

ESTUDIO DE MANEJO DE SANEAMIENTO AMBIENTAL EN LA COSTA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO EN LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

Informe Final
Volumen II (S)
INFORME PRINCIPAL

OCTUBRE 2004

Kokusai Kogyo Co., Ltd.

GE
JR
04-012

PREFACIO

En respuesta a la solicitud presentada por el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos, el Gobierno de Japón decidió llevar a cabo un estudio sobre el Manejo de Saneamiento Ambiental en la Costa del Estado de Quintana Roo y encomendó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA seleccionó y envió un equipo de estudio encabezado por el Ing. Hiroshi Kato, de KOKUSAI KOGYO CO., LTD. a México cuatro veces entre marzo de 2003 y agosto de 2004.

Además, la JICA organizó un comité asesor encabezado por el Ing. Kenichi Tanaka, un consejero del Instituto de Investigaciones sobre Cooperación Internacional, quien examinó el estudio desde el punto de vista técnico y como especialista.

El equipo mantuvo discusiones con los funcionarios interesados del Gobierno de México y realizó investigaciones de campo en el área de estudio. Después de su retorno al Japón, el equipo elaboró este informe final.

Espero que este informe contribuya a poner el plan en práctica y el fortalecimiento de las relaciones de amistad entre nuestros dos países.

Finalmente, quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a los funcionarios involucrados del Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos por la estrecha cooperación extendida al estudio.

Octubre, 2004

Etsuo KITAHARA

Vice-presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Octubre 2004

Sr. Etsuo KITAHARA
Vice-presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Carta de Transmisión

Estimada Sra. Sadako OGATA:

Nos complace hacerle entrega del informe del Estudio de Manejo de Saneamiento Ambiental en la Costa del Estado de Quintana Roo en los Estados Unidos Mexicanos.

Este informe consiste de tres componentes: un estudio de prácticas actuales del manejo de saneamiento ambiental en tres municipios ubicados al sur del Estado de Quintana Roo en la península de Yucatán; la formulación de un plan maestro de saneamiento ambiental hasta el año 2015 e informe de proyectos modelos delineados del plan maestro.

Debido a las características geológicas peculiares (formación cárstica) de la Península de Yucatán, las aguas de lluvia se filtran en el subsuelo formando a través de la estructura porosa cenotes y cavernas que nutren el rico ambiente acuático costero como la vegetación de manglares y el segundo sistema arrecifal coralino Mesoamericano más grande del mundo. Considerando lo expuesto y desde el punto de vista del saneamiento ambiental, se clarificó a través del estudio sobre las prácticas presentes que las aguas subterráneas son considerablemente vulnerables a la rápida urbanización que se desarrolla en el área del estudio.

El plan maestro fue formulado apuntando a controlar las cargas de contaminantes de aguas residuales y residuos sólidos, con el objetivo principal de conservar el ambiente acuático costero. Para lograr el objetivo principal se han formulados sistemas técnicos, legales, de organización y aspectos financieros.

Además, dentro del período del estudio se llevaron a cabo nueve proyectos modelos considerados como medidas urgentes en el plan maestro: un proyecto enfocando el manejo de las aguas residuales, seis sobre manejo de los residuos sólidos, uno sobre el manejo de las aguas subterráneas y uno sobre educación ambiental que conciernen a los tres enfoques anteriores. Estos proyectos modelos han sido dado seguimiento y expandidos por la parte mexicana. En consecuencia, el plan maestro ya ha sido implementado y actualmente el Estudio está dando resultados fructíferos.

Quisiéramos aprovechar esta oportunidad para expresar nuestro sincero agradecimiento a su Agencia, al Ministerio de Relaciones Exteriores, al Ministerio de Tierra, Infraestructura y Transporte y al Ministerio del Ambiente del Japón. Además, deseamos extender nuestra profunda gratitud al Gobierno de México, la Embajada de Japón y la oficina de JICA en México por su valiosa cooperación durante la implementación de nuestro estudio en México.

Finalmente, es nuestro deseo que el rendimiento de este informe, aquí presentado contribuya al desarrollo sustentable no solamente del Área de Estudio sino también en el Estado de Quintana Roo y en la Península de Yucatán.

Sinceramente

Hiroshi KATO
Líder del Equipo
Estudio de Manejo de Saneamiento Ambiental en la Costa
del Estado de Quintana Roo en los Estados Unidos
Mexicanos

Estudio de Manejo de Saneamiento Ambiental en la Costa del Estado de Quintana Roo en los Estados Unidos Mexicanos

Listado de Volúmenes

Volumen I	Resumen
Volumen I (S)	Resumen (versión en español)
Volumen II	Informe Principal
Volumen II (S)	Informe Principal (versión en español)
Volumen III	Anexo I
Volumen III (S)	Anexo I (versión en español)
Volumen IV	Anexo II
Volume IV(S)	Anexo II (versión en español)

Este es el Informe Principal

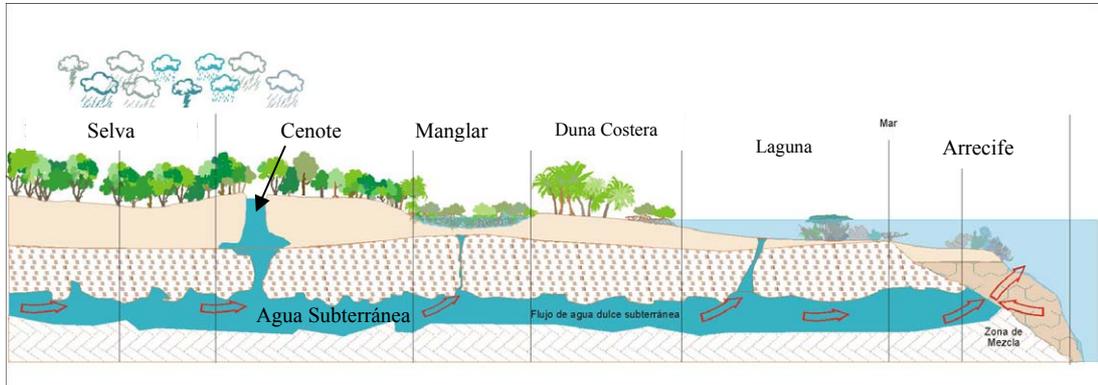
En este informe se estimaron los costos de los proyectos a precios de noviembre del 2003 y una tasa de cambio de US\$1.00 = 11.00 pesos Mexicano = 110 yenes de Japón.

AREA DE ESTUDIO



Lámina 1 Características del Área de Estudio

La Península de Yucatán es una unidad geológica que está compuesta principalmente de calizas que son altamente permeables y solubles. La disolución de las rocas en cuestión ha creado una topografía conformada por cenotes y cavernas. El flujo subterráneo que tiene lugar bajo estas condiciones se encuentra conectado casi directamente con lagunas y arrecifes y, alimenta subsecuentemente el rico medio ambiente acuático en el Área de Estudio.



Laguna (Laguna Bacalar)



Playa en Costa Maya

Se teme que un manejo inadecuado de las aguas residuales y los residuos sólidos podría contaminar el agua subterránea que, posteriormente, deterioraría el medio ambiente acuático. El Plan Maestro propuesto en este Estudio apunta a controlar la carga contaminante proveniente de las aguas residuales y los residuos sólidos, de la manera como se muestra en la siguiente figura.

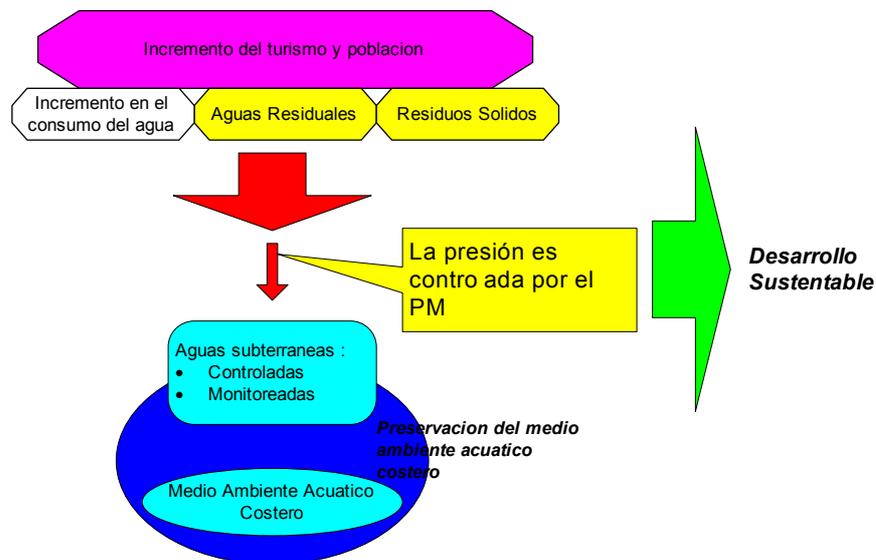


Lámina 2 Reuniones y Seminarios

Se realizaron **Reuniones y Seminarios** que apuntaban a lograr un intercambio de información y tecnología entre la Contraparte Mexicana, el Equipo de Estudio de JICA, y otras instituciones relacionadas.

Reuniones Periódicas



Se realizaron reuniones bimensuales de manera periódica entre la Contraparte Mexicana y el Equipo de Estudio de JICA.

Seminarios



Ocasionalmente, se realizaron Seminarios a lo largo del Estudio, en los se realizaron básicamente presentaciones de la Contraparte Mexicana y sirvieron para dar a conocer lo que se estaba ejecutando en ese momento y lo que se haría con posterioridad.



En los seminarios, no sólo participaron adultos, sino que también participaron niños quienes habían recibido clases que fueron realizadas como uno de los componentes del Proyecto Modelo sobre Educación Ambiental y Actividades de Reciclaje.

Lámina 3 Proyecto Modelo sobre “Tratamiento de Aguas Residuales Tipo Urbano”

Se realizó un **Proyecto Modelo sobre Tratamiento de Aguas Residuales Tipo Urbano** en Playa del Carmen, municipio de Solidaridad, con el propósito de investigar las condiciones hidrogeológicas y la calidad del agua subterránea en el sitio.

Investigación Geofísica



Se realizó una investigación geofísica por medio de la resonancia electromagnética (TEM). El objetivo principal de la investigación fue determinar las características y distribución del acuífero calizo, así como definir la interfase agua dulce-agua salina en el área de estudio.

Pozos de Monitoreo



Con base en la investigación geofísica, se construyeron pozos a diferentes profundidades con el fin de confirmar la litología del acuífero, la distribución de las fracturas, la presencia de cavidades, la interfase entre el agua dulce-agua salina, y la calidad de las aguas.

Análisis de la Calidad del Agua



Se extrajeron muestras del agua subterránea de los pozos de monitoreo y su calidad fue analizada para determinar si existía contaminación.

Lámina 4 Proyecto Modelo “Tratamiento de Aguas Residuales tipo Villa”

En Subteniente López, en el municipio de Othón P. Blanco, se realizó el **Proyecto Modelo sobre Tratamiento de Aguas Residuales tipo Villa** que tenía el propósito de verificar lo apropiado de un nuevo tipo de tratamiento para pequeñas comunidades y también buscaba alentar a los residentes para que se conectaran con el alcantarillado público.

Planta para el Tratamiento de Aguas Residuales



CAPA desarrolló una planta de tratamiento a pequeña escala para hacerle frente a los problemas asociados con las aguas residuales en pequeñas comunidades. El Equipo de Estudio de JICA hizo sugerencias y realizó algunas capacitaciones para la operación y mantenimiento de la planta.

Explicaciones a los Residentes



Se realizaron varias reuniones para enfocar la atención de los residentes sobre la importancia de conservar el recurso agua subterránea y para alentarlos a conectarse al alcantarillado público.

Conexión Intra-domiciliar



Se estableció un fondo para apoyar financieramente a los residentes para que se conectaran al alcantarillado público. Se realizó la conexión para aproximadamente 100 casas.

Lámina 5 Proyecto Modelo para el “Establecimiento de un Sistema de Información para el Manejo Integral de Residuos Sólidos” y la “Formación de la Capacidad de la Agencia Ejecutora en Othón P. Blanco”

El Proyecto Modelo para el **Establecimiento de un Sistema de Información para el Manejo Integral de Residuos Sólidos** apuntó a establecer un marco donde las instituciones relacionadas pudiesen intercambiar información, lo que resultaría en un fortalecimiento de la coordinación entre ellas. El uso de este sistema llevará a monitorear la implementación del Plan Maestro que ha sido formulado en este Estudio.

El Proyecto Modelo para la **Formación de la Capacidad de la Agencia Ejecutora en Othón P. Blanco** apuntó a establecer la manera de calcular y controlar el costo por el manejo de los residuos sólidos, de forma rutinaria por medio de la introducción del uso de un *software*.

Se equiparon algunas oficinas de la Contraparte Mexicana con computadoras que incluían el *software* requerido y se capacitó el personal adecuado para la ejecución de los Proyectos Modelos.



SEDUMA (Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente)



Municipio de Othón P Blanco



Municipio de Felipe C Puerto

Lámina 6 Proyecto Modelo para el “Mejoramiento del Sitio Existente de Disposición Final en Othón P. Blanco”

El Proyecto Modelo para el **Mejoramiento del Sitio Existente de Disposición Final** fue realizado teniendo en cuenta los siguientes componentes:

- Mejoramiento del sitio existente de disposición final por medio de la construcción de diques, compactación de residuos, cobertura de los residuos con suelo, y la instalación de tuberías para evacuar gases,
- transferencia de tecnología para la operación adecuada de un relleno que incluye un manual de operación, e
- introducción de un sistema para pesar el residuo que ingresa, a través de la instalación de una bascula camionera.

Mejoramiento del Sitio



Antes del Mejoramiento

El sitio presentaba condiciones extremadamente anti-higiénicas, por ejemplo, residuos esparcidos, el camino de acceso se encontraba inundado, y se observaban una gran cantidad de moscas y aves.



Durante el Mejoramiento

El residuo fue acopiado y compactado, posterior fue cubierto con suelo.



Después del Mejoramiento

La condiciones sanitarias y la operación del sitio tuvieron una mejoría notable. El sitio se encontraba listo para continuar la misma practica como una rutina diaria.

Instalación de la Báscula Camionera

Se instaló una báscula camionera y se introdujo un sistema para registrar datos sobre el residuo que ingresa. Conocer de manera concreta la cantidad de residuo es crucial para el Manejo de los Residuos Sólidos, debido a que es una información necesaria para el planeamiento y la operación tanto los aspectos técnico como los financieros.



La báscula fue instalada a la entrada del sitio. Se estableció un procedimiento para el pesaje, por ejemplo, la cuadrilla, con excepción del conductor, deberán bajarse del vehículo, los vehículos deberán posarse y salir del área de pesaje lentamente.



Se instaló una computadora; la misma se encuentra conectada a la báscula y registra la información. Además, se entrenó cierto personal sobre la manera cómo usar este sistema.



Se instaló un portón a la entrada del sitio con el fin de evitar el ingreso de vehículos y personas no-autorizadas.

Lámina 8 Proyecto Modelo sobre el “Mejoramiento del Servicio de Recolección en Othón P. Blanco” y “Mejoramiento del Servicio de Recolección en Felipe C. Puerto”

El Proyecto Modelo sobre el **Mejoramiento del Servicio de Recolección en Othón P. Blanco** fue ejecutado en la ciudad de Chetumal. El objetivo principal consistió en mejorar la eficiencia de los trabajos de recolección que resultaría en una reducción de costos.

El Proyecto Modelo sobre el **Mejoramiento del Servicio de Recolección en Felipe C. Puerto** fue ejecutado en la ciudad de Felipe C. Puerto; éste también apuntó a mejorar la eficiencia. Además, la capacidad de recolección, ahora disponible como resultado de la mejoría en la eficiencia, se re-asignó para ampliar el área del servicio de recolección.

Diagnóstico de la Situación Actual



Primero, la situación actual de los trabajos de recolección fue definida dándole seguimiento a los vehículos de recolección.

Análisis de Datos y Planeamiento



Los datos recopilados durante el diagnóstico fueron analizados y nuevas rutas de recolección y cronogramas de trabajo fueron planificados con base a dicho análisis.

Mejoramiento de los Trabajos de Recolección



Se pusieron en práctica las nuevas rutas de recolección y cronogramas de trabajo. Las explicaciones y capacitación sobre las nuevas rutas y cronogramas de trabajo fueron realizadas en las mismas calles.

Lámina 9 Proyecto Modelo sobre el “Establecimiento de un Sistema para el Manejo de Residuos Sólidos en Costa Maya”

El Proyecto Modelo para el **Establecimiento de un Sistema para el Manejo de Residuos Sólidos en Costa Maya** fue ejecutado en Mahahual, municipio de Othón P. Blanco, con el propósito de introducir la cultura de minimización de residuos.

Comité para el Manejo de los Residuos Sólidos



Se creó un comité para el Manejo de los Residuos Sólidos en Mahahual; el mismo fue reconocido oficialmente por el Municipio de Othón P. Blanco.

Limpieza de Playas



Reciclaje



Se instalaron diversos centros de acopio para realizar la recolección separada. Las botellas y latas acopiadas fueron nuevamente clasificadas y almacenadas temporalmente, y con posterioridad fueron vendidas a comerciantes.

Lámina 10 Proyecto Modelo sobre “Educación Ambiental y Actividades de Reciclaje”

El Proyecto Modelo para **Educación Ambiental y Actividades de Reciclaje** fue realizado en el Área de Estudio con el fin de proveer de un programa de educación ambiental que pueda hacer que los niños se familiaricen sobre la importancia de la conservación de recursos y que se realice el reciclaje a través de una coordinación armoniosa entre las diferentes instituciones.

Talleres



Primero, se realizó un taller que tenía como grupo meta la Contraparte Mexicana, en el mismo se estableció un método para la educación ambiental por medio de discusiones y ensayos experimentales. Segundo, la Contraparte realizó diversos talleres en el que se invitaron a profesores para reproducir el método educativo.

Educación Ambiental en las Escuelas



Una vez que regresaron a sus respectivas escuelas, los profesores que habían participado, con anterioridad, en talleres impartieron clases relacionadas a la conservación ambiental y el reciclaje.

Reciclaje



Los niños, en la práctica, participaron en una actividad de reciclaje de papel y visitaron una compañía para el reciclaje de dicho material.

Contenido

Mapa

Map del Área de Estudio

Lámina

- Lámina 1 Características del Área de Estudio
- Lámina 2 Reuniones y Seminarios
- Lámina 3 Proyecto Modelo sobre “Tratamiento de Aguas Residuales Tipo Urbano”
- Lámina 4 Proyecto Modelo “Tratamiento de Aguas Residuales tipo Villa”
- Lámina 5 Proyecto Modelo para el “Establecimiento de un Sistema de Información para el Manejo Integral de Residuos Sólidos” y la “Formación de la Capacidad de la Agencia Ejecutora en Othón P. Blanco”
- Lámina 6 Proyecto Modelo para el “Mejoramiento del Sitio Existente de Disposición Final en Othón P. Blanco”
- Lámina 7 Proyecto Modelo sobre el “Mejoramiento del Sitio Existente de Disposición Final en Othón P. Blanco”
- Lámina 8 Proyecto Modelo sobre el “Mejoramiento del Servicio de Recolección en Othón P. Blanco” y “Mejoramiento del Servicio de Recolección en Felipe C. Puerto”
- Lámina 9 Proyecto Modelo sobre el “Establecimiento de un Sistema para el Manejo de Residuos Sólidos en Costa Maya”
- Lámina 10 Proyecto Modelo sobre “Educación Ambiental y Actividades de Reciclaje”

Página :

Parte I Perfil del Estudio

1	Perfil del Estudio.....	1-1
1.1	Antecedentes del Estudio	1-1
1.2	Objetivos del Estudio	1-1
1.3	Área de Estudio	1-2
1.4	Programa del Estudio	1-2
1.5	Organización para la Ejecución del Estudio.....	1-2
1.5.1	Organización del Estudio.....	1-2
1.5.2	Equipo de Estudio.....	1-3
1.5.3	Comité Supervisor	1-3
1.5.4	Equipo de Contraparte	1-3
1.5.5	Comité Directivo	1-5
1.6	Informes.....	1-6
1.7	Transferencia Tecnológica	1-6

Parte II Estado Actual de Saneamiento Ambiental en el Área de Estudio

2	Perfil del Área de Estudio	2-1
2.1	Perfil del País.....	2-1

2.1.1	Condiciones Socioeconómicas	2-1
2.1.2	Política Ambiental	2-3
2.2	Perfil del Área de Estudio.....	2-9
2.2.1	Topografía y Clima.....	2-9
2.2.2	Hidrogeología	2-10
2.2.3	Condiciones socioeconómicas	2-16
2.2.4	Uso de suelo y Plan de Desarrollo	2-23
2.2.5	Condiciones Financieras.....	2-29
2.2.6	Política Ambiental	2-37
2.2.7	Prioridad de las Inversiones en Infraestructura	2-40
3	Investigaciones de Campo	3-1
3.1	Estudio Sobre la Capacidad de Tratamiento de Aguas Residuales	3-1
3.1.1	Objetivos y Metodología	3-1
3.1.2	Resultados.....	3-2
3.2	Estudio Social y Encuesta de Opinión Pública.....	3-5
3.2.1	Objetivos y Metodología	3-5
3.2.2	Resultados.....	3-5
4	Estado Actual de Saneamiento Ambiental	4-1
4.1	Manejo de Aguas Residuales.....	4-1
4.1.1	Aspectos Generales del Manejo de Aguas Residuales	4-1
4.1.2	Sistema Financiero	4-7
4.1.3	Educación Ambiental	4-10
4.2	Manejo de Residuos Sólidos	4-12
4.2.2	Flujo Actual de Residuos.....	4-20
4.2.3	Revisión de los Planes Estatales.....	4-20
4.2.4	Sistema Financiero	4-23
4.2.5	Educación Ambiental	4-24
4.3	Manejo de Agua Subterránea	4-28
4.3.1	Pozos de Extracción y de Inyección	4-28
4.3.2	Situación Actual del Monitoreo.....	4-30
5	Evaluación de las Situaciones Actuales y Confirmación de Aspectos Importantes	5-1
5.1	Manejo de Aguas Residuales.....	5-1
5.2	Manejo de Residuos Sólidos	5-4
5.3	Manejo de Aguas Subterráneas	5-7

Parte III Plan Maestro de Saneamiento Ambiental

6	Marcos de Planeación	6-1
6.1	Marco Social.....	6-1
6.1.1	Desarrollo Futuro.....	6-1
6.1.2	Población Futura.....	6-1
6.2	Estructura Económica.....	6-4
6.2.1	Crecimiento Económico	6-4

6.2.2	Estructura Industrial	6-4
6.3	Cantidad Proyectada de Aguas Residuales y Calidad	6-5
6.3.1	Porcentaje de Generación de Aguas Residuales	6-5
6.3.2	Cantidad de Aguas Residuales	6-5
6.3.3	Calidad Proyectada de las Aguas Residuales	6-5
6.4	Cantidad Proyectada de Residuos y su Composición	6-6
6.4.1	Tasa de Generación de Residuos	6-6
6.4.2	Composición de Residuos	6-6
6.4.3	Densidad	6-7
6.4.4	Cantidad Proyectada de Residuos	6-7
7	Amenazas a futuro	7-1
8	Consideración de Alternativas	8-1
8.1	Consideración del Objetivo Principal	8-1
8.2	Manejo de Aguas Residuales	8-4
8.2.1	Consideración de Objetivos y Escenario de Metas	8-4
8.2.2	Consideración de Métodos de Tratamiento	8-6
8.2.3	Selección de Métodos de Tratamiento	8-7
8.2.4	Aspectos Financieros	8-7
8.3	Manejo de Residuos Sólidos	8-9
8.3.1	Consideración de Objetivos y Escenario Meta	8-9
8.3.2	Establecimiento de Escenarios Alternativos	8-17
8.3.3	Selección de un Sistema Óptimo	8-23
9	Plan Maestro	9-1
9.1	Conceptos Básicos	9-1
9.1.1	Principio Guía, Objetivo Principal y Enfoque Básico	9-1
9.1.2	Cifra Meta del Plan Maestro	9-2
9.2	Plan Maestro de Manejo de Aguas Residuales	9-3
9.2.1	Objetivos, Cifras Meta y Año Meta	9-3
9.2.2	Medidas Propuestas	9-4
9.2.3	Diseño del Proceso de Tratamiento	9-5
9.2.4	Estimación de Costos	9-14
9.2.5	Análisis Financiero del Plan Maestro de Aguas Residuales	9-18
9.2.6	Programa de Implementación	9-27
9.3	Plan Maestro de Manejo de Residuos Sólidos	9-32
9.3.1	Objetivos, Cifras Meta y Año Meta	9-32
9.3.2	Estrategias	9-35
9.3.3	Medidas Propuestas	9-38
9.3.4	Flujo de los Residuos	9-52
9.3.5	Estimación de costos	9-58
9.3.6	Análisis Financiero	9-60
9.3.7	El Plan Maestro de Manejo de Residuos Sólidos	9-63
9.3.8	Plan de Implementación	9-67
9.4	Evaluación del Plan Maestro	9-70
9.4.1	Evaluación Económica	9-70
9.4.2	Evaluación Financiera	9-80
9.4.3	Evaluación del Saneamiento Ambiental	9-81
9.4.4	Evaluación Técnica	9-82

9.4.5	Evaluación Institucional	9-84
9.4.6	Evaluación General	9-85
10	Recomendaciones sobre Manejo de Aguas Subterráneas	10-1
10.1	Evaluación de Riesgos.....	10-1
10.2	Objetivo de Manejo	10-4
10.3	Medidas para Mejoramiento.....	10-6
 Part IV <i>Proyectos Modelo</i>		
11	Generalidades de los Proyectos Modelo	11-1
12	Tratamiento de Aguas Residuales Tipo Urbano	12-1
12.1	Sondeo Electromagnético	12-1
12.1.1	Propósito del Sondeo	12-1
12.1.2	Generalidades del Sondeo	12-1
12.2	Construcción de los Pozos de Monitoreo	12-2
12.2.1	Lugares de Perforación	12-2
12.2.2	Prueba de Dilución Puntual	12-4
12.3	Análisis de la Calidad del Agua	12-5
12.3.1	Propósito.....	12-5
12.3.2	Muestreo y Análisis del Agua Subterránea	12-5
12.4	Estudios para la Simulación del Agua Subterránea.....	12-7
12.4.1	Resultado de la Simulación	12-7
12.4.2	Flujo del Agua Inyectada en un Modelo Conceptual	12-13
12.4.3	Modelo Dependiente de la Densidad en Playa del Carmen.....	12-16
12.5	Resumen y Recomendaciones	12-18
12.5.1	Resumen del Estudio Hidrogeológico	12-18
12.5.2	Recomendaciones	12-21
13	Tratamiento de Aguas Residuales Tipo Villa.....	13-1
13.1	Antecedentes	13-1
13.2	Resumen	13-2
13.3	Evaluación	13-3
13.3.1	Conexión intra-domiciliaria.....	13-3
13.3.2	Instalación de Tratamiento	13-4
13.4	Conclusión y Recomendaciones.....	13-5
13.4.1	Trabajos de Conexión Intra-domiciliaria.....	13-5
13.4.2	Instalación de Tratamiento	13-5
14	Establecimiento del Sistema de Información sobre la Gestión Integral de Residuos	14-1
14.1	Antecedentes	14-1
14.2	Resumen	14-2

14.3	Evaluación	14-3
14.4	Conclusiones y Recomendaciones	14-5
15	Formación de la Capacidad de una Agencia Ejecutora en Othón P. Blanco	15-1
15.1	Antecedentes	15-1
15.2	Resumen	15-3
15.3	Evaluación	15-3
	15.3.1 Evaluación General	15-3
	15.3.2 Aspectos Inherentes al Proyecto Modelo	15-6
15.4	Conclusiones y Recomendaciones	15-6
16	Mejoramiento del Sitio de Disposición Final en el Municipio de Othón P Blanco	16-1
16.1	Antecedentes	16-1
16.2	Resumen	16-1
16.3	Evaluación	16-2
16.4	Conclusión y Recomendaciones	16-3
17	Mejoramiento del Servicio de Recolección en Othón P. Blanco	17-1
17.1	Antecedentes	17-1
17.2	Resumen	17-3
17.3	Evaluación	17-6
	17.3.1 Eficiencia	17-6
	17.3.2 Eficacia	17-8
	17.3.3 Impacto	17-8
	17.3.4 Relevancia	17-9
	17.3.5 Sustentabilidad	17-9
17.4	Conclusiones y recomendaciones	17-10
	17.4.1 Conclusiones	17-10
	17.4.2 Recomendaciones	17-11
18	Mejoramiento del Servicio de Recolección en Felipe Carrillo Puerto	18-1
18.1	Antecedentes	18-1
18.2	Resumen	18-2
	18.2.1 Logros	18-2
	18.2.2 Otros resultados	18-3
18.3	Evaluación	18-5
	18.3.1 Eficiencia	18-5
	18.3.2 Eficacia	18-7
	18.3.3 Impacto	18-7
	18.3.4 Relevancia	18-8
	18.3.5 Sustentabilidad	18-8

