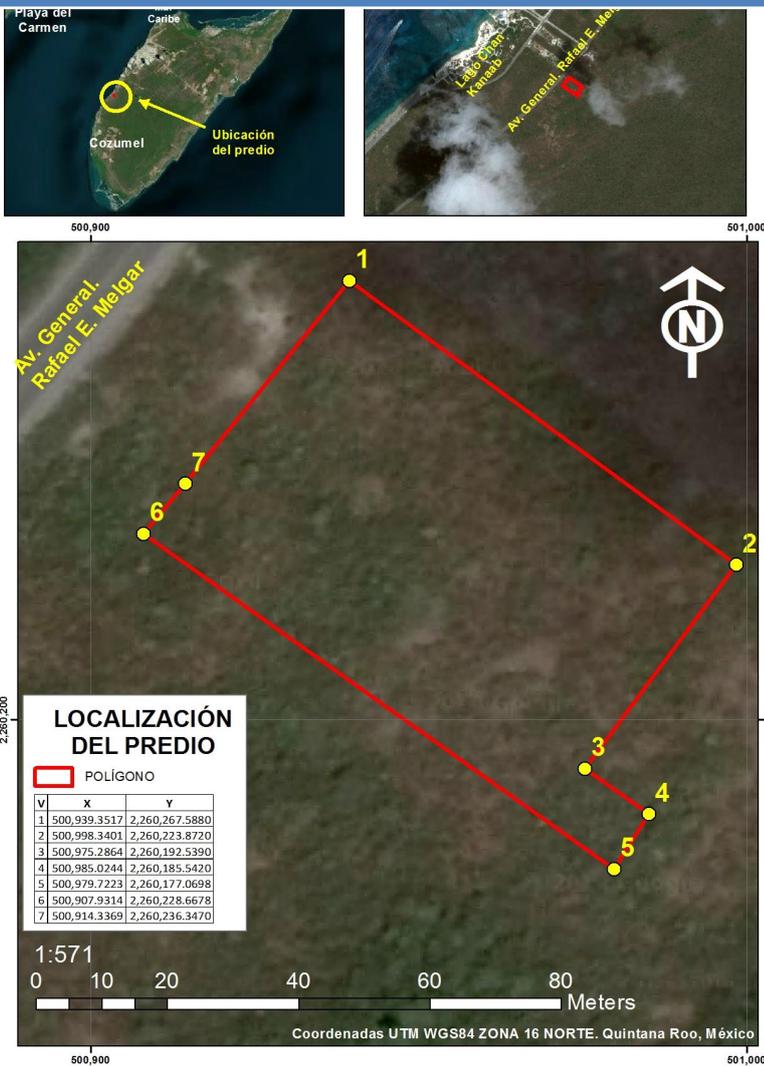


# RESUMEN EJECUTIVO

## PROYECTO: INSTALACIÓN y FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE OSMOSIS INVERSA

PROMOVIDO POR CARLOS CANBAL RUIZ

MUNICIPIO DE COZUMEL, QUINTANA ROO, MÉXICO



ABRIL 2015

## ANEXOS

Adjuntos al presente estudio de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular (MIA-P) del proyecto “Instalación y Funcionamiento del proceso de osmosis Inversa” que contiene Resumen Ejecutivo se encuentran los siguientes anexos:

1. Comprobantes de pagos de derechos.
  - Hoja de memoria de cálculo de la cuota del pago de derechos por la recepción, evaluación y otorgamiento de la resolución de la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular.
  - Hoja de ayuda para el pago de ventanilla bancaria.
  - Formato e5.
  - Ficha bancaria.
2. Copia simple del acta de nacimiento.
3. Copia simple de la identificación oficial con fotografía.
4. Dictamen técnico de perforación de pozos.
5. Archivo electrónico de la MIA-P del proyecto “Instalación y funcionamiento del proceso de osmosis inversa”.

<b>CONTENIDO</b>		<b>Página</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>		
<b>I.</b>	<b>DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>1</b>
<b>II.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3</b>
<b>III.</b>	<b>VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DE SUELO</b>	<b>20</b>
<b>IV.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA.</b>	<b>39</b>
<b>V.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>64</b>
<b>VI.</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>	<b>79</b>
<b>VII.</b>	<b>PRONOSTICO AMBIENTAL Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS</b>	<b>82</b>
<b>VIII.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES</b>	<b>84</b>
<b>IX.</b>	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS</b>		



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

**I.1.- Proyecto**

**I.1.1.- Nombre del proyecto**

Instalación y funcionamiento del proceso de Ósmosis inversa.

**I.1.2.- Ubicación del proyecto**

El proyecto se realizará en el Km. 9+142.82 de la Carretera Costera Sur, Sin número oficial, en la Isla de Cozumel, Municipio de Cozumel, Quintana Roo.

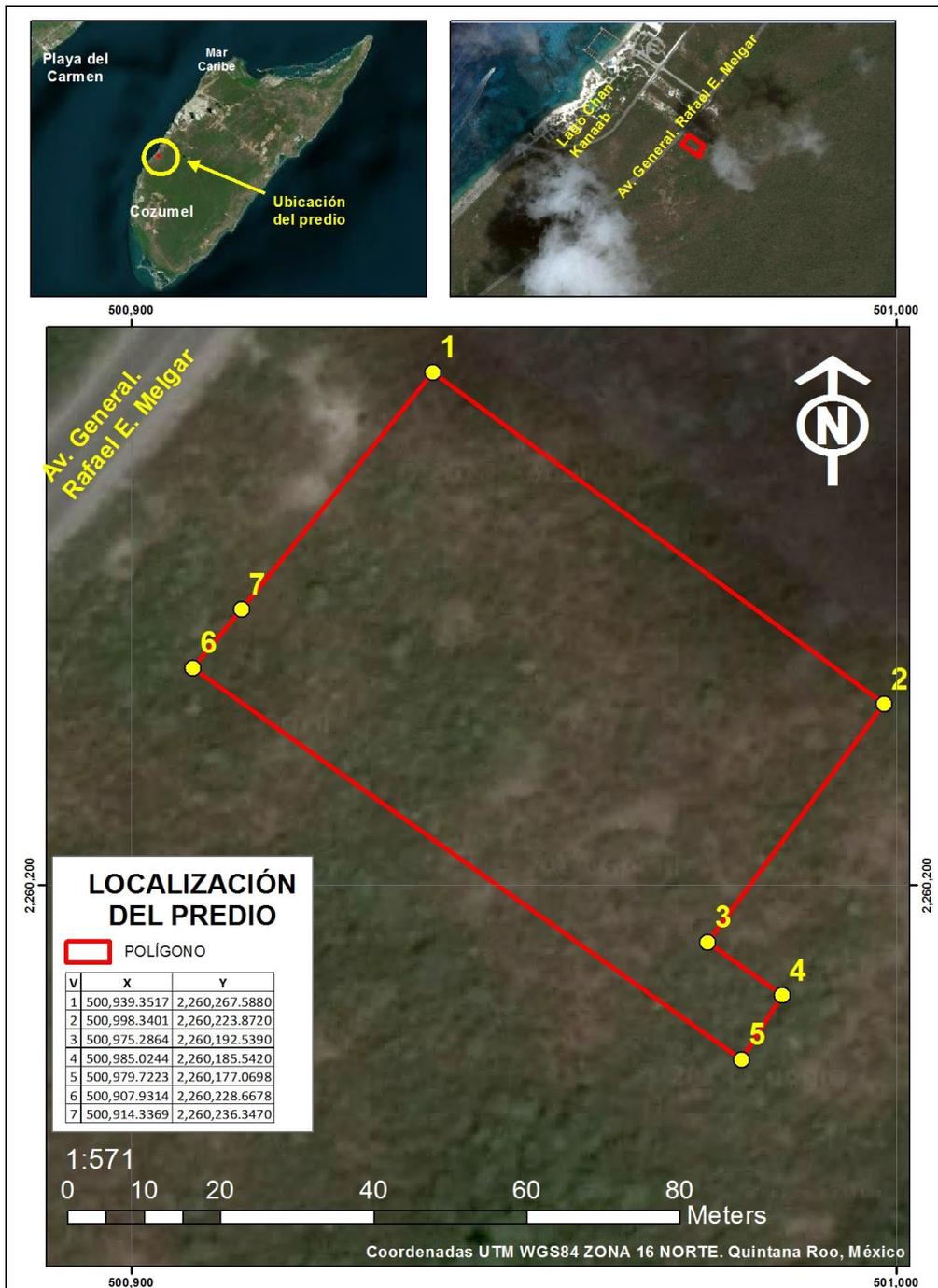


Figura 1.- Croquis de ubicación del predio donde se pretende instalar la ósmosis inversa. Fuente: Google Earth.

**I.1.3.- Tiempo de vida útil del proyecto**

El tiempo de vida útil estimado del proyecto de ósmosis inversa para atender las necesidades del servicio de agua potable, se estima en 50 años.

**I.1.4.- Presentación de la documentación**

- Copia simple del acta de nacimiento.
- Copia simple de la identificación oficial con fotografía del promovente.

**I.2.- Promovente**

**I.2.1.- Nombre o razón social**

C. Carlos Canabal Ruiz

**I.2.2.- Registro Federal de Contribuyentes del promovente**

**I.2.3.- Nombre y cargo del representante legal**

C. Carlos Canabal Ruiz

**I.2.4.- Dirección del promovente o de su representante legal**

**I.3.- Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental**

**I.3.1.-Nombre o razón social**

Ing. Alejandro Hernández Salazar

**I.3.2.- Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

**I.3.3.- Nombre del responsable técnico del estudio**

Ing. Alejandro Hernández Salazar

**I.3.4.- Dirección del responsable técnico del estudio**

## II.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### II.1.- Información general del proyecto

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

El promovente C. Carlos Canabal Ruiz., presenta el proyecto para la **INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE OSMOSIS INVERSA** para dotar de agua para uso en servicios de la fábrica de cerveza la cual se pretende construir. Este proyecto responde a una política de aprovechamiento del recurso agua que se pretende implementar con el fin de minimizar el consumo de agua potable suministrada por el organismo operador y en consecuencia las reservas de agua dulce del acuífero, dejando éstos volúmenes de agua para consumo de la población en general. Lo anterior cobra particular relevancia toda vez que el proyecto se ubica en la zona costera de la Isla de Cozumel en donde la disponibilidad de agua dulce es escasa, de acuerdo a los estudios existentes a este respecto.

En este sentido y mediante consulta por medios digitales es conocido que a través de los Oficios de la **SEMARNAT** ha resuelto favorablemente la instalación de equipos de osmosis inversa para dotar de agua a proyectos turísticos y comerciales de características similares al que nos ocupando, logrando con lo anterior un impacto mayor en cuanto a los volúmenes de agua potable que han dejado de consumirse del organismo operador de agua y en consecuencia de las reservas de agua dulce del acuífero.

En particular el proyecto "**INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE ÓSMOSIS INVERSA**", se refiere al aprovechamiento de agua salobre subterránea obtenida a través de un pozo para realizar el abastecimiento de agua al inmueble y su posterior descarga a un pozo de inyección; las dimensiones de perforación de ambos pozos han sido determinadas con base en un perfil realizado a través de un pozo exploratorio; el aprovechamiento de agua salobre se encuentra regulado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) a través de la expedición de un Título de Concesión, así como del permiso de descarga de aguas residuales; en estos instrumentos se detalla el volumen de agua aprovechado, la calidad del agua (aprovechada y descargada), así como las características analíticas del agua para evitar afectaciones a las aguas subterráneas; la obtención de estos documentos se realiza por parte de CONAGUA posteriormente a la presentación, evaluación y autorización del presente proyecto por parte de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

El aprovechamiento del acuífero para su transformación por desalación es una alternativa viable para la obtención de agua potable, esto favorecerá la consolidación integral de LA FABRICA CERVECERA como un desarrollo sustentable que cuenta con tecnologías de abastecimiento del recurso agua y que conserva los recursos hídricos naturales y reduce económicamente los costos energéticos por el abastecimiento de las proveedoras. El volumen de agua requerida para la operación de la cervecera es importante pues las instalaciones deben estar preparadas previendo el consumo del orden de 240 m<sup>3</sup>/día para poder dotar del servicio a la demanda generada para la producción.

#### Ficha técnica del proyecto

Proyecto "Instalación y funcionamiento del proceso de osmosis inversa" para fabrica de cerveza	
Volumen de agua requerido	600 m <sup>3</sup> /día
Profundidad del pozo de extracción	30 m de profundidad
Ubicación del pozo de extracción	Coordenadas X= 500,977.56 Y= 2, 260,196.20
Profundidad del pozo de descarga	60 m de profundidad
Ubicación del pozo de descarga	Coordenada X= 500,954.39; Y= 2,260,195.42
Volumen de agua aprovechado	240 m <sup>3</sup> /día
Volumen de agua descargado	360 m <sup>3</sup> /día
Ubicación	El equipo se adecuará dentro del cuarto de máquinas

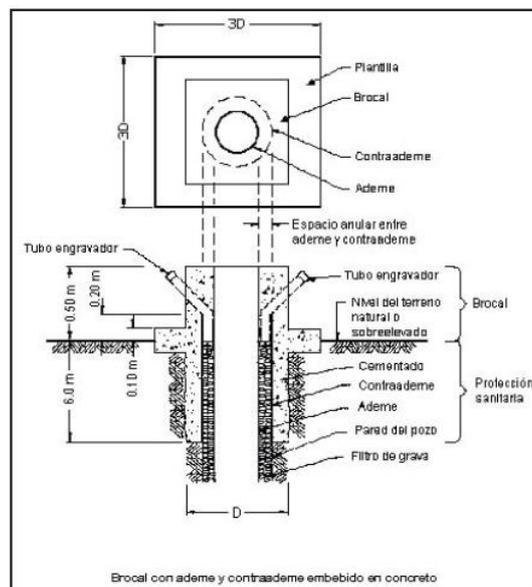
### Pozo de extracción.

El abastecimiento de agua que dotará para los servicios requeridos para fabrica de cerveza se obtendrá mediante la perforación de un pozo de extracción de agua salobre a 30 metros de profundidad, con diámetro de perforación (contrademe) de 12 pulgadas y un diámetro de ademe de 10 pulgadas. El pozo de extracción de agua para el proceso de la ósmosis estará ubicado en las coordenadas UTM, WGS84, X= 500,977.56; Y= 2, 260,196.20.

Para la extracción se contará con una bomba sumergible, tipo de motor eléctrico de 15 hp de potencia.

El procedimiento de perforación que se considera parte de las especificaciones de la NOM-003-CNA-1996 que indica:

1. Previo a la perforación la herramienta y tubería se deben desinfectar con aplicando proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante removiendo antes grasas, aceites, necesario para que el cloro activo sea de 200 mg/L como mínimo.
2. Los fluidos de perforación como el agua y la bentonita estarán libres de substancias que degraden las características químicas del agua subterránea.
3. El agua debe estar libre de patógenos y poseer un pH entre 6 y 10, lo antes para que no inhiban las propiedades del fluido y no degraden el agua del subsuelo.
4. Una vez concluidos los trabajos de construcción del pozo, se deben de retirar los residuos de lodo y materiales de construcción.
5. Una vez abierto se efectuará un monitoreo de calidad de agua del pozo, para determinar el pH, conductividad eléctrica, sulfatos, nitratos, cloruros, dureza total, calcio, sodio, potasio, sólidos disueltos totales y bacterias coliformes fecales. Este procedimiento deberá de realizarse cada tres años o de acuerdo con las especificaciones de la concesión.
6. Para evitar la contaminación del agua del pozo el aprovechamiento hidráulico subterráneo contará con protección sanitaria, esto es, el espacio anular entre las paredes de la formación y el ademe, así como la terminal superior del pozo, son las áreas que presentan mayor riesgo de contaminación, por lo que aplicará proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante necesario para que el cloro activo sea de 200 mg/L como mínimo, para evitar cualquier riesgo de contaminación. En continuación a la colocación del sello en el espacio anular que queda entre el ademe y la perforación de 12" se construirá un contra ademe para evitar la infiltración de agua superficial que pudiera estar contaminada. Esta estructura sobresaldrá 0.50 M del terreno natural de acuerdo a la figura siguiente:



Cabe mencionar que el monitoreo y la vigilancia de la calidad de agua se supervisará en estricto cumplimiento de las normas oficiales mexicanas en materia de calidad de agua, si bien el proceso de osmosis inversa únicamente tiene por objeto la disminución de las concentraciones de sales minerales disueltas en la agua, se tendrá un especial cuidado en prevenir cualquier indicio de contaminación por algún agente externo, para lo cual, se realizara un monitoreo semestral con toma de muestras para su correspondiente análisis bajo los estándares de las Normas Oficiales Mexicanas: NOM-003-SEMARNAT-1997, NOM-SEMARNAT-001-1996 y la NOM-004-CNA-1996.

Programa de Monitoreo de la Calidad del Agua.

Debido a las condiciones geohidrológicas de la zona y por ser el subsuelo la única fuente de agua potable se debe hacer un uso eficiente del agua subterránea y un manejo adecuado de las aguas residuales para asegurar el aprovisionamiento a largo plazo y evitar su contaminación, en este sentido el programa estará sustentado en la aplicación de las NOMs en materia de la calidad del agua:

- *NOM-001-ECOL-1996 (NOM-001-SEMARNAT-1996) que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. (aclaración D.O.F. 30-abril-1997). Publicado en el D.O.F. 06/ene/97*

El programa tendrá como objetivos principales los siguientes:

1. Asegurar el manejo adecuado del agua.
2. Promover la reutilización y aprovechamiento del agua.

Para lo anterior se realizara el monitoreo con una periodicidad de 6 meses (en caso de que la normatividad indique otro se apegara al mismo), con esto se asegura tener datos continuos y poder realizar comparativos en cuanto a la calidad del agua que se esta inyectando al subsuelo y poder optimizar su funcionamiento.

Se plantea la siguiente metodología para la toma de muestras:

Los responsables realizaran muestreos conforme la norma MEXICANA NMX-AA-003 la cual establece los lineamientos generales y recomendaciones para muestrear las descargas de aguas residuales, con el fin de determinar sus características físicas y químicas, debiéndose observar las modalidades indicadas en las normas de métodos de prueba correspondientes sea el caso que se requiera por ejemplo para:

- *Coliformes fecales, materia flotante, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos suspendidos totales y grasa y aceites, al menos 4 (cuatro) muestras simples tomadas en días representativos semestralmente.*
- *Huevos de helminto, al menos 1 (uno) muestras compuestas tomadas en días representativos semestralmente.*
- *La toma de muestras será a través de la contratación de un laboratorio acreditado por la EMA (entidad mexicana de acreditación).*
- *La materia flotante debe estar ausente en el agua producto del proceso de osmosis inversa, de acuerdo al método de prueba establecido en la Norma Mexicana NMX-AA-006.*

Los informes serán presentados con la interpretación correspondiente de los datos con gráficos comparativos, con el fin de que la autoridad tenga los elementos necesarios para conocer el adecuado funcionamiento del proceso de osmosis inversa que se estará realizando, y en su caso emitir recomendaciones al respecto.

### Pozo de inyección.

Se realizará a un pozo de 60 metros de profundidad para el agua de rechazo. Con un diámetro de perforación (contra ademe) de 10 pulgadas, ademado a 8 pulgadas. La descarga se realizará por gravedad. La perforación de este pozo también se sujeta a las especificaciones de la NOM-003- CNA-1996 al igual que la perforación para aprovechamiento.

El pozo de descarga estará ubicado en las coordenadas UTM (WGS 84) X= 500,954.39; Y= 2,260,195.42 La intrusión del afluente del proceso de osmosis inversa previo tratamiento será por debajo de la interfase salina en agua subterránea con un contenido mayor a 30,000 ppm de sólidos totales disueltos, la cuál se ha medido en la zona a una profundidad mayor a los 30 m por debajo de la superficie del terreno, el pozo de inyección cumplirá con los criterios establecidos en la norma de calidad del agua NOM-001-SEMARNAT-1996. La inyección del efluente es la adecuada toda vez que el acuífero dulce en la zona se localiza a una profundidad de no mayor a 10 m con lo que se evita un problema de contaminación del acuífero por el incremento de sólidos totales disueltos, y dadas las características de construcción del pozo de inyección se estará garantizando evitar cualquier riesgo de contaminación al acuífero y zona marina adyacente.



Figura 2.- Ubicación de pozo de aprovechamiento y pozo de descarga.

El equipo de osmosis inversa se ubicará al interior de un área que se proyectará en la construcción de la cervecería y que se denominará sala de máquinas, en este sitio también se contará con área de cisterna, el tamaño de la planta de osmosis será de aproximadamente de 36 m<sup>2</sup> que permitirá el reacomodo de los equipos para optimizar el uso de ésta área.



Figura 3. Equipo de osmosis prototipo

La presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, es con el propósito de obtener la autorización en materia de impacto ambiental, para la implementación del proyecto y poder realizar el proceso de ósmosis inversa y operación, requiriendo para esta instalación el armado de equipos, conexiones y tuberías que permita de manera inicial realizar el abastecimiento de agua requerido, su tratamiento, uso y descarga definitiva.

El equipo operará garantizando la calidad del agua de abastecimiento y descarga que se encontrará dentro de los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

### **II.1.2.- Selección del sitio**

La ubicación de los pozos, tanto de aprovechamiento (extracción) y de rechazo que servirán para el abastecimiento de agua para el proceso de ósmosis inversa ha sido definida buscando optimizar la operación de la misma, evitando la contaminación visual de la planta cervecera en su conjunto, por lo que se selecciono el sitio que se ha mostrado en la figura 2, teniendo vista hacia la parte trasera del predio.

Considerando lo anterior, así como la ubicación estratégica en el predio donde se pretenden desarrollar la obra del proyecto, "Instalación y funcionamiento del proceso de Ósmosis inversa", se constituye como una alternativa viable para permitir el ahorro económico en los costos actuales para el agua potable, así como atender las necesidades propias de la cervecería.

### II.1.3.- Ubicación física del proyecto y planos de localización

El lugar del predio donde se pretende instalar el proyecto se encuentra ubicado en el Km 9+142.82 de la Carretera Costera Sur, sin número, en la Isla de Cozumel, Municipio de Cozumel, Quintana Roo.

Como se ha mostrado en la figura 1, la planta de ósmosis inversa, objeto de este trabajo, se ubicará en su momento dentro de la sala de máquina, lo que facilita su operación, a la vez que logra total independencia del resto de los procesos que harán posible la operación a la fabrica de cerveza.

Debido a las dimensiones del proyecto para dotar de agua al equipo de ósmosis inversa, al momento de su instalación no ocasionará impactos ambientales considerando que un obra de pequeña magnitud y muy puntual.

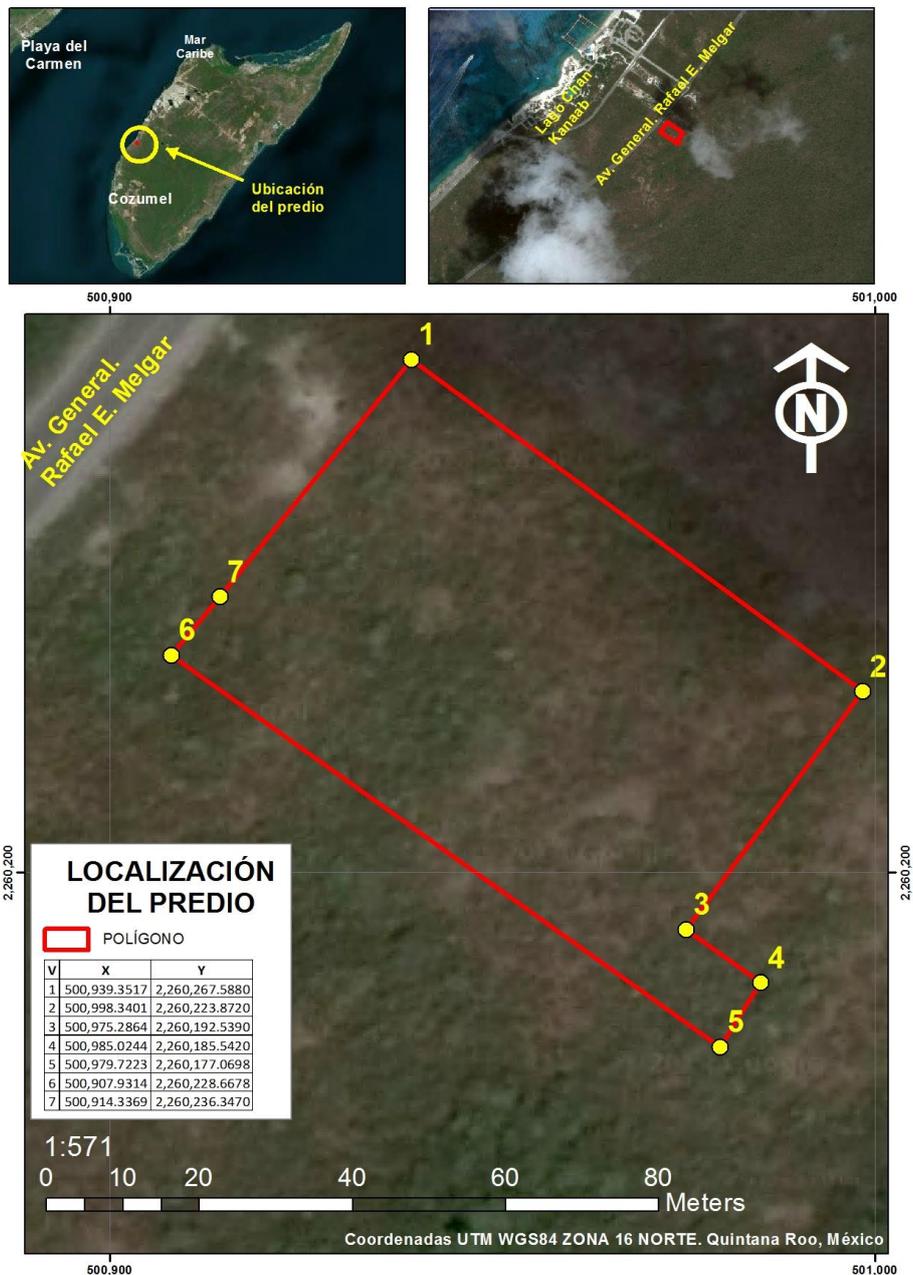


Figura 4.- Croquis de ubicación del predio don de se pretende instalar el proyecto con cuadro de coordenadas.

TABLA 1. CUADRO DE CONSTRUCCIÓN DEL PREDIO		
Lado	Coordenadas UTM (WGS84) zona 16 Q	
	(X)	(Y)
1	500939.3517	2260267.5880
2	500998.3401	2260223.8720
3	500975.2864	2260192.5390
4	500985.0244	2260185.5420
5	500979.7223	2260177.0698
6	500907.9314	2260228.6678
7	500914.3369	2260236.3470

#### **II.1.4.- Inversión requerida**

La inversión estimada para las actividades de instalación de la ósmosis inversa, perforación de dos pozos (extracción de agua salobre y descarga), la adquisición armado, acomodo y puesta en marcha del equipo será de \$2, 500,000.00 M.N.

#### **II.1.5.- Dimensiones del proyecto**

El abastecimiento de agua se obtendrá mediante la perforación de un pozo de extracción de agua salobre a 30 metros, con diámetro de perforación (contrademe) de 12 pulgadas y un diámetro de ademe de 10 y un pozo de 60 metros de profundidad para el agua de rechazo. Con un diámetro de perforación (ademe) de 8 y contrademe de 10 pulgadas.

La planta de ósmosis inversa; para su instalación y óptima operación no requerirá ningún tipo de cimentación especial, su base se anclara directamente al piso.

#### **II.1.6.- Uso actual de suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y/o en sus colindancias**

El instrumento normativo ambiental que regula actualmente el sitio donde se ubica el predio del proyecto corresponde al Programa Parcial de Desarrollo Urbano 4 ( zona surponiente) de Cozumel y al Programa de Ordenamiento Ecológico Local (POEL) del Municipio de Cozumel, ubicado en la Unidad de Gestión Ambiental CP1, política: aprovechamiento, con vocación de uso de suelo predominante: de desarrollo Urbano y Centro de Población, uso compatible de Hotelería/Residencial Turístico, comercial, Industrial, Mantenimiento de espacio natural;. El cuerpo de agua más cercano al lugar es el Mar Caribe que es utilizado por lo turistas y público en general para realizar actividades de recreación, descanso y esparcimiento a una distancia aproximada de 500 metros. De lo anterior se desprende que dicho proyecto cumple con la regulación en materia de Desarrollo urbano y Uso de suelo

#### **II.1.7.- Urbanización del área y descripción de servicios requeridos**

El proyecto, debido a su ubicación, no requerirá ningún tipo de urbanización ni de servicios extras. Cuenta con todos los servicios públicos (redes de energía eléctrica, telefónica, y agua potable) y por tanto equipado con todos los servicios requeridos para su operación.

