicio Geológico Mexicano, 2006. Carta Geológico-Minera Cancún F16-8. En: http://www.sgm.gob.mx/cartas/Cartas_Ed.jsp. Consultada: Marzo, 2021.

Warren, P. S., Katti, M., Ermann, M., y Brazel, A., 2006. Urban bioacoustic: it's not just noise. *Animal Behaviour* 71: 491 – 502 pp.