18.4	Conclusiones y recomendaciones.....	18-9
18.4.1	Conclusiones.....	18-9
18.4.2	Recomendaciones.....	18-9
19	Establecimiento de un Nuevo Sistema de Manejo de Residuos Sólidos en Costa Maya.....	19-1
19.1	Antecedentes.....	19-1
19.2	Resumen.....	19-2
19.3	Evaluación.....	19-4
19.4	Conclusiones y Recomendaciones.....	19-7
20	Educación Ambiental y Actividades de Reciclaje.....	20-1
20.1	Antecedentes.....	20-1
20.2	Resultados.....	20-2
20.3	Evaluación.....	20-3
20.4	Conclusiones y Recomendaciones.....	20-6

Part V Conclusiones y Recomendaciones

21	Conclusiones y Recomendaciones.....	21-1
21.1	Conclusiones.....	21-1
21.1.1	Conservación del Medio Ambiente Acuático Costero.....	21-1
21.1.2	Preservación del Agua Subterránea.....	21-2
21.1.3	Plan Maestro.....	21-4
21.1.4	Proyectos Modelos.....	21-5
21.2	Recomendaciones.....	21-8
21.2.1	Recomendaciones para la Implementación del Plan Maestro.....	21-8
21.2.2	Recomendaciones para la Preservación del Agua Subterránea.....	21-9
21.2.3	Recomendaciones para la Conservación del Medio Ambiente Acuático Costero.....	21-10

Listado de Cuadros

	Página:
Cuadro 2-1: Producto Interno Bruto (PIB) de México.....	2-1
Cuadro 2-2: Tipo de Cambio – Promedio Mensual de Pesos por Dólar	2-1
Cuadro 2-3: Tasas de Interés (%).....	2-2
Cuadro 2-4: Situación Financiera del Gobierno Federal (Millones de Pesos).....	2-2
Cuadro 2-5: Temperatura Promedio en el Área de Estudio	2-9
Cuadro 2-6: Valores Mayores de Precipitación para el Estado y Nacional (1941-2001)	2-10
Cuadro 2-7: Número de Pozos de Producción y Pozos de Inyección Registrados ante la CNA2-14	
Cuadro 2-8: Balance del Agua Subterránea en el Estado de Quintana	2-16
Cuadro 2-9: Población del estado de Quintana Roo en el 2000.....	2-16
Cuadro 2-10: Comunidades y Población – 2.....	2-17
Cuadro 2-11: Crecimiento Poblacional (1970 – 1990)	2-17
Cuadro 2-12: Número de visitantes turistas en Quintana Roo	2-17
Cuadro 2-13: Producto Regional Bruto (PRB) del Estado de Quintana Roo.....	2-18
Cuadro 2-14: Ingresos Anuales Estimados en el Estado de Quintana Roo.....	2-19
Cuadro 2-15: Indicadores de Pobreza en Quintana Roo (Año 2000).....	2-23
Cuadro 2-16: Áreas Naturales Protegidas bajo control Federal dentro del Área de Estudio	2-26
Cuadro 2-17: Área Natural Protegida bajo el Control Estatal.....	2-26
Cuadro 2-18: Planes de Desarrollo	2-28
Cuadro 2-19: Ingresos y Egresos del Estado de Quintana Roo y Municipios en 2000.....	2-31
Cuadro 2-20: Inversiones Públicas por Sector en Quintana Roo en 2001	2-32
Cuadro 2-21: Ingresos y Egresos del Municipio de Othón P. Blanco en 2000.....	2-33
Cuadro 2-22: Ingresos y Egresos Municipales de Felipe Carrillo Puerto en 2000	2-35
Cuadro 2-23: Ingresos y Egresos Municipales de Solidaridad en 2000.....	2-36
Cuadro 2-24: Inversiones Públicas en Othón P. Blanco en 2001.....	2-40
Cuadro 2-25: Inversiones Públicas en F. Carrillo Puerto en 2001	2-41
Cuadro 2-26: Inversiones Públicas en Solidaridad en 2001.....	2-42
Cuadro 3-1: Punto de Muestreo y Número de muestras	3-1
Cuadro 3-2: Elementos de análisis.....	3-2
Cuadro 3-3: Cantidad de Control Requerida.....	3-3
Cuadro 3-4: Comparación de la Calidad del Agua Tratada (medido y diseñado)	3-3
Cuadro 4-1: Perfil del Sistema de Alcantarillado	4-2
Cuadro 4-2: Cobertura del Sistema de Alcantarillado en el 2000.....	4-3
Cuadro 4-3: Plan de Implementación Escalonada en el Área Urbana de Othón P. Blanco ...	4-4
Cuadro 4-4: Planes de Inversión para el Área Urbana de Othón P. Blanco (Millones de pesos)	4-4
Cuadro 4-5: Perfil de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chetumal	4-5
Cuadro 4-6: Perfil de la Planta de Tratamiento de Felipe Carrillo Puerto	4-6
Cuadro 4-7: Perfil del Sistema In-situ Colectivo	4-6
Cuadro 4-8: Cantidad de Aguas Residuales Descargadas a Cuerpos de Agua Bajo Control Federal en el 2001	4-7
Cuadro 4-9: Estimación de la Cantidad Generada de DBO	4-7
Cuadro 4-10: Tarifa de Agua vigente en CAPA en Junio 2003.....	4-8
Cuadro 5-1: Evaluación y Problemas Importantes en el Manejo de Aguas Residuales.....	5-1
Cuadro 5-2: Evaluación y Problemas Importantes en el Manejo de Residuos Sólidos	5-4
Cuadro 5-3: Evaluación y Problemas Importantes en el Manejo de Aguas Subterráneas	5-7
Cuadro 6-1: Proyección de Población.....	6-1
Cuadro 6-2: Número de turistas (proyección).....	6-1
Cuadro 6-3: Cantidad de días por turista por año	6-2
Cuadro 6-4: Cantidad de días por turista por año	6-2
Cuadro 6-5: Proyección de Población Económicamente Activa	6-3
Cuadro 6-6: Proyección de Crecimiento Económico	6-4
Cuadro 6-7: Estructura Industrial Asumida Según Distribución de PEA	6-4

Cuadro 6-8: Resumen de la Cantidad Generada de Aguas Residuales	6-5
Cuadro 6-9: Porcentaje de la Carga Contaminante	6-5
Cuadro 6-10: Tasa de Generación de Residuos Domésticos	6-6
Cuadro 6-11: Composición de los residuos	6-6
Cuadro 6-12: Cantidad de Residuos Generados en el Futuro	6-7
Cuadro 7-1: Cantidad de DBO Descargada al Medio Ambiente	7-2
Cuadro 7-2: Balance del Agua en el Estado de Quintana Roo	7-2
Cuadro 7-3: Concentración de DBO estimada en las Aguas Subterráneas	7-3
Cuadro 7-4: Estándar Ambiental de los Cuerpos Públicos de Agua (Ríos) en Japón.....	7-3
Cuadro 7-5: Definición de los Usos del Agua en los Estándares Ambientales de los Cuerpos de Agua Públicos (Ríos) en Japón.....	7-4
Cuadro 8-1: Cantidad de agua subterránea que se estima dentro del área de estudio.....	8-2
Cuadro 8-2: Cantidad Proyectada de generación de DBO.....	8-2
Cuadro 8-3: Distribución de generación de DBO	8-3
Cuadro 8-4: Eliminación de DBO requerida para el 2015	8-3
Cuadro 8-5: Limite superior (cifra objetivo) de descarga de DBO para el 2015	8-3
Cuadro 8-6: Generación de DBO por comunidad (2015)	8-4
Cuadro 8-7: Calidad de agua tratada requerida.....	8-5
Cuadro 8-8: Análisis de los resultados sobre la calidad de agua tratada requerida para el 2015-8-5	
Cuadro 8-9: Nivel de Tratamiento Meta de acuerdo al Tamaño de la Comunidad.....	8-7
Cuadro 8-10: Métodos Propuestos de Tratamiento.....	8-7
Cuadro 8-11: Ingresos y Gastos de CAPA por Aguas Residuales (Mill. Pesos)	8-8
Cuadro 8-12: Población en Áreas Urbanas y Rurales.....	8-10
Cuadro 8-13: Cantidad Generada de Residuos Sólidos en Áreas Urbanas y Rurales.....	8-11
Cuadro 8-14: Comunidades Seleccionadas en el Plan Maestro	8-11
Cuadro 8-15: Agrupamiento de Comunidades.....	8-12
Cuadro 8-16: Consideración del Porcentaje de Recolección (Caso 1).....	8-12
Cuadro 8-17: Consideración del Porcentaje de Recolección (Caso 2).....	8-13
Cuadro 8-18: Desarrollo por Etapas para la Disposición de Residuos	8-13
Cuadro 8-19: Aplicación del Desarrollo por Etapas para Disposición	8-14
Cuadro 8-20: Escenarios Alternativos	8-19
Cuadro 8-21: Evaluación de los Escenarios Alternativos	8-23
Cuadro 8-22: Sistema Técnico de MRS seleccionado	8-24
Cuadro 9-1: Objetivos del Plan Maestro de Manejo de Aguas Residuales.....	9-3
Cuadro 9-2: Nivel de Tratamiento Meta según el Tamaño de la Población	9-3
Cuadro 9-3: Método de Tratamiento Propuesto.....	9-4
Cuadro 9-4: Cantidad Requerida de Disposición de Lodos Excedentes.....	9-4
Cuadro 9-5: Condiciones de Diseño para el Nivel 1	9-5
Cuadro 9-6: Resumen de los Cálculos de Diseño	9-5
Cuadro 9-7: Condiciones de Diseño para el Nivel 2.....	9-6
Cuadro 9-8: Resumen sobre los Cálculos de Diseño	9-7
Cuadro 9-9: Condiciones de Diseño y Hoja de Flujo para el Proceso del Tratamiento para el Nivel 3	9-8
Cuadro 9-10: Resumen de los Cálculos de Diseño	9-9
Cuadro 9-11: Condiciones de Diseño y Hoja de Flujo para el Proceso de Tratamiento para el Nivel 4.....	9-11
Cuadro 9-12: Resumen del Cálculo de Diseño	9-12
Cuadro 9-13: Costo General del Plan Maestro	9-14
Cuadro 9-14: Costo del Plan Maestro en Othón P. Blanco.....	9-15
Cuadro 9-15: Costos del Plan Maestro en Felipe C Puerto.....	9-16
Cuadro 9-16: Costos del Plan Maestro en Solidaridad	9-17
Cuadro 9-17: Metas de Tratamientos de Aguas Residuales y Tasas Asumidas.....	9-18
Cuadro 9-18: Ingresos por Fuente y Costo del Plan Maestro de Aguas Residuales por Municipio	9-19
Cuadro 9-19: Balance Financiero del Plan Maestro de Aguas Residuales	9-20

Cuadro 9-20: Índices de Viabilidad Financiera del Plan Maestro de Aguas Residuales	9-21
Cuadro 9-21: Análisis de Sensibilidad del Plan Maestro de Aguas Residuales.....	9-23
Cuadro 9-22: Othón P Blanco: Plan Financiero del Plan Maestro de Aguas Residuales	9-25
Cuadro 9-23: Felipe C Puerto: Plan Financiero del Plan Maestro de Aguas Residuales	9-25
Cuadro 9-24: Solidaridad: Plan Financiero del Plan Maestro de Aguas Residuales.....	9-26
Cuadro 9-25: Área de Estudio: Plan Financiero del Plan Maestro de Aguas Residuales	9-26
Cuadro 9-26: Costo Unitario de Inversión para Eliminar DBO (2004 al 2015)	9-27
Cuadro 9-27: Porcentaje de Alcance en el Área de Estudio	9-28
Cuadro 9-28: Porcentaje de alcance en Othón P. Blanco.....	9-29
Cuadro 9-29: Porcentaje de alcance en Felipe Carrillo Puerto	9-30
Cuadro 9-30: Porcentaje de Alcance en Solidaridad.....	9-31
Cuadro 9-31: Valores Meta del Plan Maestro para el MRS (por Municipios)	9-32
Cuadro 9-32: Grupos Urbanos	9-33
Cuadro 9-33: Las Cifras Meta del Plan Maestro para el Manejo de Residuos Sólidos por Grupo Urbano.....	9-33
Cuadro 9-34: Tasa de Minimización de Residuos para el Plan Maestro de MRS	9-34
Cuadro 9-35: Las Estrategias y Medidas Propuestas	9-38
Cuadro 9-36: Comunidades Urbanas sujetas al Plan Maestro	9-39
Cuadro 9-37: Tasa de Recolección adoptada en el Plan Maestro	9-40
Cuadro 9-38: Maneras de Disposición Final adoptadas en el Plan Maestro	9-40
Cuadro 9-39: Compartimiento de Responsabilidades para las Medidas Propuestas.....	9-50
Cuadro 9-40: Costo Total del Plan Maestro de MRS (en toda el Área de Estudio).....	9-58
Cuadro 9-41: Costo del Plan Maestro MRS (Othón P Blanco)	9-58
Cuadro 9-42: Costo del Plan Maestro (Felipe C Puerto)	9-59
Cuadro 9-43: Costo del Plan Maestro	9-59
Cuadro 9-44: Déficit Financiero del MRS con Tarifas de \$30 Familias y \$100 Negocios ..	9-61
Cuadro 9-45: El Plan Maestro de MRS (en toda el Área de Estudio).....	9-63
Cuadro 9-46: El Plan Maestro de MRS (Othón P Blanco)	9-64
Cuadro 9-47: El Plan Maestro de MRS (Felipe C Puerto).....	9-65
Cuadro 9-48: El Plan Maestro de MRS (Solidaridad)	9-66
Cuadro 9-49: Plan de Implementación (Fase 1: 2004-2007)	9-67
Cuadro 9-50: Plan de Implementación (Fase 2: 2008-2011)	9-68
Cuadro 9-51: Plan de Implementación (Fase 3: 2012-2015)	9-69
Cuadro 9-52: Costo Total del Plan Maestro.....	9-71
Cuadro 9-53: Número de Turistas (1990-2001).....	9-74
Cuadro 9-54: Tasa de Crecimiento del Número de Turistas (1990-2001).....	9-74
Cuadro 9-55: Tasa Anual de Crecimiento del Número de Turistas (1990-2001)	9-74
Cuadro 9-56: Proyección del Número de Turistas e Ingresos por Turismo.....	9-75
Cuadro 9-57: Beneficios del Plan Maestro	9-76
Cuadro 9-58: VPN, Relación B/C, y TIR del Plan Maestro (tasa de disminución: 1.0% por año con respecto a las tasas proyectadas).....	9-76
Cuadro 9-59: Casos en Análisis de Sensibilidad.....	9-77
Cuadro 9-60: Análisis de Sensibilidad a una Tasa de Disminución del 0.5% por año	9-78
Cuadro 9-61: Análisis de Sensibilidad a una Tasa de Disminución del 1.5% por año	9-78
Cuadro 9-62: Resumen del Análisis de Sensibilidad	9-78
Cuadro 9-63: Resumen de la Evaluación Económica del Plan Maestro	9-79
Cuadro 10-1: Propuesta de Medidas de Mejoramiento Respecto al Manejo de Aguas Subterráneas	10-6
Cuadro 12-1: Área de Sondeo y Cantidad de Estaciones.....	12-1
Cuadro 12-2: Construcción de los Pozos de Monitoreo	12-2
Cuadro 12-3: Velocidad y Conductividad Hidráulica Derivadas de la Prueba de Dilución	12-4
Cuadro 12-4: Ubicación y Fecha del Muestreo.....	12-6
Cuadro 12-5: Balance Hídrico de los Municipios en el Área de Estudio	12-10
Cuadro 14-1: Resultados del Proyecto Modelo de Establecimiento del Sistema de Información sobre la Gestión Integral de Residuos (SIGIR)	14-2

Cuadro 15-1: Aspectos Financieros del H. Ayuntamiento de OPB y del MRS.....	15-1
Cuadro 17-1: Resultados del monitoreo de rutas	17-5
Cuadro 18-1: Resultado del monitoreo de rutas.....	18-4
Cuadro 19-1: Resultados del Proyecto Modelo de Establecimiento de un Nuevo Sistema de Manejo de Residuos Sólidos en Costa Maya	19-2

Listado de Figuras

Página:

Figura 1-1: Organigrama del Estudio.....	1-2
Figura 2-1: Sección Hidrogeológica Esquemática del Norte de la Península De Yucatán..	2-11
Figura 2-2: Profundidad del Nivel Estático del Agua.....	2-12
Figura 2-3: Ubicación de los Pozos de Monitoreo en Cancún-Tulum.....	2-13
Figura 2-4: Distribución de Dureza y Cloruros (Según CNA)	2-15
Figura 2-5: Ubicación del área del POET y cobertura del PEOT	2-25
Figura 3-1: Patrón de Flujo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Playa del Carmen	3-2
Figura 4-1: Flujo Actual de Residuos (Othón P Blanco)	4-20
Figura 4-2: Flujo Actual de Residuos (Felipe Carrillo Puerto).....	4-20
Figura 4-3: Flujo Actual de Residuos (Solidaridad)	4-20
Figura 4-4: Pozo de Inyección en la Planta de Tratamiento de la CAPA en Playa Del Carmen	4-29
Figura 7-1: Desarrollo Sustentable y Aguas Subterráneas.....	7-1
Figura 8-1: Concepto de Eliminación de DBO y Método de Tratamiento	8-6
Figura 8-2: Relación entre Tamaño de la Población, Densidad y Demanda de MRS	8-10
Figura 8-3: Concepto de Minimización de Residuos.....	8-15
Figura 9-1: Cifra Meta del Plan Maestro	9-2
Figura 9-2: Cantidad de tratamiento Meta en el Área de Estudio	9-28
Figura 9-3: Caudal de tratamiento meta en Othón P. Blanco	9-29
Figura 9-4: Caudal de tratamiento Meta en Felipe Carrillo Puerto.....	9-30
Figura 9-5: Caudal meta de tratamiento en Solidaridad.....	9-31
Figura 9-6: Casos en Análisis de Sensibilidad.....	9-77
Figura 11-1: Mapa de Ubicación de los Proyectos Modelo	11-2
Figura 11-2: Programación de los Proyectos Modelo.....	11-3
Figura 12-1: Ubicación de los Sitios de Perforación	12-3
Figura 12-2: Diseño del Pozo de Monitoreo	12-3
Figura 12-3: Resultados de la Calibración.....	12-8
Figura 12-4: Distribución de la Dirección y Velocidad del Flujo.....	12-9
Figura 12-5: Distribución de la Interfase Salina	12-12
Figura 12-6: Extensión Areal de la Pluma de Agua Residual en la Décima Capa	12-14
Figura 12-7: Vista de la Sección Transversal de la Pluma.....	12-15
Figura 12-8: Movimiento de la Pluma en la Capa de Mayor Permeabilidad.....	12-16
Figura 12-9: Resultados de la Simulación de Flujo Dependiente de la Densidad	12-17
Figura 12-10: Diseño del Pozo de Inyección (izquierda: diseño ideal derecha: diseño práctico)	12-24
Figura 12-11: Sello con Empaque (izquierda), Material de Empaque (derecha).....	12-25
Figura 12-12: Sello con Canasta Metálica tipo Pétalo (izquierda) y Canasta Metálica (derecha).....	12-26

Abreviaturas

AC	Asociación Civil
AMSLM	Promedio de Metros Sobre el Nivel del Mar (Average Mean Sea Level Meters)
APAS	Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento
B/C	Beneficio-Costo
BANOBRAS	Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos
BI/F	Borrador del Informe Final
C/P	Contraparte
CAPA	Comisión de Agua Potable y Alcantarillado
CECADESU	Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable
CELAC	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CEPIS	Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente
CNA	Comisión Nacional del Agua
CNANP	Comisión Nacional de Aguas Naturales Protegidas
COESPO	Consejo Estatal de Población
CONAPO	Consejo Nacional de Población
COSEPRE	Costo de los Servicios Prestados
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
E/F	Estudio de Factibilidad
EC	Conductividad Eléctrica
ECOSE	Ecología y Compromiso Empresarial
ECOSUR	El Colegio de la Frontera Sur
EIA	Evaluación Inicial del Ambiental
EM	Electro Magnético
FCP	Felipe Carrillo Puerto
FIDECARIBE	Fideicomiso para el Caribe
FONATUR	Fondo Nacional para el Turismo
GIS	Sistema de Información Geográfica
I/A	Informe de Avance
I/F	Informe Final
I/I	Informe Inicial
IDH	Índice de Desarrollo Humano
IIRA	Instituto de Impacto y Riesgo Ambiental
IMSS	Instituto Mexicano de Seguro Social
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología de Agua
INB	Ingreso Nacional Bruto
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INI	Instituto Nacional Indigenista
ISSSTE	Instituto de Seguro Social al Servicio de los Trabajadores del Estado
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Japan International Cooperation Agency)
LEEPA	Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente
LGPGIR	Ley General para la Prevención y Manejo Integral de los Residuos
M/R	Minutas de Reuniones
MAR	Manejo de Aguas Residuales
MAS	Manejo de Aguas Subterráneas
MLSS	Licor Mezclado de Sólidos Volátiles en Suspensión (Mixed-Liquor Volatile Suspended Solids)
MPNISP	Modelo de Prácticas Nacionales e Internacionales de Servicio Público
MRS	Manejo de Residuos Sólidos
ND	Información No Disponible
NPV	Valor Presente Neto

O&M	Operación y Mantenimiento
OCD	Demanda Química de Oxígeno (Chemical Oxygen Demand)
OD	Demanda de Oxígeno
OMSP	Oficina Municipal de Servicios Públicos
ONG	Organización No Gubernamental
OPB	Othón Pompeyo Blanco
P/M	Plan Maestro
PDSO	Desarrollo por Etapas del Sitio de Disposición Final (Phased Disposal Site Development)
PEA	Población Económicamente Activa
PEDI	Plan Estratégico de Desarrollo Integral
PEDU	Programa Estatal de Desarrollo Urbano
PEMEX	Petroleos Mexicanos
PIB	Producto Interno Bruto
PMDU	Programas Municipales de Desarrollo Urbano
PNB	Producto Nacional Bruto
PND	Plan Nacional de Desarrollo
PNDU	Programa Nacional de Desarrollo Urbano
Po/Mo	Proyectos Modelo
POET	Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial
PROFEPA	Procuraduría Federal para la Protección al Ambiente
PTAR/PTAN	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
R/I	Reporte Inicial
RS	Residuos Sólidos
SARH	Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos
SEANAP	Sistema Estatal de Areas Naturales Protegidas
SECTUR	Secretaría de Turismo
SEDEMAR	Secretaría de Marina
SEDENA	Secretaría de la Defensa Nacional
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
SEDUE	Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología
SEDUMA	Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Quintana Roo
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEPLADER	Secretaría de Planeación y Desarrollo
SESA	Secretaría Estatal de Salud
SIGIR	Sistema de Información para el Manejo Integral de los Residuos
SOL	Solidaridad
SS	Sólidos Suspendidos
SVI	Índice de Volumen de Lodos (Sludge Volume Index)
TDEM	Método Electromagnético de Tiempo-Dominio
TDS	Sólidos Totales Disueltos
TEM	Método de Transferencia Electromagnética
TIRE	Tasa Interna de Retorno Económica
TS	Total de Sólidos
TSS	Total de Sólidos Suspendidos
UNEP	Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas
UNESCO	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
USAID	Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos de América
USGS	Servicio Geológico de los Estados Unidos
USMN	Unidad para el Servicio Meteorológico Nacional
VES	Sondeo Eléctrico Vertical (Vertical Electric Sounding)
VSS	Sólidos Volátiles Suspendidos (Volatile Suspended Solid)

Parte I

Perfil del Estudio

Capitulo 1

Perfil del Estudio

1 Perfil del Estudio

1.1 Antecedentes del Estudio

El Estado de Quintana Roo en México tiene una superficie de alrededor de 50,800 km², y una población de 870,000 habitantes, de los cuales 400,000 viven en Cancún en el año 2000. En el Estado de Quintana Roo, la costa se extiende por aproximadamente 500 Km., siendo una área rica en ambiente natural, habitada por grupos étnicos que han sabido aprovechar la abundancia de los recursos naturales. Las ruinas históricas son también abundantes, dando oportunidad al desarrollo del turismo que es fomentado a nivel nacional como fuente de divisas.

Sin embargo, el desarrollo turístico sin suficientes consideraciones ambientales, junto con el crecimiento explosivo de la población, ha puesto de manifiesto las dificultades que enfrentan muchas ciudades y centros poblados en establecer y mantener su infraestructura de aguas residuales y residuos sólidos. El resultado ha sido el deterioro del ambiente natural del área en años recientes. Los diferentes niveles del gobierno de México han hecho frente a la situación con medidas legislativas y administrativas. Sin embargo, los resultados lentos e insuficientes se reflejan en los efectos adversos en el ambiente costero y en las condiciones sanitarias de los residentes.

En Marzo de 2001, JICA envió un Equipo de Estudio Japonés-Americano para Formulación de Proyectos, que puso en claro la alta prioridad de la ayuda necesaria para la preservación ambiental de la citada zona costera. En Julio 2002, JICA llevó a cabo un estudio preliminar, y confirmó la urgencia de la ayuda para aguas residuales y residuos sólidos, que tienen efectos adversos sobre el ambiente costero. Luego, en Octubre 2002, JICA envió una Misión Preparatoria, la cual suscribió el Alcance de Trabajo para el Estudio, y seleccionó a Kokusai Kogyo Co., Ltd. como la firma consultora que ejecutará el Estudio.

1.2 Objetivos del Estudio

- 1) Preparación del Plan Maestro de Manejo de Saneamiento Ambiental, que integró el manejo de aguas residuales y residuos sólidos, con el objetivo de preservar el ambiente acuático en la costa del Estado de Quintana Roo, estableciendo el 2015 como año meta;
- 2) Llevar a cabo un estudio de factibilidad de proyectos modelo de saneamiento identificados en el plan maestro; y
- 3) Facilitar la transferencia de tecnología al personal de la contraparte (C/P) mexicana durante el desarrollo del Estudio.

1.3 Área de Estudio

El Área de Estudio se compone de tres Municipios (Othón P. Blanco, Felipe C. Puerto, Solidaridad) en la costa del Estado de Quintana Roo (Ver “Mapa del Área de Estudio”).

1.4 Programa del Estudio

El Estudio inició en Marzo de 2003 basándose en el Ámbito de los Trabajos acordados entre el gobierno de México y el gobierno de Japón. Todos los trabajos en México finalizaron en agosto de 2004.

El período del Estudio se dividió en las siguientes cuatro fases.

- Fase I: Estudio Básico (Investigación de la situación actual), Marzo – Julio de 2003
- Fase II: Formulación del Plan Maestro de Manejo de Saneamiento Ambiental, Agosto- Octubre de 2003
- Fase III: Implementación de los Proyectos Modelo, Noviembre de 2003 – Mayo de 2004
- Fase IV: Evaluación de los Proyectos Modelo, Junio- Agosto de 2004

1.5 Organización para la Ejecución del Estudio

El Estudio fue realizado en forma conjunta por el Equipo de Estudio y el Equipo de Contrapartes de México, contando con la asesoría del Comité Directivo, integrado por representantes de organizaciones relacionadas de México, y del Comité Supervisor establecido por JICA en el Japón.

1.5.1 Organización del Estudio

La realización del Estudio se organizó de la siguiente manera.

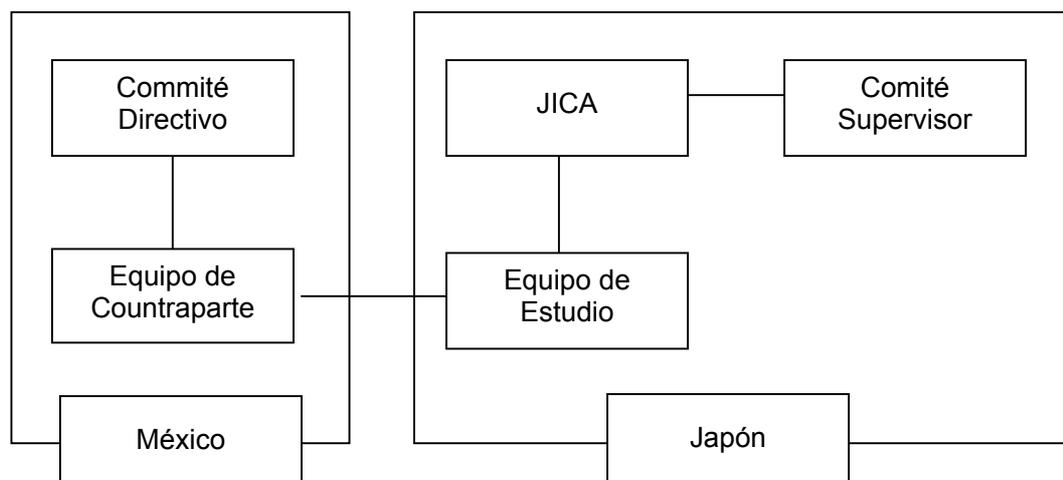


Figura 1-1: Organigrama del Estudio

1.5.2 Equipo de Estudio

El Equipo de Estudio está integrado por 15 miembros.