La distribución de energía eléctrica está a cargo de la Comisión Federal de Electricidad. El servicio de telefonía es proveído por TELMEX, además que existen múltiples compañías que ofrecen servicio inalámbrico (NEXTEL, TELCEL, IUSACELL, MOVISTAR, etc.).

De acuerdo a la naturaleza del proyecto los servicios requeridos para su operación es la del:

**Servicio de energía eléctrica:** este servicio estará garantizado por la Comisión Federal de Electricidad.

## **II.2.- Características particulares del proyecto**

El predio se encuentra ubicado en la localidad de Cozumel, debido a lo cual tiene todos los servicios básicos. El sitio en el que desarrolla el presente proyecto entre otros cuenta con energía eléctrica, teléfono, internet y agua potable suministrado por CAPA.

El proyecto consiste en obtener la autorización en materia de impacto para perforar 2 pozos e instalar una planta para el proceso de ósmosis inversa. La presentación de este documento consiste en obtener la autorización por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para posteriormente obtener los permisos de perforación, aprovechamiento y descarga por parte de la Comisión Nacional del Agua.

Con la aceptación y el resolutive de la SEMARNAT, se contempla posteriormente hacer los trámites pertinentes ante la CONAGUA y obtener los permisos para la perforación y abastecimiento de agua salobre y la descarga a un pozo profundo a 60 metros, para las aguas de rechazo de la ósmosis inversa.

El volumen de aprovechamiento de agua salobre proveniente de aguas nacionales que se solicitará a la CONAGUA, corresponde a 219,000 m<sup>3</sup> anuales provenientes de un pozo de extracción con una profundidad de 30 metros de profundidad.

El proceso de ósmosis inversa consiste en hacer pasar el agua a través de unas membranas adecuadas reteniendo las sales minerales e impurezas presentes en esa agua y obteniendo un agua de aporte de gran calidad y bajo contenido salino. Este es el tratamiento adecuado para reducción de sales y conductividad, sulfatos, nitratos, cloruros, etc. Mediante la ósmosis se obtiene por una parte agua desmineralizada o permeada y por otra el agua de rechazo cuya característica básica es una mayor concentración de sales.

Los porcentajes de agua aprovechados y rechazados en un proceso de ósmosis inversa se calculan en un 40%, lo que quiere decir que si son extraídos 100 litros de agua por medio del pozo de extracción, serán filtrados 40 litros y los otros 60 litros serán descargados como agua de rechazo a través del pozo. Esta agua de rechazo presentará una mayor concentración de sales, comparada con el agua de abastecimiento extraída debido al proceso de filtrado a través de las membranas de la ósmosis inversa.

Las unidades de osmosis inversa (desaladoras) están compuestas de manera general de un ensamblaje de dos patines, filtros dual media, un sistema de filtración de membrana en un paso, un subsistema de limpieza de lavado y subsistema de tratamiento posterior, así como de varias piezas instrumentales para el control y monitoreo adecuado del funcionamiento, también cuentan con paro automático en caso de que se produzca un mal funcionamiento. La operación del sistema de tratamiento por osmosis inversa es de la siguiente manera:

### **Pre tratamiento**

El agua salobre requiere de un pretratamiento y acondicionamiento para poder ser alimentada a las membranas, es de gran importancia el realizar un pretratamiento adecuado ya que de lo contrario las membranas pueden sufrir taponamientos e incrustaciones constantes incrementando la frecuencia de limpieza y reduciendo la vida útil de las mismas.

El proceso comienza con la alimentación del agua salobre hacia los filtros dual media, esta pasa a través de los lechos filtrantes como arena y antracita para eliminar sólidos suspendidos mayores a 20 micras. El filtro posee un manifold de cinco válvulas manuales las cuales se posicionan de la siguiente manera: Servicio, retrolavado y enjuague.

En la etapa de servicio el agua se alimenta por la parte superior por medio de un distribuidor interno pasando por los lechos filtrantes. El agua filtrada se recolecta en el fondo del filtro por medio de un colector interno y pasa a la siguiente etapa de filtración fina (filtro pulidor de cartuchos). Dependiendo de la calidad del agua extraída (sucia), el filtro se encuentra en operación durante las horas requeridas hasta que el lecho filtrante se encuentre lo suficientemente sucio para que este sea retrolavado.

La etapa de retrolavado se realiza cuando el filtro haya atrapado una alta cantidad de sólidos provocando una caída de presión alta superior a las 15 psi. Dicha caída de presión deberá ser detectada para iniciar la etapa de retrolavado, la cual consiste en pasar agua a contracorriente por la parte inferior del filtro expandiendo los lechos filtrantes y expulsando los sólidos retenidos por la parte superior del filtro. El agua sucia se descarga a la línea de drenaje (agua de rechazo).

Finalizado el retrolavado, el filtro se posiciona en la etapa de enjuague en forma manual, el cual consiste en retirar el remanente de agua sucia que queda dentro del filtro después de un retrolavado.

Una vez que el agua ha pasado por los filtros dual media, pasa a través de un filtro pulidor de cartuchos para remover los sólidos en suspensión mayores a una micra. Este filtro es de fibra de vidrio reforzado para resistir cualquier tipo de corrosión debido al agua salobre. El medio filtrante consiste en cartuchos cilíndricos desechables fabricados de polipropileno extruido el cual tiene un grado de filtración de hasta una micra misma que es reemplazado por uno nuevo cuando la caída de presión sea de 12 psi o se encuentre muy sucio.

Con la finalidad de evitar cualquier tipo de incrustación inorgánica debido a la alta dureza del agua, la planta cuenta con un dosificador de inhibidor de incrustación, la dosificación requerida para mantener las membranas libres de incrustaciones es de 5 ppm.

## **Desalinización**

Una vez que el agua ha sido filtrada y acondicionada pasa a través de la bomba de desplazamiento positivo de alta presión para alimentar al banco de membranas. Este banco está compuesto de 12 elementos de 8" de diámetro X 40" de longitud. Las membranas se encargan de reducir el agua salobre a un producto de 400 ppm de TDS (Sólidos disueltos totales) produciendo una recuperación del 40% con respecto al flujo de alimentación. Se cuenta con un subsistema de barrido /limpieza para el mantenimiento de la unidad de osmosis, el cual lava las membranas y los receptáculos de presión con agua perneada como parte del proceso de cierre automático. Esto impide que las membranas se deshidraten. El sistema de lavado es activado y controlado automáticamente por los controles de nivel del tanque de barrido.

El acondicionamiento por medio del sistema de osmosis inversa permitirá reducir el agua salobre a un producto de 400 ppm de TDS produciendo una recuperación del 40% con respecto al flujo de alimentación.

Equipo de ósmosis inversa modelo **W-tech** modelo WT-4R3SW con una capacidad de flujo de 600 m<sup>3</sup>/día de agua pura tratada, considerando agua cruda de 15,000 ppm de sólidos disueltos totales a 27°C. Este equipo permite reducir aproximadamente en un 50% los costos económicos actuales para el agua potable, debido al uso de equipos eléctricos de bajo consumo.

La planta que se pretende colocar ofrece la más alta calidad de agua, servicio 24 horas, los siete días a la semana durante todo el año y el buen funcionamiento de planta suministrada durante los próximos 50 años.

## **Características y componentes**

El diseño de la Ósmosis Inversa (OI) está basado en la alimentación de agua salobre con un máximo de 15,000 mg/l a una temperatura de 27°C sin presencia de Hierro y de Cloro, sustancias orgánicas y aceites y con un SDI<3.

### **Sistema WT-4R3SW**

A continuación se describe la ficha técnica:

#### **Filtro multimedia**

1 (uno) Filtro multimedia marca W-tech 42" X 72" de operación digital, para eliminación de partículas mayores a 5 Micras

#### **Sistema de dosificación de químicos**

Inhibidor de Incrustaciones: Para dispersar y retardar la precipitación (por sobre saturación) de las sales que se encuentran suspendidas en el agua durante el tiempo de residencia en las membranas.

**Estabilizador de pH:** aplicación de químicos para elevar el pH en la cisterna de agua producto.

**Cloruro de calcio:** para elevar la dureza en el agua producto.

**Cloro residual:** aplicación de cloro en la cisterna de agua producto.

Equipo de dosificación 4 (cuatro)

Marca Grundfos

Modelo DDE 6-10 B PVC V C F-311003BG

Alimentación Eléctrica 110V 50/60 Hz.

Tanque de día Incluido

Material Polietileno

Capacidad 35 gal.

#### **Sistema de Osmosis Inversa**

Arreglo 4:0 X3

Flujo de alimentación 110 gpm

Flujo de permeado 44 gpm

Recuperación 40%

Presión de Alimentación 700 PSI

Temperatura del agua de alimentación 27 °C

pH del agua de alimentación 7

Calidad de agua de alimentación 15,000 mg/L

Calidad de agua producto 400 mg/L

Concentración de cloro libre permitido 0.0 mg/L

Flux 10.1 gfd

#### **Filtro pulidor**

Cantidad 4 (CUATR O) pzas

Marca TRUWATER

modelo 4.5X20

Material PVC

Presión de operación 60 PSI

Altura de bolsas 20 pulgadas

Retención 1 MICRA

**Válvula de cierre automático**

Cantidad Una (1)  
Tipo ACTUADORA  
Diámetro 3"  
Operación AUTOMATICA

**Bomba de alta presión**

Cantidad 1 (u na)  
Marca FEDCO  
Modelo MSS-2030  
Material ACERO DUPLEX  
HP 40

**Recuperador de Energía.**

Cantidad 1 (U NO)  
Marca FEDCO  
Modelo HPBe-20  
Material ACERO DUPLEX

**Membranas de osmosis inversa**

Cantidad 12 (D OCE)  
Marca Hydranautics  
Modelo SWC5-MAX  
Material Poliamida TFC  
Configuración Espiral  
Diámetro 8"  
Longitud 40"

**Recipientes de presión**

Cantidad 4 (CUATR O) Pzs.  
Marca CODE LINE  
Modelo 80S100-3  
Material FPR  
Presión de diseño 1,000 Psi  
Conexión VICTAULIC INOXIDABLE  
Puertos DOS LATERALES

**Válvula de muestreo**

Cantidad 4 (CUAT RO) Pzs.  
Material ACERO INOXIDABLE  
Conexión ¼" NPT

**Instrumentación**

Monitor de flujo (doble sensor) 1 (U NO)  
Modelo F33A1NN  
Sensor de flujo en línea 2 (DOS)  
Modelo F1A11A1T  
Monitor de conductividad 1 (UNO)  
Modelo C33A1NN  
Sensor de conductividad en línea 2 (DOS)  
Modelo 3422A1A (PERMEADO)  
3422C3A (ALIMENTACION)

Monitor de pH 1 (UNO)  
Modelo P33A1NN  
Sensor de pH en línea 1 (UNO)  
Modelo PC1R1A

**Módulo de control**

Controlador PL C  
Marca Allen Bradley "Touch Screen"  
Modelo PLS 6,700 A COLOR TOUCH SCREEN 24 1606-  
Fuente de poder PLC 1606-xls120e de 120w 24-28 vcd 5 amp  
Gabinete Himel  
Código Nema 4 X  
Manómetros de presión 4 (CUATRO)  
Marca Aschroft  
Material Acero Inox.  
Switch de baja presión Incluido  
Alarmas audibles Incluido  
Contacto señal de nivel de tanque Incluido  
Contacto bombas dosificadoras Incluido  
Configuración y programación Incluido  
Ingeniería Incluido  
Funciones a Controlar Arranque y paro de la bomba.  
Activación de las bombas dosificadoras.  
Apertura de válvula de entrada.  
Paro por baja presión.  
Paro por alta presión.  
Paro por sobrecarga del motor.  
Configuración de alarmas.

**Cabezal de alta presión**

Material Acero inoxi dable 2205  
Diámetro 3"

**Cabezal de baja presión**

Material PVC CED80  
Diámetro 3"

**Patín estructural para recipientes de presión y bombas**

Material Acero inoxidable  
Rejilla Irving  
Material Fibra de vidrio  
Niveladores Ajustables

**Equipo de limpieza química**

Bomba Acero inoxidable  
Tanque Polietileno 1,000 lts

## Pre tratamiento

En todo sistema de ósmosis inversa es necesario adecuar el agua de alimentación al equipo a fin de preservar la vida útil de las membranas con productos dispersantes. Se prevé la instalación de un sistema de dosificación de anti incrustante para 10 m<sup>3</sup>/h.

Por ello se prevé la dosificación de polímero solubilizantes de alto desempeño elaborados bajo Norma ISO 9001 Versión 2000, a través de la bomba dosificadora con su correspondiente deposito de polietileno. Los mismos se encuentran aprobados para el uso en agua potable.

Tipo de bomba dosificadora	A diafragma de desplazamiento positivo
Deposito de preparación	Polietileno de 2001

## Sistema de limpieza

El sistema de limpieza posee un SKID independiente, con el objetivo de ser empleado en cada equipo, el mismo posee los siguientes componentes:

Tanque polietileno	1000 l
Bomba de recirculación	CRN 45-2-2
Potencia	7.5 Hp
Caudalímetros	Rotómetro
Tablero eléctrico	Potencia y control

## Almacenamiento

El agua se debe almacenar en un depósito cuya altura no supere los 10 m, esto debido a que el sistema no se lo debe oponer presión superior a los 1 kg/cm<sup>2</sup>. La planta tiene previsto arrancar y parar de acuerdo a los niveles de este tanque producto.

## Consideraciones

Se tienen previstos los siguientes puntos:

Acometidas del agua a tratar con una disponibilidad continua de 20 m<sup>3</sup>/h y no clorada.

Desagüe que permita recibir el concentrado producido en forma continua.

Energía eléctrica para una potencia máxima instalada de 90 HP + 7.5 HP por sistema de limpieza.

Conexiones para recibir el agua producto y su respectivo depósito.

### II.2.1.- Programa general de trabajo

El programa general de trabajo consiste de manera inicial en la perforación de los dos pozos antes mencionados. De manera paralela a esto, se contará con los materiales necesarios para la instalación y/o ensamblado, donde se harán conexiones eléctricas e hidráulicas para cada uno de los componentes del sistema, permitiendo y logrando su funcionamiento de manera adecuada.

Etapa	Concepto	SEMANAS															
		5 días	10 días	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Preparación	Trazo topográfico																
	Perforación de pozos																
Construcción	Acomodo y armado de ósmosis inversa																



**Ajuste del sistema eléctrico e hidráulico:** Ya instalada la bomba de extracción de agua salobre y el equipo de ósmosis inversa se procederá a probar los sistemas y a realizar los ajustes que esto pudiera requerir, evitando fugas, derrames y escurrimientos de agua, así como la comprobación del buen funcionamiento del equipo, conexiones y cablerías eléctricas utilizadas dentro del proyecto.

**Pruebas de operación:** Posterior a la instalación del sistema, se procederá a la realización de pruebas de funcionamiento y operatividad que garantice la seguridad de los operarios y equipo, y que permitirán se evalúe el funcionamiento del sistema ya en operación: Paralelamente se evaluará la calidad de agua obtenida para el componente instalado de ósmosis inversa, mediante un laboratorio certificado que avalen los resultados obtenidos.

#### **II.2.5.- Etapa de operación y mantenimiento**

**Operación y mantenimiento del equipo:** La operación y mantenimiento del equipo consiste en realizar reparaciones rutinarias (mantenimiento preventivo y correctivo), de la bomba de extracción del pozo de agua salobre, sistema eléctrico e hidráulico del sistema de ósmosis inversa, que permita garantizar la calidad de agua de abastecimiento, el buen funcionamiento del equipo y la calidad de agua de descarga. A esto se incluyen los retrolavados necesarios para la eliminación de componentes incrustados, cambio de membranas y cartuchos y mantenimientos generales a las instalaciones eléctricas e hidráulicas.

**Extracción de agua:** Las actividades que se llevarán a cabo durante la etapa de operación consistente en la extracción de agua salobre y su filtración a través de la ósmosis inversa, posteriormente esta agua será destinada a cubrir de manera total con lo requerimiento de la planta cervecera y para realizar la limpieza de las áreas comunes.

**Personal de planta:** la cervecera contará con dos personas destinadas a los trabajos operativos, de mantenimiento y seguridad de la ósmosis inversa para cubrir con las necesidades del proyecto.

**Turnos de trabajo:** Esto se realizará durante tres turnos de 8 horas, lunes a domingo, para el área de operación y mantenimiento, de la planta de ósmosis inversa.

**Insumos y materiales:** La planta de ósmosis inversa necesita de reactivos para llevar a cabo el proceso de filtración. Los productos químicos utilizados son: anti-incrustantes, hipoclorito de sodio y carbonato de calcio.

#### **II.2.6.- Descripción de obras asociadas al proyecto**

El proyecto como tal no requerirá de ninguna obra asociada. Después de perforado el pozo de extracción de agua salobre, y el pozo de descarga de la ósmosis inversa, se realizará el armado y ensamble del sistema y posteriormente la instalación hidráulica, el sumergido de la bomba de extracción y conexiones eléctricas necesarias para el funcionamiento de esta.

#### **II.2.7.- Etapa de abandono del sitio**

El proyecto no contempla una etapa de abandono del sitio, debido a que propone un mantenimiento periódico y constante en el equipo y sus componentes, los cuales mantendrán su buen funcionamiento durante el tiempo que opera la planta cervecera.

### **II.2.8.- Utilización de explosivos**

La excavación de los dos pozos y el acomodo y ensamblado de la bomba de extracción, de la planta de ósmosis inversa, no contempla el uso de explosivos, debido a que la perforación se realizará, mediante el uso de maquinaria mecánica contratada a una empresa especializada en esto.

### **II.2.9.- Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera**

Debido al corto periodo de tiempo en que se realizará la perforación de los dos pozos (quince días promedio), la generación de residuos sólidos será mínima. Los residuos sólidos estarán conformados principalmente por sedimentos (tierra y lodos) que se generen durante el proceso de perforación, los cuales serán retirados de manera manual con el uso de palas y carretillas y se acopiarán en costales para ser trasladados fuera del sitio y depositados en un lugar autorizado para este fin. Los residuos líquidos consistirán en agua inyectada que utiliza la maquinaria de perforación durante el proceso de perforado, la cual no contiene ningún tipo de contaminante y es parte del proceso de perforación. Un porcentaje de esta agua será evaporada por el sol y el otro porcentaje será resumido en las áreas adyacentes al predio y el subsuelo donde se perfore los pozos. Asimismo, los residuos sólidos domésticos que se generen por lo trabajadores durante el proceso de perforación, serán depositados en botes de basura los cuales serán retirados de manera diaria por personal dedicada a este trabajo. Las emisiones a la atmósfera estarán dadas por ruido, humos y vibraciones generadas por el equipo de perforación durante el proceso de perforado de los pozos. El equipo contratado y utilizado para la perforación de los pozos deberá estar condiciones óptimas para su operación, deberán estar afinados mecánicamente y contar con filtros de humo y silenciadores de ruido que permita atenuar estos impactos.

Los residuos sanitarios que se puedan generar por el personal que trabaje en la perforación de los pozos, será cubierto por sanitarios portátiles, los cuales estarán disponibles para los trabajadores, evitando la defecación al aire libre.

El proceso de ósmosis inversa generará un agua de rechazo con alta concentración de sales, iones y sólidos, producto del proceso de filtrado. Esas aguas con elevadas cargas iónicas y de sólidos serán descargadas de manera directa al pozo de rechazo eliminando mediante este método los residuos excedentes generados durante este proceso. La planta de ósmosis inversa generará un reducido volumen de ruido y vibraciones, debido a que será operada mediante equipos eléctricos.

El proceso de ósmosis inversa no generará contaminación atmosférica, por humo, ruido o vibraciones, debido a que este equipo opera de manera eléctrica y es de alta eficiencia.

### **II.2.10.- Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos**

El único residuo derivado del proceso objeto de este trabajo, serán las aguas residuales que se producen como resultado del proceso de osmosis inversa y que en sus características de vertido a un pozo de rechazo (que será previamente autorizado por la Comisión Nacional de Agua) cumplirán con lo establecido en la **NOM-001-SEMARNAT-1996.-**, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

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

A continuación se enlistan y se realiza un análisis de todos los instrumentos jurídicos aplicables en materia de impacto ambiental, durante las diversas etapas del proyecto (preparación, construcción y operación) contenidas en la LGEEPA, en su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel, publicado en el Periódico Oficial el 21 de octubre de 2008.

#### **III.1.- Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 28 de enero de 1988.**

*"ARTICULO 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 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*

De acuerdo a lo señalado en el primer párrafo de el artículo transcrito anteriormente, el Procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental, es el mecanismo que se debe aplicar de manera previa, para evaluar los posibles impactos ambientales que se puedan generar el proyecto consistente en la instalación de ósmosis inversa, en acatamiento a lo establecido en dicho artículo, la promovente garantiza su cumplimiento con la entrega de este documento, de manera previa a la instalación y operación de ósmosis inversa la cual por ser una obra hidráulica , requiere de ser evaluada.

#### **III.2.- Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Impacto Ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación, el 30 de mayo de 2000**

Una vez definido el tipo de desarrollo que debe de ser sometido al procedimiento de impacto ambiental, mencionaremos el REIA, el cual define explícitamente si la instalación y operación de ósmosis inversa, requiere de ser sometida a dicho procedimiento, de lo cual tenemos lo siguiente:

*"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:*

*Hidráulicas:*

*(....)*

*Fracción XII.- Plantas desaladoras;*

*(....)*

Al respecto y de acuerdo a lo señalado previamente, el propósito de la instalación y operación de la ósmosis inversa es la realización de actividades de hidráulica, a través de la operación para dotar los servicios necesarios a la planta cervecera; por lo cual el proyecto debe sujetarse al Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental, tal y como lo está haciendo a través de la presentación de este documento.

Conforme a lo citado en la LGEEPA y en el REIA, nuestro propósito, es la solicitud de la autorización en materia de impacto ambiental por las obras y actividades de Instalación de ósmosis inversa, por tratarse de obras que corresponden a obras hidráulicas, fracción XII, Plantas desaladoras.

### III.3.- Ley de Aguas Nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 29 de abril de 2004.

La evaluación en cuanto a la Normatividad en materia de de Uso y Aprovechamiento del agua, la Dependencia Federal responsable el la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), a través de la Ley de Aguas Nacionales, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 29 de abril de 2004, y sus artículos 21 y 21 Bis, estipula como requisito indispensable para otorgar permiso a la instalación y operación de sistemas de tratamiento del agua (y con ello a las plantas de ósmosis inversa), la elaboración de una Manifestación de Impacto Ambiental, cuando a sí lo requiera conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, lo que dar lugar al presente estudio.

### III.4.- Normas Oficiales Mexicanas aplicables a las que se sujetará el proyecto (diferentes fechas de publicación).

A continuación se realiza un análisis de la normatividad ambiental que incide directamente sobre el proyecto, también se indica las actividades de prevención y atenuación según lo especificado por cada Norma Oficial Mexicana.

**TABLA 2. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES**

NORMA OFICIAL MEXICANA	RELACIÓN CON EL PROYECTO	FORMA DE CUMPLIMIENTO																								
<p><b>NOM-001-SEMARNAT-1996</b> Límite máximo permisible de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes de la nación</p>	<p>Aplicable a generación de sales en el agua de rechazo de la planta de ósmosis inversa</p>	<p>El agua de rechazo será canalizada en un pozo de inyección con una profundidad de 60 m, se ha estimado que las sales producto del rechazo de la ósmosis se diluirán de manera natural al ser inyectadas en este pozo, ya que el manto acuífero a esta profundidad se compone de agua enteramente salina; el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana garantizará que no existe ningún contaminante que acompañe a las aguas de rechazo.</p>																								
<p><b>NOM-052-SEMARNAT-2005</b> Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos</p>	<p>Aplicable a los residuos peligrosos como residuos de aceites, diesel, etc, que podrían generarse en las actividades de mantenimiento de la planta de ósmosis inversa</p>	<p>El manejo de los residuos peligroso que se generen en las diferentes etapas, que aseguren que no ocurran derrames al suelo o cuerpos de agua de combustibles u otras sustancias peligrosas. En cumplimiento del presente criterio, a continuación de presenta el listado de todas aquellas sustancias potencialmente contaminantes que se emplearán en las distintas etapas del proyecto:</p> <table border="1" data-bbox="735 1570 1425 2033"> <tr> <td data-bbox="735 1570 991 1671">Preparación del sitio:</td> <td data-bbox="991 1570 1206 1671">Construcción (instalación de la ósmosis):</td> <td data-bbox="1206 1570 1425 1671">Operación (mantenimiento de la ósmosis):</td> </tr> <tr> <td data-bbox="735 1671 991 1738">Diesel (perforación).</td> <td data-bbox="991 1671 1206 1738">Pintura vinil acrílica</td> <td data-bbox="1206 1671 1425 1738">Pintura vinil acrílica</td> </tr> <tr> <td data-bbox="735 1738 991 1805">Aceite (perforación).</td> <td data-bbox="991 1738 1206 1805">Solventes (thinner)</td> <td data-bbox="1206 1738 1425 1805">Pegamento</td> </tr> <tr> <td data-bbox="735 1805 991 1839"></td> <td data-bbox="991 1805 1206 1839">Sellador</td> <td data-bbox="1206 1805 1425 1839">Anticorrosivos</td> </tr> <tr> <td data-bbox="735 1839 991 1872"></td> <td data-bbox="991 1839 1206 1872">Pegamento</td> <td data-bbox="1206 1839 1425 1872">Aceites</td> </tr> <tr> <td data-bbox="735 1872 991 1906"></td> <td data-bbox="991 1872 1206 1906">Anticorrosivos</td> <td data-bbox="1206 1872 1425 1906">Grasas</td> </tr> <tr> <td data-bbox="735 1906 991 1973"></td> <td data-bbox="991 1906 1206 1973">Sobrantes de tuberías</td> <td data-bbox="1206 1906 1425 1973"></td> </tr> <tr> <td data-bbox="735 1973 991 2033"></td> <td data-bbox="991 1973 1206 2033">Sobrantes de cables, plásticos</td> <td data-bbox="1206 1973 1425 2033"></td> </tr> </table>	Preparación del sitio:	Construcción (instalación de la ósmosis):	Operación (mantenimiento de la ósmosis):	Diesel (perforación).	Pintura vinil acrílica	Pintura vinil acrílica	Aceite (perforación).	Solventes (thinner)	Pegamento		Sellador	Anticorrosivos		Pegamento	Aceites		Anticorrosivos	Grasas		Sobrantes de tuberías			Sobrantes de cables, plásticos	
Preparación del sitio:	Construcción (instalación de la ósmosis):	Operación (mantenimiento de la ósmosis):																								
Diesel (perforación).	Pintura vinil acrílica	Pintura vinil acrílica																								
Aceite (perforación).	Solventes (thinner)	Pegamento																								
	Sellador	Anticorrosivos																								
	Pegamento	Aceites																								
	Anticorrosivos	Grasas																								
	Sobrantes de tuberías																									
	Sobrantes de cables, plásticos																									

**TABLA 2. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES**

NORMA OFICIAL MEXICANA	RELACIÓN CON EL PROYECTO	FORMA DE CUMPLIMIENTO
		<p>Es importante mencionar que estas sustancias no serán almacenadas al interior del predio, ya que serán adquiridas hasta el momento de su uso; así mismo, no se prevé que existan sobrantes, considerando que las cantidades que se utilizarán serán las mínimas necesarias; por lo tanto, resulta innecesario contar con un almacén de la naturaleza que refiere este criterio.</p> <p>Las medidas preventivas, de mitigación o corrección que se aplicarán en caso de que ocurra el derrame de dichas sustancias directamente al suelo, se presentan en el capítulo VI del manifiesto. Cabe aclarar que no existen cuerpos de agua al interior del predio que puedan ser contaminados con un accidental vertido.</p> <p>Con la finalidad de evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes, se instalará un contenedor plástico de alta densidad, con un sistema de cierre hermético y libre de fugas, que servirá como almacén temporal de dichos residuos. Por lo que no se requieren espacios adicionales.</p>
<p><b>NOM-003-CONAGUA-1996</b> Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos</p>	<p>Aplicable a la construcción del pozo de extracción y el pozo donde se inyectará el agua de rechazo</p>	<p>El pozo para la inyección del agua de rechazo, se construirá a más de 30 metros de distancia del pozo donde se extraerá el agua cumpliendo con lo que dicta la norma el relación al área restringida de emplazamiento de los pozos, estableciéndose que el área de protección entre el sitio seleccionado para construir un pozo y las fuentes potenciales de contaminación existentes que no pueden ser suprimidas, tendrá un radio mínimo de 30 m con respecto al pozo.</p>
<p><b>NOM-004-CONAGUA-1996</b> 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</p>	<p>Esta Norma aplicaría en las actividades posteriores a la vida útil de la planta de ósmosis</p>	<p>Posterior ala vida útil del proyecto se procurará seguir los lineamientos que establece la NOM, para asegurar que no se afecte el acuífero.</p>
<p><b>NOM-015-CONAGUA-2007</b> Infiltración artificial de agua a los acuíferos características y especificaciones de las obras y del agua</p>	<p>Aplicable a la descarga del agua de rechazo hacia el pozo de absorción</p>	<p>El pozo de rechazo tendrá una profundidad de 60 m para que al momento de realizar la descarga de agua de rechazo, las sales contenidas puedan diluirse de manera natural en el acuífero profundo, y así no contaminar el agua dulce ni el ecosistema marino.</p>
<p><b>NOM-059-SEMARNAT-2010</b> Protección ambiental – especies nativas de</p>	<p>Esta Norma no es aplicable al proyecto</p>	<p>Al interior del predio, donde se pretende realizar los pozo de extracción y rechazo carecen de vegetación listada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010".</p>

**TABLA 2. VINCULACIÓN DEL PROYECTO CON LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS APLICABLES**

NORMA OFICIAL MEXICANA	RELACIÓN CON EL PROYECTO	FORMA DE CUMPLIMIENTO
México de flora y fauna silvestre categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio _ Lista de especies en peligro.		
<b>NOM-041-ECOL-1999</b> que establece los parámetros sobre la emisión de contaminantes a la atmósfera por fuentes móviles que funcionan mediante gasolina y la Norma Oficial mexicana <b>NOM-081-ECOL-1994</b> que establece los límites máximos de emisiones de ruido de las fuentes fijas y el método de medición	Aplicable a la operación de la maquinaria, equipo y vehículo de apoyo durante la construcción del proyecto	Para dar cumplimiento a lo que se establece en estas Normas, se dará un mantenimiento constante de la maquinaria y equipo utilizado a fin de prevenir descomposturas.
<b>NOM-041-ECOL-1996</b> , que establece los niveles máximo permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible	Aplica los vehículos de apoyo para el transportes de materiales de la ósmosis y el personal de trabajo, que funcionan mediante gasolina	Para evitar la contaminación del aire por emisiones de gases, se le dará a las unidades un mantenimiento constante
<b>NOM-080-ECOL-1994</b> que establece los niveles máximos permisibles de emisiones de ruido provenientes del escape de vehículos automotores	Aplica ala maquinaria perforadora.	Para evitar emisiones de ruido indebidas hacia la atmósfera, se colocarán silenciadores que permitan reducir los niveles de ruido al momento de realizar el perforado de los pozos. De igual forma las vibraciones generadas por el equipo perforador serán amortiguadas por el chasis y las llantas del vehículo donde estará montada la maquinaria perforadora, lo cual disminuirá gran parte de estas al momento de taladrar el suelo.