Área de Responsabilidad	Nombre
Líder/Manejo de Saneamiento Ambiental/ Plan de Manejo de Aguas Residuos (1)	Hiroshi Kato
Plan de Manejo de Aguas Residuos (2)/ Hidrogeología/ Estudio de Agua Subterránea/ Exploración Electromagnética	Atsushi Kamata
Planeamiento y Diseño de Instalaciones de Tratamiento de Aguas Residuales	Osamu Nahata
Sub-Líder/ Plan de Manejo de Residuos Sólidos	Ikuo Mori
Planeamiento y Diseño de Instalaciones de Manejo de Residuos Sólidos	Ximena Alegría
Organización/ Estructura Legal/ Estudios Sociales	Víctor Ojeda
Análisis Económico y Financiero	Masaru Obara
Examen Inicial del Ambiente	Shinya Kawada
Planeamiento Regional	Toshiro Hamada
Participación Comunitaria/Educación Ambiental	Masaharu Kina
Proyectos Modelo	Ichiro Kono
Procesamiento de información de pozos	Mario Valle
Análisis del Balance del Agua	Peifeng Lei
Coordinador Administrativo (1)	Hiroyuki Nakai
Coordinadora Administrativa (2)	Ikuko Kunitsuka

1.5.3 Comité Supervisor

Con el fin de proveer la asesoría necesaria al Equipo de Estudio, JICA ha establecido un Comité Supervisor con los siguientes integrantes.

Responsabilidad	Nombre	Agencia
Presidente del Comité	Kenichi Tanaka	Instituto de Cooperación Internacional, JICA
Miembro del Comité	Takeshi Yahashi	Centro de Educación del Japón sobre Saneamiento Ambiental

1.5.4 Equipo de Contraparte

La Contraparte que trabajó en conjunto con el Equipo de Estudio se indica en el siguiente cuadro.

Nombre	Institución	Cargo
1. Manejo de Saneamiento Ambiental		
Lic. Francisco Hernández Franco	SEMARNAT-QR	Subdelegado de Planeación
Lic. Gustavo Hidalgo Sánchez	SEMARNAT-QR	Responsable del Departamento de Planeación y Asuntos Internacionales
Ing. Gustavo Olivaris Alanis	SEMARNAT-QR	Jefe de la Unidad de Planeación y Política Ambiental
2. Hidrogeología		
Ing. Iván Gamboa Rosas	Ing. Iván Gamboa Rosas	Gerente Regional
Ing. Carlos Fernando Chable Mendicuti	Ing. Carlos Fernando Chable Mendicuti	Encargado del Área Técnica
Ing. Catherine Magnum Burnier	Ing. Catherine Magnum Burnier	Encargada del Programa de Consejo de Cuenca
Ing. José Luis Acosta Rodríguez	Ing. José Luis Acosta Rodríguez	Subgerente Técnico Regional
Ing. Anselmo Ordaz Ayala	Ing. Anselmo Ordaz Ayala	CNA México

Nombre	Institución	Cargo
Ing. Eliseo Vázquez	Ing. Eliseo Vázquez	Especialista en Hidráulica
Tte. Roberto Flores Rodríguez	Tte. Roberto Flores Rodríguez	Jefe del Departamento de Coordinación de Programas contra la Contaminación del Mar
3. Análisis Electromagnético		
Ing. Guillermo Cuevas Landeros	CNA-Gerencia Regional	Especialista en Hidráulica
Ing. Artemio Araujo Mendieta	CNA-México	Especialista en Hidráulica
4. Planeación del Sistema de Alcantarillado		
Ing. Juventino Castillo Pinzón	CAPA	Coordinador de Planeación y Desarrollo
Ing. Jaime Quiñones Baas	CAPA	Director de Proyectos
5. Tratamiento de Aguas Residuales		
Ing. Roberto Chim Iterián	CAPA	Director de Operación
M.C. Miguel Angel García Salgado	CONANP	Coordinador de Monitoreo de la XI Región de la CONANP
6. Manejo de Residuos Sólidos		
Biól. Adolfin Bertha Villalobos	SEMARNAT-QR	Jefe del Departamento de Impacto y Riesgo Ambiental
Ing. Carlos Acosta Loría	SEDUMA	Director de Prevención y Control de la Contaminación
José Guerrero	SEDUMA	Co-responsable del Programa de Residuos Sólidos
Ing. Mónica Chargoy Rosas	Municipio de OPB	Especialista en Manejo de Residuos Sólidos
José Méndez García	Municipio de OPB	Jefe del Departamento de Recolección
Ing. Eduardo Escalante Rodríguez	Municipio de FCP	Director de Obras Públicas
Manuel Góngora Reyes	Municipio de FCP	Auxiliar
Biól. Juan Antonio Huerta Illescas	Municipio de Solidaridad	Director de Medio Ambiente
7. Servicio de Manejo de Residuos Sólidos		
Ing. Carlos Acosta Loría	SEDUMA	Director de Prevención y Control de la Contaminación
MVZ. Rodrigo Camín Cardín	Municipio de OPB	Especialista en Manejo de Residuos Sólidos
José Tut Uan	Municipio OPB	Director de Imagen Urbana
Ing. Eduardo Escalante Rodríguez	Municipio de FCP	Director de Obras Públicas
Biól. Juan Antonio Huerta Illescas	Municipio de Solidaridad	Director de Medio Ambiente
8. Sistema Legal, Institucional y Organizativo		
Lic. Rosa Elena Carbajal Valiente	SEMARNAT-QR	Jefe de la Unidad Jurídica
9. Análisis Económico y Financiero		
Ing. Gilberto Mena Rivero	CAPA	Director de Evaluación de Proyectos
Arq. Héctor Morín Lázaro	Municipio de OPB	Director de Desarrollo Urbano y Ecología.
10. Evaluación Ambiental		
Biól. Carlos Llorens Cruset	SEMARNAT-QR	Subdelegado de Gestión para la Protección Ambiental
Lic. Adrián Neftalí Pérez Zaldivar	Municipio de Solidaridad	Subdirector de normatividad ambiental
Ing Giovanni Contreras Rivero	SEDUMA	Director de Gestión para la Protección Ambiental
Biól. Tomás Sánchez Cabrera	Municipio de OPB	Jefe del Departamento de Ecología
11. Planeación del Desarrollo Regional y Estudio Social		
Ing. Gustavo Olivaris Alanis	SEMARNAT-QR	Jefe de la Unidad de Planeación y Política Ambiental
Biól. Cedrela Median Gasca	SEDUMA	Directora de Planeación y Política Ambiental
Ing. Juventino Carrillo Pinzón	CAPA	Coordinador de Planeación y Desarrollo
Arq. Roger Alvarado Rivero	Municipio de OPB	Departamento de Desarrollo Urbano
12. Participación Comunitaria y Educación Ambiental		
Biól. Teresa Jiménez Almaraz	Biól. Teresa Jiménez Almaraz	Jefe del Departamento de Educación

Nombre	Institución	Cargo
		Ambiental
M.C. Bárbara Reveles González	M.C. Bárbara Reveles González	Subdirectora de la Reserva de la Biosfera Banco Chinchorro, Parque Nacional Arrecifes de X'Calak
Ing. Jorge Jiménez Alvarado	Ing. Jorge Jiménez Alvarado	Coordinador de la Unidad de Participación y Comunicación Social
Ing. Miguel Acopa	Ing. Miguel Acopa	Jefe de Departamento de Participación Social
Lic. Salim Chamlati	Lic. Salim Chamlati	Analista Profesional
Biól. Manuel Hernández	Ing. José Gabriel McLiberty Pacheco	Subsecretario Técnico de la Subsecretaría de Medio Ambiente
Ing. José Gabriel McLiberty Pacheco	Biól. Manuel Hernández	Director de ANP Santuario del Manatí
Ing. Abigail Hernández Santiago	Ing. Abigail Hernández Santiago	Responsable del Programa de Educación Ambiental
Álvaro Gorocica Polanco	Álvaro Gorocica Polanco	Asistente del Programa de Educación Ambiental
Biól. Gonzalo Vidaña Espejo	Biól. Gonzalo Vidaña Espejo	Director de Ecología
Biól. Lilibeth Arjona Pérez	Biól. Lilibeth Arjona Pérez	Jefe de Oficina de Proyectos y Vinculación Ambiental
Ing. Eduardo Escalante Rodríguez	Ing. Eduardo Escalante Rodríguez	Director de Obras Públicas
Biól. Juan Antonio Huerta Illescas	Biól. Juan Antonio Huerta Illescas	Director de Medio Ambiente

1.5.5 Comité Directivo

Los miembros del Comité directivo que tomaron decisiones importantes se mencionan a continuación.

Nombre	Institución	Cargo
Ing. José de Jesús Infante de Alba	SEMARNAT	Delegado de Quintana Roo
Lic. Francisco Hernández Franco	SEMARNAT	
Ing. Jorge Mariano Morales Calzada	SEDUMA	Director
Ing. Juan Manuel Herrera	Comisión de Ecología, Bosques y Pesca	Presidente
Ministro Gerardo Lozano	Ministro de Relaciones Exteriores	Director de Cooperación Técnica
Ing. Francisco Aranguré Monroy	CNA	Delegado de Quintana Roo
Biól. Alfredo Arellano Guillermo	CONANP	Coordinador
Ing. Andrés Ruiz Morcillo	CAPA	Director General
Lic. Eduardo Espinosa Abuxapqui	Municipio de Othón P Blanco	Presidente Municipal
Prof. Francisco Novelo Ordoñez	Municipio de Felipe Carrillo Puerto	Presidente Municipal
C.P. Gabriel Mendicuti Díaz	Municipio de Solidaridad	Presidente Municipal
Ar. Baltasar Linares Díaz	BANOBRAS	Delegado de Quintana Roo
Ing. María Antonia Hernández Rivas	FONATUR	Coordinador

1.6 Informes

Los siguientes informes fueron preparados y enviados a la contraparte mexicana, con las respectivas explicaciones y discusiones.

Informe		Idioma
Informe Inicial		Inglés, Español
Informe de Avances (1)		Inglés, Español
Informe Intermedio		Inglés, Español
Informe de Avances (2)		Inglés, Español
Borrador del Informe Final	Resumen	Inglés, Español, Japonés
	Informe Principal	Inglés, Español
	Informe de Apoyo	Inglés, Español
Informe Final	Resumen	Inglés, Español, Japonés
	Informe Principal	Inglés, Español
	Informe de Apoyo	Inglés, Español

1.7 Transferencia Tecnológica

La transferencia tecnológica se realizó de la siguiente manera durante el período de Estudio.

Transferencia Tecnológica	Grupo Meta	Contenido	Frecuencia
Capacitación en servicio	Contrapartes	Metodología de estudio; análisis y evaluación de los resultados de estudio; identificación de problemas; contramedidas; formulación e implementación de proyectos; formulación, ejecución y evaluación de proyectos modelo, etc.	De acuerdo a la necesidad durante el período de estudio
Discusiones Técnicas	Contrapartes	Política y programación del estudio, avance y resultados; método de formulación de planes; forma de pensar para preparar planes alternativos; método de selección del plan más apropiado; método de evaluación de proyectos; presentación sobre manejo de aguas residuales y residuos sólidos en el Japón y otros países, etc.	Bisemanal
Explicación de Informes	Contrapartes y Miembros del Comité Directivo	Política y resultados en cada etapa del Estudio; problemas y contramedidas, etc.	Cinco veces: IC/R, P/R(1), IT/R, P/R(2), DF/R
Seminario sobre Transferencia Tecnológica	Contrapartes, Miembros del Comité Directivo, ONGs, Organizaciones Internacionales, etc.	Conocimientos y recomendaciones resultantes del Estudio	Tres veces, en forma coincidente con la explicación del Borrador del Informe Final
Capacitación de Contraparte	Contraparte	Visita a instalaciones relacionadas con el manejo de saneamiento ambiental en el Japón, con el fin de dar a conocer los métodos de manejo y los posibles problemas	Dos veces

Parte II

*Estado Actual de
Saneamiento Ambiental
en el Área de Estudio*

Capítulo 2

Perfil del Área de Estudio

2 Perfil del Área de Estudio

2.1 Perfil del País

2.1.1 Condiciones Socioeconómicas

La población total de México se estimó en 97,361,711 de acuerdo con el censo del año 2000 (fuente; INEGI libro de censos “Estados Unidos Mexicanos” XII Censo General de Población y Vivienda 2000, Resultados Preliminares). Los datos de INEGI indicaron que el producto interno bruto (PIB) de México en el año 2000 fue de 4,974,464 Millones de Pesos a precios corrientes. Como el Censo de Población del 2000 indicaba una población total de 97,361,711, el PIB per capita en el 2000 se podría estimar en 51,000 Pesos. A la tasa de cambio de 9.57 Pesos por dólar a fines de Diciembre 2000, el PIB sería de aproximadamente USD520,000 Millones, y el PIB per capita sería de alrededor de USD5,300.

De acuerdo a los datos de INEGI, el PIB de México a precios de 1993 fue de 1,155,132 Millones de Pesos en 1993 y 1,474,726 Millones de Pesos en el 2000, lo que equivale a un crecimiento anual del 3.55% entre 1993 y 2000. El crecimiento sectorial fue variable, siendo menor para el sector agrícola (1.58%), y mayor para el sector industrial (4.56%) y para el sector servicios (3.31%). De acuerdo a la información, México es una economía en donde predominan los servicios, ya que corresponde al sector servicios alrededor de las dos terceras partes del PIB, al sector industrial un poco más de la cuarta parte del PIB, y al sector agrícola menos del 10% del PIB.

Cuadro 2-1: Producto Interno Bruto (PIB) de México

Sector	PIB 1993 (Millones de Pesos)	PIB 2000 (Millones de Pesos)	Distribución Sectorial 1993 (%)	Distribución Sectorial 2000 (%)	Tasa de Crecimiento 1993-2000 (%)
PIB	1,155,132	1,474,726	100.0	100.0	3.55
Agricultura	72,703	81,129	6.3	5.5	1.58
Industria	308,897	423,466	26.8	28.7	4.56
Servicios	772,532	970,131	66.9	65.8	3.31

Fuente: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI
 Sistema de Cuentas Nacionales de México 1993-2000, INEGI

El tipo de cambio del Peso Mexicano con respecto al Dólar Americano entre 1997 y 2001 mostró las siguientes variaciones mensuales.

Cuadro 2-2: Tipo de Cambio – Promedio Mensual de Pesos por Dólar

Aspecto	1997	1998	1999	2000	2001
Promedio Anual	7.9185	9.1357	9.5605	9.4556	9.2592
Fin de Diciembre	8.0833	9.8650	9.5143	9.5722	9.1423

Fuente: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, Edición 2002, INEG

El siguiente cuadro presenta algunos ejemplos de tasas de interés entre 1997 y 2001, se observa en el cuadro que todas las tasas de interés disminuyeron entre 2000 y 2001.

Cuadro 2-3: Tasas de Interés (%)

	1997	1998	1999	2000	2001
Depósitos de ahorro	7.65	6.85	5.69	3.84	2.46
Interbancaria (a)	20.41	36.60	18.67	18.39	7.96
Depósitos a plazo fijo					
30 días	12.82	16.10	7.60	6.79	2.85
90 días	12.47	16.34	7.88	7.17	3.20
180 días	12.43	16.13	8.04	7.37	3.52
(a) TIIP, determinada por el Banco de México					

Fuente: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, Edición 2002, INEGI

La tasa de inflación en México a fines de Diciembre de 2002 fue de 4.7%. Y durante la primera semana de Julio 2003, la inflación acumulada durante los últimos 12 meses se estimó en la misma tasa, o sea, 4.7%. En Chetumal, la tasa de inflación general entre Enero y Diciembre de 2001 se estimó en 5.04%. Los reportes más recientes sobre la deuda pública de México se refieren a datos de Mayo de 2003, indicando una deuda externa total del sector público de México de USD 77,400 Millones. Se presenta en el cuadro siguiente la versión abreviada de la situación financiera del Gobierno Federal entre 1997 y 2001.

Cuadro 2-4: Situación Financiera del Gobierno Federal (Millones de Pesos)

Concepto	1997	1998	1999	2000	2001
INGRESOS	503,555	545,175	674,349	868,267	939,114
Ingresos Tributarios	312,116	404,224	521,683	581,703	654,870
Renta	135,101	169,476	216,123	258,754	285,523
Valor agregado	97,742	119,871	151,184	189,606	208,408
Producción y servicios	45,351	76,598	106,704	81,544	110,689
Importaciones	18,103	21,488	27,303	32,861	28,902
Otros	15,819	16,791	20,369	18,938	21,348
Ingresos no tributarios	191,439	140,951	152,666	286,564	284,244
GASTOS	546,726	612,476	754,389	952,083	996,950
Programable	327,481	392,695	469,240	589,402	631,529
Corriente	267,092	329,580	399,256	507,610	539,373
Servicios personales	45,123	56,084	67,536	86,480	93,132
Otros gastos	23,828	18,798	19,925	44,331	29,960
Ayudas, subsidios, transferencias	198,141	254,698	311,795	376,799	416,281
Capital	60,389	63,115	69,984	81,792	92,156
No Programable	219,245	219,781	285,149	362,681	365,421
Costo financiero	114,224	95,711	144,834	176,461	166,826
Participaciones	94,573	113,665	140,671	178,136	196,931
Otros	10,448	10,405	-356	8,084	1,664
BALANCE	-43,171	-67,301	-80,040	-83,816	-57,836

Fuente: Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos, Edición 2002, INEGI

2.1.2 Política Ambiental

2.1.2.1 Revisión General

El derecho de iniciativa para la formación de las leyes al nivel federal corresponde al Presidente de la República, a los Diputados y Senadores en el Congreso de la Unión, y a las legislaturas de los Estados. Las leyes dictadas por el Congreso de la Unión tienen preponderancia sobre la legislación al nivel de los Estados.

El organismo rector del sector es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, quien tiene varios órganos descentralizados: la Comisión Nacional del Agua (CNA); la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA); el Instituto Nacional de Ecología (INE); el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA); y la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CNANP). La SEMARNAT tiene una delegación en el Estado de Quintana Roo, al igual que la CNA.

La instrumentación legal del sector ambiental al nivel federal está dada por: la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos; la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA); la Ley de Aguas Nacionales; la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua y las Normas Oficiales Mexicanas. Estas se describen brevemente a continuación.

a.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

En materia de asuntos ambientales la Constitución Política contempla los siguientes artículos: 4°, 5°, 25°, 27° y 115°.

Artículo No. 4

Por medio de este artículo se garantizan dos derechos humanos fundamentales: Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar; y Toda persona tiene derecho a la protección de la salud.

Artículo No. 5

Con relación a la prestación de los servicios públicos, la Constitución se refiere a las leyes secundarias específicas que serán legisladas. En cuanto a los servicios públicos, sólo podrán ser obligatorios, en los términos que establezcan las leyes respectivas.

Artículo No. 25

Con el propósito de fortalecer la Soberanía de la Nación y su régimen democrático, corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional. Bajo criterios de equidad social y productividad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la

economía, sujetándose a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente.

Artículo 27

En este artículo se declara la propiedad y dominio de la Nación sobre las tierras y aguas comprendidas dentro del territorio nacional y se señalan las condiciones sobre la propiedad privada en la materia.

La Nación tendrá todo tiempo el derecho a imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con el objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado de país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

Artículo 115

La Constitución fija los servicios públicos que serán responsabilidad de los municipios y sobre las facultades de los ayuntamientos para emitir bandos de policía y buen gobierno. Los Municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes: agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales; limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos.

b. Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA)

En 1988, el Congreso de la Unión dicta la Ley General del Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente (LGEEPA) con la concurrencia de los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal. Esta ley es la base de la actual política ambiental en México.

La LGEEPA, es reglamentaria de las disposiciones constitucionales en lo relativo a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección ambiental; sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

c. Ley de Aguas Nacionales

Esta Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política en materia de aguas nacionales. El objeto de la ley es regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

d. Ley Federal de Derechos en Materia de Agua

En materia de las aguas nacionales establece los derechos que se pagarán por el uso o aprovechamiento de los bienes de dominio público de la Nación, así como por recibir servicios que presta el Estado.

e. Normativa vigente

**NORMAS OFICIALES MEXICANAS VINCULADAS AL ESTUDIO
 Agua Potable y Aguas Residuales**

Norma	Objetivo
NOM-001-ECOL-96	Límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales
NOM-002-ECOL-96	Límites permisibles de contaminantes en descargas de aguas residuales en los sistemas de drenaje y alcantarillado urbano o municipal
NOM-003-ECOL-97	Límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reusen en servicios al público
Modificación NOM-127-SSA1-1994	Salud Ambiental – Agua para uso y consumo humano – Límites permisibles de calidad y tratamiento a que debe someterse el agua para su potabilización.
NOM-179-SSA1-98	Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público.
NOM-003-CNA-1996	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de los acuíferos
NOM-004-CNA-1996	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.
ANTEPROY-NOM-000-CNA-0000 EN ANTEPROYECTO	Requisitos para la disposición de agua en el suelo y subsuelo
ANTEPROY-NOM-000-CNA-0000 EN ANTEPROYECTO	Requisitos para la recarga artificial de acuíferos
PROY-NOM-004-ECOL-2001 EN PROCESO	Protección Ambiental – Lodos y Biosólidos – Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final
ANALISIS DE LODOS	Determinación de huevos de helmintos – Método de prueba
ANALISIS DE LODOS	Determinación de coliformes fecales – Método de prueba
ANALISIS DE LODOS	Determinación de metales pesados – Método de prueba

**NORMAS OFICIALES MEXICANAS
 Residuos Sólidos Municipales y Biológicos Infecciosos**

Norma	Objetivo
NOM-052-ECOL-93	Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente
NOM-053-ECOL-93	Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente

Norma	Objetivo
NOM-054-ECOL-1993	Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-ECOL-1993
NOM-055-ECOL-1993	Que establece los requisitos que deben reunir los sitios destinados al confinamiento controlado de residuos peligrosos excepto los radioactivos.
NOM-056-ECOL-1993	Que establece los requisitos para el diseño y construcción de las obras complementarias de un confinamiento controlado de residuos peligrosos.
NOM-057-ECOL-1993	Que establece los requisitos que deben observarse en el diseño, construcción y operación de celdas de un confinamiento controlado para residuos peligrosos.
NOM-058-ECOL-1993	Que establece los requisitos para la operación de un confinamiento controlado de residuos peligrosos
NOM-083-ECOL-1996	Que establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales (Aclaración 07-marzo-1997)
Proyecto de Norma Oficial Mexicana NOM-084-ECOL-1997	Que establece los requisitos para el diseño, construcción, operación y monitoreo de un relleno sanitario en el cual se dan los lineamientos básicos para el diseño específico del relleno sanitario, sus obras de control de contaminantes y obras complementarias, así como las especificaciones de construcción y operación para el adecuado funcionamiento del relleno y el establecimiento de un programa de monitoreo ambiental en el sitio.
NOM-087-ECOL-1995	Que establece los requisitos para la separación, envasado, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos biológicos - infecciosos que se generan en los establecimientos que presten atención médica (Aclaración 12-junio-1996)
NOM-133-ECOL-2000	Protección ambiental – Bifenilos policlorados (BPCs) – Especificaciones de manejo)
Norma Mexicana NMX-AA-15-1985	Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Método de Cuarteo. Que establece el método de cuarteo para residuos sólidos municipales y la obtención de especímenes para los análisis de laboratorio.
Norma Mexicana NMX-AA-19-1985	Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Peso Volumétrico. Que establece un método para determinar el peso volumétrico de los residuos sólidos municipales en el lugar donde se efectuó la operación de cuarteo
Norma Mexicana NMX-AA-22-1985	Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Selección y Cuantificación de Subproductos. Que establece la selección y el método para la cuantificación de subproductos en los residuos sólidos municipales.
Norma Mexicana NMX-AA-061-1985	Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Generación. En donde se muestran las técnicas para conocer el desarrollo del cálculo de generación de los residuos generados por la población al servir.
Norma Mexicana NMX-AA-91-1985	Protección al Ambiente – Contaminación del Suelo – Residuos Sólidos Municipales – Terminología. Para la comprensión de los conceptos empleados en las normas referidas con antelación.

2.1.2.2 Organizaciones Relacionadas

a. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Su propósito fundamental es constituir una política de Estado de protección ambiental, que revierta las tendencias del deterioro ecológico y sienta las bases para un desarrollo sustentable en el país.

Sus principales actividades sustantivas son el formular, conducir y evaluar la política nacional de medio ambiente y recursos naturales; promover y fomentar el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; vigilar el cumplimiento de la legislación ambiental; detener y revertir el deterioro del medio ambiente.

b. Comisión Nacional del Agua (CNA)

Fue creada por Decreto Presidencial en enero de 1989 como órgano administrativo descentralizado de la anterior Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, como la instancia responsable de la administración integral del agua. Hoy la CNA se encuentra dentro de la estructura de la SEMARNAT.

La CNA espera que México sea una nación que cuente con seguridad en el suministro del agua que requiere para su desarrollo, que la utilice de manera eficiente, reconozca su valor estratégico y económico, proteja los cuerpos de agua y preserve el medio ambiente para las futuras generaciones.

Para alcanzar ese propósito nacional, la CNA tiene como Visión el ser un órgano normativo, de excelencia técnica y promotor de la participación de la sociedad y de los usuarios organizados en la administración del agua; y como Misión, la de administrar y preservar las aguas nacionales, con la participación de la sociedad, para lograr el uso sustentable del agua.

c. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA)

Fue creado mediante Decreto Presidencial del 7 de agosto de 1986, como un órgano descentralizado de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, con el objeto de desarrollar tecnología y formar los recursos humanos calificados necesarios para asegurar el aprovechamiento y manejo racionales e integrales del agua. En la actualidad forma parte de la estructura administrativa de la SEMARNAT.

d. Instituto Nacional de Ecología (INE)

Tiene como Visión llegar a ser un organismo público líder en la investigación ambiental aplicada, que desarrolla y promueve proyectos de cooperación científica que contribuyen

efectivamente a resolver los grandes problemas ambientales de México, y que apoyan la conservación y restauración del medio ambiente en todo el país.

e. Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA)

Su misión es procurar la Justicia ambiental a través del estricto cumplimiento de la Ley, desterrando a su vez la impunidad, corrupción, indolencia y vacíos de autoridad, haciendo partícipes de esta lucha a todos los sectores de la sociedad y a los tres niveles de gobierno, bajo los más puros principios de equidad y de justicia.

2.1.2.3 Proceso para la Evaluación del Impacto Ambiental en el País

Los procedimientos al nivel federal están establecidos en la LGEEPA, Artículos 28° al 35° bis 3, y en el Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y de Protección Ambiental en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Para el nivel estatal aplica la Ley de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo, en sus Artículos 24° al 39°.

En el ámbito del presente estudio, las siguientes son las obras que requieren autorización en materia de impacto ambiental de acuerdo al reglamento de la LGEEPA:

- Al nivel federal (SEMARNAT): plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales;
- Al nivel estatal (SEDUMA): sistemas de manejo y disposición de residuos sólidos no peligrosos.

2.2 Perfil del Área de Estudio

2.2.1 Topografía y Clima

El Estado de Quintana Roo, se encuentra ubicado en la parte sureste de la Federación, entre las siguientes coordenadas: 21°37' y 17°53' de latitud norte, y 86°42' y 89°20' de longitud oeste. Quintana Roo tiene límites al norte con el Estado de Yucatán y el Golfo de México; al sur con la Bahía de Chetumal y Belice; y al Este con el Mar Caribe y al Oeste con los estados de Campeche y Yucatán.¹

El estado está conformado por regiones planas que se extienden a lo largo de la línea costera de la Península de Yucatán, las que se adentran incluso hacia el interior de la Península; sin embargo, es posible encontrar áreas de mayor elevación en el interior de la misma. Como resultado de las características antes mencionadas, los puntos más elevados del estado se encuentran en la parte fronteriza de Campeche y la parte noroeste del estado cerca de los límites con el estado de Yucatán. Los puntos más elevados en el estado son Cerro El Charro (230 metros sobre el nivel del mar/msnm), Cerro Nuevo Bécar (180 msnm), y Cerro El Pavo (120 msnm).

Teniendo en consideración su características fisiográficas, Quintana Roo puede ser clasificada en tres sub-regiones: Carso Yucateco que predomina en casi 50% de la superficie del estado; Carso de Campeche y Lomeríos que predomina en casi el 32% del estado; y la Costa Baja de Quintana Roo que predomina en casi el 18% del mismo.²

De acuerdo con INEGI, el clima del Área de Estudio se puede clasificar en cálido subhúmedo y/o cálido húmedo. La temperatura promedio es 25.5 C°.

Cuadro 2-5: Temperatura Promedio en el Área de Estudio

Unidad: °C

Municipio	Meses												Anual
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	
Solidaridad	22.3	22.5	24.1	25.4	26.5	27.0	26.7	26.6	26.5	25.2	23.9	22.5	24.9
FCP	23.4	24.1	25.3	26.8	27.6	27.8	27.6	27.5	27.4	26.3	24.8	23.8	26.0
OPB	22.7	23.4	25.1	26.7	27.8	27.7	27.4	27.6	27.4	26.4	24.7	23.3	25.8
Benito Juárez	23	23	25	26	27.6	27.9	28.1	28.1	27.6	26.3	25	23	25.9
Lázaro Cárdenas	22	22	24	25	26.6	26.9	26.9	26.8	26.6	25.5	24	22	24.9
José Ma. Morelos	23	23	26	27	28.5	28.3	27.8	27.8	27.4	26.4	25	24	26.1
Promedio Estatal	22.6	23.1	24.5	26.1	27.2	27.5	27.4	27.4	27.1	25.9	24.4	23.1	25.5

Fuente: elaborado por el E/E con datos de CNA.

La temporada lluviosa dura entre 6 y 7 meses (desde mayo hasta octubre/noviembre) y la temporada seca se puede considerar que dura entre 6 y 5 meses (de noviembre/diciembre

¹ Marco Geoestadístico, INEGI, 2000

hasta abril). La precipitación promedio en Quintana Roo es casi 500 mm más alta que el promedio nacional (772 mm).

Cuadro 2-6: Valores Mayores de Precipitación para el Estado y Nacional (1941-2001)

Unidad: mm

Entidad Federativa	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
Quintana Roo	66	38	31	34	100	175	121	140	209	165	95	82	1 256
Nacional	26	18	15	19	40	103	138	137	141	74	32	29	772

Fuente: Estadísticas del Agua en México, Edición 2003, SEMARNAT/CNA

2.2.2 Hidrogeología

a. Hidrogeología Regional

La península de Yucatán es una unidad geológica compuesta principalmente de evaporitas intercaladas con piedra caliza como dolomita, yeso y halita. Estas rocas de carbonato son altamente permeables y solubles. La disolución de estas rocas ha generado una topografía cárstica con *cenotes*, que por lo general se ubican a lo largo de disyunciones acompañadas por fallas regionales con orientación norte-noreste.

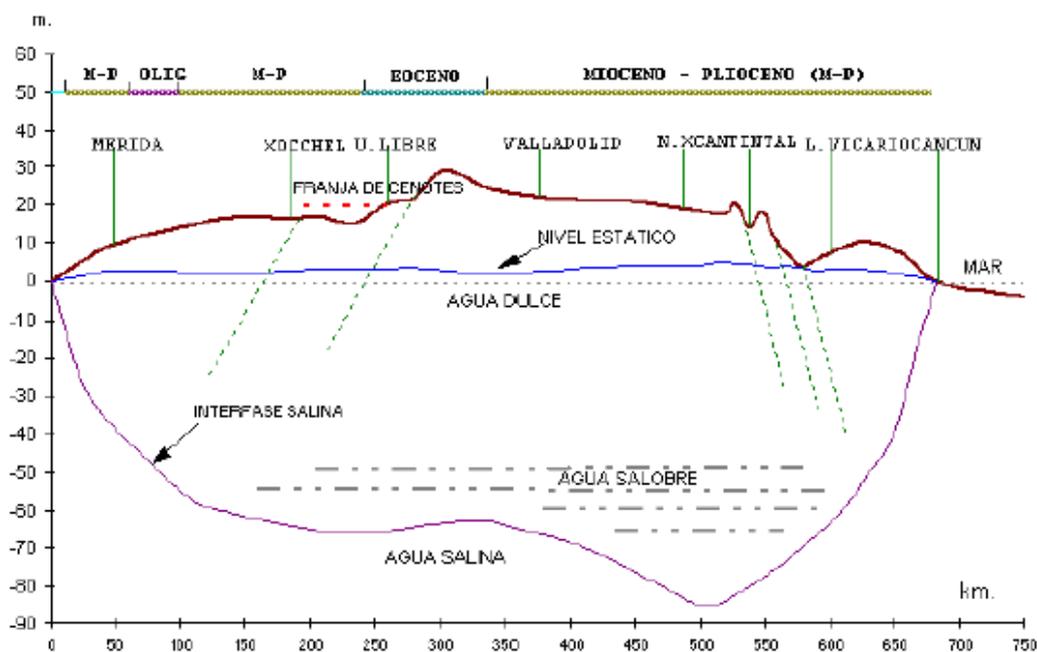
El alto nivel de precipitación durante la época de lluvias se infiltra directamente al subsuelo a través de las disyunciones y cenotes. El agua infiltrada se almacena en el suelo, en las disyunciones y cenotes y se transfiere al aire mediante evapotranspiración. El resto del agua alcanza el nivel freático del acuífero de piedra caliza, posteriormente fluye a través del medio poroso y fracturado y finalmente se descarga en el mar.

De conformidad con el análisis geológico estructural, por lo menos se identifican dos regiones acuíferas en el estado de Quintana Roo. El primero es un acuífero compuesto por rocas de carbonato de la era del Paleoceno y Eoceno, el cual se distribuye en la parte sur del estado. El segundo acuífero está compuesto por rocas de carbonato de la era del Mioceno y del Plioceno y se distribuye esencialmente en el lado este a lo largo de la costa y la parte septentrional del estado.

El agua subterránea de estos acuíferos se puede dividir en tres grupos, a partir de una perspectiva de salinidad. Éstos son el agua dulce, el agua salobre y el agua de mar. Un depósito de agua dulce, resultado de la infiltración de agua pluvial, yace por encima de una zona de agua salobre, la cual cubre el agua salada. El contenido de sales disueltas en el agua subterránea se incrementa con la profundidad y su patrón de concentración de iones eventualmente se asimila a los niveles que se presentan en el agua de mar.

² INEGI, Mapa Fisiográfico 1:1 000 000

La Figura 2-1 ilustra una vista transversal esquemática de la hidrogeología en la parte norte de la península de Yucatán, de Cancún a Mérida. Como se observa en la figura, la mayor saturación del agua dulce se incrementa tierra adentro. El grosor de la capa de agua dulce es menor a 30 m de ancho a 20 Km. de la costa y de 30 a 50 m en el resto de la meseta. En su parte más extensa, el grosor alcanza casi 100 m.



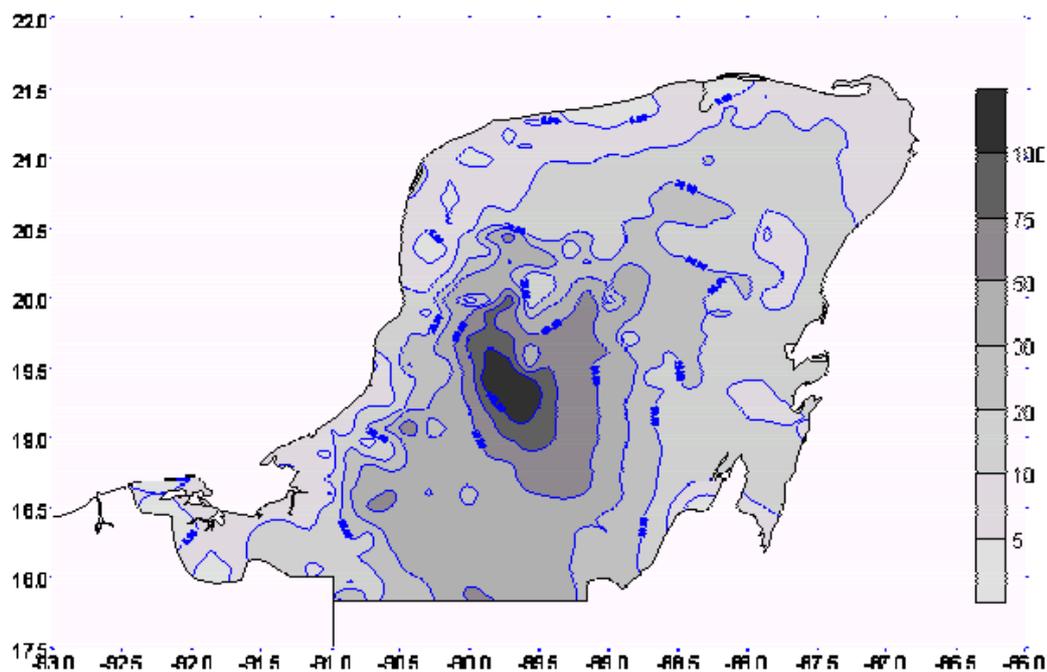
Fuente: CNA

Figura 2-1: Sección Hidrogeológica Esquemática del Norte de la Península De Yucatán

b. Condiciones Geohidrológicas

b.1 Profundidad del nivel estático del agua

La información sobre los niveles del agua subterránea en el área de estudio es muy escasa. Aunque son datos antiguos, el INEGI llevó a cabo una medición en campo y generó un plano con curvas de nivel de la profundidad del nivel estático del agua en 1984. La Figura 2-2 muestra dicho plano. De acuerdo con el mismo, las profundidades más someras se ubican en el área de costas de la península. Por lo general está en la escala de 5 m a 10 m. La profundidad aumenta tierra adentro. Está en la escala de 10 a 20 m. En la parte central de la península, la profundidad supera de los 30 m a los 50 m. En particular, en la parte meridional de la península, existe agua subterránea en una zona más profunda, entre 70 y 150 m. Sin embargo, se puede encontrar localmente el cuerpo de agua aislada en estas áreas a una profundidad de 5 a 10 m.



FUENTE: INEGI, 1984.

Figura 2-2: Profundidad del Nivel Estático del Agua

b.2 Elevaciones del nivel estático

Ya que no se ha realizado un estudio de nivelación del agua subterránea desde la década de los ochenta, en la actualidad no se conoce del todo la elevación del nivel estático del agua. Sin embargo, el INEGI presentó un plano con curvas de nivel de la elevación del estado de Quintana Roo en el año 2002.³ De conformidad con el plano, las líneas de curva de nivel de uno a 10 m se distribuyen casi en paralelo con la costa y con un ancho de aproximadamente 45 a 50 Km. Esto quiere decir que el gradiente hidráulico del nivel hidrostático es muy pequeño. Es de únicamente 1/5,000.

Por otra parte, el nivel del agua subterránea en la parte sudeste del estado es de 15 m a 30 m. El gradiente hidráulico es ligeramente mayor, pero aún así es de 3/5,000.

El agua subterránea corre perpendicular a la línea equipotencial (línea de curva de nivel). Por ello, en la mayor parte del estado, el agua subterránea fluye hacia la costa. En la parte sudeste del estado, fluye en dirección noreste hacia el estado de Yucatán y en dirección este hacia el mar. En las áreas de Cancún y Kantunilkín, el agua subterránea corre hacia el este y el norte. Existen campos con pozos de la CAPA en varios municipios del área. Quizás haya tenido lugar la depresión de los niveles acuáticos; sin embargo, no se divisa una indicación de lo anterior en el plano de curvas de nivel actual.

³ ESTUDIO HIDROLOGICO DEL ESTADO DE QUINTANA ROO, INEGI 2002

b.3 Cambio del nivel de agua

No existen en el estado datos continuos de nivelación del agua registrados como la calibración automática del nivel de agua. Recientemente la CNA instaló 30 pozos de monitoreo en la parte norte del estado, Cancún-Tulum. La

Figura 2-3: muestra la ubicación de los pozos de monitoreo, mientras que el Cuadro 2-7 muestra los niveles estáticos del agua en noviembre del 2002 y abril del 2003. Periódicamente se visitan las estaciones para medición; sin embargo, en la actualidad estos datos están disponibles únicamente en intervalos de seis meses.

En comparación con noviembre del 2002 y abril del 2003, los niveles del agua subterránea disminuyeron ligeramente en abril. Esto pudo haber sido ocasionado por el período de sequía entre el final de la época de lluvias (noviembre) y el inicio de la época seca (abril).

Aunque el cambio es mínimo, puede ocasionar la disminución del grosor del depósito de agua dulce, de acuerdo con la ley de Ghyben-Herzberg. Por ejemplo, una caída de 10 cm. se convierten en aproximadamente 4.0 m de disminución del depósito de agua dulce. Por ello, es muy importante observar continuamente los cambios del nivel acuático, particularmente en el área de las costas.

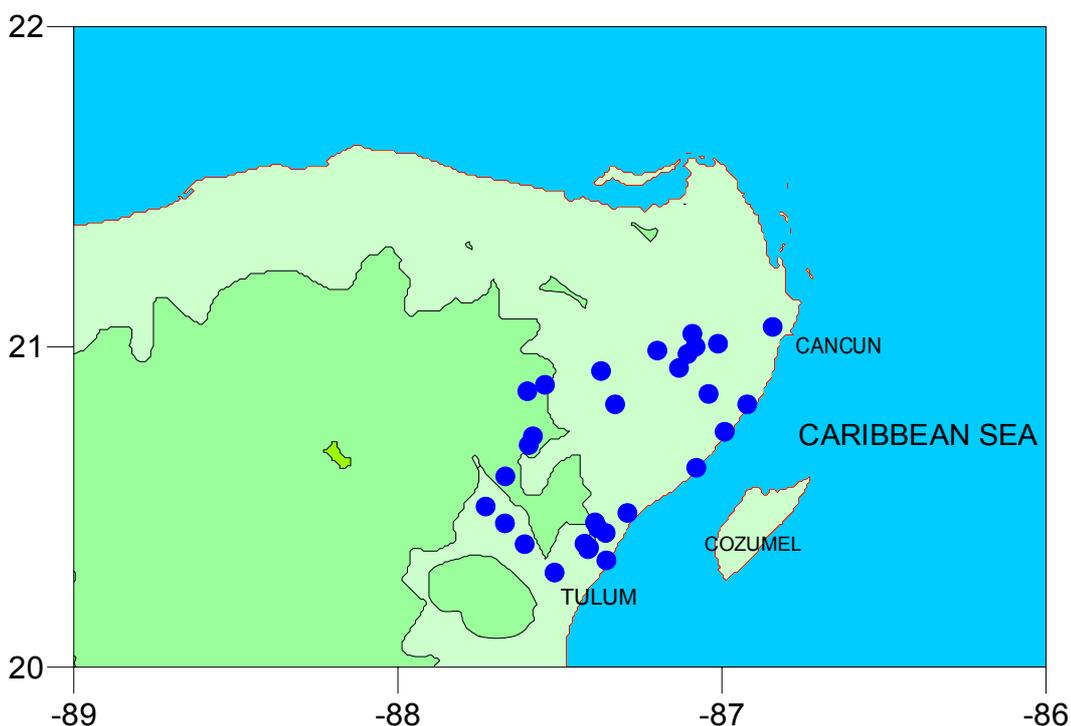


Figura 2-3: Ubicación de los Pozos de Monitoreo en Cancún-Tulum

b.4 Extracción del agua subterránea

Los acuíferos de la península de Yucatán se explotan mediante miles de pozos. Como se muestra en el Cuadro 2-7, se tienen registrados 1,685 pozos de producción ante la CNA. La mayor parte del agua proveniente de los pozos se emplea para propósitos de agricultura, mientras que en segundo lugar se encuentra el abastecimiento de agua para urbanizaciones.

Cuadro 2-7: Número de Pozos de Producción y Pozos de Inyección Registrados ante la CNA

Concepto	Pozo de Producción				Pozo de Inyección			
	OPB	FCP	SOL	Total	OPB	FCP	SOL	Total
Agricultura	658	336	35	1,029	0	0	0	0
Doméstico	65	1	11	77	0	0	0	0
Industria	19	1	11	31	6	1	10	17
Múltiple	0	0	1	1	0	0	3	3
Ganado	95	33	8	136	0	16	0	16
Servicio público urbano	147	74	26	247	3	1	2	6
Esparcimiento	0	0	1	1	0	0	0	0
Servicios	29	4	129	162	82	3	169	254
Total	1,014	449	222	1,685	91	21	184	296

FCP: Felipe Carrillo Puerto, OPB: Othón P. Blanco SOL: Solidaridad

b.5 Calidad del agua subterránea

La CNA investiga la calidad del agua subterránea en el estado. La Figura 2-4 muestra la distribución de dureza y cloruros del agua subterránea. En la parte sur del estado la concentración de cloro y de dureza es alta, con niveles de más de 500 mg/l. La banda de alta concentración también se extiende en dirección noreste, lo que concuerda con la dirección regional de las fallas.

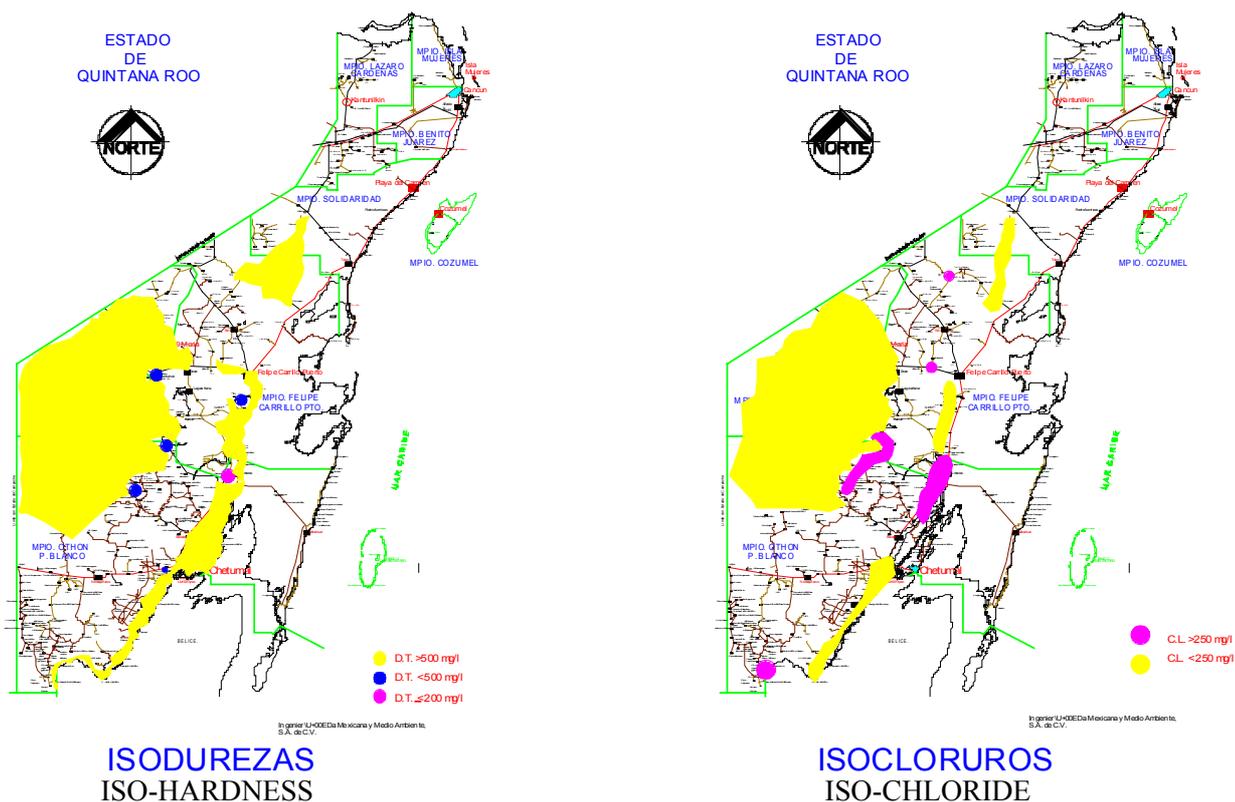


Figura 2-4: Distribución de Dureza y Cloruros (Según CNA)

b.6 Balance del Agua Subterránea del Área de Estudio

De conformidad con la CNA (1989)⁴, se presenta un cálculo del agua subterránea en el Cuadro 2-8. Por otro lado, con base en el balance del agua superficial que se presenta en el mismo informe, el estado de Quintana Roo recibe 60,000 Mm³/año de precipitación, y alrededor de 80% de esta cantidad regresa al aire a través de la evapotranspiración. La cantidad estimada de recarga es de 13,350 Mm³/año. La mayor parte de esta cantidad de agua subterránea fluye hacia el mar Caribe y únicamente 2.6% de la recarga se extrajo mediante bombeo en 1989.

⁴ SINOPSIS GEOHIDROLOGICA DEL ESTADO DE QUINTANA ROO, SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS, COMISION NACIONAL DEL AGUA (1989)

Cuadro 2-8: Balance del Agua Subterránea en el Estado de Quintana
 (Cantidades en millones de m³/año)

INGRESO	Estado de Quintana Roo	Isla de Cozumel
Recarga	13,350	144
Total	13,350	144
EGRESO		
Evapotranspiración	6,300	710
Descarga en el mar	4,500	
Descarga hacia otras áreas	1,350	-
Descarga en Río Hondo	850	-
Extracción mediante bombeo	350	-
Total	13,350	-

2.2.3 Condiciones socioeconómicas

2.2.3.1 Población

a. Población

La población del estado de Quintana Roo y de cada municipio en el 2000 se indica en la siguiente tabla:

Cuadro 2-9: Población del estado de Quintana Roo en el 2000

		Total	Hombres	Mujeres	H/M %
Estado de Quintana Roo		874,963	448,308	426,655	105.1
Municipios	Benito Juárez	419,815	215,352	204,463	105.3
	Cozumel	60,091	31,060	29,031	107.0
	Felipe Carrillo Puerto	60,365	30,682	29,683	103.4
	Isla Mujeres	11,313	5,930	5,383	110.2
	José María Morelos	31,052	16,023	15,029	106.6
	Lázaro Cárdenas	20,411	10,537	9,874	106.7
	Othón P. Blanco	208,164	104,314	103,850	100.4
	Solidaridad	63,752	34,410	29,342	117.3

Fuente: INEGI, 2000, XII Censo General de Población y Vivienda.

Una característica importante de la población de Quintana Roo es su patrón de distribución. Las poblaciones están dispersas en muchas y pequeñas comunidades rurales. Es vital entender esta estructura de distribución poblacional para planear sistemas apropiados de saneamiento para las comunidades respectivas. Las comunidades están clasificadas en tres categorías de acuerdo con el tamaño de la población. La división en comunidades urbanas, semiurbanas y rurales se realizó de acuerdo con información de SEDUMA la cual está basada en datos del INEGI. La cifra de 2,500 también es usada por CAPA como parámetro para fines de clasificación de las áreas urbanas y rurales.

Cuadro 2-10: Comunidades y Población – 2

Municipio	Población basada en el tamaño de la comunidad			Total
	Rural (1 – 2,499)	Semiurbana (2,500 – 14,999)	Urbana (15,000 -)	
Othón P. Blanco	63,307	23,225	121,602	208,134
Felipe Carrillo P.	33,657	8,163	18,545	60,365
Solidaridad	13,406	6,733	43,613	63,732
Número de comunidades	1,245	8	3	1,256
Porcentaje Total de Población	110,370 33%	38,121 12%	183,760 55%	332,251 100%

Fuente: INEGI, 2000, XII Censo General de Población y Vivienda

La población tiende a concentrarse en un área urbana con rápido crecimiento poblacional como Solidaridad, donde la gente puede encontrar trabajos relacionados con el desarrollo turístico y urbano. El crecimiento poblacional del área de estudio en los últimos 20 años ha sido el siguiente;

Cuadro 2-11: Crecimiento Poblacional (1970 – 1990)

	1970	1980	1990
Quintana Roo	88,150	225,985	493,277
Felipe C Puerto	32,134	32,506	47,234
Othón P Blanco	36,347	97,999	172,563
Solidaridad/Cozumel*	12,622	32,270	44,903

Fuente: INEGI, * Solidaridad y Cozumel estuvieron juntos hasta 1994. La población de 1970, 1980 y 1990 incluye a Cozumel y Solidaridad. Después de 1994 Solidaridad se convirtió en un municipio independiente.

b. Turistas

El Estado de Quintana Roo cuenta con abundantes bosques tropicales, lagunas, bahías, así como también con un bagaje cultural e histórico importante, sin embargo, a pesar de los múltiples esfuerzos del estado, el turismo ha sido promovido principalmente con actividades de sol y playa. Afortunada o desafortunadamente la herencia histórica y arqueológica de los recursos turísticos ha sido secundaria. De acuerdo con la Secretaría Estatal de Turismo el número de visitantes turistas es el siguiente;

Cuadro 2-12: Número de visitantes turistas en Quintana Roo

	1999	2000	2001	2002
Cancún	2,818,326	3,044,682	2,987,841	2,827,406
Cozumel	398,737	421,541	455,620	383,676
Chetumal	157,821	207,582	205,216	204,371
Isla Mujeres	140,534	144,793	141,785	141,548
Riviera Maya	767,541	1,184,249	1,504,052	1,793,864
Total	4,282,959	5,002,847	5,294,514	5,350,865

Fuente: Secretaría Estatal de Turismo; Quintana Roo

2.2.3.2 Economía Regional

a. Estado de Quintana Roo

Los datos de INEGI indicaron que el producto regional bruto (PRB) del Estado de Quintana Roo en el año 2000 fue de 69,474 Millones de Pesos a precios corrientes. Como el Censo de Población del 2000 indicaba una población total de 873,804, el PIB per capita en el 2000 se podría estimar en 79,500 Pesos. Al tipo de cambio de 9.57 Pesos por dólar a fines de Diciembre 2000, el PIB sería de aproximadamente USD7,260 Millones, y el PIB per capita sería de alrededor de USD8,300. Esto indica que el PRB per capita del Estado de Quintana Roo en el 2000 fue más alto que el PIB per capita del país. El desarrollo del turismo en el Estado de Quintana Roo durante los últimos 30 años ha tenido el efecto de mejorar grandemente el PRB del Estado, ya que se estima que una tercera parte de los ingresos del turismo se genera en Quintana Roo. Sin embargo, el desarrollo inducido por el turismo no ha tenido lugar en forma equilibrada en todas las regiones del Estado, ya que los beneficios del turismo se encuentran concentrados en la parte norte del estado sobre el Caribe. Esta situación parece estar cambiando, ya que nuevos desarrollos turísticos se planean y se llevan a cabo en otras regiones costeras del Estado.

De acuerdo a los datos de INEGI, el PRB del Estado de Quintana Roo a precios de 1993 fue de 14,847 Millones de Pesos en 1993 y de 19,555 Millones de Pesos en el 2000, lo que equivale a una tasa de crecimiento anual de 4.0%. Esta tasa de crecimiento fue ligeramente superior a la tasa de crecimiento del país durante el mismo período. El crecimiento sectorial fue variable, siendo negativo en el sector agropecuario (-6.0%), y positivo en el sector industrial (1.8%) y en el sector servicios (4.3%). Los datos indican que en la composición del PRB del Estado de Quintana Roo entre 1993 y 2000, el sector servicios ha adquirido una participación creciente, mientras que el sector agropecuario y el sector industrial sufrieron una disminución, como se muestra en el siguiente cuadro.

Cuadro 2-13: Producto Regional Bruto (PRB) del Estado de Quintana Roo

Sector	PRB 1993 (Millones de Pesos)	PRB 2000 (Millones de Pesos)	Distribución Sectorial 1993 (%)	Distribución Sectorial 2000 (%)	Tasa de Crecimiento 1993-2000 (%)
Total PRB	14,847	19,555	100.0	100.0	4.0
Agricultura	275	178	1.8	0.9	-6.0
Industria	1,021	1,160	6.9	5.9	1.8
Servicios	13,551	18,217	91.3	93.2	4.3

Fuente: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI

El PRB del 2000 por actividad indicó la predominancia del sector servicios con más del 90%, siendo las actividades más importantes “comercio, restaurantes y hoteles” con alrededor del 54% del PRB, seguido de “servicios comunales, sociales y personales” con alrededor del 16%, “servicios financieros, seguros, actividades inmobiliarias y de alquiler” con 14%, “transporte, almacenaje y comunicaciones” con 9%, “industria manufacturera” con 3%, “construcción” con 2%, y un total de 2% para “agropecuario”, “minería” y “electricidad, gas y agua”.

En términos del número de la población económicamente activa empleada en las diversas actividades en Quintana Roo en Febrero 2000, “hoteles y restaurantes” representaron el 18%, “comercio” el 17%, “agricultura” el 10%, “construcción” el 8%, “industria manufacturera” el 7%, y “transporte y almacenaje” el 6%. Los datos disponibles sobre ingresos por actividad en Quintana Roo son de 1998, indicando lo siguiente.

Cuadro 2-14: Ingresos Anuales Estimados en el Estado de Quintana Roo

Actividad	Ingreso Anual en 1998 (Pesos)
Agricultura	4,000
Manufactura	19,000
Comercio minorista	18,000
Transporte y almacenaje	43,000
Servicios financieros, seguros	38,000
Servicios profesionales	76,000
Hoteles y restaurantes	34,000

Fuente: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI

b. Municipios

b.1 Othón P Blanco

De una población económicamente activa (PEA) de 348,750 en el Estado de Quintana Roo en el año 2000, correspondió al Municipio de Othón P. Blanco 74,223 o el 21% del Estado. A juzgar por la distribución sectorial de la PEA, la estructura de la economía del Municipio de Othón P. Blanco tuvo un sector agropecuario más activo y un sector servicios menos activo que el estado de Quintana Roo en su conjunto. En efecto, la PEA en el sector agropecuario constituyó el 20% en el Municipio de Othón P. Blanco, pero sólo el 10% en el estado. La PEA en el sector industrial fue pareja, siendo de 16% tanto en el Municipio de Othón P. Blanco como en el estado. Por el contrario, la PEA en el sector servicios fue más alta en el estado de Quintana Roo llegando al 73%, mientras que fue de 64% en el Municipio de Othón P. Blanco.