### III.5.- Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel (2006) y Programa Parcial de Desarrollo Urbano 4 de Cozumel (2007)

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Cozumel (2006) y Programa Parcial de Desarrollo Urbano 4 de Cozumel (2007), el predio de interés se localiza dentro de los límites de estos programas tal y como se observa Figura 6.

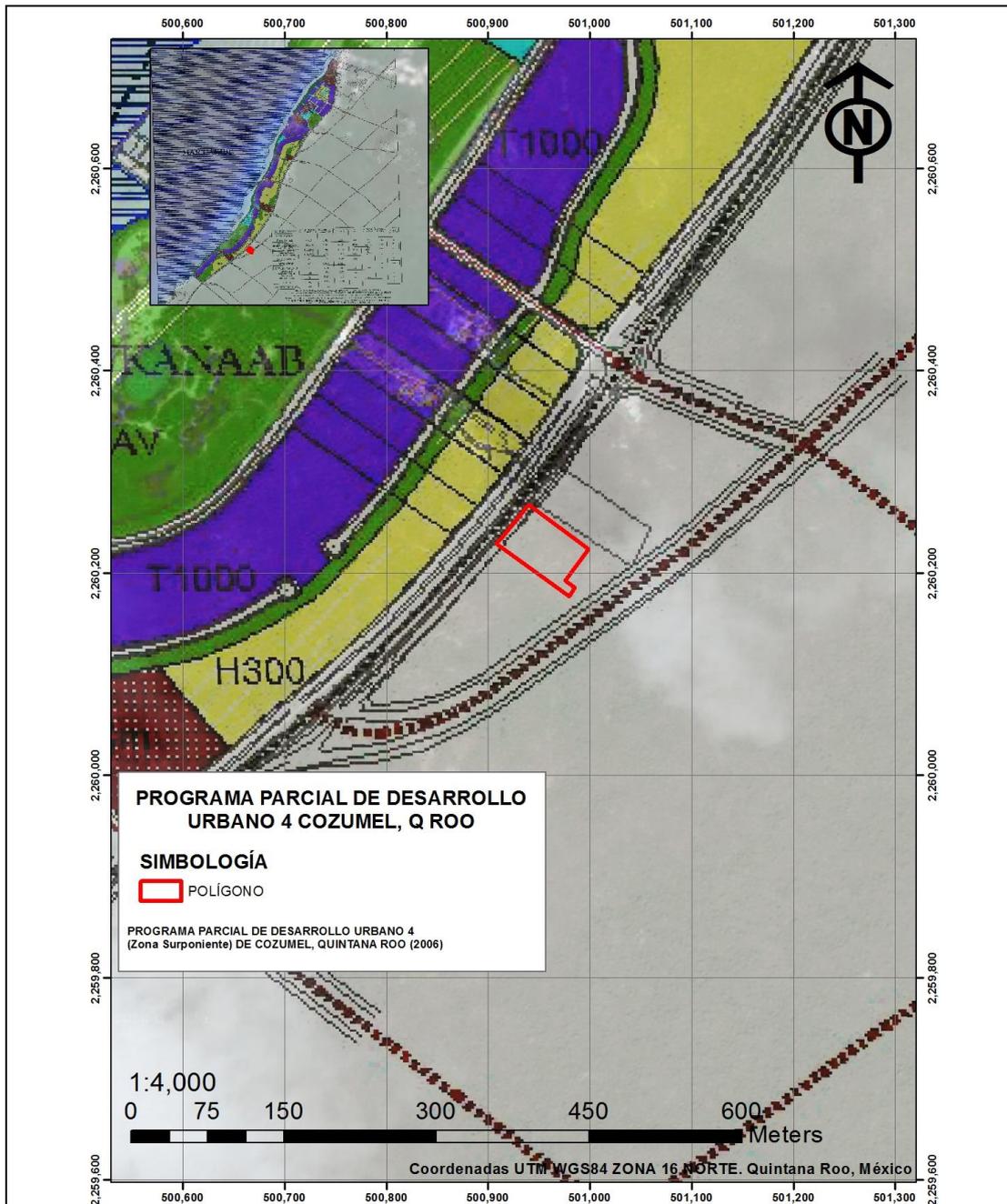


Figura 5. Ubicación del predio de interés en referencia al límite que abarca el PDU de Cozumel.

**III.6.- Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel (POEL), Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del estado de Quintana Roo, el 21 de octubre de 2008.**

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel, Quintana Roo, publicado en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 21 de octubre de 2008, el predio de interés se localiza en la unidad de gestión ambiental (UGA) número CP1, la cual tiene asignada una política ambiental de "Aprovechamiento" (Figura 6, Tabla 5).

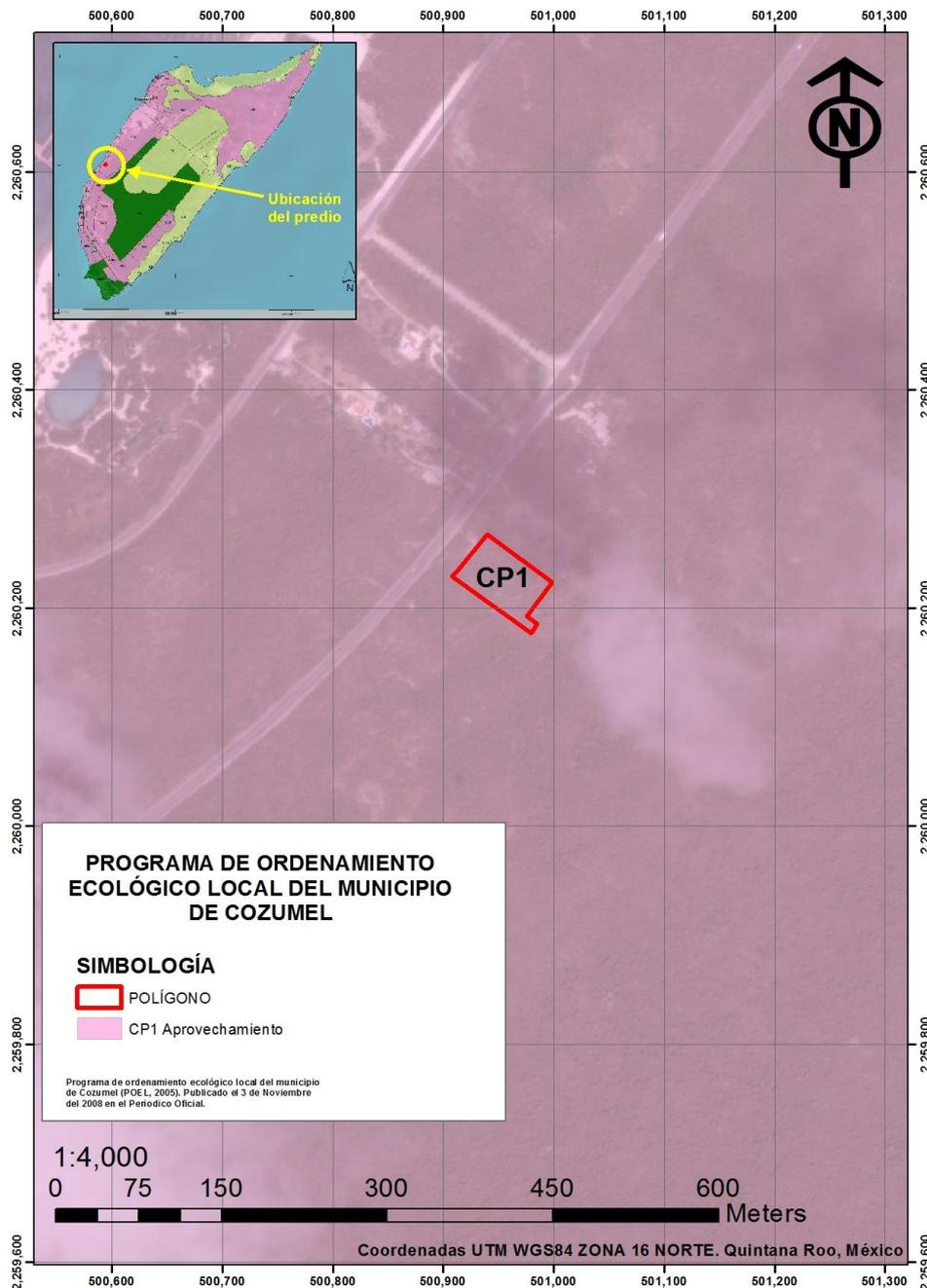


Figura 6. Vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel, Quintana Roo.

**Tabla 3. Características de la Unidad de gestión Ambiental CP1.**

**Fuente: Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Quintana Roo el 21 de octubre de 2008.**

<b>UNIDAD DE GESTIÓN AMBIENTAL APLICABLE:</b>		<b>CP1</b>
<b>POLÍTICA AMBIENTAL</b>	Aprovechamiento	
<b>LINEAMIENTO</b>	Lograr un desarrollo urbano sostenible para evitar que el centro de población genere impactos acumulativos	
<b>USO PREDOMINANTE</b>	Desarrollo urbanos; centro de población	
<b>USOS COMPATIBLE</b>	Hotelería/residencial turístico, comercial, industrial, mantenimiento de espacio natural	
<b>USOS CONDICIONADOS</b>	Agropecuario; pesca	
<b>USOS INCOMPATIBLES</b>	Acuícola, minería	

Tabla 4. Vinculación del proyecto Instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa con los criterios de regulación ecológica aplicables al predio de interés que establece el Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Cozumel, Quintana Roo.

<b>ASENTAMIENTOS HUMANOS</b>	<b>Propuesta de cumplimiento por parte del promoverte</b>
Los asentamientos humanos se regirán por el Plan de Desarrollo Urbano vigente.	No aplica este criterio ecológico al proyecto.
Se permite la construcción de nuevas viviendas residenciales siempre y cuando éstas se conecten con la red de drenaje municipal	No aplica este criterio ecológico al proyecto.
<b>ABASTECIMIENTO DE AGUA</b>	
Se prohíbe la perforación de nuevos pozos domésticos para extracción de agua del acuífero	Para el proyecto de ósmosis inversa no se considera la construcción de obras e infraestructura para pozos domésticos para extracción agua.
El Ayuntamiento deberá levantar un inventario de los pozos domésticos con el fin de regular el volumen de extracción de agua del acuífero	Le corresponde al Municipio esta condicionante.
<b>TRATAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES Y RESIDUALES</b>	
Se prohíbe la disposición de aguas residuales en cuerpos de agua, zonas inundables, mar o terreno que no estén habilitados para dicho fin	Se cumplirá con este criterio; el agua de rechazo generada, se inyectara en un pozo de inyección a 60 m de profundidad, en donde el acuífero presenta agua salada en su totalidad, por lo que se estima que las sales presentes en el agua de rechazo, se diluirán de manera natural, sin ocasionar afectaciones y/o variaciones en el equilibrio del manto acuífero.
Es obligatoria la disposición de aguas residuales en plantas de tratamiento.	El proyecto se sumará a la infraestructura que se pretende desarrollar en el predio, en donde las aguas residuales generadas por los colaboradores u operarios, serán enviadas a la planta de tratamiento. Con lo que respecta a la descarga de rechazo de ósmosis inversa no se realizará su reutilización, sino que se canalizará a un cuerpo receptor a través de un pozo de inyección previamente autorizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y cumpliendo en todo momento con las Condiciones particulares de descarga que imponga la CONAGUA dentro del Permiso correspondiente, así como con lo establecido por la NOM-001-SEMARNAT- 1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

<p>Es obligatoria la disposición de los lodos en los sitios previamente autorizados, por la autoridad competente</p>	<p>El proyecto consistente en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, a través de un pozo de extracción y las aguas de rechazo de la ósmosis inversa se enviarán a un pozo de descarga previamente autorizado por la CONAGUA, asimismo, contará como medida de prevención para evitar la contaminación del manto freático a través de la realización de análisis de calidad de agua que se descargue al subsuelo. En ninguno de los casos se pretende llevar a cabo el manejo y disposición final de lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales.</p>
<p>Se prohíbe la disposición de aguas residuales tratadas en cuerpos de agua y zonas inundables. Mar y acuífero</p>	<p>El proyecto consiste en la extracción de agua salobre extraída del manto acuífero; el agua tratada (permeada por ósmosis inversa), será utilizada para dotar los servicios requeridos por la fábrica de cerveza; el agua de rechazo generada se inyectará en un pozo de absorción a 60 m de profundidad en donde el agua es totalmente salada por lo que las sales descargadas, no afectarán el manto acuífero.</p>
<p><b>MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS</b></p>	
<p>Se prohíbe tiraderos a cielo abierto para la disposición de desechos sólidos</p>	<p>En la isla de Cozumel existe en operación un relleno sanitario, concesionado por el Municipio a una empresa Particular; en la zona donde se ubica el proyecto existe el servicio de recoja de basura municipal, por lo que todo los residuos sólidos generados de tipo doméstico serán retirados del predio por este medio.</p>
<p>Se prohíbe la quema de residuos sólidos</p>	<p>Durante la preparación del sitio e instalación del proyecto, se colocaran contenedores para cuatro grupos de residuos (metal, papel, vidrio, orgánico). Durante la etapa de operación se seguirá con esta medida con el fin de apoyar con los programas municipales de separación y reciclaje de los residuos sólidos.</p>
<p>Se prohíbe el depósito de residuos sólidos en áreas silvestres.</p>	<p>El proyecto que se someta a evaluación consiste en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa que será dotado la fábrica de cerveza. El proyecto implementará una serie de medidas para el manejo de residuos, en donde se contemplan acciones que garanticen el correcto manejo de dichos residuos y su confinamiento. Con lo cual se apegará a este criterio</p>
<p>Es obligatoria la operación de un sistema de separación y reciclado de residuos sólidos.</p>	<p>Durante la preparación del sitio e instalación del proyecto, se colocaran contenedores para cuatro grupos de residuos (metal, papel, vidrio, orgánico). Durante la etapa de operación se seguirá con esta medida con el fin de apoyar con los programas municipales de separación y reciclaje de los residuos sólidos.</p>

<p>Es obligatorio contar con un programa de disposición de residuos peligrosos avalado por la Autoridad Competente.</p>	<p>El proyecto se apegará en todo momento a este criterio. Los residuos generados en todas las etapas se dispondrán a través de los centros de acopio autorizados para ello, contando con su programa de residuos peligrosos.</p>
<p><b>GENERACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA</b></p>	
<p>El Ayuntamiento deberá elaborar un programa de instalación de fuentes de energía alternativa (eólica y solar) a fin de instrumentarlo en un plazo de dos años.</p>	<p>Le corresponde al Municipio esta condicionante.</p>
<p><b>VÍAS DE COMUNICACIÓN</b></p>	
<p>En las nuevas vialidades, la Manifestación de Impacto Ambiental deberá demostrar que éstas no tendrán un efecto negativo sobre el flujo natural del agua dulce y marina así como sobre los movimientos y mortalidad de la fauna.</p>	<p>No le es aplicable este criterio ecológico, toda vez que la construcción y operación del proyecto no se requiere de construir nuevas vialidades.</p>
<p>En las vialidades, es obligatoria la disposición de leyendas y señalamientos informativos y restrictivos que permitan proteger a la fauna silvestre nativa.</p>	<p>Con el fin de cumplir con esta condicionante al inicio de las actividades de perforación de los pozos, se colocarán letreros con leyendas de no perturbar la fauna silvestre nativa de la zona</p>
<p>Se prohíbe la instalación de cercados y bardas que obstruyan el movimiento de la fauna silvestre nativa, con excepción de las condicionadas por la SCT en la instalación portuaria.</p>	<p>Dado que el proyecto se desarrollará de forma puntual y por su magnitud, no se requiere la construcción de cercas y bardas o muros perimetrales, éste criterio sólo es de observancia.</p>
<p>Es de carácter obligatorio la adaptación de sistemas que permitan el flujo adecuado del agua entre los humedales adyacentes a los caminos.</p>	<p>El proyecto consiste en la perforación de dos pozos para la instalación y funcionamiento del proceso de osmosis inversa no se ubica cerca de ningún cuerpo de agua, por lo que este criterio no le aplica.</p>
<p><b>EXTRACCIÓN DE MATERIALES</b></p>	
<p>En los actuales bancos de extracción de material solo se permitirá la extracción de conformidad con la normatividad aplicable en la materia y un programa integral de restauración que entrará en vigor al finalizar la etapa de aprovechamiento, avalado por las autoridades competentes.</p>	<p>Se juzga como no aplicable este criterio ecológico.</p>
<p>La autorización de la extensión a explotar de los bancos de material estará sujeta al establecimiento de</p>	<p>Este criterio no es aplicable al proyecto.</p>

una zona de amortiguamiento dentro del predio que proteja la cobertura vegetal que lo circunda.	
La anchura de la zona de amortiguamiento deberá determinarse a partir de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no se generan impactos irreversibles sobre los ecosistemas naturales circundantes que deriven en conflictos ambientales y desequilibrios ecológicos.	El proyecto consistente en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, a través de un pozo de extracción y las aguas de rechazo de la ósmosis inversa se enviarán a un pozo de descarga previamente autorizado por la CONAGUA, asimismo, contará como medida de prevención para evitar la contaminación del manto freático a través de la realización de análisis de calidad de agua que se descargue al subsuelo. En ninguno de los casos se pretende llevar a cabo el manejo y disposición final de lodos y otros residuos generados en el tratamiento de las aguas residuales.
Es obligatorio el inicio de un programa de restauración de los bancos de material que estén a punto de finalizar su etapa productiva en un periodo menor a un año a partir de cierre de operaciones.	Este criterio no es aplicable al proyecto.
<b>PROCESO DE CONSTRUCCIÓN</b>	
Se prohíbe la instalación de campamentos de construcción fuera de las áreas de desplante de la obra.	Se cumplirá con lo especificado; durante la etapa de reparación del sitio y construcción no se requerirán campamentos de construcción debido a que el personal contratado será local, por lo que al terminar la jornada de trabajo se retiraran del predio.
La autorización de campamentos de construcción queda condicionada a la presentación de programas de tratamiento y disposición de desechos líquidos y sólidos en la manifestación de Impacto Ambiental.	No aplica este criterio, por lo que no se contempla la instalación de campamento de construcción
Se prohíbe la disposición de materiales derivados de obra, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, Zona Federal Marítimo Terrestre y áreas marinas	El proyecto que se someta a evaluación consiste en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa que será dotado la fabrica de cerveza.  El proyecto implementará una serie de medidas para el manejo de residuos de manejo especial, en donde se contemplan acciones que garanticen el correcto manejo de dichos residuos.  En ningún caso se contempla la disposición de residuos derivados de las obras sobre la vegetación remanente dentro del predio, ni sobre la vegetación circundante, así como en ZOFEMAT y áreas marinas.
Queda prohibida la quema de desechos sólidos y vegetación así como la aplicación de herbicidas y defoliantes para el desmonte y mantenimiento de derechos de vía, a excepción de los autorizados por CICOPLAFEST.	La promoverte con el proyecto de instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa no pretende ampliar la superficie ya intervenida, toda vez que para la instalación de la planta no se requiere de ningún desmonte adicional. El proyecto no contempla la quema de desechos sólidos y vegetación, así como la aplicación de herbicidas y defoliantes.
La construcción de infraestructura y edificaciones en zonas de manglar y sistemas lagunares estarán	No aplica este criterio

<p>sujetas a lo establecido en la Ley General de Vida Silvestre y la NOM-022-SEMARNAT-2003</p>	
<p><b>MATERIALES Y TIPO DE CONSTRUCCIÓN</b></p>	
<p>Se prohíbe el aprovechamiento de palmas de las especies <i>Thrinax radiata</i>, <i>Pseudophoenix sargentii</i>, y <i>Coccothrinax readii</i> (chit, cuca y nakás) con excepción de aquéllas que provienen de UMAS.</p>	<p>No aplica este criterio, por lo que no se contempla el aprovechamiento de estas especies.</p>
<p><b>MANEJO DE COMBUSTIBLES</b></p>	
<p>Las instalaciones de combustibles y aceites contarán con cárcamos de contención con el fin de evitar derrames fuera del área de almacenamiento.</p>	<p>Es importante mencionar que estas sustancias no serán almacenadas al interior del predio, ya que serán adquiridas hasta el momento de su uso; así mismo, no se prevé que existan sobrantes, considerando que las cantidades que se utilizarán serán las mínimas necesarias; por lo tanto, resulta innecesario contar con un almacén de la naturaleza que refiere este criterio.</p> <p>Con la finalidad de evitar la disposición inadecuada de materiales impregnados con estas sustancias o de sus recipientes, se instalará un contenedor plástico de alta densidad, con un sistema de cierre hermético y libre de fugas, que servirá como almacén temporal de dichos residuos. Por lo que no se requieren espacios adicionales.</p>
<p>La autorización de depósitos de combustibles queda condicionada a la presentación de evidencia científica en la Manifestación de Impacto Ambiental y en el Estudio de Riesgo ambiental que demuestren que tales obras no generen impactos irreversibles sobre los ecosistemas naturales que deriven en conflictos ambientales y desequilibrio ecológicos.</p>	<p>No aplica este criterio, ya que no se contempla la instalación de depósito de combustible líquido.</p>
<p><b>EQUIPAMIENTO HOTELERO Y RESIDENCIAL TURÍSTICO</b></p>	
<p>La autorización de viviendas, hoteles y residencias queda condicionada a la presentación, en la Manifestación de Impacto Ambiental, de un programa sobre el manejo y disposición de aguas residuales y lodos, de residuos sólidos y de abastecimiento de agua y energía eléctrica.</p>	<p>El proyecto que se someta a evaluación consiste en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa que será dotado la fabrica de cerveza. Por lo que este criterio no le aplica.</p>
<p>La construcción de cuartos de hotel, así como el COS y el CUS de esta unidad, estará sujeta a la normativa del Programa de Desarrollo Urbano.</p>	<p>El proyecto que se someta a evaluación consiste en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa que será dotado la fabrica de cerveza. Por lo que este criterio no le aplica.</p>

<p>La autorización de plantas desalinizadoras queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que la disposición de salmueras no modifica las características fisicoquímicas del agua de mar ni impacta hábitat terrestres, costeros y ni al acuífero con lo que se evitarían desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.</p>	<p>El proyecto que se someta a evaluación consiste en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa que será dotado la fabrica de cerveza.</p> <p>En el caso de las aguas de rechazo proveniente de la planta de osmosis inversa, será generado un volumen de 360 m3/día que será inyectado al acuífero a través del pozo de inyección a 60 metros de profundidad para que no sea generado un problema de contaminación al acuífero, a las fuentes de abastecimiento.</p> <p>Se anexa el estudio hidrológico.</p>
<p>En la zona adyacente al Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, la autorización de proyectos ubicados relacionado con la infraestructura hotelera o inmobiliaria queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no generan impactos negativos irreversibles sobre los ecosistemas de manglar que deriven en desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.</p>	<p>No aplica este criterio, toda vez que no colinda con el Parque Nacional Arrecifes de Cozumel y no se afectará áreas de manglar.</p>
<p><b>CAMPOS DE GOLF</b></p>	
<p>La autorización de campos de golf queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que las actividades no generarán impactos irreversibles sobre el tamaño y distribución de parches de vegetación natural, sobre la continuidad de la cobertura natural del terreno y las poblaciones de flora y fauna silvestre nativa, que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.</p>	<p>No le aplica para el proyecto .ya que no se pretende la construcción de campo de golf</p>
<p>Queda prohibida la extracción de agua subterránea para el riego de los campos. Ésta podrá obtenerse a partir de la desalinización de agua de mar o de los sistemas de tratamiento de aguas residuales.</p>	<p>No le aplica para el proyecto .ya que no se pretende la extracción para campo de golf</p>
<p>Es obligatorio el tratamiento terciario de las aguas residuales cuando éstas se destinen al riego.</p>	<p>No le aplica al proyecto, toda vez que no se pretende utilizar agua para riego.</p>
<p>La autorización de la construcción y operación de campos de golf queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren el correcto funcionamiento de un sistema de recuperación de aguas residuales de riego, con lo cual se evitarían desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.</p>	<p>No le aplica al proyecto, toda vez que no se pretende la construcción y operación de campos de golf</p>

Es obligatorio que las aguas residuales de riego sean tratadas antes de su disposición final.	No le aplica al proyecto, toda vez que no se pretende utilizar agua para riego.
Queda prohibido verter el agua residual de riego de los campos de golf en acuíferos, cuerpos de agua, manglares o en el mar.	No le aplica al proyecto, toda vez que no se pretende utilizar agua para riego de campos de golf
Es obligatoria la disposición del agua residual de riego en pozos de absorción.	El proyecto se sumará a la infraestructura que se pretende desarrollar en el predio, en donde las aguas residuales generadas por los colaboradores u operarios, serán enviadas a la planta de tratamiento y posteriormente canalizado a un pozo de absorción.
La autorización de los pozos de absorción estará condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no se generan impactos irreversibles sobre el acuífero y los ecosistemas costeros que pudieran conducir a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	El proyecto se sumará a la infraestructura que se pretende desarrollar en el predio, en donde las aguas residuales generadas por los colaboradores u operarios, serán enviadas a la planta de tratamiento. Con lo que respecta a la descarga de rechazo de ósmosis inversa no se realizará su reutilización, sino que se canalizará a un cuerpo receptor a través de un pozo de inyección previamente autorizado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y cumpliendo en todo momento con las Condiciones particulares de descarga que imponga la CONAGUA dentro del Permiso correspondiente, así como con lo establecido por la NOM-001-SEMARNAT- 1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
Queda prohibida la utilización de agroquímicos cuyo tiempo de permanencia sea superior a 48 horas.	El proyecto no contempla la utilización de agroquímicos.
Se prohíbe la modificación de cuerpos de agua, zonas inundables y manglares.	El proyecto no contempla la modificación de cuerpos de agua, zonas inundables y manglares
<b>EQUIPAMIENTO PORTUARIO</b>	
La autorización de equipamiento portuario queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que la actividad no generarán impactos irreversibles que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación de un sistema de ósmosis inversa, por tanto no aplica este criterio.
<b>TURISMO ALTERNATIVO</b>	
La autorización de recorridos organizados por operadores turísticos estará condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que no se generan impactos negativos significativos que pudieran crear desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.	Estos criterios no aplican al proyecto, dado que no se contemplan actividades turísticas.