Ubicada en el Municipio de Othón P. Blanco se encuentra la ciudad de Chetumal, la principal ciudad del Municipio y la capital del estado de Quintana Roo. En Chetumal se encuentran las

b.3 Solidaridad

De una población económicamente activa (PEA) de 348,750 en el estado de Quintana Roo en el año 2000, correspondió al Municipio de Solidaridad 28,604, o alrededor del 8% del estado. A juzgar por la distribución sectorial de la PEA, la estructura de la economía en el Municipio de Solidaridad fue bastante similar a la del estado de Quintana Roo en su conjunto, aunque con un sector agropecuario relativamente menor y proporciones ligeramente mayores de los sectores industrial y servicios. En efecto, la PEA ocupada en el sector agropecuario fue de 5% en el Municipio de Solidaridad y 10% en el estado, mientras que la PEA ocupada en el sector industrial fue de 19% en el Municipio de Solidaridad y 16% en el estado. Finalmente, la PEA empleada en el sector servicios fue de 76% en el Municipio de Solidaridad y 73% en el estado de Quintana Roo.

En el Municipio de Solidaridad, la principal actividad económica es el turismo, contando con atracciones como Playa del Carmen y Tulum, que son visitadas por aproximadamente un millón de turistas por año. El sector industrial no se encuentra plenamente desarrollado como lo indica la PEA empleada en este sector que fue de 19%. El sector servicios fue sin dudas el más importante, empleando el 76% de la PEA en el año 2000. Los hoteles y restaurantes emplearon alrededor del 34% de la PEA, seguido por el comercio que empleó alrededor del 14%. Conocido como la Riviera Maya, se estima que 132 hoteles operan en esta área, y la enorme cantidad de turistas ha requerido el servicio de personas de diferentes especialidades, dando lugar como consecuencia al crecimiento poblacional más alto registrado en América Latina.

2.2.3.3 Estructura de Administración Municipal

a. Othón P Blanco

El Ayuntamiento está conformado por el Presidente Municipal, un síndico, 9 regidores electos por mayoría relativa y 6 regidores electos por representación proporcional; el síndico y los regidores eligen a sus respectivos suplentes

De acuerdo al número de habitantes de cada localidad, éstos pueden organizar alcaldías, delegaciones y subdelegaciones para manejar sus intereses.

El Municipio a través de su Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología tiene a su cargo la administración del desarrollo urbano y la Dirección de Servicios Públicos Municipales la responsabilidad del manejo de los residuos sólidos (limpia/barrido y recoja).

El servicio de limpia y recoja puede ser contratado con particulares, como también en asociación entre el Municipio y el Estado, y/o la Federación; los servicios públicos

municipales estarán sujetos a tarifas aprobadas por el Ayuntamiento y la Comisión respectiva.

b. Felipe C Puerto

El Ayuntamiento está integrado por el Presidente Municipal, un síndico, seis regidores electos por mayoría relativa y tres regidores electos por representación proporcional. Se elige igualmente un suplente para el síndico y uno para cada regidor.

En apoyo a la Presidencia Ejecutiva se crearon organismos representativos de la autoridad municipal: las Alcaldías Municipales que son organismos colegiados descentralizados, que entre otros servicios se ocupan del servicio de limpia y recolección de los residuos sólidos.

El servicio de limpia se presta a través de la Dirección de Servicios Públicos Municipales quien coordina directamente sus actividades con el Presidente Municipal. Los servicios de agua potable y alcantarillado están a cargo de la CAPA.

c. Solidaridad

El Ayuntamiento se integra por un Presidente Municipal, y además un síndico, seis regidores electos por mayoría relativa y tres regidores electos por representación proporcional, todos con sus respectivos suplentes. La estructura del ejecutivo se organiza con el Presidente Municipal, Secretario General, Tesorero y el Oficial Mayor.

Como apoyo de la administración, entre otras, aparecen las Direcciones de Planeación y Desarrollo, Obras Públicas, Desarrollo Urbano y Ecología, y, de Servicios Públicos Municipales. Esta última tiene la responsabilidad por la prestación del servicio de limpia. La administración cuenta con 6 delegaciones y 10 subdelegaciones.

2.2.3.4 Educación

a. Othón P Blanco

El Municipio de Othón P. Blanco es el que más amplia cobertura educativa ofrece en todo el estado. En general, el municipio cuenta con 6 escuelas de educación inicial, 8 de educación especial, 168 de educación preescolar, 223 de educación primaria, 97 de educación secundaria, 2 de profesional medio, 32 de educación media superior, 1 de educación normal y 7 de educación superior. El índice de alfabetismo de la población mayor de 15 años fue de aproximadamente 89.0% en 1995, porcentaje que se mantiene al mismo nivel hasta el 2,000.

b. Felipe C Puerto

El municipio cuenta con 17 escuelas de educación preescolar formal y 41 escuelas de educación preescolar indígena. Existen 44 escuelas de educación primaria formal y 32

escuelas primarias indígenas. A nivel secundario existen 5 escuelas secundarias y 33 escuelas tele-secundarias. A nivel superior cuenta con 6 colegios de bachilleres, el Centro Regional de Educación Normal Preescolar y el Instituto Tecnológico Superior.

c. **Solidaridad**

El sistema educativo del municipio va desde preescolar hasta la educación media superior. En general cuenta con 2 escuelas de educación especial, 29 de educación preescolar, 39 de educación primaria, 11 de educación secundaria y sólo 2 de educación media superior.

La falta de oportunidades en el nivel medio superior y superior, ha obligado a los jóvenes a solicitar este servicio en otros municipios, especialmente Cozumel y Benito Juárez. En el caso del nivel superior, los estudiantes cambian su lugar de residencia hacia Chetumal o Yucatán.

2.2.3.5 **Condiciones de Pobreza**

El siguiente cuadro indica las condiciones de pobreza en el Área de Estudio. Tal como los Indicadores de Pobreza exponen, el porcentaje de la población viviendo en condiciones de pobreza en FCP es mayor que el promedio estatal. Asimismo, en Solidaridad el porcentaje es alto aunque su economía ha estado creciendo rápidamente debido al turismo.

Cuadro 2-15: Indicadores de Pobreza en Quintana Roo (Año 2000)

Municipio	Índice de pobreza	Población en situación de pobreza	Porcentaje de población
Quintana Roo	1.00	88,330	12.6
Othón P. Blanco	0.92	23,363	11.6
Felipe Carrillo Puerto	1.66	11,719	20.9
Solidaridad	1.72	6,221	21.6

Fuente: Información suministrada por SEDUMA con base en datos de INEGI

2.2.4 **Uso de suelo y Plan de Desarrollo**

2.2.4.1 **Uso de suelo**

a. **Estado de Quintana Roo**

Una amplia área del territorio está cubierta de árboles y selva de la cual una gran proporción no es muy utilizada. Solamente una pequeña parte del estado es intensamente utilizada. De acuerdo con datos oficiales del gobierno de Quintana Roo la superficie total del estado es de 50,843Km², de las cuales solamente 9,832 hectáreas (0.2%) son consideradas áreas urbanas (aquellas habitadas con más de 2,500 habitantes)

a.1 Control del Uso de suelo

El uso de suelo era controlado principalmente por entidades a nivel federal (SEMARNAT), a nivel estatal (SEDUMA) y parcialmente por los municipios. Sin embargo, este sistema de control del uso de suelo fue modificado en el año 2000 delegando mucho más poder al gobierno municipal. Por consiguiente, quienes desean desarrollar un área deben acercarse primeramente al municipio correspondiente (Departamento de Desarrollo Urbano y Ecología) el cual tiene la responsabilidad de indicarles la institución a la que deberán dirigirse, si es con el nivel federal o estatal de acuerdo con la ubicación, escala y tipo de desarrollo.

a.1.1 POET

En general, la mayoría de las áreas costeras controlan su desarrollo de acuerdo con el POET (Programa de Ordenamiento Ecológico), y el resto de las áreas son controladas de acuerdo con el PEOT. El gobierno del estado de Quintana Roo definió áreas para el control del desarrollo urbano o áreas naturales de conservación mediante la emisión de ordenamientos de uso de suelo (POET) a través de mapas zonificados y cuadros. Las descripciones detalladas del uso de suelo y sus restricciones se ilustran en el POET el cual incluye información acerca de:

- Áreas definidas
- Políticas en las áreas, por ejemplo área de conservación, área de protección, áreas de actividad económica, etc.)
- Uso de suelo.
 - Uso predominante de suelo, por ejemplo, áreas de baja densidad turística.
 - Uso apropiado de suelo, por ejemplo, manejo de flora y fauna.
 - Uso restringido, por ejemplo, el turismo.
 - Uso prohibido, por ejemplo, la agricultura, industria maderera.
- Criterio específico, por ejemplo, área disponible para construcción, número de cuartos por hectárea

Este control del uso de suelo será revisado y ajustado cada 5 años. Por ejemplo, aunque actualmente se permite 1 cuarto por hectárea, existe la posibilidad que en el futuro esta cifra pueda ser cambiada a dos cuartos por hectárea. La siguiente cifra muestra la ubicación de las áreas cubiertas por cada POET, y las cubiertas por el PEOT, y las ANP (Áreas Naturales Protegidas).

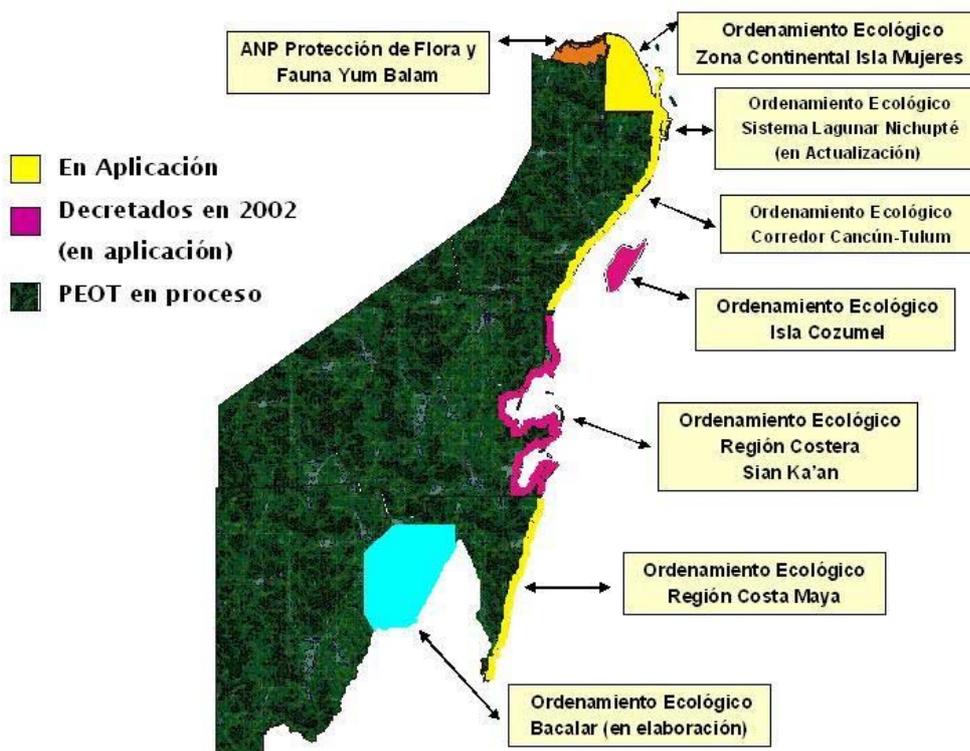


Figura 2-5: Ubicación del área del POET y cobertura del PEOT

El POET de Bacalar se encuentra actualmente en proceso. Los otros 6 POET ya han sido promulgados. Sin embargo, el POET del Sistema Lagunar Nichupté se encuentra en proceso de revisión. Dentro del área de estudio existen 3 POET:

1. Área Costa Maya (6 de octubre del 2000)
2. El Área de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an (14 de Mayo del 2002)
3. El corredor Cancún –Tulum (16 de Nov. del 2001)

a.1.2 Áreas Naturales Protegidas.

Además de las áreas antes mencionadas, existen otras 10 áreas naturales protegidas y de conservación controladas por el gobierno federal. Esas 10 áreas alcanzan un total de 981,172 ha.; 5 de ellas están dentro del área de estudio.

Cuadro 2-16: Áreas Naturales Protegidas bajo control Federal dentro del Área de Estudio

	Categoría	Ubicación	Fecha de Decreto	Área (ha)
1	Monumento arqueológico en Tulum (Parque Nacional Tulum)	Solidaridad	23 Abril 1981	691
2	Reserva de la Biosfera de Sian Ka'an	Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad	20 Ene 1986	528,147
3	Reserva de arrecifes coralinos de Sian Ka'an	Felipe Carrillo Puerto, Solidaridad	2 Feb 1998	34,927
4	Área de protección de la flora y la fauna en Uaymil	Felipe Carrillo Puerto, Othón P Blanco	17 Nov 1994	95,415
5	Arrecifes coralinos de la reserva de la biosfera del Banco Chinchorro	Othón P Blanco	19 Jul 1996	144,360
Total				803,513

Fuente: Gobierno del Estado de Quintana Roo

El Estado de Quintana Roo definió 6 áreas para protección natural, cubriendo un total de 284,548 ha de las cuales las siguientes 2 áreas se encuentran en el área de estudio.

Cuadro 2-17: Área Natural Protegida bajo el Control Estatal

	Categoría	Ubicación	Fecha de decreto	Área (ha)
1	Zona de Conservación Ecológica, Santuario de la tortuga	Xcacel-Xcacelito Solidaridad	21 Feb 1998	362
2	Zona de Conservación ecológica, Santuario del Manatí	Bahía de Chetumal Othón P Blanco	24 Oct 1996	281,320
Total				281,682

Fuente: Gobierno del Estado de Quintana Roo

b. Municipios

b.1 Othón P Blanco

El municipio de Othón P. Blanco tiene una superficie de 18,760 km². Existen 759 localidades en el municipio entre las cuales siete son urbanas de acuerdo al PEDU elaborado por SEDUMA. A continuación se enlistan: Chetumal, Bacalar, Calderitas, Nicolás Bravo, Ingenio Álvaro Obregón, Álvaro Obregón, y Sergio Butrón Casas. Las restantes 752 son rurales. Las comunidades urbanas ocupan un área de 2,773 has. que corresponde al 0.15% del total de la superficie del municipio.

Para la región denominada Costa Maya, se tiene un mapa en el que se zonifica por uso de suelo al área y también se cuenta con documentos relacionados que han sido elaborados por el estado de Quintana Roo para el control de su desarrollo. El documento lleva por nombre "Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial para la región Costa Maya" (POET, 6 Oct.

2000). Este ordenamiento está formado por tablas y mapas de zonificación, que describen a detalle la reglamentación para el uso del suelo. Los mapas cubren aproximadamente 120 Km. de la Costa Maya.

b.2 Felipe C Puerto

La superficie del municipio de Felipe Carrillo Puerto es de 13,806 km². El municipio tiene 213 localidades y dentro de éstas, hay tres que se consideran urbanas y son: Felipe Carrillo Puerto, Chunhuhub, y Tihosuco, mientras que existen 210 del tipo rural. La superficie total ocupada por el área urbana es de 930 hectáreas, lo cual representa únicamente el 0.067% de la superficie total del municipio.

El gobierno federal designó a Sian ka'an como una área de reserva especial para el país en 1986. Con la finalidad de regular el desarrollo dentro del área de Sian Ka'an el gobierno del estado de Quintana Roo elaboró un ordenamiento llamado "Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial" de la reserva de la biosfera de Sian Ka'an (POET, 14 May 2002). Este ordenamiento para el control del desarrollo está formado por cuadros y mapas zonificados, los cuales describen a detalle el uso y la forma que se le dará al suelo. De hecho, Sian Ka'an es un área estrictamente protegida por las leyes, es prácticamente imposible llevar a cabo algún tipo de desarrollo en ella.

b.3 Solidaridad

La superficie total del municipio de Solidaridad es de 4,419 Km². Existen en el municipio 284 localidades, de las cuales solamente 2 son urbanas (Playa del Carmen y Tulum) y 282 son rurales. Las localidades urbanas ocupan 257 has. y representan el 0.057% de la superficie total del municipio.

2.2.4.2 Plan de Desarrollo

a. Estado de Quintana Roo

Se han elaborado muchos planes de desarrollo y no únicamente a nivel estatal, sino que también a nivel federal y a nivel municipal. Existen planes generales y planes sectoriales. Los planes de desarrollo no siempre se encuentran integrados y su jerarquía o interrelación no es siempre clara. En algunos casos se han duplicado y en otros existe un vacío. Los planes y programas relacionados son los siguientes.

Cuadro 2-18: Planes de Desarrollo

Plan	Descripción
Plan Nacional de Desarrollo 2001-2005 (PND)	En éste se establecen las políticas de desarrollo para el país. Algunos programas sectoriales se encuentran en procesos de elaboración.
Programa Nacional de Desarrollo Urbano (PNDU)	El Programa Nacional de Desarrollo Urbano, es uno de los programas sectoriales del "Plan Nacional de Desarrollo 2001-2005. En el PNDU se encuentran las directrices de la política federal en lo que a desarrollo urbano se refiere, así como también, sirve de referencia para los programas estatales y municipales de desarrollo urbano y de asentamientos humanos.
Programa Estatal de Desarrollo Urbano de Quintana Roo 2000-2025 (PEDU)	Este es un programa de desarrollo estatal el cual se basa en el (PNDU). En éste se encuentran las políticas sobre desarrollo urbano para todo el estado en lo general. SEDUMA es la secretaria encargada de preparar este programa. En este programa de desarrollo, SEDUMA considera que la población seguirá aumentando debido al flujo de personas hacia los destinos turísticos de la entidad con la consiguiente expansión de las áreas urbanas en esas zonas, para el resto del estado, considera que el incremento de población seguirá una tendencia natural. La magnitud del incremento de la población en la zona costera con orientación turística es de consideración.
Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial (POET)	Estos programas de ordenamiento se enfocan a las zonas de rápido desarrollo donde la conservación de la ecología es necesaria para el estado.
Programa Estatal de Ordenamiento Territorial (PEOT)	El (PEOT) es aplicable a la totalidad del estado de Quintana Roo, en especial a aquellas zonas que no cuentan con un (POET). Esta es la herramienta para la protección de los recursos naturales del estado. El (PEOT) se enfoca hacia dos perspectivas: Para manejar las áreas naturales protegidas hasta que un (POET) el cual es un programa de manejo mas preciso sea preparado. Para regular cualquier actividad teniendo como marco de referencia el ordenamiento ecológico.
Plan Estratégico de Desarrollo Integral de Quintana Roo 2000-2025 (PEDI)	El gobierno del estado a iniciativa del gobernador, ha preparado un plan de desarrollo a largo plazo. Con la finalidad de lograr el desarrollo de Quintana Roo se proponen los siguientes cuatro puntos; <ul style="list-style-type: none"> • - Alcanzar el desarrollo del estado teniendo al turismo como base • - Lograr un desarrollo equilibrado entre las comunidades del estado • - Alcanzar un desarrollo sustentable • - Conectar a Quintana Roo con el mundo globalizado
Plan Estratégico de los Servicios de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento 2001-2025	Este es uno de los planes sectoriales del PEDI.
Plan Básico de Gobierno (2000-2006)	Los planes básicos de gobierno son elaborados cada seis años (los que corresponden a un periodo de gobierno). El plan básico de gobierno se elabora en coordinación con SEPLADER (secretaria de planeación y desarrollo regional). El plan básico de gobierno es la base de la política estatal.
Programas Municipales de Desarrollo Urbano (PMDU)	(PMDU) son los programas de desarrollo a nivel municipal, los cuales están sujetos al PND, y al PEDU y a otros planes a nivel federal y estatal. Estos planes de desarrollo se elaboran para un periodo de tres años.

b. Municipios

b.1 Othón P Blanco

El municipio de Othón P. Blanco tiene un plan de desarrollo para tres años denominado “Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Othón P. Blanco.” El escenario, ambicioso pero deseable, que se establece en este plan de desarrollo estatal, define las siguientes proyecciones:

- Mahahual crecería hasta 60,000 habitantes para el 2010 y 100,000 para el 2025
- Bacalar podría acomodar 17,428 personas para el 2010 y 30,000 para el 2025
- Limones tendría 13,127 personas para el 2010 y 30,000 para el 2025
- Chetumal tendría 149,665 personas para el 2010 y 190,498 para el 2025
- Xahuachol podría acomodar 12,000 personas para el 2010 y 30,000 para el 2025

b.2 Felipe C Puerto

El gobierno del municipio de Felipe Carrillo Puerto elaboró el “Programa de Desarrollo Urbano del Centro de Población de Felipe Carrillo Puerto, Quintana Roo” con la finalidad de establecer las estrategias, direcciones a seguir y acciones para el desarrollo integral económico, turístico, ecológico y urbano. Este plan para tres años se elaboró con apego al plan básico de gobierno del estado 1999-2005.

b.3 Solidaridad

El municipio de Solidaridad tiene su propio plan de desarrollo a tres años, “PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL DE SOLIDARIDAD, 2002-2005”. En el Plan se establecieron las siguientes estrategias para el desarrollo;

- Regular el desarrollo urbano a través del establecimiento de bases para el mejoramiento y conservación.
- Definir el uso de suelo y regular el área de expansión con el fin de alcanzar el desarrollo sustentable.
- Mejorar el nivel de vida de la población.

2.2.5 Condiciones Financieras

a. Estado de Quintana Roo

a.1 Ingresos y Egresos

Los ingresos y egresos del Estado de Quintana Roo en el año 2000 fueron de 5,105 Millones de Pesos. Por otra parte, los ingresos y egresos de todos los Municipios del Estado en el año 2000 fueron de 1,350 Millones de Pesos.

Las “transferencias” y las “participaciones federales” constituyeron alrededor del 85% de los ingresos del Estado de Quintana Roo, y el 50% de los ingresos de los Municipios. Los “impuestos” y los “derechos” son relativamente más importantes en los ingresos de los Municipios. En cuanto a los egresos del Estado, las “transferencias” constituyeron el componente mayor con el 69% (compuesto de 55% subsidios, 13% participaciones y devoluciones, y 1% de ayudas). El componente mayor de los egresos de los Municipios estuvo constituido por “gastos administrativos” con el 62%.

El cuadro posterior presenta los ingresos y egresos del estado de Quintana Roo y de todos los Municipios del estado en el año 2000.

Los ingresos y egresos del estado y los municipios sugieren que gran parte de los ingresos se componen de fondos transferidos del gobierno de nivel inmediatamente superior, que son gastados como transferencias en el gobierno de nivel inmediatamente inferior. En otras palabras, el gobierno del Estado recibe fondos del Gobierno Federal y los transfiere a los gobiernos municipales. Se informa que estas transferencias se efectúan a una relación de 80:20, es decir, el Gobierno Federal se queda con el 80% de los ingresos y transfiere el 20% a los Estados. Un Estado, por su parte, se queda con el 80% de la transferencia recibida del Gobierno Federal y transfiere el 20% a los Municipios. Esta relación parece ser objeto de algún debate, debido a que a algunos gobiernos locales, especialmente aquellos en donde se reciben a gran número de turistas, les gustaría una revisión hacia una mayor participación en los ingresos federales.

Cuadro 2-19: Ingresos y Egresos del Estado de Quintana Roo y Municipios en 2000

Ingresos y Egresos	Valor Monetario (Millones de Pesos)		Porcentaje		
	Estado Q. Roo	Municipios	Estado Q. Roo	Munic.	Mun/Est
INGRESOS	5,105.10	1,350.38	1.0000	1.0000	0.2645
Ingresos captados netos	4,865.59	1,307.70	0.9531	0.9684	0.2688
Impuestos	250.79	229.84	0.0491	0.1702	0.9165
Participaciones federales	1,810.73	470.97	0.3547	0.3488	0.2601
Contribución de mejoras	0.00	0.55	0.0000	0.0004	
Derechos	124.43	155.56	0.0244	0.1152	1.2502
Productos	83.99	20.02	0.0165	0.0148	0.2384
Aprovechamientos	46.04	93.00	0.0090	0.0689	2.0200
Deuda pública	0.00	31.69	0.0000	0.0235	
Por cuenta de terceros	62.38	0.00	0.0122	0.0000	0.0000
Transferencias	2,487.23	232.80	0.4872	0.1724	0.0936
Otros ingresos	0.00	73.27	0.0000	0.0543	
Disponibilidades	239.51	42.68	0.0469	0.0316	0.1782
EGRESOS	5,105.10	1,350.38	1.0000	1.0000	0.2645
Gastos administrativos	774.65	833.76	0.1517	0.6174	1.0763
Oficinas administrativas	409.59	502.83	0.0802	0.3724	1.2276
Seguridad pública	13.82	0.00	0.0027	0.0000	0.0000
Educación pública	1.60	0.00	0.0003	0.0000	0.0000
Diversos	349.64	330.93	0.0685	0.2451	0.9465
Obras públicas y fomento	550.55	290.96	0.1078	0.2155	0.5285
Obras públicas	295.19	246.18	0.0578	0.1823	0.8340
Fomento y adquisiciones	255.36	44.78	0.0500	0.0332	0.1754
Transferencias	3,505.54	141.84	0.6867	0.1050	0.0405
Subsidios	2,771.90	3.08	0.5430	0.0023	0.0011
Ayudas	56.10	37.28	0.0110	0.0276	0.6645
Participaciones y devoluc.	677.54	101.48	0.1327	0.0751	0.1498
Deuda pública	55.79	54.58	0.0109	0.0404	0.9783
Disponibilidades	26.67	26.88	0.0052	0.0199	1.0079
Por cuenta de terceros	186.93	1.49	0.0366	0.0011	0.0080
Otros egresos	4.97	0.87	0.0010	0.0006	0.1751

Fuente: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI

a.2 Inversiones Públicas

Las inversiones públicas en el estado de Quintana Roo en el 2001 alcanzaron a 885.09 Millones de Pesos, con variadas fuentes de financiamiento que se presentan a continuación.

Cuadro 2-20: Inversiones Públicas por Sector en Quintana Roo en 2001

Sector	Valor Monetario (Millones de Pesos)				
	Total	Federal	Estatal	Municipal	Crédito
Total	885.09	230.71	354.49	295.37	4.52
Educación	299.05	84.90	162.04	52.11	0.00
Desarrollo urbano	218.31	66.78	39.30	110.09	2.14
Comunicaciones y transporte	69.50	35.15	25.11	7.71	1.53
Administración y finanzas	60.32	2.29	20.43	36.96	0.64
Agropecuario y forestal	57.50	13.33	42.44	1.73	0.00
Agua potable	46.05	16.46	27.18	2.20	0.21
Asistencia social	27.68	0.00	7.27	20.41	0.00
Electrificación	23.47	0.95	2.98	19.54	0.00
Ecología	18.33	0.29	17.44	0.60	0.00
Seguridad	17.02	0.00	0.00	17.02	0.00
Deporte	16.68	0.98	0.34	15.36	0.00
Cultura	10.56	0.00	7.08	3.48	0.00
Turismo	9.57	9.47	0.10	0.00	0.00
Salud	4.09	0.00	0.00	4.09	0.00
Vivienda	3.95	0.11	0.11	3.73	0.00
Comercio y abasto	2.74	0.00	2.43	0.31	0.00
Pesca	0.27	0.00	0.24	0.03	0.00

Fuente: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI

El cuadro anterior muestra que las inversiones públicas en sectores específicos en el 2001 fueron de 46.1 Millones de Pesos en agua potable, 18.3 Millones de Pesos en Ecología, 9.6 Millones de Pesos en Turismo, y 4.1 Millones de Pesos en Salud.

Los fondos federales financiaron los sectores educación, desarrollo urbano/social, y comunicaciones y transportes. Los fondos estatales se concentraron en el financiamiento de los sectores educación, agropecuario y forestal, y desarrollo urbano/social. Los fondos municipales financiaron los sectores desarrollo urbano/social, educación, y administración y finanzas. Los créditos financiaron los sectores desarrollo urbano/social, comunicaciones y transportes, y administración y finanzas. Los sectores mencionados recibieron el 70% o más de cada fuente de financiamiento.

b. Municipios

b.1 Finanzas Públicas

b.1.1 Othón P Blanco

Los ingresos y egresos del Municipio de Othón P. Blanco en el año 2000 alcanzaron los 200.1 Millones de Pesos, equivalentes al 14.8% de todos los Municipios en el estado de Quintana

Roo. La fuente de ingresos más importante fueron las “participaciones federales” con 79.3 Millones de Pesos (39.6%), seguida de “transferencias” con 68.8 Millones de Pesos (34.4%), “impuestos” con 11.7 Millones de Pesos (5.9%), “deuda pública” con 11.33 Millones de Pesos (5.7%), y “derechos” con 10.6 Millones de Pesos (5.3%). Los ingresos como impuestos y derechos en el Municipio de Othón P. Blanco constituyeron una proporción menor que el promedio de todos los municipios, mientras que las participaciones federales y las transferencias fueron más elevadas.