Los vehículos motorizados que se utilicen para turismo alternativo deberán cumplir con la NOM-080-ECOL-1994.	Este criterio no aplica al proyecto, dado que no se contemplan actividades como las indicadas.
Queda prohibido el aprovechamiento extractivo turístico de la vegetación natural y fauna nativa.	Este criterio no aplica al proyecto, dado que no se contemplan actividades como las indicadas.
<b>ACTIVIDADES AGROPECUARIAS</b>	
No aplica	No le aplica.
<b>UNIDADES DE CONSERVACIÓN, MANEJO Y APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE (UMAS)</b>	
Se permite la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo extensivo e intensivo para uso comercial, repoblación, recreación y conservación.	El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, y en ninguna de sus etapas considera llevar a cabo dicha actividad
Se prohíbe la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) para uso cinegético	El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, y en ninguna de sus etapas considera llevar a cabo dicha actividad
Se prohíbe la extracción o utilización de especies cuando ésta afecte directamente la permanencia de especies endémicas al municipio o las incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001.	El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, y en ninguna de sus etapas considera la extracción o utilización de especies endémicas o en listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010
Se prohíbe la instalación de UMAS en zonas con valor arqueológico y cultural.	El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, y en ninguna de sus etapas considera llevar a cabo dicha actividad
Se prohíbe el almacenamiento de excretas y residuos provenientes de las UMAS en sitios sin recubrimientos que puedan provocar la infiltración y contaminación del acuífero.	El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, y en ninguna de sus etapas considera llevar a cabo dicha actividad
<b>PESCA</b>	
No aplica	
<b>FLORA Y FAUNA</b>	

<p>Se prohíbe la introducción de especies</p>	<p>El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, y en ninguna de sus etapas considera el manejo o introducción de ninguna especie de flora o fauna exótica.</p>
<p>Se prohíbe la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna, salvo autorización expresa para las Unidades de Conservación, manejo y Aprovechamiento Sustentable de las Vida silvestre con fines de obtener pie de cría.</p>	<p>El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, y en ninguna de sus etapas considera la extracción, captura o comercialización de especies de flora y fauna.</p>
<p><b>LÍNEA DE COSTA Y PLAYAS</b></p>	
<p>La autorización para la construcción de infraestructura permanente en playas y línea de costa queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que dichas construcciones no tendrán impactos irreversibles que conduzcan a desequilibrios ecológicos y conflictos ambientales.</p>	<p>El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, y en ninguna de sus etapas considera llevar a cabo dicha actividad.</p>
<p>Se prohíbe la extracción de arena.</p>	<p>El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación y funcionamiento del proceso de un sistema de ósmosis inversa y en ninguno de los casos se pretende llevar a cabo actividades de extracción de arena.</p>
<p>La autorización para controlar la erosión natural de playas queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que dicho control no tendrá impactos negativos irreversibles sobre la línea de costa que deriven en desequilibrio ecológicos y conflictos ambientales.</p>	<p>El proyecto que se someta a evaluación consiste en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa que será dotado a la fábrica cervecera. Por lo cual este criterio no le aplica.</p>
<p>Se prohíben el uso de vehículos en la playa con excepción de aquéllos relacionados con labores de protección civil, investigación científica y conservación biológica.</p>	<p>El proyecto consistente en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa, sin embargo el promovente se apegará en todo momento a este criterio.</p>
<p>El Ayuntamiento, en coordinación con la SEMARNAT y PROFEPA, deberá trazar en campo la servidumbre de paso que garantice el acceso a las Playas. Además, de deberá realizar un censo de los accesos existentes para su registro en la Bitácora Ambiental.</p>	<p>Por la ubicación del proyecto no aplica este criterio, sin embargo esta condicionante corresponde a los gobiernos el cumplimiento de este punto</p>
<p>Queda prohibida la construcción de infraestructura turística cuando éstas obstruyan directa o indirectamente el acceso a las playas previamente definidas como de uso público.</p>	<p>El proyecto que se someta a evaluación consiste en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa. Por lo cual este criterio no le aplica.</p>

<b>DUNAS</b>	
No se permite la construcción sobre dunas o actividades que las afecten negativamente. Se prohíbe la construcción de caminos vehiculares sobre las dunas.	El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación de un sistema de ósmosis inversa y en ninguno de los casos se pretende llevar a cabo obras o actividades, así como construcción de caminos vehiculares sobre dunas.
Se prohíbe la remoción de vegetación nativa en las dunas costeras.	El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación de un sistema de ósmosis inversa y en ninguno de los casos se pretende llevar a cabo la remoción de vegetación de dunas costeras
Se prohíbe la construcción de caminos vehiculares sobre dunas.	El proyecto consiste única y exclusivamente en la instalación de un sistema de ósmosis inversa y en ninguno de los casos se pretende llevar a cabo obras o actividades, así como construcción de caminos vehiculares sobre dunas.
<b>ZONAS INUNDABLES Y LAGUNAS COSTERA</b>	
Quedan prohibidas las obras que alteren el flujo natural del agua, tanto dulce, como salobre y marina, hacia el manglar y las lagunas costera.	El proyecto como se ha venido mencionando consiste únicamente en la instalación de ósmosis inversa, por lo que no se pretende realizar esta actividad marcado en el presente criterio
Quedan prohibidos las obras que alteren el flujo y reflujo superficial y subterráneo del agua, así como el movimiento de la fauna silvestre.	El proyecto como se ha venido mencionando consiste únicamente en la instalación de ósmosis inversa, por lo que no se pretende realizar esta actividad marcado en el presente criterio.
Se prohíbe el aprovechamiento, tala y relleno de manglar.	El proyecto no contempla realizar la remoción parcial o total de vegetación de manglar.
La autorización del aprovechamiento de zonas inundables queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que las actividades no generarán conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos.	El proyecto no se realizará en zonas inundables del predio, por lo cual este criterio no le aplica
La autorización de andadores volados o puentes sobre el manglar queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la Manifestación de Impacto Ambiental que demuestren que tales actividades no generarán impactos negativos irreversibles que deriven conflictos ambientales ni desequilibrio ecológicos y deberán usarse únicamente materiales no permanentes.	El proyecto no contempla la construcción de andadores o puentes.
Queda prohibido el vertimiento de residuos líquidos y sólidos a cuerpos de agua, manglares y humedales.	El proyecto implementará una serie de medidas para el manejo de residuos sólidos y líquidos, en donde se contemplan acciones que garanticen el correcto manejo de dichos residuos, así como de

	aquellos residuos peligrosos que involucraron las etapas de preparación y construcción.
Es obligatoria la rehabilitación de los canales de comunicación entre los manglares que estén alterados por construcciones.	El proyecto que se someta a evaluación consiste en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa. Por lo cual este criterio no le aplica.
<b>CENOTES, DOLINAS Y CAVERNAS</b>	
Se prohíbe cualquier tipo de construcción o modificación en cenotes, cavernas o dolinas.	El proyecto que se someta a evaluación consiste en la instalación y funcionamiento de ósmosis inversa. Por lo cual este criterio no le aplica.
Se prohíbe la extracción y colecta de flora y fauna acuática salvo autorización expresa de la SEMARNAT.	El proyecto no contempla la extracción y colecta de flora y fauna acuática.
Se prohíbe la quema y la alteración de la vegetación y la topografía en un área de 100 m alrededor de cuevas y cenotes	El proyecto que se someta a evaluación consiste en la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa. Por lo cual este criterio no le aplica. Sin embargo no se contempla el uso de fuego, para ninguna de las actividades que realiza el proyecto, toda vez que no se realizará ningún tipo de desmonte adicional.
Se prohíbe la extracción de agua de cenotes, a excepción del aprovechamiento de Aguas Nacionales mediante títulos de concesión y autorización por parte de la CONAGUA.	El proyecto no contempla la extracción de aguas de cenote. El proyecto consiste en la extracción de agua salobre extraída del manto acuífero; el agua tratada (permeada por ósmosis inversa), será utilizada para dotar los servicios requeridos para la planta cervecera;
Se prohíbe la disposición de aguas residuales, en cenotes, dolinas o cavernas.	El proyecto se apegará en todo momento a esta condicionante.
La autorización de las obras de acceso a cuerpos de agua queda condicionada a la presentación de evidencias científicas en la manifestación de Impacto Ambiental que demuestre que las actividades no generarán conflictos ambientales ni desequilibrios ecológicos.	El proyecto para la obtención de la autorización en materia de impacto ambiental para la instalación y funcionamiento del proceso de ósmosis inversa que será dotado predio, incluirá acciones para el ahorro de agua cumpliendo con los volúmenes autorizados por la Comisión Nacional del Agua, así como medidas de prevención para evitar la contaminación del manto freático a través de la realización de análisis de la calidad de agua que se descargue al subsuelo. En particular, durante la construcción del pozo de aprovechamiento y descarga se vigilará el cumplimiento de la NOM-003-CNA-1996 de fecha 3 de febrero de 1997 que indica que "Para evitar la contaminación del agua del pozo el aprovechamiento hidráulico subterráneo contará con protección sanitaria, esto es, el espacio anular entre las paredes de la formación y el ademe, así como la terminal superior del pozo, son las áreas que presentan mayor riesgo de contaminación, por lo que aplicará proporcionalmente al volumen de agua contenido en el pozo el desinfectante

necesario para que el cloro activo sea de 200 mg/L como mínimo, para evitar cualquier riesgo de contaminación.

### **III.6. Ubicación del predio respecto al Área Natural Protegida "Parque Nacional Arrecifes de Cozumel"**

El Área Natural Protegida Parque Nacional Arrecifes de Cozumel, fue creada según decreto Federal publicado en Diario Oficial de la Federación el 19 de julio de 1996. El predio donde se pretende instalar el proyecto de la ósmosis inversa se ubica en la zona terrestre del centro de población por lo que no tiene ningún tipo de influencia directa o indirecta.

### **III.7 Estatus jurídico ambiental del proyecto**

De acuerdo a los análisis previos, la instalación y funcionamiento del proceso de la ósmosis inversa cumple con la normatividad ambiental regulatoria, pues no contraviene lo establecido en la LGEEPA, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables.

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

##### **IV.1.- Delimitación del área de estudio**

El Sistema Ambiental del proyecto se entiende como el área de mayor probabilidad de ocurrencia de interacciones, positivas o negativas, ocasionadas por la presencia en el medio de un elemento externo - el proyecto - considerando tanto las obras como las actividades implícitas a éste. Para establecer la delimitación del Sistema Ambiental del predio donde se pretende instalar el proyecto se tomaron las siguientes consideraciones:

- El **predio** está inmerso en la zona costera sur, donde los ecosistemas naturales han sido transformados y únicamente persisten algunos relictos de éstos.
- La actividad que se valora en el presente manifiesto de impacto ambiental es la instalación de la ósmosis inversa para dotar los servicios necesarios para el predio.

El área de estudio o sistema ambiental se delimita con respecto a la ubicación de los componentes ambientales con los que el proyecto tendrá alguna interacción y que a continuación se describen:

**Suelo.** El proyecto incidirá en éste recurso durante la perforación de los pozos, la instalación del sistema hidráulico y la extracción del agua, por lo que su interacción con el suelo se limita a la superficie donde serán construidos los pozos y el sistema hidráulico.

**Aire.** El proyecto generará ruidos y vibraciones durante la perforación de los pozos, durante el acomodo y armado de las instalaciones; y finalmente durante la operación y mantenimiento de la planta de ósmosis; sin embargo, las ondas sonoras producidas por dichas actividades se estima que se disipen en un radio de 100 metros alrededor del sitio donde será instalada la ósmosis, ya que en los predios colindantes existen zonas con coberturas de vegetación

**Agua.** Éste quizá sea uno de los recursos con los que tendrá mayor interacción el proyecto, ya que parte del mismo consiste en la extracción del agua para su aprovechamiento; sin embargo, dicha extracción se realizará de manera puntual en la zona donde se ubicarán los pozos de extracción, y se limitará al trayecto donde será conducida hacia la planta de ósmosis, por lo que también se limita a un radio de 100 metros.

**Vegetación.** El proyecto únicamente incidirá en éste recurso, al promover su existencia como una barrera para el ruido y las vibraciones que producirán las obras y actividades relacionadas; por lo que también se limita al radio de 100 metros estimado para la contención de dichos factores de perturbación. Es importante hacer mención que el proyecto no requiere realizar actividades de desmonte.

**Medio socioeconómico.** El proyecto, debido a su ubicación, no requerirá ningún tipo de urbanización ni de servicios extras, considerando que el predio se encuentra dentro de la zona del centro de población, por lo que cuenta con todos los servicios públicos (redes de energía eléctrica, telefónica) y por tanto, se encuentra equipado con todos los servicios requeridos para su operación. De tal manera que la interacción que el proyecto tendrá con éste componente del medio, se limita a la superficie que ocupa actualmente el predio.

#### **PROBLEMÁTICA DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

Una de las principales problemáticas existentes en el sistema ambiental, es la demanda de servicios básicos, entre los cuales destaca la demanda del recurso hídrico, es decir, el suministro de agua potable a los distintos desarrollos turísticos, comerciales, industriales, tal es el caso del predio del proyecto, que

desde su construcción y hasta la fecha obtiene su suministro de agua potable a través del sistema de CAPA. Esta necesidad de obtener agua potable ha sido un factor histórico que ejerce presión sobre el acuífero de agua dulce, ya que para la obtención de la misma se requiere de su explotación en volúmenes significativos.

La problemática ambiental del área de estudio y de su área de influencia se encuentra vinculado a factores tanto ambientales como antropogénicos. En la actualidad el sitio donde será construido el proyecto, se encuentra inmerso dentro del centro de población, zona que ha sido modificada por eventos meteorológicos, tales como huracanes entre los que destaca el Huracán Wilma, ya que causo grandes afectaciones particularmente en la línea de costa, generando la pérdida de la playa y de la vegetación costera.

El sitio donde se pretende realizar el presente proyecto, así como los predios colindantes, fueron desmontados de su vegetación original desde hace más de 10 años. Muchas zonas en la actualidad, como es el caso del **predio**.

Salvo por el mar Caribe, el cual se encuentra a una distancia de 500 metros del límite oeste del sitio donde será construido el proyecto, todos los componentes del sistema ambiental original han sido modificados, principalmente debido al uso de suelo tanto turístico, comercial incluso industrial que se le ha dado a la zona.

## **IV.2.- Caracterización y análisis del sistema ambiental**

A continuación se señala el sistema ambiental presente en el área de estudio, partiendo de la descripción general de la Península de Yucatán, la zona costera del Estado de Quintana Roo y posteriormente se analizan las condiciones particulares del predio respecto a la vegetación y fauna.

### **IV.2.1. Aspectos abióticos**

#### **Clima**

El clima en Cozumel es del tipo Am W (I), cálido húmedo con abundantes lluvias en verano según el sistema modificado de Köppen (García, 1973).

#### **Temperatura**

La temperatura media es de 25,5°C con pocas oscilaciones diarias. Las máximas temperaturas ocurren en agosto (valor extremo registrado de 39°C) y las mínimas en enero. En los meses de invierno las temperaturas pueden llegar a ser un poco más bajas (20°C), habiéndose registrado un mínimo extremo de 6°C.

#### **Precipitación**

La precipitación media anual es de 1570 mm, con un máximo en septiembre octubre (250 mm mensuales) y un mínimo en marzo-abril (con 40 mm mensuales). Teniendo en cuenta la superficie de la isla, esto representa un volumen total precipitado al año de 714 Mm<sup>3</sup> (millones de metros cúbicos).

#### **Humedad atmosférica**

Las humedades relativas más altas se dan durante la época de lluvia; entre julio y octubre y particularmente en el mes de septiembre. Los valores más bajos se registran durante la época seca, en los meses de marzo, abril y mayo (INE-SEMARNAP, 1998).

## **Vientos**

Bajo la influencia de los Alisios soplan vientos del E y SE de entre 15 y 20 nudos durante la mayor parte del año. Esto deja la cara oriental de la isla expuesta a un fuerte oleaje y cierta tendencia a la erosión, lo cual ha generado una orografía en forma de escalones y pequeños acantilados en ciertos puntos de la costa. Esta situación cambia en invierno, cuando los vientos del norte y noroeste provocan una mayor exposición de la costa occidental.

## **Huracanes**

La isla se encuentra en la trayectoria de los huracanes que se forman en el Atlántico durante los meses de mayo a noviembre, pero con mayor incidencia en agosto y septiembre. La isla se ubica en la zona de México con mayor riesgo de afectación (Jáuregui et al., 1980).

## **Geomorfología.**

La geología de la isla de Cozumel, es similar a la encontrada en toda la Península de Yucatán; los estudios que se han realizado coinciden en señalar una sedimentación de los fondos marinos a partir de la Era Terciaria, sobre un basamento de rocas de la Era Secundaria, la que ha originado una gigantesca losa que empezó a ascender a pausas y retrocesos hasta fines de la Era Cenozoica, continuando hasta nuestros días en la parte norte.

Esta losa se constituye de calizas granulosas, deleznales, color blanquecino llamadas sascab. La naturaleza de su formación impidió la posibilidad de mineralización y con ello, las actividades económicas de este rubro se circunscriben a la explotación de algunos yacimientos de yeso, arcillas y calizas que se aprovechan para la fabricación de materiales de construcción, industria que vale la pena mencionarlo, después del turismo es posiblemente la que mayor número de puestos de trabajo genera en la Isla.

Particularmente Cozumel se encuentra 18 Km. al este de la Península de Yucatán; a los dos lados de la Isla, que se extiende de norte a sur, existe una plataforma insular estrecha que está dividida claramente en terrazas y escalones. Se supone, son plataformas de abrasión del Holoceno. La plataforma del oeste se compone de 3 terrazas (5m, 10 m y 20m), y el talud insular empieza a 20 m. de profundidad. La vertiente baja con un ángulo de casi 90° hasta 400 m. Al este se pueden encontrar hasta 5 terrazas (5m, 10m, 20m, 30m, y 50m), porque el borde de la plataforma se encuentra a más o menos 50m de profundidad. El talud insular baja con interrupciones de hasta 1000 m bajo el nivel del mar. Al norte la plataforma se extiende larga distancia a poca profundidad (20 – 30 m) y termina con el Banco Arrowsmith, unos 50 km al noreste de Cozumel. (Muckelbauer, 1989).

La geología superficial de Cozumel (Springall, Espinoza, Spaw) corresponde a la formación "Carrillo Puerto" con estrato profundo Pliocénico, distribuido en todo el subsuelo de la Isla a una profundidad entre 24 y 25m; se compone de fósiles de caracol y lodos consolidados sin fósiles. Presenta otro estrato del Pleistoceno, entre 25 y 16m. de profundidad con tres horizontes, el inferior con un sedimento delgado correspondiente a una capa de marea y restos de arrecifes de parche; el medio con materiales ligeramente sueltos y en proceso de consolidación y el superficialización (Sascab). Por último un estrato del holoceno ocupando los 16 m. superficiales, formando en su horizonte inferior por los fragmentos de coral, ostras, caracoles y algas calcáreas, el horizonte superior por restos arrecifales fuertemente consolidados.

En la isla de Cozumel se encuentran rocas sedimentarias que datan del Mioceno al Pleistoceno; la columna geológica, revelada por los pozos exploratorios, ésta compuesta por las formaciones que se escriben brevemente a continuación. Las rocas más antiguas son calizas y dolomitas del Mioceno, muy compactas, de estratificación delgada y espesor total desconocido, las cuales no afloran en la isla. Formaciones correspondientes al Mioceno-Plioceno son: calizas y dolomitas arenosas, con un espesor total de unos 30 m

y expuestas en el borde noroccidental de la isla; calizas, calcarenitas y arenas calcáreas, de coloración crema, con fósiles, algunas masivas y otras estratificadas cuyo espesor total es del orden de 10 m y que conforman el afloramiento más extenso; calizas sedimentos calcáreos semicompactos, de color crema, estratificados que tienen espesor de unos 10 m y que afloran en la faja costera oriental. Las rocas más jóvenes como ya se dijo datan del Cuaternario y están representadas por gravas y arenas calcáreas, calcarenitas y fragmentos de conchas depositadas en forma discontinua a lo largo del litoral. La isla corresponde la parte emergida de un pilar estructural, limitado por dos grandes fallas normales paralelas al litoral oriental de la península.

## **Geología**

Regionalmente y localmente las condiciones geológicas presentes en la zona nos determinan que el acuífero libre somero es vulnerable, razón por la cual fue necesario implementar medidas de ingeniería que sustentarán el proyecto.

Al llevar a cabo la evaluación de los diferentes sitios propuestos, se encontró que presentan similitud en cuanto a:

- Las características de las rocas que constituyen el subsuelo,
- Condiciones climatológicas e hidrológicas,
- Profundidad somera del nivel de aguas freáticas, y
- Aspectos hidrogeológicos

En las mediciones llevadas a cabo durante el proceso de verificación a diversas norias ubicadas en la región, se encontró que el nivel freático se encuentra a una profundidad promedio de 6.0 metros de las observaciones realizadas en campo, podemos mencionar lo siguiente:

- Fenómeno de disolución en la caliza
- Fracturas secundarias en las rocas
- Permeabilidad de media alta
- Gradiente hidráulico mínimo
- Perfil topográfico casi plano
- La roca caliza existente en el sitio propuesto para realizar el proyecto, tiene una capacidad de carga suficiente.
- Las fracturas, principalmente de origen secundario, incrementan la permeabilidad de la roca, así como las cavidades de disolución, característica de las rocas calcáreas, propiedad que se ve disminuida en las calizas arcillosas (margas).

## **Orografía**

En el estado de Quintana Roo se distinguen 3 unidades orográficas:

### **Meseta baja de Zoh laguna**

Se encuentra en el extremo sur occidental del Estado, separada de las planicies del caribe por escalones bruscos que corresponden a las líneas de fallas. Su formación está basada en rocas calizas del Mioceno. En algunos puntos alcanza altitudes de hasta 100 m.s.n.m. Planicies del caribe.

Propiamente todo el estado queda incluido en ellas. Presentan un desnivel de 2 a 3 metros. En las mismas se encuentran las estructuras de bajos o akalché, que son áreas planas delimitadas por porciones de terreno más elevadas, donde se desarrollan procesos de acumulación de agua debido a la impermeabilidad del suelo. Se pueden encontrar altitudes que van de 0 a 30 m.s.n.m.

### **Litoral coralífero del nordeste**

Esta relacionado con la presencia de calizas fosilizadas postpliocénicas, en especial corales, muy cercanas a la costa, lo cual da un matiz blanquecino al material arenoso del litoral. Esta es una zona reducida que comprende el extremo nororiental de Quintana Roo.

La isla de Cozumel, pertenece a esta unidad orográfica y se puede definir como una masa compacta que carece de fracturas de relieve plano, interrumpido por pequeñas colinas y numerosas hondonadas con suave declive de norte a sur, con una altura media de 10 m.s.n.m.

### **Suelos**

Dentro del área de estudio y zonas cercanas pueden encontrarse dos tipos de suelo claramente definidos:

a)-Suelo de mesetas calcáreas. Puesto que la isla de Cozumel es de formación reciente, los procesos pedogénicos aún no han formado suelos profundos. Esto se refleja más claramente en los suelos de mesetas calcáreas, que predominan en la vertiente este de la Isla. Dichos suelos han sido clasificados como Leptosoles (FAO-UNESCO, 1994), cuya característica principal es su poca profundidad, que va de 0-40 cm. El horizonte superior O (orgánico) se encuentra de 0-18 cm. de profundidad. Su textura es de migajón limosa, de color café rojo oscuro y la cantidad de materia orgánica es de mediana a abundante. El PH es de 7-8. La rocosidad y pedregosidad son elevadas. Este tipo de suelo es el encontrado en la zona de estudio, la roca aflorante y la poca cantidad de materia orgánica lo distinguen.

b) Suelos de cuencas o bajos aluviales. En otras zonas cercanas al sitio de estudio, encontramos suelos apegados a las zonas inundables, que se originan en sitios de deposición de sedimentos provenientes de la erosión de las mesetas calcáreas localizadas en un nivel ligeramente superior. Son en su mayoría zonas inundables; si carecen de vegetación son fangosos y poco compactos, anaeróbicos y al menos saturados de agua salobre.

### **Hidrología**

De acuerdo con la carta hidrológica del INEGI, la zona del proyecto se encuentra dentro de la región hidrológica RH32, denominada Yucatán Norte, la cual abarca además de Quintana Roo, parte de Yucatán y Campeche, que conjuntamente cubre una superficie total de 56,443 km<sup>2</sup>. El acuífero de origen se denomina Península de Yucatán, clave 3105, y para el año 2003, registro una recarga media anual de 21,8133.40 millones de metros cúbicos (CNA, 2003).

Es pertinente indicar que para éste acuífero se registro una disponibilidad media anual de agua subterránea de 5, 759, 221,028.00 m<sup>3</sup> (CNA, 2003), mientras que los volúmenes de agua subterránea concesionados por la Comisión Nacional del Agua en ese mismo año 2003, fueron de 1, 511,978.972.00 m<sup>3</sup>, por lo que tales datos permitieron considerar a este acuífero sin déficit.

La isla de Cozumel es uno de los polos turísticos más importantes del país; ocupa el primer lugar mundial como destino de cruceros (Lozano, 2002: 51), y su número de habitantes, así como el consumo de agua, se han incrementado exponencialmente en los últimos 30 años (Wurl y Giese, 2005: 173).

El manto acuífero de la Isla puede ser representado en un perfil como una cinta horizontal bajo la superficie de la isla y sobre el nivel del agua marina, ésta se adelgaza hacia los extremos costeros siendo más ancha (5 m aproximadamente) en la pared central de la Isla, donde se encuentran las principales áreas de filtración de agua de lluvia al manto. Entre el agua dulce y la de mar se encuentra una interfase con concentración variable de sales.

La unidad hidrológica es considerada por algunos autores como una laguna costera estacional predominantemente dulce-acuícola, con intrusiones salinas ocasionales y principalmente por la filtración subterránea de agua salada marina, tanto por la barrera arenosa (playa) como a profundidad por las calizas cársticas.

### **Hidrogeología.**

Los sustratos geológicos de Cozumel están formados básicamente por diferentes rocas calizas que confieren una gran porosidad y permeabilidad al subsuelo. Por lo tanto, la presencia de aguas superficiales se limita básicamente a algunas pequeñas lagunas (que quedan práctica o totalmente secas de forma estacional), ya que el agua de lluvia se infiltra rápidamente al acuífero. Así, el grado de escurrimiento superficial es casi nulo en toda la isla y no se han formado cuencas ni estructuras hidrográficas superficiales (Lesser et al., 1978; CIM, 1993). Sin embargo, existen lagunas costeras con cuerpos de agua permanentes en dos zonas de la isla. Estas son las lagunas costeras en los humedales situados en el extremo sur (ZSCE Laguna Colombia) con una extensión de 261.86 ha, y las que se hallan en el norte del Área de Protección de Flora y Fauna de Cozumel con una extensión de 1,006.68 ha que constituyen el mayor sistema lagunar de la isla, con 5 lagunas de límites bien definidos y un conjunto de áreas más o menos interconectadas y con niveles de inundación variables. Tres de las lagunas tienen comunicación directa con el mar. La más occidental de ellas es la Laguna Ciega que, con un área de 307.70 ha, posee una apertura más grande hacia el mar (casi 1 Km.) y en donde se localiza la Isla de la Pasión; parcialmente transformada por el huracán Gilberto y ahora conectada a tierra firme por un brazo de arena. La segunda, ubicada hacia el este, es la Laguna de la Pasión, con una extensión de 38.47 ha y sin salida al mar. La Laguna Rio de la Plata (antes denominada Xlapac), con 387.56 ha y una salida al mar de apenas 100 metros y otra laguna de 96.97 ha. A partir de esta zona el sistema adquiere una complejidad mayor y es difícil distinguir los cuerpos de agua unos de otros, pues se ramifican e interconectan ampliamente, formando un conjunto difuso de áreas más o menos inundadas. La superficie ocupada por la Laguna Montecristo (antes Aguagrande) se estima en 168.92 ha y es la laguna más oriental que tiene contacto directo con el mar mediante una boca de no más de 50 metros. La naturaleza cárstica del subsuelo de la isla y su gran solubilidad facilita la formación de cuevas subterráneas, cenotes y dolinas (Lesser et al., 1978). La mayor parte de cenotes y ríos subterráneos se encuentran en la mitad sur de la isla. De hecho existen tres sistemas: Chankanaab, Aerolito de Paraíso y Cocodrilo. El primero es el más grande con una longitud de 8,921 m y cuenta con 6 diferentes cenotes conectados. El segundo es un poco más pequeño, con 4,440 m y tiene salida al mar por La Caleta. El tercero, con 1,600m de longitud, está conectado a 2 cenotes y termina a 40 m antes de llegar al mar. Todos ellos con flujo de agua hacia el este, son cuevas hanquialinas con profundidades máximas entre los 12 y 27 m. A parte, existen 4 dolinas en la isla de entre 18 y 50 m de profundidad sin sistema cavernoso horizontal.