En relación a los egresos, los gastos administrativos alcanzaron a 112.1 Millones de Pesos (56%), seguido de obras públicas y fomento con 66.6 Millones de Pesos (33.3%), y transferencias con 16.4 Millones de Pesos (8.2%). Los gastos en obras públicas y fomento en el Municipio de Othón P. Blanco constituyeron una proporción considerablemente mayor que el promedio de todos los Municipios.

Cuadro 2-21: Ingresos y Egresos del Municipio de Othón P. Blanco en 2000

Ingresos y Egresos	Total Municipios (Millones Pesos)	Othón P. Blanco (Millones Pesos)
INGRESOS	1,350.38	200.13
Ingresos captados netos	1,307.70	200.13
Impuestos	229.84	11.74
Participaciones federales	470.97	79.26
Contribución de mejoras	0.55	0.00
Derechos	155.56	10.60
Productos	20.02	3.37
Aprovechamientos	93.00	6.11
Deuda pública	31.69	11.33
Por cuenta de terceros	0.00	0.00
Transferencias	232.80	68.84
Otros ingresos	73.27	8.88
Disponibilidades	42.68	0.00
EGRESOS	1,350.38	200.13
Gastos administrativos	833.76	112.10
Obra pública y fomento	290.96	66.60
Transferencias	141.84	16.39
Deuda pública	54.58	5.01
Disponibilidades	26.88	0.00
Por cuenta de terceros	1.49	0.00
Otros	0.87	0.03

Fuente: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI

b.1.2 Felipe C Puerto

Los ingresos y egresos del Municipio de Felipe Carrillo Puerto en el año 2000 alcanzaron a 73.2 Millones de Pesos, equivalentes al 5.4% de todos los Municipios del estado de Quintana Roo. La fuente de ingresos más importante fueron las Participaciones Federales con 38.6 Millones de Pesos (52.7%), seguido de Transferencias con 26.4 Millones de Pesos (36.1%), Deuda Pública con 3.8 Millones de Pesos (5.2%), mientras que los Impuestos con 0.56 Millones de Pesos constituyeron sólo el 0.77% de los ingresos, y los Derechos con 0.49 Millones de Pesos representaron sólo el 0.67% de los ingresos. Los datos indicaron que alrededor del 90% o 95% de los ingresos municipales en Felipe Carrillo Puerto estuvieron constituidos por las Participaciones Federales y Fondo de Aportaciones Federales. Por otra parte, los Impuestos y los Derechos constituyeron menos del 1% de los ingresos municipales.

En relación a los egresos, los Gastos Administrativos fueron de 41.7 Millones de Pesos (56.9%), seguido de Transferencias con 20.6 Millones de Pesos (28.1%), y Obras Públicas y Fomento con 10.8 Millones de Pesos (14.7%). Los Gastos Administrativos, que incluyen Servicios Personales, Materiales y Suministros y Servicios Generales constituyeron alrededor del 55% de los egresos. Obras Públicas y Fomento constituyeron el 15% de los egresos en el 2000 aumentando al 40% en el 2002. Por el contrario, las Transferencias disminuyeron del 28% de los egresos en el 2000 al 4% en el 2002. Los egresos de 2002 incluyeron un nuevo rubro, Fortalecimiento Municipal, con alrededor del 1% de los gastos.

Los ingresos del Municipio de Felipe Carrillo Puerto cubrieron los egresos en el año 2000, pero los resultados del 2002 publicados el 24 de Junio de 2003 indicaron un déficit de 1.59 Millones de Pesos. Se reportó que el déficit fue causado por una disminución inesperada en los fondos federales previstos como ingresos del presupuesto.

El cuadro siguiente compara los ingresos y egresos de todos los municipios del Estado de Quintana Roo, con los del Municipio de Felipe Carrillo Puerto.

Cuadro 2-22: Ingresos y Egresos Municipales de Felipe Carrillo Puerto en 2000

Ingresos y Egresos	Total Municipios (Millones Pesos)	F. Carrillo Puerto (Millones Pesos)
INGRESOS	1,350.38	73.20
Ingresos captados netos	1,307.70	71.92
Impuestos	229.84	0.56
Participaciones federales	470.97	38.56
Contribución de mejoras	0.55	0.00
Derechos	155.56	0.49
Productos	20.02	0.96
Aprovechamientos	93.00	1.02
Deuda pública	31.69	3.80
Por cuenta de terceros	0.00	0.00
Transferencias	232.80	26.39
Otros ingresos	73.27	0.14
Disponibilidades	42.68	1.28
EGRESOS	1,350.38	73.20
Gastos administrativos	833.76	41.69
Obras públicas y fomento	290.96	10.77
Transferencias	141.84	20.60
Deuda Pública	54.58	0.00
Disponibilidades	26.88	0.00
Por cuenta de terceros	1.49	0.00
Otros	0.87	0.14

Fuente: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI

b.1.3 Solidaridad

Los ingresos y egresos del Municipio de Solidaridad en el año 2000 alcanzaron los 190.4 Millones de Pesos, equivalentes al 14.1% de todos los Municipios en el estado de Quintana Roo. La fuente de ingresos más importante fue Impuestos con 64.7 Millones de Pesos (34%), seguido de Participaciones Federales con 47.1 Millones de Pesos (24.7%), Aprovechamientos con 24.0 Millones de Pesos (12.6%), Derechos con 20.2 Millones de Pesos (10.6%), Deuda Pública con 16.5 Millones de Pesos (8.6%), y Transferencias con 14.1 Millones de Pesos (7.4%). Se pueden observar los efectos del desarrollo turístico en la estructura de ingresos del Municipio de Solidaridad, ya que los Impuestos constituyen una proporción significativa de los ingresos totales, como el doble del promedio de todos los Municipios. Por otra parte, los ingresos como Transferencias fueron considerablemente bajos, menos de la mitad del promedio de todos los Municipios, lo que sugiere que el desarrollo turístico en Solidaridad ha creado fuentes de ingresos propios que hacen que las finanzas de este Municipio sean menos dependientes de las Transferencias de las instancias superiores de gobierno.

Por el lado de los egresos, los Gastos Administrativos alcanzaron a 119.7 Millones de Pesos (62.9%), seguido de Obras Públicas y Fomento con 39.7 Millones de Pesos (20.9%),

Transferencias con 18.7 Millones de Pesos (9.8%), y Deuda Pública con 12.2 Millones de Pesos (6.4%). Esta estructura de egresos concuerda con el promedio de todos los Municipios del Estado.

Cuadro 2-23: Ingresos y Egresos Municipales de Solidaridad en 2000

Ingresos y Egresos	Total Municipios (Millones Pesos)	Solidaridad (Millones Pesos)
INGRESOS	1,350.38	190.40
Ingresos captados netos	1,307.70	190.40
Impuestos	229.84	64.67
Participaciones federales	470.97	47.05
Contribución de mejoras	0.55	0.00
Derechos	155.56	20.19
Productos	20.02	1.82
Aprovechamientos	93.00	24.04
Deuda pública	31.69	16.45
Por cuenta de terceros	0.00	0.00
Transferencias	232.80	14.07
Otros ingresos	73.27	2.11
Disponibilidades	42.68	0.00
EGRESOS	1,350.38	190.40
Gastos administrativos	833.76	119.73
Obras públicas y fomento	290.96	39.71
Transferencias	141.84	18.67
Deuda pública	54.58	12.19
Disponibilidades	26.88	0.00
Por cuenta de terceros	1.49	0.00
Otros	0.87	0.10

Fuente: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI

b.2 Sistema Tributario

b.2.1 Othón P Blanco

Los impuestos se aplican en los niveles Federal, Estatal y Municipal.

El Federalismo Fiscal significa la cesión de algunas facultades tributarias de las Entidades Federativas en favor del Gobierno Federal, el cual coordina y recibe del contribuyente la mayoría de los impuestos, para luego repartirlos bajo la premisa de una justicia distributiva y una adecuada eficiencia administrativa.

El Sistema Nacional de Coordinación Fiscal es un gran sistema que engloba las bases legales sobre las que se sustentan los mecanismos de distribución de las participaciones, la posibilidad de celebrar convenios en materia fiscal, y la opción de colaboración administrativa. Los objetivos del Sistema Nacional de Coordinación Fiscal son clarificar los roles de tributación y eliminar la doble tributación en los tres órdenes de Gobierno, con la finalidad de hacer mejor uso de cada fuente de ingreso.

Las participaciones del Ramo 28 son el dinero que el Gobierno Federal devuelve a los Estados y Municipios para resarcirles de los gravámenes que en algún momento suspendieron al firmar el Convenio de Adhesión de Coordinación Fiscal. Los impuestos y derechos que recauda la Federación para establecer los fondos para la participación son impuesto sobre la renta, impuesto al valor agregado, impuesto especial sobre la producción y servicios, derechos sobre petróleo y minería, que alcanzaron alrededor de 880,000 Millones de Pesos en 2002.

b.2.2 Felipe C Puerto

En general, el sistema tributario es similar a la descripción presentada en el Municipio de Othón P. Blanco.

El impuesto predial es el impuesto más importante en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto. Aun así la proporción de los impuestos en el ingreso municipal es bastante bajo, ya que los fondos federales constituyeron el 90% o más de los ingresos totales.

b.2.3 Solidaridad

En general, el sistema tributario es similar a la descripción presentada en el Municipio de Othón P. Blanco.

Comparado con otros Municipios dentro del área de estudio, una clara diferencia en el caso del Municipio de Solidaridad fue la alta proporción de Impuestos, con alrededor del 34% de los ingresos totales en el año 2000. Además, los Derechos constituyeron casi el 11% de los ingresos totales, y Aprovechamientos por alrededor del 13%. Estos datos indican que en el Municipio de Solidaridad las fuentes propias de ingresos constituyeron una proporción mayor de los ingresos totales que los fondos federales, ya que las Participaciones Federales fueron del 25% y las Aportaciones del 7%. En otras palabras, el Municipio de Solidaridad demuestra un mayor grado de autosuficiencia financiera, indicando claramente los beneficios del turismo en la recaudación fiscal, aún bajo el mismo sistema tributario.

2.2.6 Política Ambiental

2.2.6.1 Revisión General

a. Jerarquía institucional en Materia Ambiental

Al nivel del Estado, el derecho de elaborar iniciativas de leyes y decretos compete al Gobernador del Estado; a los Diputados de la legislatura local y, a los Ayuntamientos.

Al mismo nivel, los principales instrumentos legales son: la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo; la Ley del Equilibrio Ecológico y de Protección al

Ambiente del Estado de Quintana Roo; la Ley de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo; y la Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo.

b. Breve resumen de la legislación ambiental

b.1 Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo

En materia de salud, la Constitución Política del Estado de Quintana Roo se refiere a la garantía constitucional sobre el derecho a la salud. No se hace referencia a aspectos en materia ambiental. El Estado garantiza la igualdad jurídica respecto de sus habitantes: Toda persona tiene derecho a la protección de la salud.

La Constitución del Estado es amplia en la legislación referida a las municipalidades. Queda establecida la responsabilidad municipal en la prestación del servicio de manejo de los residuos sólidos. Los servicios de agua potable y alcantarillado podrán ser atendidos por los municipios bajo convenio con la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA).

Los Municipios están facultados para formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal. Igualmente tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos: limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos; agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de sus aguas residuales

b.2 Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Quintana Roo

Esta ley tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y regular las acciones tendientes a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como las de protección del ambiente del Estado de Quintana Roo.

Corresponde al Estado por conducto de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, entre otras, las siguientes atribuciones:

- La formulación, conducción y evaluación de la política ambiental estatal
- La aplicación de los instrumentos de política
- La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de residuos no peligrosos.
- La regulación del aprovechamiento sustentable y la prevención y control de la contaminación de las aguas de jurisdicción estatal, así como de las aguas nacionales que tengan asignadas.
- La vigilancia del cumplimiento de las Normas Oficiales Mexicanas

- La evaluación de la manifestación de impacto ambiental de las obras o actividades que no se encuentren expresamente reservadas a la Federación.

b.3 Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo

Esta Ley establece las bases para la prestación de los servicios de agua potable y alcantarillado en todo el territorio del estado, por lo que sus disposiciones son orden de público, de interés social y de observancia general. Las atribuciones serán ejercidas coordinadamente por el estado y los municipios, a través de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA), y los Organismos Operadores. La forma de realizar estos servicios públicos se establece considerando las características demográficas del lugar, de la necesidad de los servicios y de los problemas urbanos.

En el Artículo 36° se establece que los propietarios o poseedores de predios edificados y de giros mercantiles e industriales y de cualquier otro establecimiento que por su naturaleza estén obligados al uso del agua potable, también están obligados a la conexión a la red de alcantarillado en los lugares donde exista este servicio, dentro de los plazos consignados. Cuando no se cumpla la obligación de conectarse a la red de alcantarillado, se dará aviso a la Secretaría de Salud para que exija el cumplimiento de las normas relacionadas.

2.2.6.2 Organizaciones Relacionadas

a. Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA)

La Visión de la SEDUMA es el lograr un desarrollo armónico y equilibrado con pleno respeto a la ecología, el ordenamiento de los asentamientos humanos y la consolidación de la infraestructura urbana y vial, promoviendo la elevación de la calidad de vida de todos los habitantes de Quintana Roo.

Esta Secretaría tiene como Misión el desarrollo armónico y equilibrado del estado mediante una estructura orgánica que promueva la planeación y orientación de un crecimiento ordenado de los asentamientos humanos, de la regulación del desarrollo urbano y de la vivienda, el manejo y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente, la regulación del transporte y las comunicaciones de jurisdicción local y la ejecución de las obras públicas, para brindar a la población del estado la oportunidad de crecer mediante un desarrollo integral y sustentable, bajo los principios de legalidad, honestidad, eficiencia y eficacia, para bienestar de los quintanarroenses.

b. Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA)

La Ley de Agua Potable y Alcantarillado en su Artículo 18° crea la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA), como un organismo público descentralizado de naturaleza mixta

estatal y municipal, y estará a cargo de los servicios públicos de agua y alcantarillado al nivel de todo el estado.

Tiene como Misión, el planear, construir, rehabilitar, ampliar, operar, conservar y mejorar los sistemas de agua potable, agua desalada, alcantarillado y tratamiento y reuso de aguas residuales en los términos de las leyes estatales y federales relativas.

2.2.7 Prioridad de las Inversiones en Infraestructura

a. Othón P Blanco

Las inversiones públicas en el Municipio de Othón P. Blanco en 2001 alcanzaron 351.1 Millones de Pesos, de los cuales 91.3 Millones de Pesos se destinaron en Desarrollo Urbano/Social, y 68.5 Millones de Pesos en Educación. El cuadro siguiente presenta una comparación de las inversiones públicas sectoriales.

Cuadro 2-24: Inversiones Públicas en Othón P. Blanco en 2001

Inversiones Públicas	Q. Roo (Millones de Pesos)	Othón P. Blanco (Millones de Pesos)
Total	885.08	351.07
Educación	299.05	68.45
Desarrollo urbano	218.31	91.34
Comunicaciones y transporte	69.50	59.01
Administración y finanzas	60.32	39.18
Agropecuario y forestal	57.50	12.00
Agua potable	46.05	35.03
Asistencia social	27.68	9.91
Electrificación	23.47	13.79
Ecología	18.33	3.88
Seguridad	17.02	4.77
Deporte	16.68	1.14
Cultura	10.56	7.16
Turismo	9.57	1.01
Salud	4.09	0.08
Vivienda	3.95	2.34
Comercio y abasto	2.74	1.95
Pesca	0.27	0.03

Fuente: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI

El cuadro precedente muestra que las inversiones públicas en sectores específicos del Municipio de Othón P. Blanco durante el 2001 consistieron en 35.0 Millones de Pesos en agua potable, 3.9 Millones de Pesos in ecología, y 1.0 Millón de Pesos en turismo.

b. Felipe C Puerto

Las inversiones públicas en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto en 2001 alcanzaron 73.2 Millones de Pesos, de los cuales 22.2 Millones de Pesos se invirtieron en Educación, y 21.0 Millones de Pesos en los sectores Agropecuario y Forestal. El cuadro siguiente presenta una comparación de las inversiones públicas sectoriales entre el Estado de Quintana Roo y el Municipio de Felipe Carrillo Puerto.

Cuadro 2-25: Inversiones Públicas en F. Carrillo Puerto en 2001

Inversiones Públicas	Q. Roo (Millones de Pesos)	F. Carrillo Puerto (Millones de Pesos)
Total	885.08	73.19
Educación	299.05	22.21
Desarrollo urbano	218.31	9.17
Comunicaciones y transporte	69.50	1.18
Administración y finanzas	60.32	4.06
Agropecuario y forestal	57.50	21.03
Agua potable	46.05	0.75
Asistencia social	27.68	7.42
Electrificación	23.47	1.11
Ecología	18.33	0.70
Seguridad	17.02	2.47
Deporte	16.68	1.62
Cultura	10.56	0.00
Turismo	9.57	0.10
Salud	4.09	0.00
Vivienda	3.95	0.82
Comercio y abasto	2.74	0.55
Pesca	0.27	0.00

Fuente: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI

El cuadro precedente muestra que las inversiones públicas en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto en el 2001 en sectores específicos fueron de 0.75 Millones de Pesos en agua potable, 0.7 Millones de Pesos en ecología, y 0.1 Millones de Pesos en turismo.

c. Solidaridad

Las inversiones públicas en el Municipio de Solidaridad durante el 2001 alcanzaron 81.6 Millones de Pesos, de los cuales 37.5 Millones de Pesos se invirtieron en Educación, y 25.9 Millones de Pesos en Desarrollo Urbano/Social. El cuadro siguiente presenta de manera detallada las inversiones.

Cuadro 2-26: Inversiones Públicas en Solidaridad en 2001

Inversiones Públicas	Q. Roo (Millones de Pesos)	Solidaridad (Millones de Pesos)
Total	885.08	81.55
Educación	299.05	37.54
Desarrollo urbano	218.31	25.86
Comunicaciones y transporte	69.50	2.43
Administración y finanzas	60.32	0.92
Agropecuario y forestal	57.50	1.00
Agua potable	46.05	4.36
Asistencia social	27.68	2.08
Electrificación	23.47	3.33
Ecología	18.33	0.72
Seguridad	17.02	0.00
Deporte	16.68	3.29
Cultura	10.56	0.00
Turismo	9.57	0.00
Salud	4.09	0.02
Vivienda	3.95	0.00
Comercio y abasto	2.74	0.00
Pesca	0.27	0.00

Fuente: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI

El cuadro anterior muestra que las inversiones públicas en sectores específicos del Municipio de Solidaridad en el 2001 fueron de 4.4 Millones de Pesos en agua potable, y 0.7 Millones de Pesos en ecología.

Capítulo 3

Investigaciones de Campo

3 Investigaciones de Campo

3.1 Estudio Sobre la Capacidad de Tratamiento de Aguas Residuales

3.1.1 Objetivos y Metodología

Este estudio tiene como objetivos: evaluar la capacidad de tratamiento y estudiar las contramedidas para la resolución de los problemas que pueda presentar una planta de tratamiento

En general, las causas de la disminución de eficiencia en el tratamiento de aguas residuales, mediante el método de lodos activados, se pueden dividir en dos grandes grupos: en el primero los problemas se originan en el tanque de aeración, y en el segundo los problemas se originan en la sedimentación del lodo activado, causando la descarga de una mezcla de lodo activado y efluentes.

Con el fin de evaluar la capacidad de tratamiento y estudiar las contramedidas apropiadas para el problema, se llevaron a cabo los siguientes análisis:

- Análisis de calidad de agua,
- Análisis de lodo, con el fin de comprender la situación del lodo activado en el proceso de tratamiento de aguas residuales y
- Análisis de flujo (medición del caudal), con el fin de estudiar la variación en el caudal de entrada de las aguas residuales y su tiempo de retención en el proceso de tratamiento de aguas residuales.

Los análisis se realizaron en la planta de tratamiento de Playa del Carmen. A continuación se exponen los puntos de muestreo y los diferentes análisis.

Cuadro 3-1: Punto de Muestreo y Número de muestras

Lugares del muestreo	Número de muestras		Medición del Caudal
	Análisis de Calidad del Agua	Análisis de Lodo	
Cámara de arena	1	-	-
Flujo de entrada al tanque de aeración (Después del tamiz)	1 (flujo de agua)	-	24 horas (aguas residuales de entrada y lodo de retorno)
Tanque de aeración	1 (tomado en la salida del tanque de aeración)	2 (tomado en la entrada y lodo de retorno)	-
Tanque de sedimentación final	1 (agua tratada)	1 (área de asentamiento de lodo)	24 horas
Agua del espesador de lodo	1	-	-
Tanque de asentamiento de lodo	-	1	-
Sub Total	5 muestras	4 muestras	3 lugares
Número de muestras/ Número de mediciones	3 veces		
Total	15 muestras	12 muestras	9 lugares

Cuadro 3-2: Elementos de análisis

Análisis de la Calidad del Agua	Análisis de lodo	Medición del volumen de flujo
DBO, DQO, T-N(nitrógeno total), NH ₃ -N(nitrógeno amoniacal), NO ₂ /NO ₃ -N(nitrito/nitrato nitrógeno), Cl-(concentración de iones de cloro), SS, temperatura del agua, pH	Sólidos en Suspensión de Licor Mezclado (SSLM), Sólidos en Suspensión Volátiles de Licor Mezclado (SSVLM), SV (medido solo para las muestras del tanque de aeración; volumen de asentamiento de lodo después de 1, 5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 120, y 180 minutos establecidos)	Manual de medición: Nivel del agua y velocidad de flujo Medición automática: Lectura del número desplegado de material actual

3.1.2 Resultados

a. Patrón de Flujo y Cantidad Requerida para Control

La figura siguiente indica el patrón de flujo en la planta de tratamiento, el cual se estima a través del estudio de flujo realizado durante tres días y a través de los registros de operación de la planta. El coeficiente de variación (la proporción entre el flujo por hora y el flujo promedio de 24 horas) alcanza su máximo durante las 6:00 y las 9:00 de la mañana.

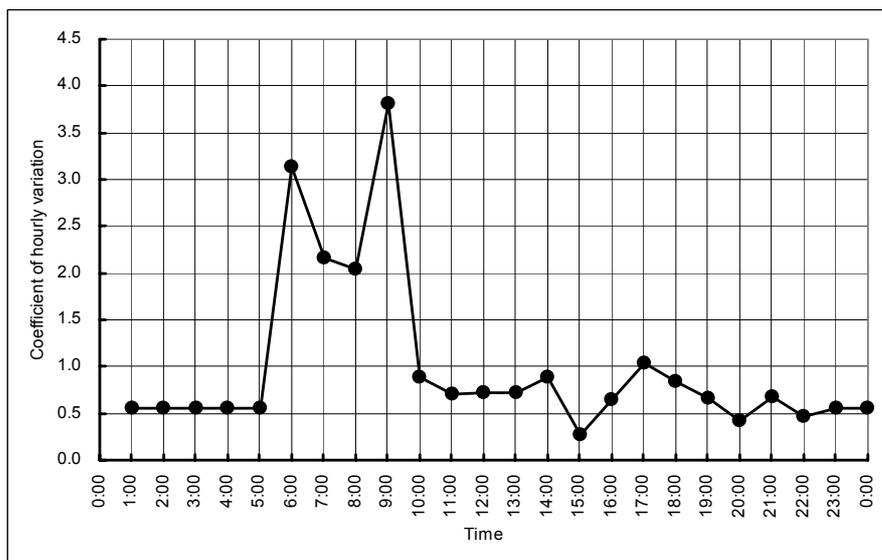


Figura 3-1: Patrón de Flujo de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Playa del Carmen

Durante el estudio, el flujo promedio de 24 horas fue de 39.3 litros/seg. mientras que el flujo máximo se registró a las 9:00 de la mañana en 150 litros/seg. El caudal máximo sobrepasa 3.3 veces la capacidad de flujo promedio de diseño de la planta, que es de 45 litros/seg., y 2.2 veces la capacidad máxima de tratamiento o 68 litros/seg.

La cantidad de control requerida se calculó para el caso que la capacidad de flujo promedio de diseño sea de 45 litros/seg. y la capacidad máxima de tratamiento sea de 68 litros/seg.;

1,157 m³ en el caso de la capacidad de tratamiento promedio y 826.6 m³ para la capacidad de tratamiento máxima. Los tiempos de retención están en 7.2 horas y 5.1 horas respectivamente como se puede apreciar en el siguiente cuadro.

Cuadro 3-3: Cantidad de Control Requerida

Capacidad de tratamiento		Tanque de regulación requerido	
		volumen (m3)	Tiempo de retención por cantidad promedio de flujo
Promedio	45 litro/seg.	1,157.8	7.2
Máximo	68 litro/seg.	826.6	5.1

b. Calidad del Agua Tratada

El siguiente cuadro compara los resultados obtenidos del análisis de la calidad del agua y de la calidad del agua de diseño. Como se puede apreciar en el cuadro, la planta trabajó bien y no se encontró ningún problema en el aspecto de la calidad del agua tratada.

Cuadro 3-4: Comparación de la Calidad del Agua Tratada (medido y diseñado)

Aspecto	Agua tratada (actual)	Diseñada (objetivo)
Temp del agua (°C)	29.9	-
pH	6.4	5 a 10
DBO (mg/litro)	21.0	30
DQO (mg/litro)	39.3	-
SS (mg/litro)	21.0	40
SSV (mg/litro)	12.7	-
T-N (mg/litro)	11.9	15
T-KN (mg/litro)	7.4	-
NH4-N (mg/litro)	4.1	-
NO2-N (mg/litro)	4.4	-
NO3-N (mg/litro)	0.138	-
Cl- (mg/litro)	326.9	-
OD (mg/litro)	1.0	-

c. Capacidad de Tratamiento y Problemas

Como se mencionó con anterioridad, no se encontró ningún problema con respecto a la calidad del agua tratada. Sin embargo, el flujo promedio durante el estudio fue de 39.5 litros/seg., es decir se mantuvo debajo de los valores de diseño (45 litros/seg. en la capacidad promedio de tratamiento y 68 litro/seg. en la capacidad máxima de tratamiento).

c.1 Conclusiones

Se examinó el estado del tratamiento en caso de que el flujo alcance los valores de diseño. De acuerdo a la evaluación realizada se puede concluir que:

- La capacidad máxima de tratamiento de la planta al considerar la remoción de nitrógeno y de DBO es de 45 litros/seg.
- Es posible tratar aguas residuales de 68 litros/seg. si no se considera la remoción de nitrógeno.

Por consiguiente, se necesita un tanque de control para la remoción tanto del nitrógeno como del DBO. La capacidad recomendada para el tanque debe ser mayor a 1,158 m³.

3.2 Estudio Social y Encuesta de Opinión Pública

3.2.1 Objetivos y Metodología

Este estudio intenta tener una idea general sobre las condiciones de vida de la población y el conocimiento que se tiene en relación al saneamiento ambiental. Además, tiene como objetivo obtener información cualitativa sobre las organizaciones comunitarias existentes y sus capacidades.

Para este estudio, se seleccionó un área urbana y una rural para cada uno de los municipios del área de estudio, es decir, se realizó el estudio en un total de 6 comunidades; de cada una de dichas comunidades se escogieron 20 residencias para realizar el muestreo. En total se seleccionaron 120 residencias para realizar la encuesta.

Por otra parte, se eligió y encuestó un grupo por cada comunidad, lo que arroja un total de 6 grupos encuestados.

3.2.2 Resultados

Antes que nada, se debe de tener en cuenta que los números de muestras son iguales tanto para el área rural como la urbana, sin embargo, la población urbana es mucho mayor que la rural en toda el área de estudio. Además, los servicios públicos, tales como abastecimiento de agua, alcantarillado y saneamiento, y desechos sólidos, se concentran en el área urbana. Por lo tanto, se puede concluir que los resultados reflejan mejor las condiciones del área rural que las del área urbana. Más aún, el número de muestras fue de sólo 120, dicho número es demasiado pequeño para reflejar con precisión las condiciones del área de estudio. Sin embargo, los resultados son útiles para dar una idea general sobre la situación de saneamiento ambiental en el área de estudio.

a. Viviendas

- Una gran parte de los encuestados bebe agua embotellada porque considera que el agua de las tuberías no es segura para tal propósito. Por otro lado, los hábitos de higiene son enseñados y difundidos adecuadamente en las escuelas. Lo anterior se refleja en el hecho de que casi todos los encuestados dicen que lavan sus manos después de defecar. Sin embargo, un alto porcentaje todavía sufre de parásitos y/o diarrea.
- Una gran proporción de los entrevistados se muestran insatisfechos con el servicio de abastecimiento de agua porque es suspendido con regularidad y es proveído a baja presión. Sin embargo, casi la mitad de los encuestados consideran que la tarifa es justa.

Lo anterior lleva a concluir que los residentes tendrían una mayor voluntad de pago, si los problemas técnicos antes mencionados fuese superados.

- De acuerdo con la investigación realizada hasta el momento, los costos por el Manejo de Residuos Sólidos (MRS) en la actualidad se consideran que oscilan entre 200 y 400 pesos/tonelada; lo que significaría que por cada familia, que se asume que tiene 5 miembros, debería de haber un pago correspondiente de entre 30 y 60 pesos por mes, si es que se pretende que el servicio sea sostenible desde el punto de vista financiero. Sin embargo, habría que tener presente que una gran cantidad de encuestados respondió que estarían dispuestos a pagar sólo entre 10 y 20 pesos. Las cifras preliminares que se presentan, pueden sugerir que existiría cierta dificultad para hacer que el servicio sea sostenible financieramente o habría limitaciones para aplicar nuevas tecnologías que impliquen mayores costos.
- Una gran cantidad de los entrevistados tiene fosas sépticas o sumideros y parece que se encuentran satisfechos con dicho sistema. Lo anterior puede sugerir que podría ser difícil tratar de expandir el sistema de alcantarillado centralizado (fuera de sitio).

b. Grupos

- Las personas entrevistadas en la encuesta mencionaron que han vivido en sus localidades en promedio 20 años. Consideran que la organización en la que están enlistados incorpora todos los estratos sociales.
- El 80% considera que el agua potable suministrada por CAPA es Insegura o Necesita hervirse; el 80% del servicio de suministro de agua potable proporcionado por CAPA se considera Algunas veces satisfactorio o Insatisfactorio porque el servicio se suspende con frecuencia y porque el agua tiene olor y color; el 45% de la gente piensa que la tarifa cobrada por el servicio de agua potable es Alto o Muy alto y el 45% cree que es aceptable.
- El 100% considera que un sistema de alcantarillado es necesario en la ciudad principalmente para Proteger el medio ambiente, Conservar las playas, ríos, lagunas, arrecifes de coral, etc., Promover el turismo y crear trabajos; y finalmente para Proteger la salud de la familia.
- El 100% dijo que no tienen un sistema de alcantarillado y que la contaminación del agua superficial está empeorando. 85% comentó que su organización podría persuadir a los habitantes de las comunidades a que acepten la conexión de sus hogares al sistema de alcantarillado y a que paguen por el servicio.

- La frecuencia del servicio de recolección de residuos sólidos es 85% Diario, Dos o Tres veces por semana; sin embargo en Chunhuas se comentó no contar con este servicio; Con respecto a la satisfacción con el servicio municipal de recolección de residuos sólidos, el 55% dijo que era Muy satisfactorio o Satisfactorio y, el 45% dijo que era Algunas veces satisfactorio o Insatisfactorio; entre las razones que se mencionaron figuran la Frecuencia de la recolección y el que los Recolectores hacen ruidos desagradables.
- Las personas mencionaron que su organización podría persuadir a la comunidad para que paguen por el servicio.
- El 85% de los entrevistados dijo que su organización podría alentar a la comunidad a que participen en actividades orientadas hacia la protección del medio ambiente; el 70% mencionó que su organización está interesada en la protección del medio ambiente para Preservar los recursos naturales para generaciones futuras y para Vivir en un ambiente limpio.
- El 88% de las personas considera que los principales beneficios a obtener en las comunidades, debido a la protección del medio ambiente, serían: Salud, Calidad de vida y Mejor economía.
- El 86% de las personas piensa que se puede lograr que los habitantes de las comunidades se animen a participar en actividades encaminadas a la protección del medio ambiente si las autoridades intensifican el plan de estudios ambiental en las escuelas y si las autoridades y comunidad preparan un plan.
- El 90% está orgulloso de sus localidades pero dijeron que es necesario trabajar en el manejo de residuos sólidos, cuidar las playas y evitar el daño de los arrecifes de coral.
- El 80% de las personas sugirieron algunas formas de participar en el embellecimiento de la ciudad. Algunas sugerencias son: No tirar basura, Reciclar, Sembrar árboles y No desperdiciar agua potable.
- El 42% de las personas consideraron que los siguientes temas son importantes y deberían incluirse en el plan de estudios ambiental de las escuelas: La contaminación de cenotes, ríos, lagos y lagunas; y la Recolección de residuos sólidos.

Capitulo 4

*Estado Actual de
Saneamiento Ambiental*

4 Estado Actual de Saneamiento Ambiental

4.1 Manejo de Aguas Residuales

4.1.1 Aspectos Generales del Manejo de Aguas Residuales

4.1.1.1 Situación actual

a. Othón P. Blanco

Dentro de las áreas urbanas de Othón P. Blanco, únicamente Chetumal tiene servicio de alcantarillado y saneamiento, las áreas rurales apenas cuentan con este servicio. Mahahual es la excepción ya que cuenta con el servicio de alcantarillado y saneamiento junto con un desarrollo turístico de gran escala. En Chetumal la cobertura del servicio fue de 40% en el 2000, teniendo en cuenta la capacidad de tratamiento del alcantarillado. Sin embargo, hay muchas casas que no están conectadas a la red de drenaje, por lo tanto, se estima que la cobertura real del servicio podría ser mucho menor del 40 %.

b. Felipe C Puerto

El sistema de alcantarillado y saneamiento en Felipe C. Puerto apenas funciona. Únicamente 140 casas cuentan con este servicio en el área urbana y por iniciativa del sector privado.

c. Solidaridad

Playa del Carmen que es la cabecera municipal de Solidaridad es la única área en este municipio que cuenta con sistema de alcantarillado. No se encontró ningún sistema de alcantarillado en el área rural.

El Cuadro 4-1 describe el perfil del sistema de alcantarillado y el Cuadro 4-2 muestra la cobertura del servicio del sistema de alcantarillado en el Área de Estudio.

Cuadro 4-1: Perfil del Sistema de Alcantarillado

Aspectos	Estado de Quintana Roo	Othón P. Blanco	Felipe C Puerto	Solidaridad
1. Datos básicos				
Área del limite administrativo (km2)	50,843	18,760	13,806	4,419
Población dentro de los limites administrativos	1,233,490	240,971	65,861	111,533
Área proyectada de servicio (km2)	76.02	6.35	0.02	13.24
Producción de agua (1,000 m3/año)	112,737.78	27,659.70	6,223.25	12,406.35
Facturación por suministro de agua (1,000 m3/año)	45,700.42	7,200.32	1,405.47	3,946.38
Población con suministro de agua potable	1,171,816	234,000	57,220	105,600
Valor unitario de producción de agua (lts./día/persona)	263.58	323.8	297.97	321.88
Valor unitario. Cantidad efectiva de agua suministrada (l/día/persona)	106.84	84.3	66.39	102.39
Tasa de generación de aguas residuales. Para planeación (lts./persona/día)	75% de la cantidad suministrada de agua*			
Unidad de carga contaminante de agua residual (grs./persona/día)	54	54	54	54
SS	52	52	52	52
2. Población proyectada y actual de Servicio de manejo de aguas residuales				
Sistema de alcantarillado y saneamiento centralizado (fuera de sitio)	372,994	38,851	567	37,091
Actual	370,955	37,044	567	6,655
Sistema In-situ	-	589 (año2002)	0	1,767 (año2002)
Actual	-	0	0	0
Sistema de Letrina	0	0	0	0
Actual	No disponible	No disponible	No disponible	No disponible
Sin sistema	-	167,338	56,653	5,006
Actual	800,861	169,045	56,653	35,442
3. Sistema de alcantarillado fuera de sitio				
Autoridad responsable	C.A.P.A.			
Construcción	C.A.P.A.			
O & M	ORG. OPER.			
Área de Servicio (km2)	62.38	5.81	0.02	8.23
Población con Servicio	370,955	37,044	567	6,655
Numero de conexiones	90,698	8,799	114	1,770
Tasa de cobertura del servicio (población)	30.07	39.23	2.88	25.59
Longitud de las tuberías	1,088,376	444,528	6,804	79,860
Numero de estaciones de bombeo	-	12	0	3
Flujo de entrada en la PTAN (lps)	1,251.83	20.48	1.34	64.21
Generación per capita de aguas residuales	291.6	47.8	204.2	2,024,927
Plantas de Tratamiento de Aguas Negras (PTAN)				
Numero de PTAN	16	1	1	3
Método de Tratamiento				
Lodo activado				
Capacidad de tratamiento	1,432	137	5	65
Promedio anual del flujo de entrada				
Calidad de las aguas residuales entrantes (Enero a Junio/2003) DBO	-	139	100.8	322.89
DQO	-	393	249.99	507.27
SS	-	265	68.33	455
Calidad de las aguas residuales tratadas (Ene. a Jun/2003)Calidad de las aguas residuales tratadas (Ene. a Jun/2003) DBO		1.90	2.15	11.18
DQO		39.90	12.64	55.19
SS		2.00	6.00	19

Fuente: CAPA Julio 2003*, Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento Ver 2.0, 2001, CNA

Cuadro 4-2: Cobertura del Sistema de Alcantarillado en el 2000

Municipio	Ciudad	Población	Cobertura del servicio		
			Suministro de agua	Línea de alcantarillado	Capacidad de tratamiento de aguas residuales
OTHON P. BLANCO	CHETUMAL	118,553	96%	50%	40%
	BACALAR	9,047	88%	0%	0%
	CALDERITAS	4,617	92%	0%	0%
	INGENIO ALVARO OBREGON	3,331	97%	0%	0%
	NICOLAS BRAVO	3,524	92%	0%	0%
	ALVARO OBREGON	3,019	91%	0%	0%
	SERGIO BUTRON CASAS	2,712	98%	0%	0%
	Total	144,803	95%	41%	33%
FELIPE CARRILLO PUERTO	FELIPE CARRILLO PUERTO	17,690	86%	0%	0%
	CHUNHUHUB	4,338	86%	38%	0%
	TIHOSUCO	4,188	93%	0%	0%
	Total	26,216	87%	6%	0%
SOLIDARIDAD	PLAYA DEL CARMEN	39,005	50%	30%	15%(21.9%*)
	TULUM	7,975	79%	0%	0%
	Total	46,980	55%	25%	13%
Total del estado		720,567	95%	57%	73%

Fuente: CAPA Plan Estratégico APAS 2001-2025, * EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGU RESIDUALES DE PLAYA DEL CARMEN, SOLIDARIDAD, QUINTANA ROO, MAYO DE 2002/ CNA

d. Plan

CAPA preparó un plan estratégico¹ para el manejo de las aguas residuales en todo el estado de Quintana Roo en el año 2001, de los cuales el Cuadro 4-3 y el Cuadro 4-4 resumen los planes de implementación y de inversión en los tres municipios.

¹ PLAN ESTRATÉGICO DE LOS SERVICIOS AGUA POTABLE, ALCANTRILLADO Y SANEAMIENTO 2001-2035, CAPA

Cuadro 4-3: Plan de Implementación Escalonada en el Área Urbana de Othón P. Blanco

Aspecto	2001 a 2005	2006 a 2010	2011 a 2025	Total
1. Othón P Blanco				
Cantidad de abastecimiento de agua (litros/seg.)	221	208	618	1,047
Sistema de alcantarillado (has.)	1,103	579	1,736	3,418
Cantidad de agua residual a tratar (litros/seg.)	519	128	384	1,031
Cantidad Acumulada de aguas residuales a tratar (litros/seg.)	519	647	1,031	-
2. Felipe C Puerto				
Cantidad de abastecimiento de agua (litros/seg.)	15	10	21	46
Sistema de alcantarillado (has.)	109	39	86	234
Cantidad de agua residual a tratar (litros/seg.)	114	8	17	139
Cantidad Acumulada de aguas residuales a tratar (litros/seg.)	114	122	139	-
3. Solidaridad				
Cantidad de abastecimiento de agua (litros/seg.)	707	501	1,445	2,653
Sistema de alcantarillado (has.)	1,240	837	2,396	4,473
Cantidad de agua residual a tratar (litros/seg.)	543	339	911	1,793
Cantidad Acumulada de aguas residuales a tratar (litros/seg.)	543	882	1,793	-

Fuente: CAPA Plan Estratégico APAS 2001-2025,

Cuadro 4-4: Planes de Inversión para el Área Urbana de Othón P. Blanco (Millones de pesos)

Aspecto	2001 a 2005	2006 a 2010	2011 a 2025	Total
1. Othón P Blanco				
Abastecimiento de agua	122.4	87.5	261.6	471.5
Línea de alcantarillado	468.0	93.0	278.0	839.0
Tratamiento de aguas residuales	82.0	26.0	77.0	185.0
Adquisición de tierras	11.0	10.0	31.0	52.0
Total	683.4	216.5	647.6	1,547.5
2. Felipe C Puerto				
Abastecimiento de agua	42.2	5.2	11.1	58.5
Línea de alcantarillado	85.0	6.0	14.0	105.0
Tratamiento de aguas residuales	16.0	2.0	3.0	21.0
Adquisición de tierras	1.0	0.0	1.0	2.0
Total	144.2	13.2	29.1	186.5
3. Solidaridad				
Abastecimiento de agua	280.5	180.0	516.5	977.0
Línea de alcantarillado	191.0	134.0	383.0	708.0
Tratamiento de aguas residuales	119.0	68.0	182.0	369.0
Adquisición de tierras	35.0	25.0	72.0	132.0
Total	625.5	407.0	1,153.5	2,186.0

Fuente: CAPA Plan Estratégico APAS 2001-2025,

4.1.1.2 Sistema fuera de sitio

a. Othón P. Blanco

El sistema tiene como objetivo dar servicio a 38,851 residentes aun y cuando se estima que en la actualidad únicamente 6,400 cuentan con él, lo que nos da una cobertura de tan solo el 16.5% que se puede clasificar como muy baja. La principal razón para que la cobertura sea tan baja es que, la mayoría de las casas no desean conectarse a la red, esto debido a la costumbre del uso de tanques sépticos y a la carga económica que representa (2,000 a 5,000 pesos/casa). Los efluentes de los tanques se filtran al subsuelo lo que puede causar la contaminación del manto freático.

La planta de tratamiento de aguas residuales de Chetumal fue construida en 1998. Actualmente tiene una capacidad de 137 litros/seg. (11,873m³/día) y, en el futuro, alcanzará una capacidad total de 360 litros/seg. (31,104 m³/día). Sin embargo, en este momento únicamente recibe un promedio de 20.48 litros/seg. (1,769m³/día) debido al bajo índice de casa conectadas a la red de drenaje, lo cual está dramáticamente por debajo del flujo de entrada esperado. El Cuadro 4-5 muestra el perfil de la planta de tratamiento de Chetumal.

Cuadro 4-5: Perfil de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de Chetumal

Aspectos	Parámetros
Capacidad de tratamiento	137 litros/seg.(11,837 m ³ /día)
Cantidad actualmente tratada	20.48 litros/seg. (1,770m ³ /día)
Calidad del agua de entrada	DBO 139mg/litro, DQO: 393mg/litro, SS:265 mg/litro
Calidad del agua tratada	DBO 1.9mg/litro, DQO: 40mg/litro, SS: 2 mg/litro
Método de tratamiento	Lodos activados

Fuente: CAPA

Se construyeron dos pozos de inyección para la descarga del agua tratada hacia el subsuelo a aproximadamente 100 metros de profundidad. La inyección se llevo a cabo por un año entre 1998 y 1999. Sin embargo, se califico como imposible continuar con ésta por la dificultad para mantener la presión de inyección, etc. Por lo tanto el agua tratada se descarga a una laguna cercana.

b. Felipe C Puerto

El sistema de alcantarillado fuera de sitio ha sido apenas implementado en Felipe C. Puerto, con la excepción de las 140 viviendas. Una planta de tratamiento da servicio a estas 140 casas, tratando 1.34 litros/seg. (116 m³/día) de aguas residuales. Los tanques sépticos predominan como sistemas In-situ.

El Cuadro 4-6 muestra el perfil de la planta de tratamiento que da servicio a las 140 casa.

Cuadro 4-6: Perfil de la Planta de Tratamiento de Felipe Carrillo Puerto

Aspectos	Parámetros
Cantidad tratada actualmente	1.34litro/seg. (116 m3/día)
Calidad del agua entrante	DBO:101mg/litro, DQO:250mg/litro, SS:68 mg/litro
Calidad del agua tratada	DBO:2.2mg/litro, DQO: 13mg/litro, SS: 6 mg/litro
Método de tratamiento	Método de lodos activados

Fuente: CAPA

c. Solidaridad

El sistema de alcantarillado cubre las áreas donde vive el 62 % de la población de Playacar y Calica en Playa del Carmen. En las áreas con cobertura se encontraron tanto los sistemas separados como los combinados.

La planta de tratamiento de CAPA se ha expandido a una capacidad de 66 litros/seg. en la actualidad y la operación ha mejorado. Además, CAPA planea construir una nueva planta de tratamiento con capacidad de 400 litros/seg. con la finalidad de poder dar tratamiento a la cantidad de aguas residuales.

4.1.1.3 Sistemas In-situ

El tipo principal de sistemas In-situ es el de tanque séptico, aún en las áreas que cuentan con el servicio de alcantarillado muchos residentes utilizan tanques sépticos.

En la actualidad CAPA esta construyendo sistemas de drenaje In-situ colectivos en cuatro diferentes comunidades del estado con menos de 2,500 habitantes. Tres de ellas están localizadas en el Área de Estudio. El Cuadro 4-7 muestra el perfil del sistema de recolección in situ. El sistema utiliza digestión anaeróbica y un método de tratamiento por filtración.

Cuadro 4-7: Perfil del Sistema In-situ Colectivo

Municipio	Ubicación	Población proyectada	Capacidad de tratamiento	Calidad del agua tratada
LAZARO CARDENAS	Holbox	1,633 (año 2022)	1.88 litro/seg. (162.4m3/día)	DBO:30 (mg/litro) SS: 30 (mg/litro)
SOLIDARIDAD	Puerto Aventuras	1,048 (año 2022)	1.20 litro/seg. (103.7 m3/día)	DBO:30 (mg/litro) SS: 30 (mg/litro)
	Akumal	2,078 (año 2022)	2.39 litro/seg. (206.5 m3/día)	DBO:30 (mg/litro) SS: 30 (mg/litro)
OTHON BLANCO P.	Subteniente López	2,320 (año 2022)	2.66 litro/seg. (229.8 m3/día)	DBO:30 (mg/litro) SS: 30 (mg/litro)

Fuente: CAPA/CONSORCIO DE INGENIERIA MEXICANA, S.A. DE C.V.

4.1.1.4 Fuentes de Descarga de Alcantarillado y Cantidad Generada de DBO

a. Fuentes de descarga de alcantarillado

El Cuadro 4-8 muestra la cantidad de aguas residuales descargadas con respecto a cada fuente en Quintana Roo en el 2001. La cantidad descargada por la fuente denominada

servicios, tales como hoteles, sobresale principalmente debido a la actividad turística. Esta ocupa más del 70 % de la cantidad total de la descarga. Mientras que la cantidad de descarga proveniente de las actividades industriales tales como la industria manufacturera o minera es muy pequeña, alcanzando únicamente el 1.48%.

Cuadro 4-8: Cantidad de Aguas Residuales Descargadas a Cuerpos de Agua Bajo Control Federal en el 2001

Fuente	Cantidad de aguas residuales descargadas (m3/año)	radio
Domésticas	378,100	0.44%
Industriales	1,271,600	1.48%
De servicios	62,439,000	72.83%
Públicas Urbanas	21,536,100	25.12%
Otros	106,000	0.12%
Total	85,730,800	100.00%

Fuente: ANUARIO ESTADÍSTICO Quintana Roo edición 2002/INEGI

b. Cantidad Generada de DBO

El Equipo de Estudio estimó la cantidad generada de DBO en el Área de Estudio como se muestra en el cuadro siguiente, basándose en información disponible y suponiendo que la unidad de carga contaminante de la DBO sea 54 g/persona/día².

Cuadro 4-9: Estimación de la Cantidad Generada de DBO

Municipio	Población		DBO cantidad generada (ton/año)		
	Residente	Turistas (Personas/año)	Residente	Turistas	Total
Cozumel	62,078	455,621	1,223.565	24.604	1,248.169
Felipe C Puerto	61,703		1,216.158		1,216.158
Isla Mujeres	14,911	141,785	293.896	7.656	301.552
Othón P. Blanco	230,718	205,216	4,547.448	11.082	4,558.530
Benito Juárez	438,872	2,987,841	8,650.163	161.343	8,811.506
José María Morelos	31,668		624.176		624.176
Lázaro Cárdenas	20,891		411.758		411.758
Solidaridad	86,863	1,504,052	1,712.078	81.219	1,793.297
Estado de Quintana Roo	947,704	5,294,515	18,679.242	285.904	18,965.146

4.1.2 Sistema Financiero

a. Othón P. Blanco

CAPA provee servicios de agua potable y alcantarillado en el Municipio de Othón P. Blanco por medio del sistema Chetumal para agua potable y alcantarillado en la ciudad de Chetumal, y el sistema para el agua potable rural. Los números de tomas en 2001 fueron de 34,395 en el

2

sistema Chetumal y 12,874 en el sistema rural, por un total de 47,269 tomas o el 54% del total estatal. La cobertura de los servicios fue estimada en 95% agua potable y 25% alcantarillado en el sistema Chetumal, y 88% agua potable y 0% alcantarillado en el sistema rural.

Las tomas domésticas constituyeron la mayoría absoluta de los clientes con casi 45,000 tomas o el 95%, seguido por 3% de firmas comerciales, 1.6% de servicios generales, 0.06% de firmas industriales, y 0.08% de firmas hoteleras. Las tarifas de CAPA están fijadas por categoría de clientes, con una cuota base mensual que depende del volumen contratado (metros cúbicos por mes), y una cuota adicional expresada en Pesos por metro cúbico correspondiente al consumo que exceda el volumen contratado. La cuota adicional aumenta con el volumen consumido, como corresponde a una tarifa progresiva.

Las tarifas de agua de CAPA vigentes en Junio de 2003 se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro 4-10: Tarifa de Agua vigente en CAPA en Junio 2003

TARIFA DOMESTICA			
Rango de Consumo (m3/mes)		Cuota Base	Cuota Adicional
Límite Inferior	Límite Superior	(Pesos/mes)	(Pesos/m3)
0	10	35.40	0.00
11	20	38.93	3.54
21	40	88.62	5.27
41	60	193.61	10.56
61	999,999	400.90	26.42
Nota: Indexada al Salario Mínimo del Estado, se incrementa en el mismo porcentaje que se incrementa el salario mínimo.			
TARIFA COMERCIAL			
Rango de Consumo (m3/mes)		Cuota Base	Cuota Adicional
Límite Inferior	Límite Superior	(Pesos/mes)	(Pesos/m3)
0	10	36.03	0.00
11	20	59.52	10.80
21	50	159.44	15.49
51	100	632.11	19.58
101	200	1,595.04	28.40
201	999,999	4,430.95	44.44
Nota: Indexada al Índice Nacional de Precios al Consumidor, se incrementa en el mismo porcentaje que éste se incrementa.			
TARIFA INDUSTRIAL			
Rango de Consumo (m3/mes)		Cuota Base	Cuota Adicional
Límite Inferior	Límite Superior	(Pesos/mes)	(Pesos/m3)
0	10	21.62	0.00
11	50	59.75	5.30
51	100	271.47	10.93
101	200	992.91	17.68
201	500	2,761.24	23.09
501	1,000	9,669.72	53.15

1,001	999,999	35,695.55	55.86
Nota: Indexada al Índice Nacional de Precios al Consumidor, se incrementa en el mismo porcentaje que éste se incremente.			
TARIFA HOTELERA			
Rango de Consumo (m3/mes)		Cuota Base	Cuota Adicional
Límite Inferior	Límite Superior	(Pesos/mes)	(Pesos/m3)
0	100	93.59	9.32
101	750	999.10	10.72
751	1,500	7,959.57	16.11
1,501	5,000	24,236.22	21.73
5,001	20,000	100,319.58	26.69
20,001	999,999	500,576.88	29.44
Nota: Indexada al Índice Nacional de Precios al Consumidor, se incrementa en el mismo porcentaje que éste se incremente.			
TARIFA SERVICIOS GENERALES A LA COMUNIDAD			
Rango de Consumo (m3/mes)		Cuota Base	Cuota Adicional
Límite Inferior	Límite Superior	(Pesos/mes)	(Pesos/m3)
0	20	75.65	0.00
21	50	79.17	4.04
51	100	201.74	4.43
101	150	419.56	4.72
151	250	661.20	5.14
251	350	1,174.51	5.54
351	500	2,428.66	5.95
501	750	2,631.01	6.43
751	1,000	4,250.97	6.97
1,001	1,500	5,998.57	7.53
1,501	999,999	9,771.07	7.98

Nota: Indexados al salario mínimo estatal y actualizado cada vez que el salario mínimo cambia.

Nota: indexado al índice Nacional de Precios de Consumo (INPC) se incrementa en el mismo porcentaje que éste se incremente.

Fuente: CAPA

CAPA tiene la autoridad de establecer las tarifas de agua en base a su decisión propia. Los cargos por el servicio de alcantarillado se calculan como el 20% adicional sobre los cargos por el consumo de agua. En el caso del Municipio de Othón P. Blanco, los ingresos por agua potable constituyeron el 80% o más de los ingresos totales entre el 2000 y el 2002, mientras que los ingresos por alcantarillado constituyeron sólo alrededor del 3%.

El balance de ingresos y egresos fue negativo en los sistemas de CAPA en el Municipio de Othón P. Blanco entre los años 2000 y 2002. Los ingresos reales cubrieron el 41% de los egresos presupuestados en el 2000, 32% en el 2001 y 46.5% en el 2002.

b. Felipe C Puerto

CAPA provee el servicio de agua potable en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto, en donde el número de tomas en el 2001 fue de 10,852 o el 12.4% del total estatal. Las tomas domésticas constituyeron la mayoría absoluta con 10,309 tomas o el 95.0%, seguida por 2.66 % de firmas comerciales, 2.29% de servicios generales, 0.02% de firmas industriales, y

0.04% de hoteles. La cobertura del servicio fue estimada en 87% de agua potable y 1% de alcantarillado.

En el Municipio de Felipe Carrillo Puerto, los ingresos en concepto de agua potable entre el 2000 y el 2002 constituyeron el 85% o más de los ingresos totales, mientras que no hubo ingresos en concepto de alcantarillado.

El balance de ingresos y egresos de CAPA fue negativo en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto entre los años 2000 y 2002. Los ingresos reales cubrieron el 22.6% de los egresos presupuestados en el 2000, el 18.9% en el 2001 y el 26.7% en el 2002.

c. Solidaridad

CAPA provee los servicios de agua potable y alcantarillado en el Municipio de Solidaridad, en donde el número de tomas en el 2001 fue de 6,491 o el 7.4% del total estatal. Las tomas domésticas constituyeron la mayoría con 4,864 tomas o el 75%, seguida por el 21 % de firmas comerciales, el 2% de servicios generales, el 2% de hoteles y el 0.1 % de firmas industriales. La cobertura de los servicios fue estimada en 43% de agua potable y 15% de alcantarillado.

En el Municipio de Solidaridad, los ingresos de agua potable entre el 2000 y el 2002 constituyeron el 60% o más de los ingresos totales, mientras que los ingresos por alcantarillado constituyeron el 2-4% de los ingresos totales.

El balance de ingresos y egresos de CAPA en el Municipio de Solidaridad fue positivo entre los años 2000 y 2002. Los ingresos reales cubrieron el 140% de los gastos presupuestados en el 2000, el 182% en el 2001 y 111% en el 2002.

4.1.3 Educación Ambiental

a. Othón P. Blanco

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) a través de la Dirección de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, desarrolla un programa de actividades de educación ambiental con el objetivo de fortalecer en los educandos la concientización, el respeto y la protección al ambiente a fin de conservar la biodiversidad. Este programa tiene la meta de sensibilizar a los alumnos de nivel primario, respecto a la conservación del medio que los rodea. Las actividades fueron desarrolladas fundamentalmente en escuelas primarias ubicadas en la ribera del Río Hondo con la finalidad de participar activamente dentro de un grupo de trabajo interinstitucional de promoción para la cultura ambiental. En las actividades se proyectan audio visuales con temas alusivos mayormente a los efectos nocivos que generan los residuos sólidos. Con relación al manejo

de las aguas residuales se muestra de manera muy general los tipos de contaminantes en los ecosistemas acuáticos. Para el período 2003-2004 la Dirección propone dar seguimiento a las actividades de educación ambiental en las zonas de norte (a lo largo de la carretera que lleva a FCP y sobre la Costa Maya).

b. Felipe C Puerto

La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) implementó un programa “Escuela Amiga – Vivienda Verde” con el objetivo de mejorar y elevar la calidad de vida de las familias más necesitadas a través de tecnologías sencillas y apropiadas a la región, a través de pláticas escolares, pláticas con padres de familia, pláticas de saneamiento y reforestación, mantenimiento de las condiciones físicas y sanitarias de fuentes de abastecimiento y control de la calidad de agua, entre otros. Asimismo la CAPA a través del Programa “Agua Limpia”, realiza dentro de las comunidades visitadas (Señor, Canzepchen, Kamocolche Nuevo, Chanchen Comandante, Tixcacal Guardia), acciones orientadas al control de la calidad del agua para reducir los riesgos de transmisión de enfermedades gastrointestinales.