En esta zona geohidrológica el acuífero es de tipo libre del que se extraen 5.35 millones de metros cúbicos al año (Mm<sup>3</sup>/año) de agua a través de 68 aprovechamientos, de los cuales 11 son para uso doméstico y abrevadero con un volumen de extracción de 0.01 Mm<sup>3</sup>/año; 36 son para extraer agua con fines de potabilización, con un volumen de extracción de 4.9 Mm<sup>3</sup>/año; y 21 obtienen 0.45 Mm<sup>3</sup>/año para empleo industrial. En total se tiene una recarga del acuífero de 1,960 Mm<sup>3</sup>/año que al compararlo con la extracción 1,954 Mm<sup>3</sup>/año, se considera que está en equilibrio (INEGI, Gobierno del Estado de Quintana Roo, 2002).

### **Hidrología.**

Debido a las características geológicas de la isla, casi la totalidad del subsuelo forma parte del acuífero. Este está contenido principalmente en las Formaciones Chankanaab y Abrigo como un único cuerpo de agua que viaja fácilmente debido a la porosidad de dichos estratos. De este modo el acuífero está formado por una gran lente de agua dulce que flota por su menor densidad sobre una de agua salada, es decir, la mayor parte de la isla debe ser considerada como un acuífero del tipo libre de aguas freáticas (Lesser, 1978; CAPA, 2002).

Éste tiene una extensión de 288 km<sup>2</sup> (60% del total de la isla) y los espesores mayores se encuentran en los ejes de captación 2 y 3 al norte de la carretera transversal. La parte de mayor recarga y grosor del acuífero es la zona central. Luego el agua fluye hacia la costa a través del subsuelo de manera radial hasta llegar al mar. Estos, junto a la zona de Laguna Colombia, constituyen las únicas zonas de inundación en la isla, aunque existen también pequeños estanques temporales en otras partes.

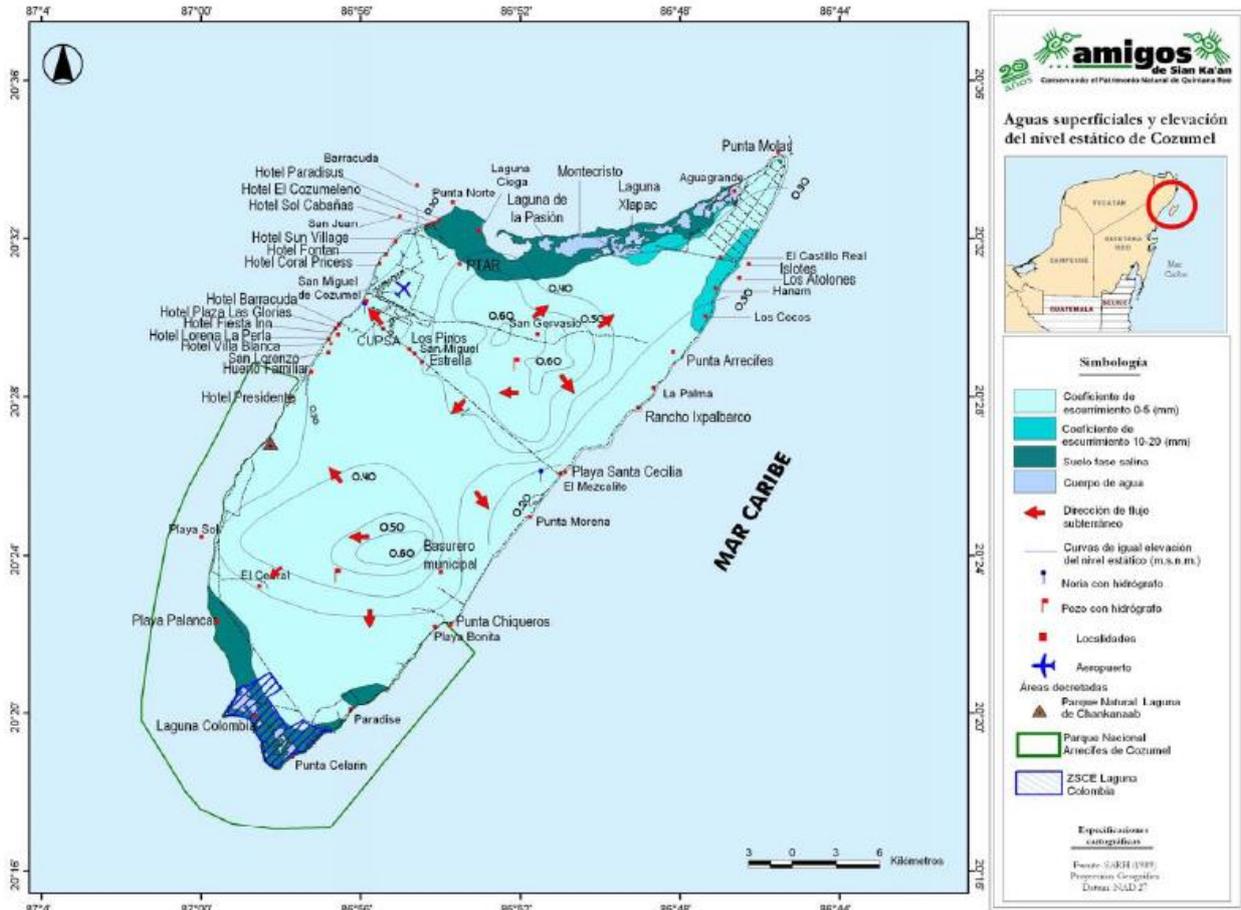


Figura 7.- Mapa de aguas superficiales de Cozumel (Tomado de Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área de protección de flora y fauna Isla de Cozumel, Quintana Roo, elaborado por Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) 2007.

En lo que respecta a la estructura hidrogeoquímica del acuífero, la interfase salina se encuentra entre los 15 y 23 m en su parte central, pero el grosor de la lente de agua dulce disminuye hacia la costa hasta alcanzar un valor de 0 m. Esto se debe en parte al bajo relieve del terreno, con lo que se hace imposible el aprovechamiento de agua en esa zona. Por este motivo, los pozos de aprovechamiento se localizan en la parte central, ligeramente hacia el noroeste, donde el espesor de agua dulce es mayor y tiene valores de sólidos totales disueltos aceptables para el consumo.

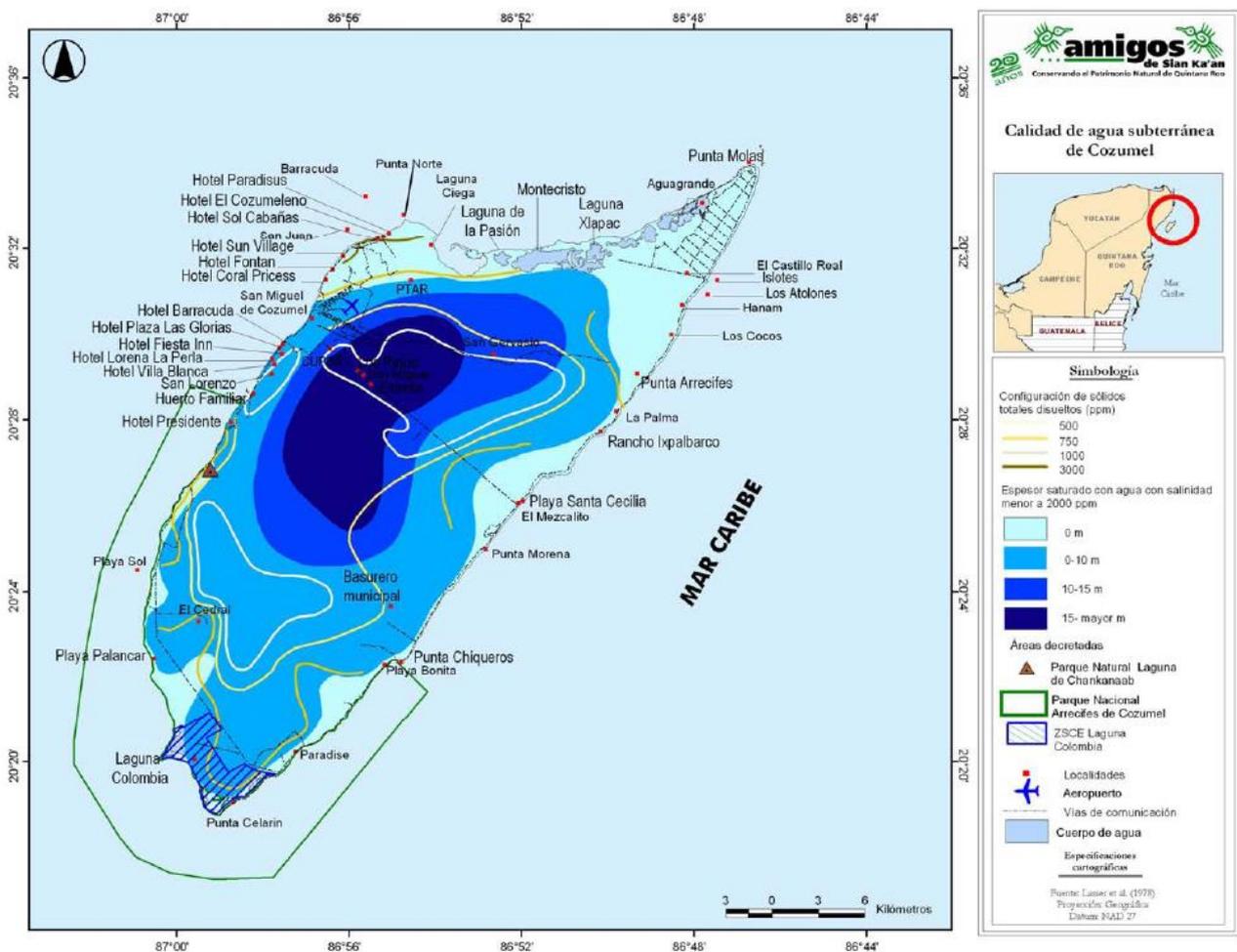


Figura 8.- Mapa de calidad de aguas subterráneas de Cozumel (Tomado de Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área de protección de flora y fauna Isla de Cozumel, Quintana Roo, elaborado por CONANP, 2007.)

La delgada capa de agua dulce de la costa norte muestra el riesgo al que se enfrenta el lente de agua dulce ya que una disminución del grosor de esa capa o su contaminación salina por una mala o excesiva explotación del acuífero, podría reducir el aporte de agua dulce hacia el humedal y provocar incrementos en la salinidad del subsuelo. Se han detectado espesores de agua de calidad aceptable (<2000 ppm STD) entre 0 y 15 m, pero sólo alcanzando grosores máximos en la zona centro. Eso implica de 155 a 310 hm<sup>3</sup> en el total de la isla (Lesser et al., 1978).

En cambio, el espesor de agua con mejor calidad (salinidad <1000 ppm) sólo es de 0 a 10 m pero la zona con más de 3,5 m de espesor es muy pequeña y localizada en el centro norte de la isla. Eso implica de 42 a 84 hm<sup>3</sup> en el total de la isla, de los cuales sólo entre 9 y 17 hm<sup>3</sup> se encuentran por encima del nivel del mar (Lesser et al., 1978), con lo que el volumen aprovechable es todavía menor.

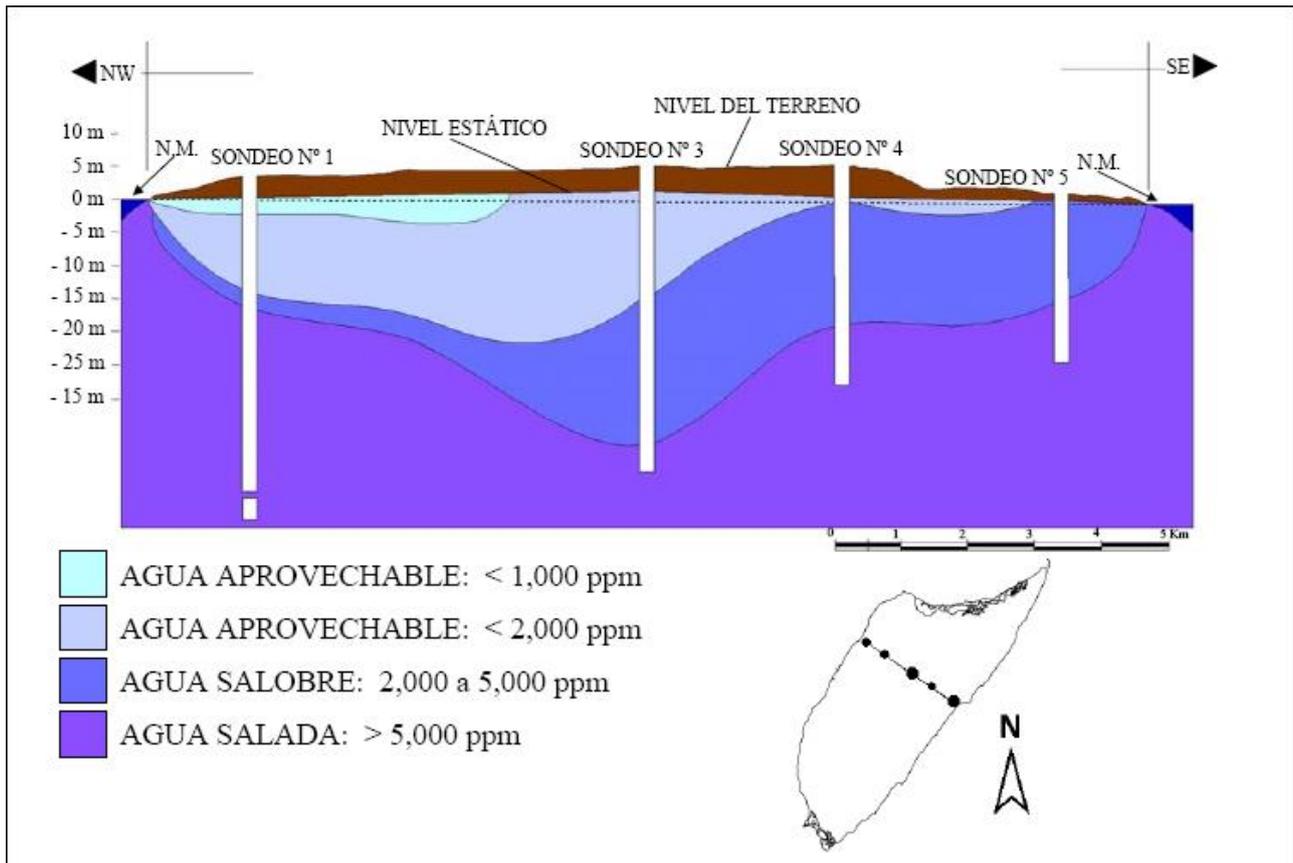


Figura 9.- Sección del acuífero de la Isla de Cozumel mediante el muestreo en 5 sondeos. Se observa como la capa de agua aprovechable de un máximo de 23m se localiza de forma desigual; presentando mayor grosor en el lado noroeste (Lesser et al., 1978). (Tomado de Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del Área de protección de flora y fauna Isla de Cozumel, Quintana Roo, elaborado por CONANP, 2007.)

Existe consenso en que el volumen de extracción es despreciable respecto a las salidas por escurrimiento subterráneo (CIM, 1993), con lo que el problema no es el volumen explotado sino la forma en que es extraído. Según el método estipulado en la NOM-011- CNA-2000, existe todavía un volumen de hasta 39.729 hm<sup>3</sup> anuales para nuevas concesiones, muy superior al mencionado más arriba (CNA, 2002). A esto debe añadirse que la alta permeabilidad del acuífero también lo expone a sufrir fácilmente contaminación de origen microbiano por la infiltración de residuos especialmente procedente de actividades humanas como son las aguas residuales. De hecho, la SARH (1978) ya recomendó la declaración del acuífero de Cozumel como fuente reservada exclusivamente para satisfacer las necesidades de agua potable debido a su fragilidad. Posteriormente, se decretó (D.O.F. del 23 de marzo de 1981) la veda por tiempo indefinido para la extracción, alumbramiento y aprovechamiento de las aguas del subsuelo en el municipio de Cozumel. Por lo anterior, con base en el artículo 18 de la Ley de Aguas Nacionales el alumbramiento, uso, aprovechamiento y explotación de las aguas del subsuelo comprendidas dentro de las zonas vedadas requiere de autorización de la CNA, la cual es expedida mediante Título de Concesión (CNA, 2002).

### Embalses o cuerpos de agua cercanos

La erosión kárstica de las calizas de la isla de Cozumel ha determinado, por un lado, la ausencia de cauces de agua superficial y, por el otro, la formación de un cuerpo subterráneo de agua dulce que yace sobre las aguas saladas marinas, de mayor densidad. Esta lente de agua dulce alcanza su máximo espesor en la zona centro-oriental de la isla. La alta permeabilidad de las calizas ha sido la causa de serios problemas de abastecimiento de agua dulce en toda la isla, ya que frecuentemente se mezcla el agua dulce del manto freático superior con agua salada de origen marino. En la zona de la Laguna Colombia este problema es muy marcado, fundamentalmente por la alta tasa de evapotranspiración del sistema lagunar y las

intrusiones marinas al mismo. En el área del Parque Nacional Arrecifes de Cozumel se encuentran lagunas con aportes subterráneos de agua dulce y salobre, mezcladas con agua marina. La laguna más conspicua es la Laguna de Chankana'ab, que se encuentra en el parque municipal del mismo nombre, con aporte de aguas salobres subterráneas de la zona central de la isla. En la Punta Sur se encuentran cuatro lagunas: Colombia, El Chiquero, Chunchaka'ab e Istacún, todas ellas relativamente someras (menos de 1.50 m de profundidad).

En el sitio del proyecto y en sus colindancias no existen cuerpos de agua dulce.

#### **IV.2.2.-Aspectos bióticos**

##### **Vegetación**

De acuerdo con la carta de uso del suelo y vegetación, serie III, de INEGI, en la sección sur del Sistema Ambiental definido se desarrolla vegetación secundaria arbórea de selva mediana subperennifolia (VSA/SMQ), la vegetación presente ya no se reconoce como parte de un ecosistema natural, por lo que se procederá a la descripción de la vegetación presente dentro del Estado y del Municipio de Cozumel en general. La vegetación existente en de Cozumel o cercana a la zona costera presenta serias alteraciones naturales, consecuencia de ciclones, incendios y tormentas tropicales, así como de impactos antropogénicos generados por la dinámica de crecimiento del polo turístico, ocasionando considerables daños a la cobertura vegetal del ecosistema. Las actividades antropogénicas más representativas se han relacionado de manera directa con el cambio de uso del suelo, el cual ha sido abierto para la construcción de infraestructura hotelera, turística y vivienda.

En el predio carece de la vegetación original, así como árboles y palmas representativos de las selvas tropicales.

##### **Flora terrestre**

Cozumel posee casi el 40% de la flora presente en todo el estado de Quintana Roo (Téllez, 1987). Las 542 especies registradas en la isla se distribuyen en un total de 105 familias (Téllez, 1987). Tan sólo 15 familias representan casi el 60% del total de las especies de la flora de Cozumel. El resto de familias están compuestas por menos de 5 especies cada una (Téllez, 1987). Siete especies de plantas están catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001. Estas incluyen las cuatro especies de mangle (*Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*), que se están Sujetas a Protección Especial. Catalogada como amenazada, está la palma chit (*Thrinax radiata*), la cual es ampliamente usada en la región para la construcción.

##### **Vegetación**

La vegetación de la isla es similar a la que existe en la parte continental más cercana, constituida por asociaciones vegetales de clima cálido. Los principales tipos de vegetación y que presentan mayor cobertura y diversidad de especies son: selva mediana subcaducifolia, selva baja subcaducifolia y manglar. Existe otro grupo de tipos de vegetación con menor cobertura y diversidad, por lo general, se encuentran asociados a los tipos principales: tular, tasistal, saibal y vegetación de dunas costeras. La siguiente clasificación está basada en Tellez et al. (1989).

##### **Selva mediana subcaducifolia**

Con un dosel que alcanza de 8 a 20 m de altura, y un sotobosque de poca densidad, compuesto principalmente por individuos jóvenes de las especies arbóreas. Se pueden encontrar, a su vez, diferencias en este tipo de vegetación de acuerdo al sitio donde se encuentre en la isla. En la zona central se pueden

encontrar zonas con este tipo de vegetación pero con mayores alturas del dosel y mayor complejidad de especies. Las especies de flora más abundantes en este tipo de vegetación son: *Metopium brownei*, *Gliricidia sepium*, *Lysiloma latisiliqua*, *Manilkara zapota*, *Gymnopodium floribundum*, *Coccoloba diversifolia*, *Bursera simaruba*, *Lonchocarpus xuul* y *Neea sp.* Es el tipo de vegetación más extenso en la isla.

### **Selva baja subcaducifolia**

Presenta un dosel menor de 8 m y está menos representada que la selva mediana subcaducifolia. Con un estrato arbóreo principal y otro arbustivo. Hay pocas especies trepadoras y epifitas. Algunas de las zonas con esta vegetación permanecen inundadas en la temporada lluviosa del año, con presencia de especies epifitas. Los suelos donde se encuentra esta vegetación son someros y con poca materia orgánica. Las especies de plantas más abundantes son: *Enriquebeltrania crenatifolia*, *Pithecellobium mangense*, *P. dulce* y *Diospyros nicaraguensis*. Con algunas especies epifitas como *Brassavola nodosa*, *Microgramma nitida*, *Aporocactus flabelliformis* y *Dioscorea floribunda*.

### **Manglar**

Es una comunidad importante en la isla, por las funciones ecológicas que cumple, y por la superficie que ocupa en la isla. La vegetación alcanza de 5 a 10 m de altura con valores altos de humedad y temperatura. Se inunda periódicamente con aguas saladas o salobres, por lo que los suelos son ricos en materia orgánica. Las especies de plantas dominantes son: *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicenia germinans* y *Batis marítima* y se pueden llegar a encontrar *Manilkara zapota* y *Annona glabra*.

### **Tasistal**

Es una asociación poco diversa, con palmas dominantes de 3 a 10 m de altura y normalmente está asociada a otras comunidades. La especie dominante es la palma *Acoelorrhaphe wrightii* y en menor cantidad *Cladium jamaicense*, *Acrostichum danaeifolium* y *Schomburgkia tibicinis*.

### **Vegetación halófila o de dunas costeras**

Son principalmente arbustos y herbáceas, ubicados sobre todo en la costa oriental. Se encuentra también en asociaciones muy cercanas con manglar y tasistal. Esta zona es la más expuesta a huracanes y vientos fuertes, así como a salinidad e insolación. Se hallan en suelos formados por arena o rocas. Se pueden encontrar las plantas *Ambrosia hispida*, *Canavalia rosea*, *Tournefortia gnaphalodes*, *Coccoloba uvifera*, *Thrinax radiata*, *Caesalpinia bonduc* y *Enriquebeltrania crenatifolia*.

### **Tular - saibal**

Menos representadas se encuentran también áreas de tular-saibal, que son asociaciones ubicadas en suelos periódicamente o permanentemente inundados. Con una baja diversidad las especies que se pueden encontrar son: *Typha domingensis*, *Cladium jamaicense* y *Acrostichum danaeifolium*, *Dalbergia brownei* y *Rhabdadenia biflora*.

### **Vegetación secundaria**

También conocidos como acahuals, se pueden encontrar áreas pequeñas de vegetación secundaria, que son comunidades regeneradoras que se desarrollan cuando uno de los tipos principales es destruido. Las especies que albergan son plantas de rápido crecimiento y eficiente dispersión, algunas trepadoras y epifitas. Esta vegetación es común en lugares que han sido talados, como orillas de caminos, sitios viejos de

cultivo o en sitios perturbados por huracanes o fuego. Algunas de las especies presentes son: *Cecropia obtusifolia*, *Byrsonima bucidaefolia*, *Trichilia havanensis*, *Leucaena leucocephala* y *Callicarpa acuminata*.

## **Fauna**

De igual forma, la fauna que existía en el predio se desplazó hace más de 10 años, periodo de tiempo en que fue adquirido el predio ha provocado el desplazamiento de las especies hacia otros lugares más tranquilos, con la presencia de hábitats y alimentación lejos de la presencia humana.

Al interior del predio no se registró la presencia de ninguna especie de importancia incluida en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Asimismo, se registraron ejemplares de aves comunes en las zonas urbanas como tordos (*Dives dives*), zanates (*Quiscalus mexicanus*), tortolitas (*Colombina talpacoti*), bolseros (*Icterus auratus*), cenizote (*Mimus gilvus*).

El grupo de las aves tiene la facilidad de moverse en las zonas fragmentadas, razón por la cual es posible observarlas frecuentemente en estos sitios. Algunas especies como los zanates y los cenizotes son altamente tolerantes a los sitios perturbados y urbanizados, por lo que pueden observarse con mayor frecuencia que otras especies en estos sitios.

Al nivel del Sistema Ambiental es posible encontrar mayor número de ejemplares de fauna silvestre, particularmente en la zona que aún conserva una cobertura vegetal importante; sin embargo, debido al avance en la urbanización de la sección norte y sur del sistema es muy poco probable que alcancen esta zona de distribución.

La fauna reportada para el estado de Quintana Roo y para el Municipio de Cozumel corresponde a:

## **Fauna terrestre**

### **Invertebrados**

Aparentemente, los estudios sobre los invertebrados en la Isla Cozumel son incipientes. Sin tener en cuenta a los invertebrados marinos, se han registrado siete especies de invertebrados acuáticos (anfípodos, isópodos y decápodos) que habitan en cenotes y cuevas. Cuatro de ellas son endémicas a la Isla Cozumel y dos a la península de Yucatán. Conjuntamente con estas especies, se han recolectado anfípodos marinos de las familias Phoxacephalidae, Synopiidae y del género *Grandierella* sp en las cuevas submarinas exploradas (Holsinger, 1992). Es necesario realizar más exploraciones para documentar otros cenotes debido a que el sustrato es propicio para este tipo de accidentes geológicos. Recientemente se ha documentado la presencia de invertebrados endémicos a cenotes particulares de Cozumel, encontrando especies diferentes en distintos cenotes (L. Mejía, com. pers.); es decir, los cenotes de Cozumel se comportan como islas ecológicas dentro de una isla geográfica.

### **Ictiofauna**

En las aguas dulces o salobres de Cozumel se han encontrado ocho especies de peces diferentes, de las cuales tres son endémicas a la península de Yucatán (Schmitter-Soto, 1998; Tabla 6). Habitan en cenotes, y algunas especies también en manglares y lagunas costeras.

Tabla 5. Especies de peces en las aguas dulces y salobres de Cozumel (Schmitter- Soto, 1998).

Espece	Distribución
Atherinomorus stipes	
Bathygobius soporator	
Cyprinodon artifrons	Endémica de la Península Yucatán.
Floridichthys polyommus	Endémica de la Península Yucatán.
Gambusia yucatana yucatana	
Garmanella pulcra	
Heterandria bimaculata	
Poecilia velifera <sup>a</sup>	Endémica de la Península Yucatán.

<sup>a</sup> Amenazada, según la NOM-059-SEMARNAT-2010

### **Herpetofauna**

Cozumel es la isla mexicana con mayor riqueza de especies de anfibios y reptiles (Calderón-Patrón et al. 2004). Campbell (1998) y Lee (2000) reconocen 31 especies, de las cuales, 13 están en alguna categoría de riesgo. Además, González-Baca (2006) reporta dos especies de serpientes que no habían sido registradas para la isla (Tabla 7). Una especie de lagartija (*Aspidoscelis cozumela*) es endémica de Cozumel y tiene la característica de que todos los individuos son hembras que se reproducen por partenogénesis. Además, hay tres especies endémicas de la península de Yucatán o de la región. Existe por lo menos una especie introducida de reptil, *Boa constrictor* (Martínez-Morales y Cuarón 1999).

Tabla 6. Especies de anfibios y reptiles registradas para la Isla Cozumel (Campbell 1998, Lee 2000, González-Baca 2006). UICN y NOM indican la categoría de riesgo de acuerdo a la UICN (2004) y SEMARNAT (2010).

Familia	Especie	Categoría de riesgo	
		UICN <sup>a</sup>	NOM <sup>b</sup>
Amphibia:			
LEPTODACTYLIDAE	Leptodactylus labiales	NI	NI
BUFONIDAE	Bufo marinus	NI	NI
	Bufo valliceps	NI	NI
HYLIDAE	Hyla microcephala	NI	NI
	Scinax staufferi	NI	NI
	Smilisca baudinii	NI	NI
Reptilia:			
CROCODILIDAE	Crocodylus acutus	VU	Pr
CHELONIIDAE	Caretta caretta	EN	P
	Chelonia mydas	EN	P
KINOSTERNIDAE	Kinosternon scorpioides	NI	Pr
EMYDIDAE	Rhinoclemmys areolata	NI	A
	Trachemys scripta	LR	Pr
GEKKONIDAE	Sphaerodactylus glaucus	NI	Pr
	Sphaerodactylus millepunctatus	NI	NI
	Aristelliger georgeensis	NI	Pr
	Hemidactylus frenatus	NI	NI
CORYTOPHANIDAE	Basiliscus vittatus	NI	NI
IGUANIDAE	Ctenosaura similis	NI	A
	Iguana iguana	NI	Pr
PHRYNOSOMATIDAE	Sceloporus cozumelae	NI	Pr

POLYCHROTIDAE	<i>Anolis cristatellus</i>	NI	NI
	<i>Norops rodriguezii</i>	NI	NI
	<i>Norops sagrei</i>	NI	NI
SCINCIDAE	<i>Eumeces schwartzei</i>	NI	NI
	<i>Mabuya unimarginata</i>	NI	NI
TEIIDAE	<i>Aspidoscelis cozumela</i> <sup>c</sup>	NI	NI
LEPTOTYPHLOPIDAE	<i>Leptotyphlops goudotii</i>	NI	NI
BOIDAE	<i>Boa constrictor</i> <sup>d</sup>	NI	A
COLUBRIDAE	<i>Dryadophis melanolomus</i> <sup>e</sup>	NI	NI
	<i>Leptodeira frenata</i>	NI	NI
	<i>Oxybelis fulgidus</i>	NI	NI
	<i>Tantilla moesta</i> <sup>e</sup>	NI	NI
	<i>Thamnophis proximus</i>	NI	A

a. NI: No incluido; EN: en peligro; VU: vulnerable; LR: bajo riesgo

b. NI: No incluido; P: en peligro de extinción; A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial.

c. Especie endémica de Cozumel

d. Especie introducida (Martínez-Morales y Cuarón 1999)

e. Especie registradas recientemente para Cozumel (González-Baca 2006)

## **Mastofauna**

En Cozumel existen 17 especies de mamíferos terrestres no voladores, de los cuales siete son taxa endémicos, lo que la hace una de las islas con más taxa endémicos en México (Martínez-Morales 1996, Reid 1997, Ceballos et al. 1998, Cuarón et al. 2004; Tabla 8). Además, en los mamíferos endémicos de la isla se pueden observar diferencias significativas de tamaño en comparación con sus contrapartes continentales (e.g., Cuarón et al. 2004, García Vasco 2005). Al menos siete taxa están en alguna categoría de riesgo.

Tabla 7. Especies de mamíferos terrestres no voladores registradas para la Isla Cozumel (Martínez-Morales 1996, Reid 1997, Cuarón et al. 2004, Cuarón et al. Datos no publicados). UICN y NOM indican la categoría de riesgo de acuerdo a la UICN (2004) y SEMARNAT (2010).

Familia	Especie	Categoría de riesgo	
		UICN <sup>a</sup>	NOM <sup>b</sup>
DIDELPHIDAE	<i>Didelphis marsupialis cozumela</i> <sup>c</sup>	NI	NI
DASYPODIDAE	<i>Dasypus novemcinctus</i> <sup>d</sup>	NI	NI
MURIDAE	<i>Oryzomys couesi cozumelae</i> <sup>c</sup>	NI	A
	<i>Reithrodontomys spectabilis</i> <sup>c</sup>	EN	A
	<i>Peromyscus leucopus cozumelae</i> <sup>c</sup>	NI	A
	<i>Rattus rattus</i> <sup>d</sup>	NI	NI
	<i>Mus musculus</i> <sup>d</sup>	NI	NI
DASYPROCTIDAE	<i>Dasyprocta punctata</i> <sup>d</sup>	NI	NI
	<i>Cuniculus paca nelsoni</i> <sup>d</sup>	NI	NI
CANIDAE	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	NI	NI
	<i>Canis familiaris</i> <sup>d</sup>	NI	NI
PROCYONIDAE	<i>Procyon pygmaeus</i> <sup>c</sup>	EN	P
	<i>Nasua nelsoni</i> <sup>c</sup>	EN	A
	<i>Potos flavus</i> <sup>d</sup>	NI	Pr
FELIDAE	<i>Felis catus</i> <sup>d</sup>	NI	NI
TAYASSUIDAE	<i>Pecari tajacu nanus</i> <sup>c</sup>	NI	P
CERVIDAE	<i>Odocoileus virginianus</i> <sup>d</sup>	NI	NI

a. NI: No incluido; EN: en peligro

b. NI: No incluido; P: en peligro de extinción; A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial.

c. Taxón endémico

d. Especie introducida

## Avifauna

Howell y Webb (1995) mencionan que hay 203 especies de aves registradas para Cozumel Recientemente Howell (2004) añade a la lista 21 especies, sumando ahora un total de 224 especies de aves en la isla. De las cuales 52 se encuentran en alguna categoría de riesgo en la normatividad mexicana y 19 son endémicas (SEMARNAT 2010; Tabla 9).

Tabla 8. Aves endémicas de la Isla Cozumel (Martínez-Morales 1996). UICN y NOM indican la categoría de riesgo de acuerdo a la UICN (2004) y SEMARNAT (2010), para el listado completo de aves de la isla.

Familia	Especie	Categoría de riesgo	
		UICN <sup>a</sup>	NOM <sup>b</sup>
TROCHILIDAE	<i>Chlorostilbon forficatus</i>	NI	NI
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes beani</i>	NI	Pr
MIMIDAE	<i>Toxostoma guttatum</i>	CR	P
	<i>Melanoptila glabrirostris cozumelana</i>	NT	NI
VIREONIDAE	<i>Vireo bairdi</i>	NI	Pr
ACCIPITRIDAE	<i>Buteo magnirostris gracilis</i>	NI	Ni
CRACIDAE	<i>Crax rubra griscomi</i>	NT	P
PICIDAE	<i>Melanerpes pygmaeus pygmaeus</i>	NI	NI
	<i>Melanerpes aurifrons leei</i>	NI	NI
TYRANNIDAE	<i>Attila spadiceus cozumelae</i>	NI	Pr
	<i>Myiarchus yucatanensis lanyoni</i>	NI	NI
	<i>Myiarchus tyrannulus cozumelae</i>	NI	NI
SYLVIIDAE	<i>Polioptila caerulea cozumelae</i>	NI	NI
VIREONIDAE	<i>Cyclarhis gujanensis insularis</i>	NI	Pr
EMBERIZIDAE	<i>Dendroica petechia rufivertex</i>	NI	NI
	<i>Spindalis zena Benedicto</i>	NI	NI
	<i>Piranga roseogularis cozumelae</i>	NI	NI
	<i>Cardinalis cardinalis saturata</i>	NI	NI
	<i>Tiaris olivacea intermedia</i>	NI	NI

a. NI: No incluido; CR: en peligro crítico; NT: casi amenazado.

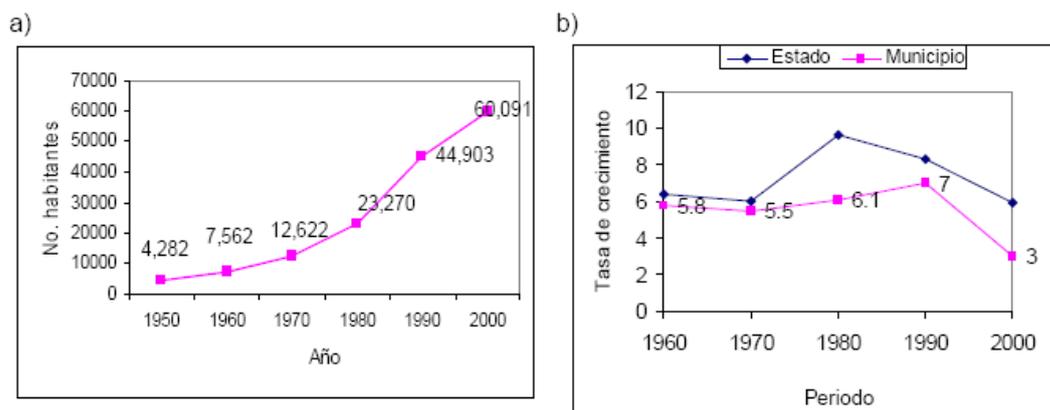
b. NI: No incluido; P: en peligro de extinción; A: amenazada; Pr: sujeta a protección especial.

#### IV.2.3. PAISAJE

El sitio del proyecto es un lugar urbanizado completamente, el cual debido al crecimiento de la población presenta diversas afectaciones y un cambio radical en el entorno natural, principalmente por el desarrollo turístico y urbano, el paisaje varía de áreas de jardines bellamente ornamentados, hasta avenidas pavimentadas como es la carretera Costera Sur lo cual ha influido de manera determinante sobre la flora y la fauna local del sitio. El proyecto no modificará la dinámica natural de algún cuerpo de agua, ni afectará a comunidades de flora y fauna silvestres, debido a que el sitio del proyecto está ubicado en una zona ya construida, por lo que no existen cuerpos de agua ni ecosistemas de flora y fauna silvestres.

## DEMOGRAFÍA

De acuerdo con el XII Censo de Población y Vivienda, la población del municipio de Cozumel era de 60,091 habitantes en 2000 (INEGI, 2001). La población masculina representa el 51.7% de la población, y la femenina el 48.3%. San Miguel Cozumel concentra el 98.5% de la población de todo el municipio. La tasa de crecimiento de la población de Cozumel se mantuvo relativamente constante desde la década de los sesenta hasta la de los ochenta. En 1990 se incrementó pero en 2000 disminuyó considerablemente alcanzando un valor de 3. Cozumel ha mantenido una tasa de crecimiento inferior a la del Estado. La proyección de población que CONAPO hace para el año 2020 es de 114,060 habitantes, y de 137,938 habitantes para 2030 (CONAPO, 2006).



Fuente: INEGI 2004

Figura 10. Población total y tasa de crecimiento del municipio de Cozumel.

En cuanto a la distribución geográfica de la población, el 98.5% de la población se concentra en San Miguel de Cozumel. Las localidades que ocupan un segundo lugar en número de habitantes son El Cedral, San Lorenzo y Huerto Familiar, con alrededor de 50 personas. Existen quince localidades cuya población varía entre 7 y 43 habitantes. Alrededor de 500 personas viven en 121 localidades de una o dos viviendas.

### Origen de la población

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano del municipio de Cozumel la población que residía en Cozumel en el año 2000 que es originaria del estado de Quintana Roo, la componían 24,679 habitantes, 41% del total, mientras que la población que no nació en la entidad, fueron 33,847 personas (56% del total) (Ayuntamiento de Cozumel, 2005). Lo anterior indica un elevado factor de migración poblacional a la localidad.

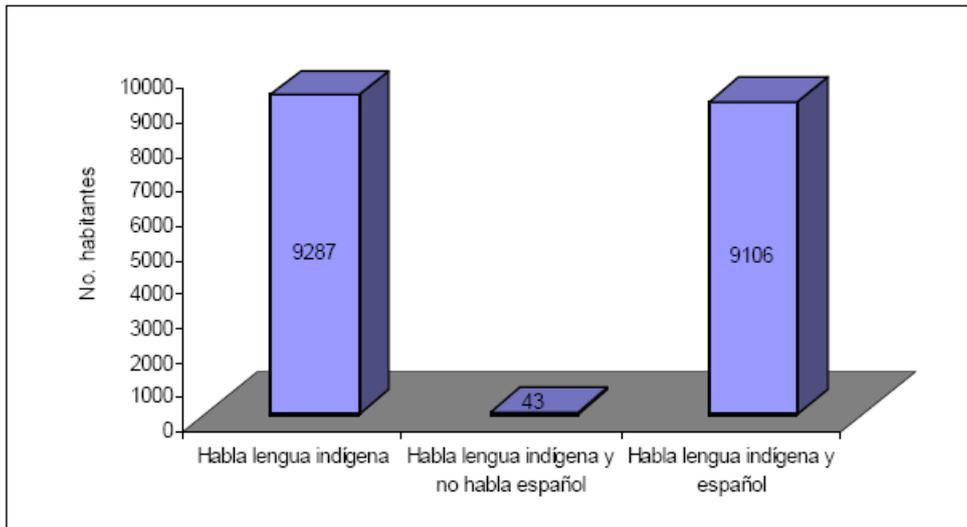
### Grupo étnico

La isla de Cozumel se encuentra dentro del área etnográfica maya-yucateca, de las tierras bajas. Los representantes de esta etnia en Cozumel conservan el idioma materno en el ámbito familiar. Son comúnmente empleados en labores de construcción, jardinería y limpieza relacionada con la industria turística, en donde paulatinamente empiezan a ocupar cargos más especializados como en departamentos de alimentos y bebidas, transporte, buceo, etc. (INE, 1998).

De acuerdo con CONAPO, en 2000 el 48% de la población de Cozumel era indígena (CONAPO, 2000). Los habitantes del municipio que hablan alguna lengua indígena son 9,287, que constituyen el 15% de la población total municipal. La mayoría de estas personas hablan también español, y sólo 43 no hablan español, su única lengua es la indígena (Figura 14).

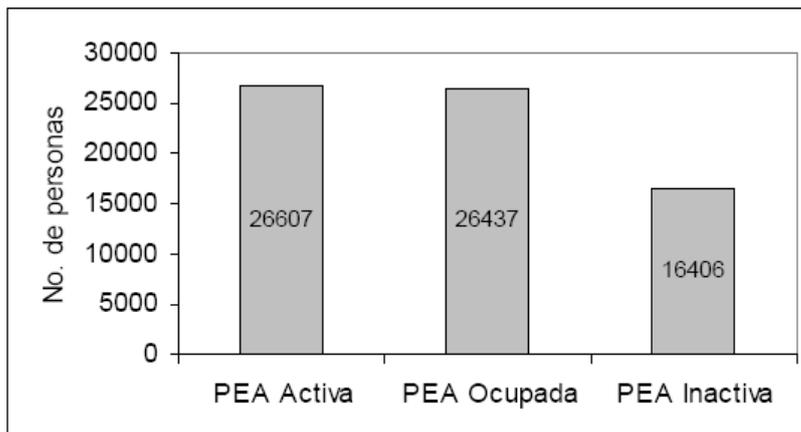
## Empleo

Según datos de INEGI (2001), la población económicamente activa representa el 62% del total, siendo el restante 38% la población económicamente inactiva (Figura 15). Ahora bien, el 99.4% de la PEA activa se reporta como PEA ocupada, lo que indica que el municipio de Cozumel tiene un bajo porcentaje de desempleo.



Fuente: INEGI, 2004

Figura 11.- Población de cinco años y más que habla lengua indígena.



Fuente: INEGI, 2001

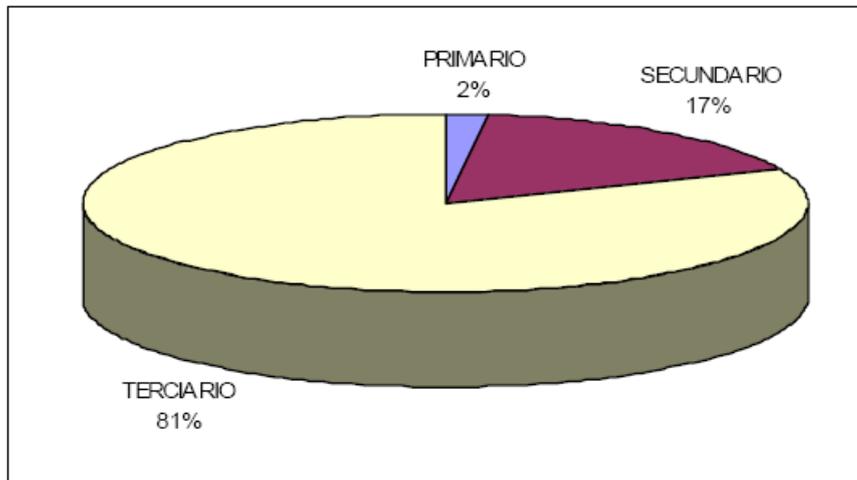
Figura 12.- Población económicamente activa, inactiva y ocupada en el municipio de Cozumel.

## Actividades productivas

Debido al carácter predominantemente turístico del municipio, la PEA se distribuye mayoritariamente en el sector terciario, que alberga a 81% de la población activa. El sector secundario ocupa apenas el 17% de la PEA; y el primario solamente 2% (Figura 16). Esta distribución de la PEA hace evidente por un lado, la poca

participación que tiene el sector agropecuario y pesquero; y por el otro la alta concentración en actividades y servicios turísticos.

Existen solo dos localidades donde el sector primario es el predominante, El Cedral y Los Pinos.



Fuente: INEGI, 2004

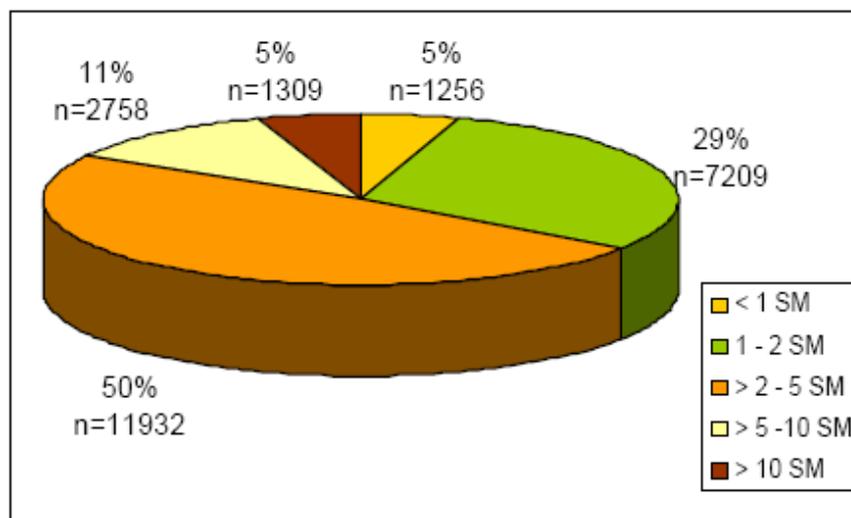
Figura 13.- Distribución de la PEA según el sector productivo

### **Ingresos**

En cuanto al nivel de ingreso, se tiene que la mitad de la población percibe entre 2 y 5 salarios mínimos, una tercera parte recibe entre 1 y 2 salarios mínimos y sólo el 5% recibe más de 10 salarios mínimos (Figura 17). El nivel de ingreso varía entre las localidades.

Tabla 8. Distribución de la población ocupada en los sectores productivos.

LOCALIDAD	PEA ACTIVA	PEA INACTIVA	POBLACIÓN OCUPADA	SECTOR		
				1°	2°	3°
COZUMEL	26165	16209	26026	427	4253	20822
CEDRAL, EL	18	8	18	6	2	10
SANTA RITA	4	4	4	1	0	3
SAN FERNANDO	6	5	6	0	3	3
ESTRELLA	17	7	17	4	6	7
SAN LORENZO	19	16	19	1	5	13
PINOS, LOS	8	7	8	6	0	2
KILOMETRO CINCO	5	3	5	1	1	3
MI RANCHITO	3	3	3	0	0	3
SAN MIGUEL	4	5	4	0	2	2
COUNTRY CLUB	4	1	4	0	1	3
HUERTO FAMILIAR	28	11	28	2	5	20
CUPSA	7	3	7	0	1	6
CALETITA	6	2	6	0	1	5
PUEBLO NUEVO	2	3	2	0	0	2
FOMENTO COMERCIAL	4	3	4	0	2	2
DOS ARBOLITOS	5	3	5	1	3	1
ESPERANZA, LA	8	4	8	2	0	6
ESTRELLA, LA	6	4	6	2	2	2
LOCALIDAD 1 VIVIENDA	211	79	211	67	47	92
LOCALIDAD 2 VIVIENDAS	77	26	76	19	24	33
TOTAL MUNICIPIO	26607	16406	26467	539	4358	21040



Fuente: INEGI, 2004

Figura 14.- Distribución del nivel de ingresos en el municipio de Cozumel.

### Agua potable

Existe una discrepancia en la información sobre el número de pozos. INEGI (2004) reporta 256 pozos, mientras que CAPA (2002) señala 226 y 274 pozos en un mismo documento. La situación actual de la zona de captación que reporta CAPA (2002) indica que hay 226 pozos existentes, 168 pozos en producción, 33 parados definitivos, 17 con cloruros altos sin equipo y 8 sin línea eléctrica y conducción. Los pozos están concentrados en una zona de captación localizada al N y S de la carretera transversal desde donde se

distribuye el agua a la población; y están administrados por la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Gobierno del Estado (CAPA).

En cuanto al crecimiento de usuarios, el sector que mayor crecimiento tiene es el hotelero con 3.97%/año, seguido del doméstico 2.77%/año, comercial +2.47%/año y de servicios 1.34%/año. Por otro lado, la demanda de agua por parte del sector industrial ha reducido en -3.03%/año (CAPA, 2006).

De acuerdo con información proporcionada por CAPA (2006), para la captación de agua se cuenta con una capacidad instalada de 190 litros por segundo, suficiente para satisfacer la demanda de agua hasta para el año 2014, fecha en que se plantea aumentar la capacidad a 210 l/s. La conducción del agua se realiza mediante una línea de fibrocemento de 24", con capacidad de 375 litros por segundo. Se cuenta con una capacidad de almacenamiento de 1600 m<sup>3</sup>, suficiente para garantizar la continuidad del servicio; no obstante, es necesario generar almacenamiento adicional para prever contingencias ambientales. Se contempla la construcción de dos tanques superficiales de 1,500 m<sup>3</sup> de capacidad.

El crecimiento de la zona de captación originó un incremento en la demanda de 97 l/s en la década de los 70-80 a 260 l/s en 2001-2002, esto implicó la perforación de nuevos pozos hasta contar con 260 en 2001-2002 (Tabla 11). La extracción de agua de las baterías de los pozos significa el 10% de la recarga media anual. La extracción de agua de las baterías de los pozos significa el 10% de la recarga media anual (CAPA, 2002).

Tabla 9. Datos históricos de perforación de pozos.

PERIODO	POZOS PERFORADOS		DEMANDA	HABITANTES	CRECIMIENTO ANUALIZADO (%)
	EN EL PERIODO	ACUMULADOS	lps		
1970-1980	44	44	97	23270	6.31
1980-1987	102	146	126	30273	3.83
1987-1989	50	196	137	32636	3.83
1989-1997	20	216	189	45132	4.18
1997-1998	5	221	196	47019	4.18
1998-2001	-9	212	245	60025	
2001-2002	62	274	260	67000	

Fuente: CAPA, 2002

### **Drenaje y alcantarillado y agua residual**

El 95% de las aguas residuales generadas en la isla son recogidas por el sistema de alcantarillado y allí se mandan a 10 cárcamos de rebombeo interconectados entre sí mediante emisores a presión. Estos conducen todas las aguas servidas a la planta de tratamiento, que recibe el nombre de "San Miguelito". Las aguas tratadas y desinfectadas son inyectadas en dos pozos profundos de absorción de 80 metros cada uno (CAPA, 2005). Se asume que el 5% de las aguas residuales no colectas por el sistema de alcantarillado es eliminada mediante el uso de fosas sépticas, ya que en la PTAR sólo llegan aguas procedentes de la mancha urbana (el resto de localidades de la isla no poseen servicio de agua potable ni de drenaje y alcantarillado).

Cozumel cuenta con una Planta de tratamiento de aguas residuales situada en las cercanías de la Laguna ciega. El manejo de esta planta está a cargo de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Gobierno del Estado (CAPA). La planta de tratamiento tiene una capacidad de 100 l/s y ya alcanzó su punto máximo

de operación, por lo que CAPA considera que se debe construir una nueva planta adjunta a la existente con una capacidad de 120 l/s.

Cabe señalar que existe una serie de asentamientos humanos irregulares al norte de la carretera transversal que no cuentan con servicios.

De acuerdo con el Plan Maestro de Agua Potable, Drenaje Sanitario y Saneamiento (CAPA 2006) la cobertura de alcantarillado sanitario es de 98% y la capacidad de saneamiento es del 100%. Existen problemas con el sistema de drenaje, dados por los altos costos de operación y mantenimiento por la antigüedad de los equipos; el rebosamiento de cárcamos que no están automatizados, los tiempos de retención fuera de norma; malos olores y mala imagen urbana, y la vulnerabilidad en la infraestructura localizada en el Boulevard Rafael E. Melgar.

### **Comunicación y Transporte**

La longitud de la red carretera de Cozumel es de 65 km. de carretera alimentadora estatal pavimentada (INEGI, 2004). En la isla existen sólo dos carreteras pavimentadas: una recorre la mitad sur de la isla bordeando su perímetro durante aproximadamente 50 Km. y se conecta con un tramo de 14.5 km que cruza transversalmente la isla desde San Miguel hacia el extremo oriental. Esta vía forma un recorrido de la porción centro y sur de la isla. La otra carretera pavimentada es de 7 km y va desde San Miguel hasta Punta Norte, pasando por la zona hotelera norte. Hay una carretera más, de 3.5 km pavimentada sólo en su primera mitad; va de la zona hotelera norte a la planta de tratamiento de aguas residuales y sigue durante 1.8 km más hasta la Laguna Ciega.

Además existen una serie de veredas y antiguos caminos mayas (sacbé) que se adentran en el área desde la selva colindante y la costa este, así como desde la zona arqueológica de San Gervasio y la zona de captación de agua. Estos senderos quedan total o parcialmente inundados en época de lluvias y su acceso con vehículo es probablemente muy difícil. El resto del área es bastante inaccesible pues no existen caminos habilitados y a todo el frente costero norte sólo se puede llegar por vía marítima.

Cozumel cuenta con un aeropuerto Internacional situado al lado norte de San Miguel.

El transporte público que existe en Cozumel es urbano sin presentar un sistema de transporte inter colonias, en cuanto a los servicios que presta a los pasajeros, éste es deficiente y requiere de programas y acciones que mejoren las unidades, cantidad, calidad y frecuencia del servicio. Con relación a la infraestructura de transporte de carga terrestre, la existente más bien complementa la infraestructura marítima de carga que sirve para el abasto de la isla, la cual depende de los transportistas externos y locales que suministran este servicio.

Respecto al servicio aéreo de carga y de pasajeros es nacional e internacional, existen varias empresas de mensajería que atiende la demanda de servicios de carga, sin embargo las líneas aéreas comerciales además de atender la demanda de pasajeros también realizan servicios de carga.

Los pasajeros en vuelos comerciales a Cozumel en 2003 fueron 98,424 nacionales y 357,252 internacionales (incluyéndose pasajeros en entrada y salida). De igual manera las telecomunicaciones son eficientes y se encuentran al nivel de los centros de población importantes del país.

### **Muelles**

Cozumel se encuentra posicionado como el más importante destino de cruceros de México y como uno de los destinos más importantes del mundo. La longitud de las obras portuarias de atraque es de 3,044 mt

lineales (Fuente: API). Los recintos portuarios que operan en la actualidad en Cozumel y que están concesionados para su operación por diversas empresas de la iniciativa privada son las siguientes:

- Terminal Internacional de Cruceros Puerta Maya, Cozumel.
- Terminal de Transbordadores de Cozumel
- Terminal Marítima de San Miguel de Cozumel
- Terminal Marítima SSA México
- Terminal de Ferrys
- Terminal de Cruceros Punta Langosta

### **Abasto**

En su condición de isla la población se abastece principalmente a través del transbordador de la ruta Puerto Morelos – Cozumel, el transbordador Calica – Cozumel y las embarcaciones de ruta provenientes de Playa del Carmen. Existen dos mercados públicos y un rastro municipal (Ayuntamiento de Cozumel, 2005).

### **Manejo de residuos sólidos**

En el municipio se cuenta con 15 unidades recolectoras de carga trasera, y 4 volquetes de 3.5 toneladas. Existe un basurero municipal ubicado al sureste de la isla cercana a Playa San Martín. También está en construcción un relleno sanitario a nivel de superficie. Actualmente tiene una celda en funcionamiento.

Ecoz, la entidad responsable del manejo de residuos determinó que en promedio la generación per cápita de residuos en la población de Cozumel es de 1.027 Kg./hab./día, produciendo un aproximado de 110 toneladas al día, de las cuales 71% (78.1 ton/día) corresponden al área poblacional y 29 % (31.9 ton/día) corresponden al área comercial (Sistema de Limpia en Cozumel 2005).

### **Energía eléctrica**

El 97% de las viviendas habitadas cuentan con energía eléctrica. Las localidades donde la cobertura de este servicio es inferior al 70% son aquellas que tienen hasta cuatro viviendas. En la población de Cozumel la cobertura de electricidad es de 98% (INEGI, 2004).

### **Vivienda**

La dotación de servicios en las viviendas es alta en el municipio, el 84% de las viviendas cuentan con agua entubada y el 94% con drenaje.

De las 14098 viviendas reportadas por INEGI para el municipio (2004), el 97% utiliza gas para cocinar, pero en 447 viviendas se emplea otro tipo de combustible para cocinar. El uso de leña como combustible se da en 260 viviendas de San Miguel de Cozumel, 6 viviendas en El Cedral y en San Lorenzo y 122 viviendas más distribuidas en las localidades del municipio. El carbón se usa para cocinar en Cozumel (47 viviendas), San Fernando, Los Pinos, CUPSA y La Estrella con una vivienda cada uno. Solamente dos viviendas Cozumel emplean petróleo como combustible. El consumo de leña como combustible en 394 casas representa una presión sobre la vegetación de la zona, cuya intensidad está vinculada con el número de habitantes de esas viviendas.

### **Educación**

De acuerdo con INEGI (2004) en 2000 la población alfabetizada de 15 años y más representaba el 94.8% del total. El analfabetismo se redujo de 7.6% en 1990 a 5.1% en 2000.

En cuanto al nivel de instrucción, en 2000 el 6% de la población no contaba con instrucción, el 16% tenía primaria incompleta y 18% tenía primaria completa. De esta manera, el 40% de la población no contaba con estudios más allá de la primaria; solamente el 59% de la población tenía estudios posprimaria.

De acuerdo con el Plan de Desarrollo Urbano, el número de escuelas por nivel educativo en el período escolar 2003-2004 era:

- Preescolar: 16 escuelas (1 pública, 5 particulares).
- Primaria: 28 escuelas, 20 públicas y 8 particulares.
- Secundaria: 10 escuelas, 6 públicas y 4 particulares.
- Bachillerato: 6 escuelas, 4 públicas y 2 particulares.
- Superior: 2 universidades, 1 pública y 1 privada.

### **Salud**

El municipio cuenta con 8 unidades médicas, tres son hospitales del IMSS, ISSSTE y Servicios Estatales de Salud (SESA) y cinco son unidades de consulta externa pertenecientes a la Secretaría de Defensa Nacional, Secretaría de Marina, DIF; y dos de SESA. El 62% de la población del municipio es derechohabiente a los servicios del IMSS, ISSSTE, SEDENA y Marina (INEGI 2004).

## **V.- IDENTIFICACIÓN, DESCRPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTO AMBIENTALES**

### **V.1.- Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales**

Para realizar la evaluación de los impactos ambientales existen varias técnicas, donde en el caso particular de este trabajo se empleó como primera instancia la técnica de la lista de comprobación (también llamada lista de chequeo), de la cual se partió para identificar los efectos potenciales (positivo+/negativo-) que denominaremos impactos ambientales, que puede generar un proyecto dentro de una determinada región o lugar. Posteriormente a esto, se utilizó la Matriz de Leopold modificada (o Matriz de Evaluación de Impactos Causa-Efecto), para determinar y cuantificar el grado de impacto de cada una de las actividades a realizarse dentro de la obra proyectada.

La Matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para la evaluación del impacto ambiental. El primer paso para esta Matriz consiste en identificar las interacciones existentes, para lo cual se consideran primero todas las acciones o columnas que puedan tener lugar dentro del proyecto en evaluación. Posteriormente, y para cada acción, se considerarán todos los factores ambientales o filas que puedan ser afectados significativamente, marcando la cuadrícula correspondiente a la columna y la fila, es decir se identifican las interacciones de estos atributos ambientales con las acciones previstas en el proyecto. Una vez hecho esto, se procede a una evaluación individual de cada uno de los impactos asignándoles un valor determinado dependiendo del grado de perturbación que estos generen.

#### **V.1.1.-Indicadores de impacto**

Los indicadores de impacto se describen como la expresión medible y cuantificable de un impacto ambiental, con o sin proyecto, por lo que son variables simples y/o complejas que presentan una alteración o repercusión sobre un factor ambiental definido, por lo que un indicador es capaz de caracterizar y evaluar el estado del factor que se pretende valorar.

#### **V.1.2.- Lista indicativa de indicadores de impacto**

Los indicadores de los efectos y procesos de cambio que podrían ocurrir en el sistema ambiental a causa de las actividades del proyecto se enlistan a continuación:

##### **Características físicas y químicas**

- Aire
  - \* Calidad (humos)
  
- Sonido
  - \* Ruidos y vibraciones
  
- Suelo
  - \* Estabilidad
  - \* Erosión
  
- Agua
  - \* Calidad

##### **Condiciones biológicas**

- Hábitats
  - \* Biotopos

- Flora
- \* Cobertura total

- Fauna
- \* Especies terrestres

#### **Factores socioeconómicos**

- Población y Economía
- \* Ingreso económico local
- \* Actividad turística
- \* Comercio y servicios

- Medio Perceptual
- \* Paisaje
- \* Diversión

#### **V.1.3 Criterios y metodologías de evaluación**

##### **V.1.3.1 Criterios**

Los procedimientos que se utilizaron para la evaluación de los impactos ambientales consistieron primeramente en el análisis y descripción de cada uno de ellos, de acuerdo a los siguientes parámetros: carácter, relación causa-efecto, periodicidad, intensidad, extensión, momento en el que se manifiesta, persistencia, capacidad de recuperación, e interrelación de efectos y/o acciones, los cuales serán explicados posteriormente. De la misma manera, se construyó una Matriz de Leopold modificada, en la que se califican cuantitativamente la magnitud e importancia de las actividades sobre las condiciones del medio (características físicas y químicas, condiciones biológicas y factores socioeconómicos), las cuales fueron calificadas como a continuación se menciona:

- Magnitud, según el número de 1 a 3, en el que 3 corresponde a la alteración máxima provocada en el factor ambiental considerado, y 1 a la mínima. Estos valores van precedidos de un signo positivo (+) o negativo (-), según se trate de efectos en provecho o deterioro del medio ambiente, respectivamente, entendiéndose como provecho a aquellos factores que mejoran la calidad ambiental.

Importancia (ponderación), que da el peso relativo que el factor ambiental considerado tiene del proyecto, o la posibilidad de que se presenten alteraciones.

Magnitud/Importancia

1: Baja  
2: Media  
3: Alta

Tabla 10.- Matriz de Leopold Modificada

CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO/ETAPAS DEL PROYECTO			Preparación	Construcción							Operación y Mantenimiento			
Factores Ambientales Modificados	Acciones Impactantes		Trazo topográfico	Perforación de pozos	Acomodo y armado de ósmosis inversa	Instalación del sistema eléctrico	Instalación del sistema hidráulico	Afinado y detalles de construcción	Ajustes del sistema eléctrico e hidráulico	Pruebas de operación	Extracción de agua	Descarga de agua	Mantenimiento del equipo	TOTAL
	Características físicas y Químicas	Atmósfera	Calidad del aire		-2/3								-3/3	-1/2
Sonido		Ruidos y vibraciones		-3/3	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1			-1/1		-1/1	-9/9
Suelo		Estabilidad		-2/2			-1/1				-1/1			-4/4
		Erosión		-3/3										-3/3
Agua	Calidad		-1/1				-1/1			-1/1	-1/1		-4/4	
Condiciones Biológicas	Flora	Cobertura												
		Diversidad												
		Especies en peligro												
	Fauna	Presencia		-1/1		-1/1	-1/1	-1/1						-4/4
Diversidad														
Factores Socioeconómicos	Población y Economía	Ingreso económico local	+1/1	+2/2	+1/1	+1/1	+1/1	+1/1	+1/1	+1/1			+1/1	+10/10
	Medio perceptual	Paisaje		-1/2			-1/2	-1/1						-3/5
TOTAL			+1/1	-11/17	0/2	-2/3	-3/6	-3/5	+1/1	+1/1	-3/3	-4/4	-1/1	

### **V.1.3.2 Metodologías de evaluación y justificación de la metodología seleccionada**

#### **Clasificación de los impactos**

La clasificación de los impactos se evaluará de acuerdo a su tipo:

a) Por el carácter del impacto (CI). Se refiere al efecto beneficioso (+) o perjudicial (-) de las diferentes acciones que van a incidir sobre los factores considerados.

b) Por la relación causa-efecto (CE). Se analizan las interacciones entre las acciones del proyecto y los factores ambientales de su entorno posiblemente afectados.

- Impacto indirecto o secundario (1): es aquel cuyo efecto no supone una incidencia inmediata respecto a la interdependencia o en general a la relación de un factor ambiental con otro.
- Impacto directo (2): es aquel cuyo efecto tiene una incidencia inmediata en algún factor ambiental.

c) Por su periodicidad (PR). Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto.

- Impacto discontinuo (1): por la alteración irregular del ambiente.
- Impacto periódico (2): su efecto se manifiesta con un modo de acción intermitente y continúa en el tiempo.
- Impacto continuo (3): está definido por la alteración regular del ambiente.

d) Por la intensidad (I). Representa la cuantía o el grado de incidencia de la acción sobre el factor en el ámbito específico en que actúa.

- Impacto mínimo o bajo (1): aquel cuyo efecto expresa una destrucción mínima del factor considerado.
- Impacto medio (2): aquel cuyo efecto se expresa como una alteración del ambiente y sus repercusiones están situadas entre los niveles bajo y alto.
- Impacto notable o alto (3): aquel que expresa una destrucción casi total en el factor considerado. En caso de que la destrucción sea completa el impacto se denomina Total (4).

e) Por la Extensión (EX). Se refiere al área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto.

- Impacto puntal (1): cuando la acción produce un efecto localizado.
- Impacto parcial (2): aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio.
- Impacto extremo (4): aquel cuyo efecto se detecta en la gran parte del medio considerado.

f) Por el momento en que se manifiesta (MO). Alude al tiempo que transcurre entre la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental.

- Impacto a largo plazo (1): aquel cuyos efectos se manifiestan al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que los provoca (1 año, antes de 5 y un período mayor).

- Impacto a mediano plazo (2): aquel cuyo efecto en el ambiente se da en un momento de importancia, independiente del plazo.
- Impacto a corto plazo (inmediato) (3): aquel en el que el plazo del tiempo entre el inicio de la acción y la manifestación es nulo.

g) Por su persistencia (PE). Refleja el tiempo en que supuestamente permanecería el efecto desde su aparición.

- Impacto temporal (1): el efecto supone una alteración no permanente en el tiempo cuando una manifestación que puede determinarse en forma temporal.
- Impacto permanente (3): el efecto supone una alteración del ambiente indefinida en el tiempo.

h) Por su capacidad de recuperación (CR). Se refiere a la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado como consecuencia del proyecto.

- Reversible (1): aquel cuyos efectos en el ambiente pueden ser mitigados de forma tal que se restablezcan las condiciones previas a la acción.
- Irreversible (3): aquel que de acuerdo a la naturaleza de la acción no permitirá el restablecimiento de las condiciones originales.

i) Por la interrelación de efectos y/o acciones (AC). Este criterio o atributo da idea del incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de forma continuada o reiterada la acción que lo genera.

- Impacto simple (1): el impacto se manifiesta en un solo componente ambiental o su modo de acción es individualizado.
- Impacto acumulativo (2): aquel efecto que al prolongarse en el tiempo la acción del agente inductor, incrementa progresivamente su gravedad.

Impacto sinérgico (4): aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varios agentes o acciones supone una incidencia ambiental mayor que el efecto suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

## Descripción de los impactos

Tabla 11.- Clasificación de los impactos sobre el ambiente

Impacto	Carácter	Relación causa efecto	Periodicidad	Intensidad	Extensión	Momento en que se manifiesta	Persistencia	Capacidad de recuperación	Interrelación de efectos y/o acciones
I	Perjudicial	Directo	Discontinuo	Bajo	Puntual	Inmediato	Temporal	Reversible	Simple
II	Perjudicial	Directo	Continuo	Bajo	Puntual	Inmediato	Permanente	Irreversible	Simple
III	Perjudicial	Directo	Discontinuo	Bajo	Puntual	Inmediato	Permanente	Irreversible	Simple
IV	Perjudicial	Directo	Discontinuo	Bajo	Puntual	Inmediato	Temporal	Reversible	Simple
V	Benefico	Directo	Discontinuo	Bajo	Puntual	Inmediato	Temporal	Reversible	Simple

I) Generación de humo, ruido atmosférico y vibraciones, II) Erosión del suelo, III) Alteración de la calidad agua subterránea, IV) Ahuyentamiento de la fauna, v) Generación de empleos temporales.

La importancia del efecto (IE) se obtiene a partir de la valoración cuantitativa con los criterios explicados anteriormente. Una vez obtenida dicha valoración se procede a la clasificación del impacto partiendo del análisis del rango de la variación de la mencionada importancia del efecto.

Si el valor es:

Menor o igual que 12 se clasifica como COMPATIBLE (CO),

Igual o mayor que 13 y menor o igual que 18 se clasifica como MODERADO (M),

Igual o mayor que 19 pero menor o igual que 23 entonces la clasificación del impacto es SEVERO (S),

Mayor que 24 la clasificación que se asigna es de CRÍTICO (C).

A continuación se describen cada uno de los impactos generados por las actividades.

#### **I.- Generación de humo, ruido atmosférico y vibraciones**

$$IE=2CE + 1PR + 1I + 1EX + 3MO + 1PE + 1CR + 1AC= 11$$

Este evento se refiere al deterioro de la calidad del aire al momento de estar en operación el equipo y la maquinaria perforadora, la cual generará humos, ruidos y vibraciones. Durante el proceso de operación de los sistemas de abastecimiento de agua salobre de ósmosis inversa, estos impactos se minimizarán debido al uso de motores y bombas eléctricas, las cuales son más silenciosas disminuyendo las vibraciones, el ruido y evitan los humos al no requerir de un proceso de combustión.

#### **II.- Erosión del suelo**

$$IE= 2CE + 3PR + 1I + 1EX + 3MO + 3PE + 3CR + 1AC = 17$$

La erosión y estabilidad del suelo se verá afectada durante el proceso de perforación de los pozos de extracción. Esta zona quedará afectada de manera definitiva y permanente con dicha perforación, quedando modificados con la inserción del ademe de 30.48'' de diámetro, al ser un componente extraño al del suelo original.

#### **III.- Alteración de la calidad del agua subterránea**

$$IE= 2CE + 1PR + 1I + 1EX + 3MO + 3PE + 3CR + 1AC = 15$$

Durante la perforación se pueden generar, incidentalmente, iones que cambien el pH del agua. Se considera la aplicación de los criterios de la Norma Oficial Mexicana NOM-003-CONAGUA-1996, requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Publicada en el *Diario Oficial de la Federación el 3 de febrero de 1997* lo que permitirá prevenir y mitigar cambios en las propiedades fisicoquímicas del agua del manto acuífero.

La propuesta de la planta de osmosis inversa para dar suministro de agua potable a la fábrica de cerveza, se calculó para un volumen de 600 m<sup>3</sup>/d, de agua extraída del manto acuífero a una profundidad de 30 m. Que considerando una tasa de recuperación aproximada del 40%, se obtendría 240 m<sup>3</sup> de agua potable, que es la capacidad requerida para la operación del proyecto.

#### **IV.- Ahuyentamiento de la fauna**

$$IE= 2CE + 1PR + 1I + 1EX + 3MO + 1PE + 1CR + 1AC= 11$$

Debido a que la vegetación del predio y sus alrededores han sufrido modificaciones derivadas de las actividades antropogénicas, como la construcción de desarrollos turísticos, comercios y vialidades, ésta se encuentra fragmentada y los hábitats disponibles para la fauna se han reducido. Así mismo, algunas especies de fauna se han desplazado a otros sitios menos perturbados, o a su alrededor. Dentro del predio no existe ningún tipo de fauna nativa ya, esta fue desplazada desde hace más de 1 década, tiempo en que fue adquirido el predio. Actualmente se puede observar la presencia de aves como el zanate o pich, cenizotes, estas especies se han adaptado a la presencia humana comiendo los restos de alimento de los que en momentos pueden llegar a disponer. Durante las actividades que serán llevadas a cabo para el desarrollo del proyecto (etapa de construcción), dicha fauna podría desplazarse temporalmente debido a los ruidos y polvos, así como a la presencia de la gente que se encuentre laborando en el sitio.

## V.- Generación de empleos temporales

$$IE= 2CE + 1PR + 1I + 1EX + 3MO + 1PE + 1CR + 1 AC = 11$$

El proyecto, aunque de corta duración y dimensiones en lo que respecta a la perforación de los pozos, generará empleos temporales que crearán una derrama económica a las personas que aquí vayan a laborar. Los empleos que se generen por la operación del proceso de ósmosis inversa serán permanentes con la consiguiente contratación de personal, lo cual generara una derrama económica en el lugar con los correspondientes beneficios que esto genera.

De los impactos descritos anteriormente se señalan en la tabla siguiente sus niveles de afectación.

Tabla 12- Nivel de afectación de los impactos

Impacto	Importancia del impacto	
Generación de humo, ruido atmosférico y vibraciones.	11	Compatible
Erosión del suelo	17	Moderado
Alteración de la calidad del agua subterránea	15	Moderado
Ahuyentamiento de la fauna	11	Compatible
Generación de empleos temporales	11	Compatible

De acuerdo a la tabla 14 del nivel de afectación de los impactos, estos son compatibles y moderados con la ejecución del proyecto, presentando el valor más alto de 17 puntos la erosión del suelo y de 15 puntos la alteración de la calidad de agua subterránea. Para el caso del impacto de generación de empleos temporales, al ser positivo no se menciona ninguna medida de mitigación o compensación.

A continuación se describe de qué manera se verán afectadas las condiciones del medio con las actividades que se llevarán a cabo durante el presente proyecto (desglose de la Matriz Leopold).

## **ETAPA DE PREPARACIÓN**

### **Trazo topográfico**

#### **Factores Socioeconómicos**

##### **Población y economía – Ingreso económico local**

+1/1 El trazo topográfico se refiere al marcado y delimitación del área donde será perforado el pozo. Esta actividad generara una remuneración económica al personal que labore dentro del proyecto. Debido a la magnitud de la obra, se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

## **ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

### **Perforación del pozo**

#### **Características Físicas y Químicas**

##### **Atmósfera – Calidad del aire**

-2/3 la calidad del aire se verá perjudicada durante el proceso de perforación de los pozos, estará dada por los humos generados por la maquinaria perforadora, así como la producción de polvos finos y partículas que se desprenderán del suelo al momento de la perforación, las cuales serán transportadas por el sistema de vientos y depositadas posteriormente cuando las fuerzas actuantes disminuyan su intensidad y el peso de las partículas permitan depositarlas nuevamente. Esta generación de humos se encuentra regulada por la NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de capacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas como combustibles. Este impacto podrá ser mitigado con la instalación de filtros, y mojando con agua los lugares de perforación. Se considera un impacto de mediana magnitud y de alta importancia.

##### **Sonido – Ruido y vibraciones**

-3/3 Durante el tiempo en que funcione la maquinaria, el proceso de perforación del pozo generará ruidos y vibraciones, los cuales podrían causar molestias en el entorno. Sin embargo, no deberán rebasar los 81 decibeles autorizados para fuentes móviles de 3,000 a 10,000 kg, de acuerdo a la NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido de las fuentes. Este impacto puede ser mitigado con el uso de silenciadores que ayudarán a disminuir el ruido generado. Se considera un impacto de alta magnitud y de alta importancia.

##### **Suelo – Estabilidad**

-2/2 La estabilidad del suelo se verá afectada durante el proceso de perforación de la maquinaria, la cual no durará mucho tiempo. A medida que la broca vaya perforando, irá inyectando bentonita, material utilizado para impermeabilizar y evitar que las paredes del pozo se desplomen. Posteriormente, se instalará el ademe el cual será de pvc hidráulico que brindará un mayor soporte y estabilidad a las paredes del pozo. Se considera un impacto de mediana magnitud y de alta importancia.

##### **Suelo – Erosión**

-3/3 Los procesos erosivos que se generarán durante la perforación de los pozos será mínimo, debido al tipo de maquinaria que será utilizada y al diámetro de la perforación que se realizará de 16". A medida que se profundice en la perforación la maquinaria inyectará bentonita, lo cual disminuirá la erosión de las paredes cortadas dándoles soporte y solidez. Se considera un impacto de alta magnitud y de alta importancia.

##### **Agua - Calidad**

-1/1 Durante el proceso constructivo que consiste básicamente en la perforación de los pozos , la cual se verá afectada en mayor grado al momento de llegar a los acuíferos seleccionados, donde se realizará la descarga del agua de desecho de la ósmosis inversa. Debido a la profundidad a la que se encuentran los acuíferos donde será descargada el agua 60 m. y ser salobre, se considera que la calidad no sufrirá variaciones considerables o representativas que modifiquen sus características. No se generará ningún

impacto a la calidad del agua, toda vez que no se modificarán las características físicas, químicas o biológicas de la misma. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

### **Condiciones biológicas**

#### **Fauna - Presencia**

-1/1 Dentro del predio no existe fauna nativa, la cual ha sido desplazada desde hace más de 15 años debido a que la vegetación del predio y sus alrededores han sufrido modificaciones derivadas de las actividades antropogénicas, como la construcción de desarrollos turísticos, comercios y vialidades, ésta se encuentra fragmentada y los hábitats disponibles para la fauna se han reducido. Puede llegar a encontrarse la presencia de algunas aves como *Quiscalus mexicanus* (pich), *Mimus gilbus* (cenzontles) las cuales no son residentes del lugar, teniendo presencia durante el transcurso del día. Debido a esto, durante la perforación de los pozos podría ocurrir el ahuyentamiento de dicha fauna pasajera, razón por la cual se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

### **Factores Socioeconómicos**

#### **Población y economía – Ingreso económico local**

+2/2 Los ingresos económicos que se generen durante la perforación de los pozos, serán repartidos a los trabajadores que laboren dentro del proyecto de perforación, generando una derrama económica y un bienestar de una parte de la población del lugar. Debido a las dimensiones del proyecto se considera un impacto de mediana magnitud y de mediana importancia.

#### **Medio perceptual - Paisaje**

-1/2 La perforación de los pozos influirá sobre el paisaje y el entorno en general de manera primordial durante el periodo de tiempo en que se realicen las perforaciones. Cuando estas hayan terminado, los pozos serán resguardados mediante la construcción de registro de concreto, los cuales permitirán disminuir los impactos visuales generados por la perforación y operación de estos, lo que generará que pasen desapercibidos pues quedarán a ras de suelo. La tapa de concreto permitirá que esta pueda ser retirada y realizar así los trabajos y actividades de mantenimiento y limpieza que se puedan requerir. Se considera un impacto de baja magnitud y de mediana importancia.

### **Acomodo de armado de ósmosis inversa**

#### **Características físicas y químicas**

#### **Sonido – Ruido y vibraciones**

-1/1 El funcionamiento y operación de la planta será realizada mediante el uso de equipos y bombas eléctricas lo cual permitirá disminuir los ruidos y vibraciones que el equipo pudiera generar durante los periodos de tiempo en que se encuentre operando. De igual forma y como medida de mitigación, a planta de ósmosis inversa será resguardada en el interior del área de carpintería para brindar protección a los equipos e instalaciones eléctricas e hidráulicas, y permita reducir los niveles de ruido y vibraciones que se puedan generar. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

### **Factores Socioeconómicos**

#### **Población y economía – Ingreso económico local**

+1/1 El ingreso económico local no se verá beneficiado de manera notoria, debido a que la derrama económica que generará el proyecto se limitará de manera puntual a las empresas donde se adquieran los diferentes equipos y al personal que vaya a laborar de manera directa con la instalación, armado y ensamblado de estos. Por lo tanto, se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

## **Instalación del sistema eléctrico**

### **Características físicas y químicas**

#### **Sonido – Ruidos y vibraciones**

-1/1 Los ruidos y vibraciones que se generen durante la instalación del suministro eléctrico para la operatividad de la bomba será mínima, la cual estará dada por lo trabajadores y obras eléctricas que se puedan necesitar. Se considera un impacto de baja magnitud e importancia.

## **Condiciones biológicas**

### **Fauna – Presencia**

-1/1 Dentro del predio no existe fauna nativa, la cual ha sido desplazada desde hace más de 15 años debido a que la vegetación del predio y sus alrededores han sufrido modificaciones derivadas de las actividades antropogénicas, como la construcción de desarrollos turísticos y vialidades, ésta se encuentra fragmentada y los hábitats disponibles para la fauna se han reducido. Puede llegar a encontrarse la presencia de algunas aves como *Quiscalus mexicanus* (pich), *Mimus gilbus* (cenzontles) las cuales no son residentes del lugar, teniendo presencia durante el transcurso del día. Debido a las dimensiones del proyecto y a que las instalaciones eléctricas en el área serán suministradas a través de la red eléctrica, por medio de poliductos utilizados específicamente para esto, se considera un impacto de baja magnitud e importancia.

## **Factores Socioeconómicos**

### **Población y economía – Ingreso económico local**

+1/1 El ingreso económico que se cree durante la realización del proyecto no impactará a la población en general de Cozumel, ya que, como se ha comentado, únicamente generará una derrama económica a los trabajadores que estén involucrados dentro del proyecto, los cuales recibirán una remuneración económica como pago de su trabajo. El personal será gente capacitada y con experiencia, lo cual garantizará un buen desempeño de sus funciones, así como una mayor remuneración económica por las labores desarrolladas. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

## **Instalación del sistema hidráulico**

### **Características Físicas y químicas**

#### **Sonido – Ruidos y vibraciones**

-1/1 Los ruidos y vibraciones que se generen durante la instalación de las distintas tuberías y conexiones hidráulicas, de la bomba eléctrica de abastecimiento de agua salobre y de todos los componentes requeridos para el funcionamiento del proyecto serán mínimos. Para la planta de ósmosis inversa y de la bomba de aprovechamiento de agua salobre será en un lugar abierto que permitirá disipación del ruido. De igual manera el ruido producido durante esta etapa del proyecto será mínimo, no rebasará los límites máximos permisibles que pudieran representar un riesgo o un malestar para los trabajadores o público en general. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

## **Suelo - estabilidad**

-1/1 La estabilidad del suelo se verá modificada durante el proceso de excavado para la introducción y hundimiento de la tubería hidráulica que proporcionará el abastecimiento de agua a los diferentes sistemas que componen el proyecto. La excavación en la cual estará enterrada la tubería, no excederá más de los 0.50 metros de profundidad, correspondiendo a un lugar muy superficial del área del cuarto de maquinas. Esta tubería quedará en este lugar de manera permanente lo cual modificara de manera inmediata la calidad del suelo en este lugar. El resto de las tuberías que se instalen, se colocarán en superficies que ya han sido afectadas previamente durante el proceso de construcción, generando exclusivamente modificaciones en el acomodo y distribución de las ya existentes. Debido a las dimensiones de excavación que representa el anclado de los tubos y siendo de 30 metros de longitud aproximadamente, se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

## **Condiciones biológicas**

### **Fauna – Presencia**

-1/1 La instalación y el acomodo del sistema hidráulico dentro del proyecto no repercutirá en las condiciones biológicas dentro del sitio. Como se ha mencionado con anterioridad en este documento las especies de fauna fueron desplazadas desde hace más de 15 años debido a que la vegetación del predio y sus alrededores han sufrido modificaciones derivadas de las actividades antropogénicas, como la construcción de desarrollos turísticos, comercios y vialidades, ésta se encuentra fragmentada y los hábitats disponibles para la fauna se han reducido, encontrándose en la actualidad la presencia de algunas aves no residentes. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

## **Factores Socioeconómicos**

### **Población y economía – Ingreso económico local**

+1/1 Los ingresos económicos que se generen durante la construcción del proyecto serán de manera reducida y puntual, beneficiando directamente a los trabajadores involucrados dentro del proyecto. En este proyecto de pequeña escala que permitirá evitar un alto consumo de agua de CAPA, permitiendo una mayor disponibilidad de este recurso, para su distribución en colonias y lugares que presenta problemas de escasez, lo que redundará en un beneficio social a mediano y largo plazo para la comunidad en general. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

### **Medio perceptual – Paisaje**

-1/2 El medio perceptual y paisajístico del lugar se verá modificado de manera puntual y temporal, durante los trabajos de excavación, acomodo y armado de la tubería que permitirá el funcionamiento del proyecto, mediante las tomas de abastecimiento y de descarga que serán instaladas en el lugar. Este impacto terminará al momento en que las tuberías sean colocadas y rellenadas de tierra en las zanjas donde fueron instaladas, cubriendo los tubos que elimine en un corto periodo de tiempo cualquier rastro de las obras que se realizaron en el área. Se considera un impacto de baja magnitud y de mediana importancia.

## **Afinado y detalles de construcción**

### **Características físicas y químicas**

#### **Sonido – Ruidos y vibraciones**

-1/1 Los sonidos y vibraciones que puedan llegar a generarse estarán dados por los equipos y herramientas que se estén utilizando en el sitio de la obra. Los ruidos generados serán de bajos decibeles al utilizarse para estos trabajos herramientas de uso manual, como llaves, picos palas, etc. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

#### **Agua – Calidad**

-1/1 La calidad del agua podrá verse afectada durante los procesos finales del afinado de detalles de la construcción. Esta afectación podría darse por lluvias y escurrimientos que se generen en el lugar de la obra durante alguna derrama o fuga que pudiera producirse durante este periodo de tiempo, siendo estas posibilidades muy remotas. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

## **Condiciones biológicas**

### **Fauna – Presencia**

-1/1 Este impacto estará dado por el ahuyentamiento de la fauna pasajera al momento de llevar a cabo el afinado y los detalles de construcción de los pozos.

## **Factores socioeconómicos**

### **Población y economía – ingreso económico local**

+1/1 El ingreso económico que se genere por el concepto del terminado y afinado de las obras generará un bienestar a los trabajadores involucrados dentro del proyecto. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

### **Medio perceptual – paisaje**

-1/1 El contexto paisajístico será afectado de manera leve con la excavación y construcción de los registros donde quedará instalado los pozos. Se deberá procurar realizar terminados que permitan disimular esta construcción, tratando de generar condiciones de armonía en el sitio. Los registros se realizarán a ras de suelo para desaparecer de manera visual estas estructuras. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

### **Ajuste del sistema eléctrico e hidráulico**

#### **Factor socioeconómico**

#### **Población y economía – Ingreso económico local**

+1/1 Los ingresos económicos que generará el proyecto se verán reducidos exclusivamente a las personas que laboren dentro de este, lo cual no representará una derrama económica importante para una gran parte de la población de lugar. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

### **Pruebas de operación**

#### **Factores socioeconómicos**

#### **Población y economía – Ingreso económico local**

+1/1 Las pruebas de operación y funcionamiento de los equipos se consideran la etapa final del proyecto, en las cuales se podrán a prueba los diferentes componentes de este. De igual forma esto lo realizará personal calificado el cual será el encargado del armado y ensamblado de los equipos, obteniendo una remuneración económica como paga por sus servicios. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

## **ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

### **Extracción de agua**

#### **Características físicas y químicas**

#### **Sonido – Ruidos y vibraciones**

-1/1 Los ruidos y vibraciones que se generen durante el proceso de extracción de agua serán mínimos, debido que para la operación se utilizará un bomba eléctrica sumergible para el pozo de abastecimiento, el cual será confinado mediante un registro de cemento. El proceso de la ósmosis inversa de igual forma utilizará equipos eléctricos los cuales disminuirán los ruidos y vibraciones y el equipo como tal en su conjunto será resguardado en el cuarto de maquina que permita minimizar el ruido y las vibraciones que se pudieran generar. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

### **Suelo – Estabilidad**

-1/1 La estabilidad del suelo para el caso de los pozos no se verá modificada ni alterada durante el proceso de extracción de agua y descarga, debido a que este impacto durante la etapa de perforación del mismo. En la etapa de operación el pozo estará ademado con una tubería de pvc de 10” de diámetro, lo cual evitará la generación de derrumbes que pueda tapan el pozo y obstruirlo, dando estabilidad al suelo y a las paredes de los estratos del suelo donde fue perforado. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

### **Agua – Calidad**

-1/1 la calidad del agua no se verá modificada durante el proceso de extracción que se realizará, debido a que esta no sufrirá ningún cambio en sus características físico – químicas. El proceso consistirá en el bombeo del agua a una profundidad de 30 metros, la cual será llevada a la superficie por medio de la bomba eléctrica e inyectada posteriormente en la planta de ósmosis inversa, lo cual no modificará ni

percutirá en la calidad de agua del acuífero de donde será abastecida. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

### **Descarga de agua**

#### **Características Físicas y Químicas**

##### **Atmósfera – Calidad del aire**

-3/3 La calidad del aire no se afectará por la actividad de abastecimiento de agua al lugar, ni por los procesos generados en la planta de ósmosis inversa, los cuales no generan material particulado, humo u olores. Se considera un impacto de gran magnitud y de gran importancia.

### **Agua – Calidad**

-1/1 La calidad del agua subterránea no sufrirá modificaciones en el sitio de descarga del pozo de rechazo de la ósmosis inversa, la cual inyectara agua con diferentes concentraciones de sales a las encontradas en los acuíferos de manera natural, aunque se debe resaltar que el agua inyectada será menor en concentración de sales de la que se encuentra en el medio natural del acuífero, se considera un impacto de baja magnitud y baja importancia, dada la reducción de sales y su consecuente transformación para aprovechamiento humano. Conforme a lo indicado en los apartados anteriores se considera que el aprovechamiento de 600 m<sup>3</sup>/día con una recuperación del 40% no afecta la disponibilidad existente de la recarga media anual de 25,316 hm<sup>3</sup>/ año de la región hidrológica. Este impacto es benéfico en tanto se considera que la Isla de Cozumel requiere alternativas eficaces para el suministro de agua para las actividades de servicios, en este caso turísticos, que reduzcan la presión de demanda al operador de agua (CAPA) siempre considerando que adicionalmente a la autorización expresa de la SEMARNAT se tramitará el Título de Concesión ante la CONAGUA y se cumplirá estrictamente con lo establecido en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

Es en este consumo de agua donde cobra importancia el presente proyecto, pues su objetivo es del aumentar su calidad, abatiendo costos de mantenimiento de amortización de instalaciones y mejorando la calidad del agua al reducir su carga de sales. La inadecuada perforación de pozos para extracción y reinyección, pueden provocar deterioro de la calidad del agua subterránea y daños a la salud pública, especialmente cuando se pretende recuperar el agua de recarga para consumo humano o cuando cabe la posibilidad de que ésta migre incidentalmente hasta captaciones que suministran agua para ese uso. La incorrecta aplicación de polímeros utilizados para la perforación puede provocar cambios en el pH del agua subterránea. Por lo que resulta de utilidad aplicar la estandarización de Norma Oficial Mexicana que regulan los procesos de perforación de pozos, mismas que serán aplicadas para minimizar los posibles impactos negativos que se puedan causar.

Por otro lado el posible impacto que pueda causar la reinyección de agua producto al manto freático resulta negativo de baja intensidad, toda vez que se plantea la reinyección del 60% del rechazo con 20,000 mg/L de sólidos disueltos totales a una profundidad de -60 m que conforme a la información disponible no hay posibilidad de una intrusión salina ya que el espesor del acuífero se encuentra a menos de 10 m de profundidad por lo que la reinyección no provocará el deterioro de la calidad del agua subterránea.

### **Mantenimiento del equipo**

#### **Características Físicas y Químicas**

##### **Atmósfera – Calidad del aire**

-1/2 El mantenimiento de los equipos correctivos y preventivos es de vital importancia para lograr un buen desempeño y eficiencia. Es de gran relevancia resaltar que la planta de ósmosis inversa deberá de operar en óptimas condiciones, evitando así la generación y fuga. Se considera un impacto de baja magnitud y de media importancia.

### **Sonido – Ruidos y vibraciones**

-1/1 El mantenimiento del equipo se realizará dentro de las instalaciones de la fabrica de cerveza en talleres específicos para estas labores. El equipo será retirado del pozo y trasladado a los talleres donde se realiza los trabajos de mantenimiento necesario evitando la contaminación del medio ambiente. Esto evitará de igual forma disminuir los ruidos y vibraciones que se pueda generar durante la realización de estos trabajos. Se considera un impacto de baja magnitud y de media importancia.

### **Factores Socioeconómicos**

#### **Población y Economía – Ingreso económico local**

+1/1 Como se ha mencionado a través de este documento, los ingresos económicos generados durante las etapas del proyecto redundarán en beneficios económicos para la gente o personal que se encuentren laborando de manera directa dentro del proyecto. Se considera un impacto de baja magnitud y de baja importancia.

Finalmente, conforme a la Matriz de Leopold, las categorías ambientales más afectadas fueron los ruidos y vibraciones; y el ingreso económico local, de forma positiva. Mientras que la actividad más impactante fue la perforación de los pozos.

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

### **VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental**

Las medidas que se implementarán para la mitigación de los impactos ambientales negativos generados durante las actividades del proyecto, son los resumidos más adelante en la Tabla 13.

El proyecto de la perforación de los pozos es una obra de pequeña magnitud, se realizará en un corto periodo de tiempo (15 días) de acuerdo al cronograma de trabajo, lo que no afectará el entorno en gran medida. Este lugar fue impactado desde hace tiempo (más de 10 años) con el cambio de uso de suelo.

Las medidas de mitigación que se realizarán durante la etapa de construcción o perforación de los pozos corresponden al uso de filtros para el humo producido por la maquinaria perforadora, así como el uso de silenciadores que permitan reducir los niveles de ruido al momento de realizar el perforado de los pozos. De igual forma las vibraciones generadas por el equipo perforador serán amortiguadas por el chasis y las llantas del vehículo donde estará montada la maquinaria perforadora, lo cual disminuirá gran parte de estas al momento de taladrar el suelo.

Las medidas de mitigación y correctivas durante la etapa de operación corresponden al mantenimiento preventivo y correctivo que se deberá realizar a las instalaciones, componentes y equipos involucrados en el proyecto, lo cual requiere de los mantenimientos de la bomba de abastecimiento de agua salobre como puede ser el cambio de empaques, cambio de bujes, limpieza, etc., que pudiera requerir el equipo, así como los componentes del proceso de la ósmosis inversa. De igual forma se realizarán las revisiones y reparaciones del sistema eléctrico que conduce y controla la energía, suministrando seguridad al personal de mantenimiento y a los componentes del sistema hidráulico que permitan una correcta conducción del agua evitando fugas, derrames y escurrimientos que pudieran generar contaminación al medio y malos olores en el lugar del proyecto.

Tabla 13.- Medidas de mitigación y compensación.

Medida de mitigación	Impacto que será mitigado	Etapa en la que se generó el impacto			Descripción de la medida de mitigación
		Preparación	Construcción	Operación	
<b>Revisión del correcto funcionamiento de equipos, componentes y maquinaria de perforación</b>	Generación de humo, ruido atmosférico y vibraciones		*		Los equipos que van a realizar los trabajos de perforación deberán estar correctamente sellados, afinados y sin fugas de aceite, gasolina o diesel, deberán contar con silenciadores para el ruido generado, y con filtros para la minimización de los humos producidos durante el proceso de combustión de la gasolina y/o diesel. Las emisiones de gases generados deberán encontrarse en concordancia de la NOM-041-SEMARNAT-1999 que establece los límites de emisiones de gases contaminantes provenientes de escape de vehículos automotores; y los ruidos producidos no deberán exceder los límites marcados en la NOM-081-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, Asimismo, se deberán realizar el mantenimiento preventivo y correctivo del equipo, previamente a su funcionamiento a fin de reducir los niveles de ruido, humo y vibraciones que lleguen a producir durante el proceso de perforación. El mantenimiento de los equipos se realizarán en talleres específicos para esto y no se hará ninguna reparación en el área del proyecto.
<b>Disminución del proceso erosivo</b>	Erosión del suelo		*		La pérdida y erosión del suelo evitará en la medida de lo posible mediante la intrusión de bentonita al momento de realizar la perforación de los pozos. De igual manera, al momento de introducir el ademe de pvc, este detendrá el proceso erosivo y deslave del suelo evitando que se colapse y taponee la perforación
<b>Aplicación de la normatividad en materia de perforación de pozos</b>	Alteración de la calidad del agua subterránea		*	*	Las medidas de mitigación se relacionan con la NOM-003-CNA-1996 que menciona los requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos. Las piezas y sustancias utilizadas en la perforación del pozo deberán ser de calidad comercial. Se considerará un radio mínimo de 30 metros, entre sitio de perforación seleccionado y las fuentes potenciales de contaminación. Las herramientas y tuberías de perforación deberán ser limpiadas de grasas, aceites y otras sustancias adheridas a la herramienta y posteriormente desinfectadas antes de empezar el proceso de perforado. Los residuos generados durante el proceso de perforación deberán ser retirados del área de trabajo y disponer de ellos en lugares autorizados para este fin. Parte del mantenimiento de los pozos se hará conservándolo aislado, evitando el azolvamiento por lodos y tierra durante la fuertes avenida, así como la introducción de basura en ellos, lo cual los puede obstruir y crear condiciones insalubres, generando la contaminación del sitio. Se realizarán visitas periódicas que permitan dar seguimiento a las condiciones de higiene del pozo, realizando labores de limpieza pertinentes para el buen funcionamiento y desfogue.

## **VI.2 Impactos residuales**

El proyecto como tal no generará ningún impacto residual dentro del sitio o al entorno en general. Al concluir el proceso constructivo de perforación de los pozos, la maquinaria será retirada del sitio, al igual que todos los materiales y sobrantes que pudieran quedar, recuperando las condiciones estéticas iniciales del lugar. El pozo de rechazo del proceso de la ósmosis inversa quedará a ras del suelo y será confinado mediante la construcción de un registro de cemento, minimizando la construcción y permitiendo retomar las condiciones paisajísticas del sitio. El pozo de descarga, contará con un registro y será tapado mediante una losa de concreto desmontable, la cual servirá para las actividades de inspección y mantenimiento que se puedan requerir.

El abastecimiento de agua a partir de un pozo profundo de agua salobre permitirá disminuir los volúmenes consumidos a CAPA lo que generará una mayor disponibilidad de agua para el abastecimiento de otros colonias y lugares que carecen de este servicio.

Al garantizar la calidad del agua que será descargada proveniente de la planta de ósmosis inversa al acuífero se desvanecerá cualquier impacto residual que se pudiera generar, lo cual se demostrará mediante la toma de muestras que serán analizadas por un laboratorio certificado para este tipo de pruebas, lo que demostrará la eficiencia del sistema.

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

### **VII.1 Pronóstico del escenario**

En este capítulo se describen los escenarios que se pueden presentar en la zona de estudio:

#### **a) Pronóstico del escenario actual, sin el proyecto:**

Se seguirá consumiendo el agua potable entubada que es suministrada por CAPA, con el consiguiente déficit de abastecimiento que se genera para otras partes de la ciudad que carecen de este servicio. Se considera que la calidad del agua utilizada para la limpieza de las áreas comunes de la fabrica de cerveza. (patios, terrazas, andadores, etc), es muy buena para destinarla a estos trabajos, la cual se termina perdiendo, removiendo basura, polvo y suciedad acumulada en los pisos del lugar.

#### **b) Pronóstico del escenario futuro con el proyecto sin medidas ambientales:**

Con la realización del proyecto disminuirá el consumo de agua potable suministrado por CAPA, permitirá mantener el volumen de agua requerido por la planta cervecera para su abasto y necesidades y con esto mantener las condiciones de calidad e higiene dentro de las áreas comunales del sitio de acuerdo a los protocolos internos de mantenimiento que se manejan. Sin medidas de mitigación se podría llegar al desperfecto de los equipos; bomba de agua de abastecimiento, deficiencias en el proceso del tratamiento de ósmosis inversa, se podrían presentar cortos y fallas eléctricas en la red del sistema de energía, así como fugas derramas, escurrimientos y filtraciones en la red hidráulica de abastecimiento y de descarga con que contara el proyecto, con las consecuentes pérdidas y riesgos sanitarios que esto representa.

#### **c) Pronóstico del escenario futuro con el proyecto y medidas ambientales:**

Debido a los altos consumos de agua que se requiriera para la planta cervecera, se pretende realizar la perforación del pozo de abastecimiento de agua salobre, lo cual evitará consumir agua potable de la red Municipal para realizar los trabajos de limpieza de las áreas comunales del predio, disminuyendo el volumen de consumo y el pago de derechos que se genera por este concepto, permitiendo a CAPA contar con un volumen mayor para su distribución dentro de la población que lo requiere. El pronóstico corresponde a un suministro constante de agua que permita realizar el abasto requerido para la operatividad de la planta cervecera. Debido al mantenimiento de la bomba, de la instalación eléctrica e hidráulica, al mantenimiento del proceso de la ósmosis inversa, no se tendrán problemas para la operación y funcionalidad del equipo, pudiendo realizar el abastecimiento de agua requerido por el parque y realizar las tareas generales y de limpieza de forma cotidiana. El pozo de descarga de agua de rechazo permitirá mantener un desfogue y descarga de estas al subsuelo durante todo el año, disminuyendo el monto económico por el pago de estos servicios (abastecimiento y descarga) que se realizan a la red Municipal administrada por CAPA. Debido al mantenimiento que se dará al pozo de descarga (recoja y retirado de sólidos), éste se mantendrá limpio y en óptimas condiciones de operación, evitando la acumulación de sólidos y basura que entorpezcan su desfogue.

### **VII.2.- Programa de vigilancia ambiental**

Durante las obras de perforación de los pozos, de la instalación del suministro eléctrico e hidráulico, de la instalación de la bomba sumergible, y del armado y ensamblado del proceso de la ósmosis inversa, se vigilará que se cumpla con las medidas de mitigación propuestas dentro de este documento, así como las que marque la autoridad competente dentro del resolutivo final. La maquinaria deberá contar con los filtros y silenciadores que permitan mitigar los impactos generados durante el proceso de perforación.

Se debe observar que la maquinaria que realice la perforación se encuentre en perfecto estado de afinación y mantenimiento y que las reparaciones que pudieran llegar a requerir se llevarán a cabo en sitios y talleres autorizados fuera del área del proyecto. Los encargados de la obra y trabajadores involucrados en el proyecto contarán con baños portátiles para realizar sus necesidades fisiológicas.

La empresa encargada de la perforación de los pozos, y del armado y ensamblado de la ósmosis inversa, informará a su personal involucrado de los cuidados que deben tener para no tirar sus desechos sólidos al piso, sino depositarlos en los basureros asignados para ello. Los desechos industriales producto del armado y ensamblado de los procesos de la ósmosis inversa, serán retirados por las empresas que realizarán la instalación de estas y les darán un destino final en un lugar autorizado para este fin. Se llevará una bitácora de carácter operativo donde se incluirán las observaciones y medidas correctivas efectuadas a los equipos, los cuales deberán proporcionar una guía que permita evaluar el eficiente funcionamiento de los equipos, evitando la contaminación al medio ambiente en general por concepto de la ósmosis inversa. El correcto funcionamiento de los equipos será verificado a avalado mediante los análisis de agua que se realizarán a través de laboratorios certificados a las aguas que sean descargadas en los pozos de absorción.

### **VII.3.- Conclusiones**

- *Después de haber realizado el manifiesto de impacto ambiental y el análisis de los impactos encontrados, se identificó que no hay ningún impacto ambiental negativo relevante que contravenga la realización del proyecto. El impacto más alto corresponde a la erosión del suelo con un valor de 17 puntos, y una importancia moderada, el siguiente impacto corresponde a la alteración de la calidad del agua subterránea con un valor de 15 puntos y una importancia de moderado; mientras que los impactos de generación de humo, ruido atmosférico y vibraciones, ahuyentamiento de fauna y generación de empleos temporales resultaron con una sumatoria de 11 puntos cada uno, y de importancia compatible, siendo positivo únicamente el impacto de generación de empleos temporales.*
- *A partir de la identificación y evaluación de los impactos ambientales que inevitablemente se producirán durante la etapa de construcción, se contempla que los impactos negativos serán de tipo puntual y tendrán un rango local de afectación.*
- *Los impactos generados con el desarrollo del presente proyecto serán minimizados con la aplicación de las medidas de mitigación propuestas.*
- *Este proyecto representa un beneficio económico para las empresas que venderán los equipos y social para las personas que laborarán dentro del perforado de los pozos y del armado y ensamblado de la planta de ósmosis inversa, con la consecuente derrama económica y benefactores que esto proporciona. El mantenimiento y operación diaria del equipo ya en operación, generaran más empleos para el personal que será designado de manera directa para la operación de este sistema.*
- *Con la conciencia social y ambiental de los promoventes y las medidas de compensación ambiental propuestas, no se debe ver perjudicado ni ponerse en peligro el equilibrio ecológico en la zona de estudio.*
- *La instalación de equipos de ósmosis inversa, minimiza la escasez natural del agua y la disponibilidad que provee la red de abastecimiento por parte de CAPA, además de que se dará cumplimiento a la normatividad en materia de agua, al mismo tiempo se elimina la dependencia por abastecimiento de los servicios locales.*
- *Por lo anterior, el aprovechamiento del acuífero para su transformación por desalación es una alternativa viable para la obtención de agua potable, esto favorece la consolidación integral de la fábrica de cerveza como un desarrollo sustentable que cuenta con tecnologías de abastecimiento del recurso agua y que conserva los recursos hídricos naturales y reduce económicamente los costos energéticos por el abastecimiento de las proveedoras (que cobran el gasto de energía, infraestructura y "eficiencia" administrativa del organismo operador encargado de proveer el servicio). El volumen de agua requerida para la operación de la planta cervecera es importante pues las instalaciones deben estar preparadas previendo el consumo del orden de 240 m<sup>3</sup>/día para poder dotar del servicio.*
- *En términos ambientales, se considera que las obras y actividades que se proponen para la operación de la planta de ósmosis inversa, en particular por la extracción del recurso del manto acuífero y por la construcción de pozos de aprovechamiento y reinyección propuestos, se califican como viables, toda vez que no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no implica fragmentar un ecosistema, ni conlleva riesgos a la salud humana.*

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

Para realizar la evaluación de los impactos ambientales existen varias técnicas, donde en el caso particular de este trabajo se empleó como primera instancia la técnica de la lista de comprobación (también llamada lista de chequeo), de la cual se partió para identificar los efectos potenciales (positivo+/negativo-) que denominaremos impactos ambientales, que puede generar un proyecto dentro de una determinada región o lugar. Posteriormente a esto, se utilizó la Matriz de Leopold modificada (o Matriz de Evaluación de Impactos Causa-Efecto), para determinar y cuantificar el grado de impacto de cada una de las actividades a realizarse dentro de la obra proyectada.

La Matriz de Leopold fue el primer método que se estableció para la evaluación del impacto ambiental. El primer paso para esta Matriz consiste en identificar las interacciones existentes, para lo cual se consideran primero todas las acciones o columnas que puedan tener lugar dentro del proyecto en evaluación.

Posteriormente, y para cada acción, se considerarán todos los factores ambientales o filas que puedan ser afectados significativamente, marcando la cuadrícula correspondiente a la columna y la fila, es decir se identifican las interacciones de estos atributos ambientales con las acciones previstas en el proyecto. Una vez hecho esto, se procede a una evaluación individual de cada uno de los impactos asignándoles un valor determinado dependiendo del grado de perturbación que estos generen.

Los procedimientos que se utilizaron para la evaluación de los impactos ambientales consistieron primeramente en el análisis y descripción de cada uno de ellos, de acuerdo a los siguientes parámetros: carácter, relación causa-efecto, periodicidad, intensidad, extensión, momento en el que se manifiesta, persistencia, capacidad de recuperación, e interrelación de efectos y/o acciones, los cuales serán explicados posteriormente. De la misma manera, se construyó una Matriz de Leopold modificada, en la que se califican cuantitativamente la magnitud e importancia de las actividades sobre las condiciones del medio (características físicas y químicas, condiciones biológicas y factores socioeconómicos), las cuales fueron calificadas como a continuación se menciona:

CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO/ETAPAS DEL PROYECTO			Preparación	Construcción							Operación y Mantenimiento			T O T A L
Acciones Impactantes			Trazo topográfico	Perforación de pozos	Acomodo y armado de osmosis inversa	Instalación del sistema eléctrico	Instalación del sistema hidráulico	Afinado y detalles de construcción	Ajustes del sistema eléctrico e hidráulico	Pruebas de operación	Extracción de agua	Descarga de agua	Mantenimiento del equipo	
Factores Ambientales Modificados														
Características físicas y Químicas	Atmósfera	Calidad del aire		-2/3								-3/3	-1/2	-6/8
	Sonido	Ruidos y vibraciones		-3/3	-1/1	-1/1	-1/1	-1/1			-1/1		-1/1	-9/9
	Suelo	Estabilidad		-2/2				-1/1				-1/1		-4/4
		Erosión		-3/3										-3/3
Agua	Calidad		-1/1					-1/1			-1/1	-1/1	-4/4	
Condiciones Biológicas	Flora	Cobertura												
		Diversidad												
		Especies en peligro												
	Fauna	Presencia		-1/1			-1/1	-1/1	-1/1					
Diversidad														
Factores Socioeconómicos	Población y Economía	Ingreso económico local	+1/1	+2/2	+1/1	+1/1	+1/1	+1/1	+1/1	+1/1			+1/1	+10/10
	Medio perceptual	Paisaje		-1/2				-1/2	-1/1					-3/5
TOTAL			+1/1	-11/17	0/2	-2/3	-3/6	-3/5	+1/1	+1/1	-3/3	-4/4	-1/1	

### **VIII.1.- Forma de presentación**

Los formatos utilizados en la presentación del presente documento están basados en el formato oficial para la elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad particular, el cual fue utilizado como guía para la presentación de este documento.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- CABRERA C.E., SOUZA S.M., TELLEZ V.O. 1982.** IMÁGENES DE LA FLORA QUINTANARROENSE. Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Investigaciones de Quintana Roo. México.
- COMISIÓN NACIONAL DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS CONANP (2007)** Estudio Previo Justificativo para el establecimiento del “Área de Protección de Flora y Fauna Isla Cozumel”, Quintana Roo, México.
- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA. CONAGUA (1990)** “Síntesis de las condiciones geohidrológicas del área Cancún-Tulum, en el estado de Q. Roo”. Gerencia de aguas subterráneas. Subgerencia de exploración geohidrológica. Jefatura de proyecto de evaluación preliminar.
- CONAGUA (1991)** “Estudio piezométrico y de calidad del agua subterránea del corredor turístico Cancún-Tulum”. Gerencia regional sureste. Subgerencia de apoyo a la construcción.
- CONAGUA (1991)** “Informe de la actividad de piezometría y toma de muestras de agua a diferentes profundidades para la elaboración de perfiles de salinidad en el corredor turístico Cancún Tulum realizado en el mes de octubre (post lluvias) en el corredor turístico Cancún Tulum, Q. Roo”. Gerencia Regional Sureste. Subgerencia de apoyo a la construcción.
- CONAGUA (1992)** “Informe final de aforos realizados en cinco pozos de bombeo del corredor turístico Tulum-Cancún, estado de Q. Roo”. Gerencia estatal Q. Roo. Subgerencia de administración del agua.
- CONAGUA (1994)** “Manual para Evaluar Recursos Hidráulicos Subterráneos”, Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Administración del Agua.
- CONAGUA (1995)** “Metodología para la Realización de Balances Hidráulicos”, Subdirección de Programación, Gerencia de Planeación Hidráulica.
- MULTICRITERIA SC. (2007)** Programa de Ordenamiento Ecológico Local de Cozumel. Primera Fase Caracterización y Diagnóstico.
- PERIODICO OFICIAL DEL ESTADO DE QUINTANA ROO (21 de octubre de 2008)** Programa de Ordenamiento Local del Municipio de Quintana Roo, México.
- SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES SEMARNAT. (1996).** Ley General del Equilibrio Ecológico y al Protección al Ambiente- 1° edición México.
- SEMARNAT. (2000).** Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y al Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental- 1° edición México.
- SEMARNAT. (2011).** Normas Oficiales Mexicanas. NOM-001-SEMARNAT-1996; NOM-002-SEMARNAT-1996; NOM-003-SEMARNAT-1997
- SEMARNAT. (2011).** Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, versión actualizada a junio de 2011.

# MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD PARTICULAR

## PROYECTO: INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE OSMOSIS INVERSA

### ANEXO 1

#### Comprobantes de pagos de derechos

- Hoja de memoria de cálculo de la cuota del pago de derechos por la recepción, evaluación y otorgamiento de la resolución de la manifestación de impacto ambiental, en su modalidad particular.
- Hoja de ayuda para el pago de ventanilla bancaria.
- Formato e5.
- Ficha bancaria.

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD  
PARTICULAR**

**PROYECTO: INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE  
OSMOSIS INVERSA**

**ANEXO 2**

**ABRIL 2015**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD  
PARTICULAR**

**PROYECTO: INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE  
OSMOSIS INVERSA**

**ANEXO 3**

**ABRIL 2015**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD  
PARTICULAR**

**PROYECTO: INSTALACIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL PROCESO DE  
OSMOSIS INVERSA**

**ANEXO 4**

**ABRIL 2015**