Con la finalidad de reforzar la iniciativa institucional en el proceso de ejecución del programa de trabajo, CAPA contó con el apoyo de la Comisión Nacional de Agua (CNA), de las Promotoras de la Red Móvil del Desarrollo Integral de la Familia (DIF) Estatal y líderes de la comunidad. Las pláticas comunitarias fueron orientadas a la promoción de la importancia, cuidado y uso del agua como aspectos relacionados a la salud.

c. Solidaridad

La CAPA también implementó el programa “Escuela Amiga – Vivienda Verde” en Solidaridad. Asimismo, la CAPA desarrolla el Programa “Agua Limpia”, dentro de las comunidades visitadas (Hondzonot, Yaxche, Chanchen Palmar, San Silverio, Yalchen, comunidades ubicadas en sector oeste del municipio).

Con la finalidad de reforzar la iniciativa institucional en el proceso de ejecución del programa de trabajo, CAPA contó con el apoyo de la Comisión Nacional de Agua (CNA), de las Promotoras de la red Móvil del DIF Estatal y líderes de la comunidad. Las pláticas comunitarias fueron orientadas a la promoción de la importancia, cuidado y uso del agua como aspectos relacionados a la salud.

4.2 Manejo de Residuos Sólidos

4.2.1.1 Generalidades sobre el Manejo de los Residuos Sólidos

a. Othón P. Blanco

Actualmente la Dirección de Servicios Públicos Municipales, opera en forma directa los servicios de recolección, transporte, disposición final y barrido, atendiendo la ciudad de Chetumal y las localidades de Subteniente López, Xul-Ha, Huay-Pix, Raudales, Laguna Guerrero y Luis Echeverría, en otras localidades como son Bacalar, Nicolás Bravo, Calderitas, Javier Rojo Gómez, Álvaro Obregón, etc., el servicio se organiza en forma independiente de la Dirección, a través de las alcaldías o de las delegaciones, contando para ello con aportes directos del municipio, a través de la entrega de vehículos y el pago del personal empleado en el servicio, en las demás localidades no existe el servicio y los generadores se encargan de eliminar la basura por medio de la quema de ésta. Dentro del municipio existe un único servicio privado que atiende a la localidad de Mahahual, que incluye la recolección, transporte, limpieza de playas, barrido y disposición final, ello debido a la actividad turística que se desarrolla en el área.

La Dirección de Servicios Públicos Municipales tiene dentro de su estructura organizativa al Departamento de Imagen Urbana que es el responsable de la operación del servicio de recolección, transporte, barrido, y disposición final de los residuos sólidos municipales. El diseño del servicio está orientado principalmente a atender a la ciudad de Chetumal, considerando únicamente la recolección de los desechos una vez a la semana de las localidades de Subteniente López, Xul-Ha, Huay-Pix, Raudales, Laguna Guerrero y Luis Echeverría.

Los residuos recolectados corresponden a domiciliarios, comerciales, restos de poda y cacharros. El sistema de almacenamiento que se utiliza dentro de la ciudad es variado predominando el uso de bolsas tipo supermercado y pequeños contenedores de plástico para los residuos domiciliarios, en el caso del comercio generalmente estos son dispuestos a granel o en tambores frente a los locales.

El servicio de recolección se realiza durante los siete días de la semana considerando tres jornadas, matutina, vespertina y nocturna. Las frecuencias de recolección son variables dependiendo del sector, existiendo frecuencias diarias para el sector céntrico, y de tres veces por semana para el resto de la ciudad. El método de recolección es de puerta a puerta.

El servicio está diseñado para atender toda la ciudad contemplando un total de 31 rutas de recolección, empleando en el servicio 17 vehículos de distinta capacidad y tipo,

adicionalmente cuenta con otros 10 vehículos para efectuar operativos y la recolección en otras localidades. Es importante hacer mención que la mayor parte los vehículos se encuentran en precarias condiciones, algunos teniendo una antigüedad de hasta 15 años

Diariamente se lleva un control de los viajes y el tonelaje recolectado e ingresado al sitio de disposición final, el que se determina en función de la capacidad nominal del vehículo. Durante el año 2002, de acuerdo al registro se recolectó 71,540 toneladas de desechos domésticos, 18,250 toneladas de residuos comerciales, 19,710 toneladas de restos de poda y jardines y 449 toneladas de cacharros.

Anualmente la Dirección programa dos operativos con el propósito de recoger chatarra y residuos voluminosos para evitar la proliferación de mosquitos y otros vectores sanitarios.

El total de trabajadores considerados en el servicio de recolección es de aproximadamente 150 personas, gran parte de ellos trabajan los siete días de la semana, por lo que se genera un número considerable de horas extras tomando en cuenta que la jornada normal considera cinco días laborables durante dicho periodo.

Independientemente de que el servicio de recolección contempla frecuencias y rutas establecidas, hay sectores de la ciudad que no se observan limpios, más aún hay pequeños basurales, ello principalmente porque no se cumple con los horarios debido al estado mecánico de los vehículos y además porque los usuarios no sacan sus residuos en el momento en que pasa el camión.

El servicio de barrido se da únicamente en Chetumal, cubriendo aproximadamente el 50% de la ciudad, este es manual y mecánico y considera las principales avenidas, el boulevard bahía y algunas avenidas secundarias. El barrido manual se desarrolla de Lunes a Domingo, en una única jornada que va desde las 04:00 a 11:00 horas. A partir de este año, se ha incorporado al servicio dos barredoras mecánicas año 2003 las cuales trabajan en el Boulevard y avenidas principales entre las 04:00 y 14:00 horas.

Los residuos provenientes del barrido son llevados a puntos de acopio, recolectados posteriormente por vehículos destinados exclusivamente para ello y depositados en el tiradero municipal.

El total de trabajadores considerados en el servicio es de 75 personas, las cuales al igual que en el caso de la recolección generan un número importante de horas extras, dado que trabajan siete días a la semana.

Todos los residuos recolectados son dispuestos en un tiradero que se ubica en la localidad de Calderitas, aproximadamente a 15 Km. de la ciudad. Este lugar de disposición en una primera

etapa operó como relleno sanitario, sin embargo, por problemas presupuestarios y una mala operación se transformó en un tiradero a cielo abierto, presentando hoy en día serios problemas ambientales, dentro de ellos, la proliferación de vectores sanitarios debido a que los residuos no son cubiertos y además son dispuestos en forma desordenada utilizando amplias zonas, presencia e infiltración de líquidos percolados, generación de incendios.

El tiradero ocupa una superficie de 15 hectáreas de las cuales se ha utilizado sobre el 85% y de acuerdo a los cálculos realizados por la Dirección de Servicios Públicos Municipales, la vida útil no debiera ser mayor a los dos años.

En el tiradero existe personal que lleva un registro de todos los vehículos que disponen residuos independientemente de su procedencia, también se cuenta con dos maquinarias un buldózer D-9 y un buldózer D-6, estando solamente el D-6 en condiciones operativas y realiza labores de esparcimiento y compactación de basura. Las inadecuadas condiciones mecánicas de estos equipos impiden la operación continua de ellos, por lo que no se logra mantener la construcción de celdas de basura. El personal asignado al tiradero comprende dos acomodadores, dos encargados del registro y control de ingreso de camiones y tres vigilantes.

Debido al gran problema ambiental y sanitario que representa el tiradero, la Secretaria de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) ha planificado la construcción de un relleno sanitario en el sitio contiguo al actual tiradero, éste se encuentra en la fase de revisión del Manifiesto de Impacto Ambiental.

La Dirección de Servicios Públicos Municipales, no tiene un control de los costos del servicio, todos los insumos, equipos, personal, etc. son suministrados a través de la Oficialía Mayor Municipal, esta situación repercute en el desarrollo del servicio, puesto que al no conocer los recursos disponibles no es posible programar un adecuado mantenimiento del parque vehicular y tampoco proyectar renovación de estos, lo que incide tanto en la cobertura y calidad del servicio como en un aumento de costos del servicio.

En relación al cobro del servicio, éste sólo se realiza al sector comercial, quienes pagan en la Tesorería Municipal cuando renuevan la licencia de funcionamiento del establecimiento.

b. Felipe C Puerto

El Municipio de Felipe Carrillo Puerto organiza y desarrolla el manejo de los residuos sólidos municipales a través de la Dirección de Servicios Públicos Municipales, quien brinda en forma directa los servicios de recolección, transporte, disposición final y barrido exclusivamente a la ciudad de Felipe Carrillo Puerto cabecera municipal, las otras localidades no tienen el servicio.

El servicio sólo se realiza en la cabecera del municipio, en las otras localidades no existe y los residuos son eliminados a través de la quema en los puntos de generación. Se observa en gran parte de las localidades, acumulación de residuos en especial botellas plásticas, también hay bastante acumulación de basura en los caminos y sitios vacíos.

El servicio brindado por la Dirección tiene un desarrollo incipiente y presenta serias deficiencias debido a la falta de recursos y a la planificación del servicio. Los recursos provienen directamente del municipio, quien no realiza cobro del servicio a ninguno de los usuarios.

Los residuos recolectados incluyen desechos domésticos, comerciales, institucionales, y hospitalarios. En el último caso llama la atención el sistema de manejo de los residuos hospitalarios, ya que el servicio recolecta todos los desechos generados en los centros de salud inclusive los orgánicos patógenos, los que posteriormente son depositados en el tiradero de la ciudad, lo que constituye un grave riesgo para la salud.

El servicio considera la atención de un total de 11 colonias, cubriendo aproximadamente el 50% de la población de la ciudad, con lo que se logra una cobertura de 23% de la población total.

La frecuencia de recolección es diaria para la colonia centro y los residuos hospitalarios y de tres veces a la semana para el resto de la ciudad. En varias de las colonias atendidas, los recorridos no consideran todas las calles ya que éstas están en mal estado.

La recolección se realiza en un dos turno de 6:00 a 13:00 horas y de 14:00 a 18:00 horas de lunes a viernes, los días sábado y domingo se trabaja en un solo turno de 06:00 a 11:00 horas. El servicio se brinda con dos camiones de volteo de 11 m³ de capacidad más un camión redila de 4 m³, cada uno de ellos con una tripulación de un conductor y 3 recolectores. Dado el número y capacidad de los camiones no siempre se logra recolectar todos los residuos de la zona atendida, por lo que los desechos quedan en las calles y son diseminados por los perros, dañando la imagen de la ciudad, en algunos casos los desechos son llevados por los generadores a basurales ilegales.

Generalmente los camiones en el turno de la mañana realizan dos viajes al tiradero los que disminuyen a dos en el turno de la tarde. El mal estado de los camiones sumado a la falta de recursos provoca muchas veces que estos estén largos periodos sin operar, tiempo en el cual el servicio no se realiza o solamente se atiende los sectores más centrales.

Los residuos generalmente son almacenados en bolsas de basura o en tambos que ha instalado el municipio en los lugares más concurridos como ser plazas, lugares comerciales y turísticos. Los usuarios no siempre sacan sus residuos al momento del paso del vehículo de recolección,

quedando estos en las calles. El método de recolección es puerta a puerta aunque en los sectores donde el camión no logra ingresar, los desechos se llevan a puntos de acopio donde no existe ningún tipo de estructura para su contención.

Tres veces al año se realiza un operativo para limpiar y recolectar los residuos de las localidades de Señor, Laguna Kana, Tihosuco, Polyuc, Chumhuhub y Tepic, los residuos recolectados corresponden principalmente a desechos voluminosos y chatarras.

Los residuos generados en el mercado, son recolectados por un camión de propiedad de los comerciantes quienes se encargan de costear el sistema.

Existe dos particulares que dan el servicio de recolección de residuos domiciliarios, estos atienden distintas residencias quienes cancelan entre \$5 y \$10 por cada vez que se retiran los desechos. Este servicio no tiene ninguna programación y solo responde a las necesidades de sus usuarios.

De acuerdo a cálculos realizados por la Dirección se ha estimado que se recolectan del orden de 1,000 ton./mes, este valor se ha determinado en función de la capacidad de cada camión y el número de viajes, sin embargo, existe una gran incertidumbre con respecto a los valores pues no existe un control que permita establecer si los camiones llegan con la carga completa o no al tiradero, no se identifica el tipo de residuo y además como no son compactadores existen grandes diferencias en el peso debido a la densidad de los residuos.

El costo anual del servicio de recolección y transporte es de 1,200,000 pesos que incluye la operación de los vehículos y la mano de obra.

El servicio de barrido se realiza sólo en la zona céntrica de la ciudad y en las dos principales vías de acceso, el tipo de barrido es manual y se realiza con quince personas.

El barrido se realiza en un único turno de 06:00 a 13:00 horas de Lunes a Viernes, el trabajo, y se barren 6.5 Km. de avenidas por día y se recolectan aproximadamente 3 toneladas por día.

Los residuos producto del barrido son acumulados en un carrito el que posteriormente es levantado por el camión recolector a falta de éste, los carritos son llevados al municipio para descargar los residuos en el turno siguiente de recolección.

Todos los desechos recolectados son llevados a un tiradero a cielo abierto que se ubica a 6 Km. de la ciudad a un costado de la carretera federal que une a la ciudad con Cancún.

En este tiradero los desechos son descargados sin ningún control, encontrándose basura dispersa en toda su superficie, no se aprecia acumulación de líquidos percolados el que probablemente se ha infiltrado y evaporado. Hay gran cantidad de aves, mosquitos y moscas.

En el tiradero no hay personal, por lo que no se lleva ningún control sobre el ingreso de residuos, tampoco existe ningún tipo de obra, y el sitio está abierto para el ingreso de cualquier tipo de basura.

En este tiradero se han generado grandes incendios, lo que provoca serios inconvenientes en la carretera ya que la nube de humo llega hasta esta zona impidiendo la visibilidad de los conductores, hecho que ya ha provocado accidentes con graves consecuencias. Muchos de estos incendios son provocados con el propósito de minimizar el volumen utilizado por las basuras y así lograr mayor espacio para seguir disponiendo desechos.

El único trabajo que realiza la dirección en el tiradero es la acomodación de los residuos, actividad que se realiza cada seis meses y responde a la necesidad de aumentar el espacio disponible para disposición.

Actualmente la Dirección de Servicios Públicos Municipales está pensando en cambiar el tiradero a un sitio de su propiedad, ubicado en el Km. 137+000 de la carretera federal Carrillo Puerto Valladolid, lo que le permitirá reducir costos ya que el terreno actual es arrendado.

El nuevo terreno se ubica a 10 Km. de la ciudad, tiene una mayor superficie del actual y presenta una cortina de árboles que permite disminuir el impacto visual de la actividad.

c. Solidaridad

El Municipio de Solidaridad, cuya cabecera es la localidad de Playa del Carmen, presenta la mayor tasa de crecimiento poblacional del país debido al fuerte desarrollo turístico que experimenta, esta situación repercute considerablemente en la generación de residuos sólidos domiciliarios, en especial en Playa del Carmen, Tulum y las demás localidades turísticas ubicadas en la Riviera Maya.

Actualmente el servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos es realizado por una empresa privada (Servicios Ambientales Urbanos S.A. de C.V.), quien inició sus operaciones en Junio del 2002, atendiendo a Playa del Carmen. A partir de Enero del 2003, se incorpora al servicio las localidades de Chemuyil, Puerto Aventuras, Akumal y Tulum, y en calidad de servicio especial (atención una vez a la semana) las localidades de Coba, Manuel Antonio Hay, Francisco Uh May y Macario Gómez. Los residuos recolectados son dispuesto en el sitio de disposición final ubicado aproximadamente a 13 Km. de la ciudad de Playa del Carmen.

El contrato de servicio entre el H. Ayuntamiento y la empresa Servicios Ambientales Urbanos S.A. de C.V., tiene vigencia hasta abril del 2004 e incluye los servicios de recolección, transporte, disposición final, barrido y saneamiento el tiradero, considera un total

de 3.000 toneladas mes con un costo de \$ 1.472.900 más IVA, sin embargo, actualmente el servicio recolecta y dispone cerca de 4.000 toneladas mes.

El servicio de recolección se brinda de lunes a domingo, cubriendo horarios diurnos y nocturnos y con distintas frecuencias de recolección dependiendo del sector y que van desde una vez a la semana a diaria. El método de recolección principalmente utilizado es de puerta a puerta, existiendo en algunos casos puntos de acopio.

En general las localidades atendidas, presentan un aspecto limpio, tanto frente a las viviendas como en calles o avenidas y sitios públicos, sin embargo, se observan algunos terrenos desocupados aledaños a las viviendas, donde existen pequeños depósitos de basura antigua.

El servicio de barrido es nocturno y se da exclusivamente en la zona urbana de Playa del Carmen, contando para ello con una barredora mecánica que mantiene las avenidas y calles permanentemente limpias. Por otra parte, en el sector céntrico de Playa del Carmen, se han instalado 30 contenedores de acero inoxidable que cuentan con tres compartimentos para la separación de la basura.

En los hoteles y centros turísticos el manejo de los residuos es realizado por la Dirección de Servicios Municipales a través de la empresa concesionaria, cubriendo un 50% aproximadamente del área, el resto es realizado directamente por los generadores, los que mantienen contrato con pequeñas empresas privadas.

En las localidades alejadas no existe servicio de recolección y transporte de residuos por lo que la comunidad principalmente quema los desechos en los patios de sus casas, estas localidades tienen una población menor a los 500 habitantes.

El total de habitantes atendidos es de aproximadamente 113,156 de un total de 133,634, lográndose una cobertura del servicio de aproximadamente el 85%.

En el área atendida por la Dirección de Servicios Municipales, existen tres tiraderos a cielo abierto, uno ubicado a 8 Km. aproximadamente de Tulum, a un costado de la carretera federal Tulum-Coba, otro emplazado en la localidad de Akumal y un último ubicado a 13 Km. al norte de Playa del Carmen. De estos tres tiraderos sólo se encuentra en operación el de Playa del Carmen, el que está a cargo de la empresa concesionaria, quien a parte de ejecutar las labores de disposición final de los residuos recolectados, está ejecutando un programa de saneamiento del lugar. Este tiradero antes de iniciarse el programa de saneamiento presentaba serios problemas ambientales, la falta de cobertura generaba un ambiente propicio para la proliferación de moscas, mosquitos, roedores y aves, y facilitaba la quema de los residuos provocada por pepenadotes, para facilitar la extracción de elementos recuperables. La constante combustión de los desechos generaba una gran humareda que cubría la carretera e

incluso a la ciudad de Playa del Carmen si existían las condiciones adecuadas de viento. Actualmente el tiradero está operando en forma controlada, acomodando y compactando los residuos, ejecutando la cobertura diaria, existiendo un único frente de trabajo e instalando un sistema de venteo para gases.

El total de residuos dispuestos entre Junio del 2002 y Mayo del 2003 es de 77.708 toneladas, de las cuales el 70% corresponde a residuos recolectados por la empresa y el 30% restante a desechos recolectados por particulares.

Los otros dos tiraderos no cuentan con un programa de saneamiento, en el caso del tiradero de Tulum, éste se utiliza en situaciones de emergencia, y no existe cierre del lugar que impida la descarga de residuos. El tiradero de Akumal cuenta con una barrera a la entrada que impide el acceso, sin embargo, se observa en su perímetro y frente a la carretera gran acumulación de desechos principalmente residuos voluminosos. En ambos tiraderos la basura está dispersa en gran parte de la extensión del terreno, no se observan depósitos de basura con gran espesor ni grandes acumulaciones de líquido percolado, lo que hace suponer que éste se ha infiltrado. A la fecha no existen estudios o monitoreos que evidencien la contaminación del acuífero por los líquidos percolados, no obstante, en Julio del presente año se iniciará un sistema de información geo referenciada urbano ambiental que contemplará entre otras variables, estudios de calidad de agua en los cuerpos de agua terrestre. Con relación a la generación de gases, tampoco existen antecedentes que permitan concluir la presencia de ellos, sin embargo, como parte de los residuos han sido quemados y la combustión se mantiene por periodos largos a pesar de la humedad de la basura, es de suponer que ello se deba a la generación de biogás.

Con la finalidad de fortalecer el área de manejo de residuos sólidos la Dirección de Servicios Públicos Municipales y la Dirección del Medio Ambiente en conjunto con otras entidades como ser ONG, sector privado, están desarrollando el Programa del Manejo Integral de Residuos Sólidos Municipales, en el cual se incluye un diagnóstico general de la situación y proyectos pilotos, dentro de ellos el de caracterización, minimización y reciclaje de residuos. Por otra parte el Plan de Desarrollo Municipal 2002 – 2005 establece como líneas de acción dentro del área de los residuos municipales, el fomentar la cultura del reciclaje y la separación de basura.

A nivel estatal, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente ha incentivado la construcción de un relleno sanitario para la localidad de Tulum, el cual se encuentra en la etapa de revisión de la Manifestación de Impacto Ambiental.

4.2.2 Flujo Actual de Residuos

La Figura 4-1, Figura 4-2 y Figura 4-3 muestran el flujo de residuos en el 2003, obtenidos con base en la información previa.

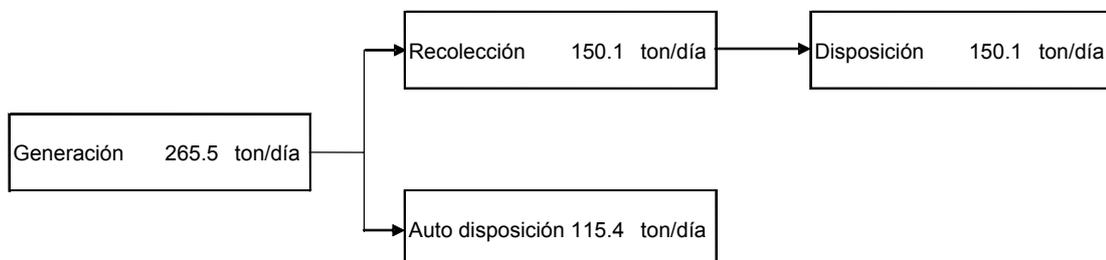


Figura 4-1: Flujo Actual de Residuos (Othón P Blanco)

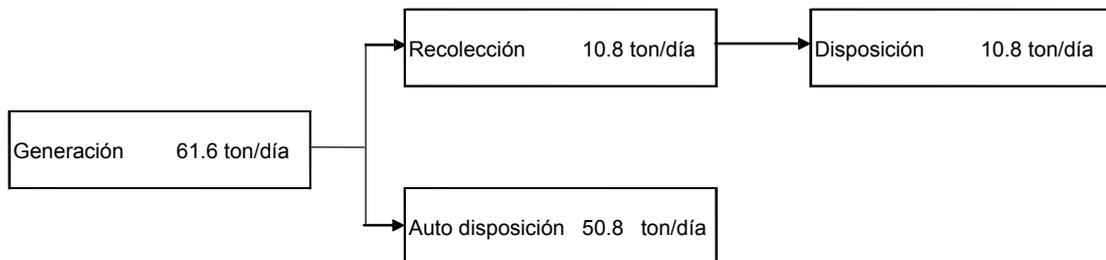


Figura 4-2: Flujo Actual de Residuos (Felipe Carrillo Puerto)

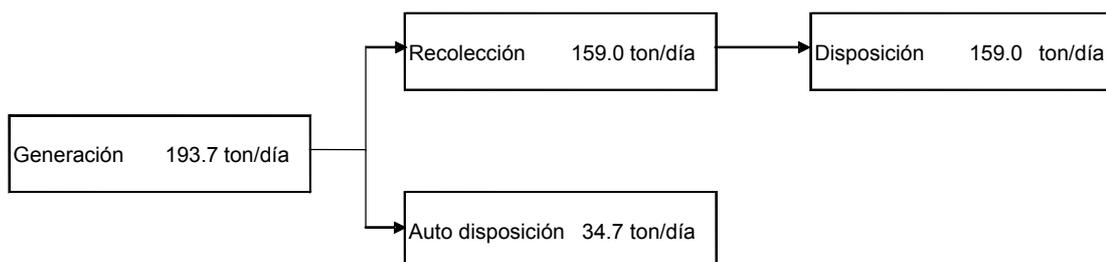


Figura 4-3: Flujo Actual de Residuos (Solidaridad)

4.2.3 Revisión de los Planes Estatales

a. Othón P. Blanco

El Estado de Quintana Roo, en conocimiento de las inadecuadas condiciones de operación de los actuales sitios de disposición final y los riesgos que estos revisten tanto para el medio

ambiente como para la explotación de la actividad turística, ha planificado a través de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) un Plan destinado a construir en corto plazo rellenos sanitarios que reemplacen a los principales tiraderos a cielo abierto.

El proyecto de relleno sanitario utilizará una superficie de 15 ha. y está diseñado para una vida útil de 12 años, construido en tres etapas y con una capacidad volumétrica de 1,203,304 m³, la que incluye la cobertura. El sitio está junto al vertedero actual.

La solución planteada por SEDUMA para eliminar el tiradero actual de Calderitas, tiene un impacto altamente beneficioso para la comunidad y el medio ambiente, sin embargo, existe un riesgo importante en todo el proceso y es que no se ha vinculado físicamente el proyecto del relleno sanitario con el saneamiento y cierre del actual tiradero. El vincular ambos proyectos permitirá mejorar efectivamente las condiciones sanitarias y ambientales del lugar, minimizando los riesgos de contaminación que hoy presenta el tiradero. Al contrario, si se mantienen las condiciones actuales, es muy posible que dada la cercanía de ambos proyectos, en corto plazo la obra proyectada se descontrola, ello porque no existen barreras físicas que impidan que las condiciones sanitarias y ambientales imperantes en el lugar afecten el sitio a modo de ejemplo la presencia de vectores sanitarios y la infiltración de líquidos percolados. Además es necesario modificar las actuales prácticas de operación del tiradero, lo que no es fácil si no existe una preparación.

Asegurar la ejecución del proyecto de saneamiento y cierre, programando ambas obras en paralelo, de modo que cuando se inicie la operación del relleno sanitario el tiradero haya mejorado considerablemente su operación permitiendo una transición armónica entre ambos proyectos.

b. Felipe C Puerto

SEDUMA ha elaborado un Proyecto Ejecutivo de Relleno Sanitario y el Manifiesto de Impacto Ambiental de un relleno sanitario que reemplace al actual tiradero de la ciudad de Felipe Carrillo Puerto.

El sitio seleccionado para desarrollar el proyecto tiene una superficie de 12.7 ha, se localiza en un predio denominado Rancho Raymundo, ubicado a la altura del Km. 10.5 de la carretera federal 184 Felipe Carrillo Puerto – Chunhuas, en su margen sur. La vida útil del proyecto está estimada en 10 años, permitiendo la disposición de 200,000 toneladas aproximadamente.

El relleno sanitario proyectado, si bien representa una solución para el manejo de los residuos sólidos de la ciudad de Felipe carrillo Puerto, no se ajusta a la realidad presupuestaría del

municipio ni a la cantidad de residuos generados. Hay una serie de obras que están sobre dimensionadas al igual que las actividades operacionales.

Un proyecto de relleno sanitario para esta ciudad sólo será viable en la medida que existan los recursos, y dado que el municipio no cobra por el servicio, por el momento es casi imposible aumentar el presupuesto destinado al manejo de los residuos sólidos. Este criterio debe tenerse presente no tan sólo en la disposición final, sino también para toda la planificación del servicio.

Es de gran importancia que en estos momentos se establezca una fuerte coordinación entre el H. Ayuntamiento y SEDUMA, de manera que en conjunto enfrenten la problemática del manejo de residuos sólidos, que no sólo se circunscribe a la disposición final, sino también a todos los servicios, de modo de lograr una planificación del mismo, considerando el logro de metas a corto y mediano plazo, y evitando así el colapso del sistema.

c. Solidaridad

SEDUMA ha planificado la elaboración de estudios y proyectos ejecutivos de relleno sanitario en los municipios del estado de Quintana Roo, estando dentro de ellos el de Tulum.

El sitio seleccionado para el desarrollo del proyecto tiene una superficie de 13 ha. aproximadamente, se ubica aproximadamente a 10.5 Km. al noroeste de Tulum, a 400 m del costado derecho de la carretera federal Tulum Coba, entre las coordenadas geográficas 20°16' latitud norte y 87° 30' longitud oeste. El terreno seleccionado se encuentra aproximadamente a 1.3 Km. al norte del tiradero actual.

El proyecto está diseñado para la disposición final de 270,886 toneladas de residuos con lo que se obtiene una vida útil de 10 años.

El proyecto de relleno sanitario planificado para la localidad de Tulum representa un gran avance en el manejo de los residuos sólidos domiciliarios, pero a la vez aumentará considerablemente los costos, lo que significa un alto riesgo para la continuidad de la obra.

En particular para el municipio de Solidaridad, el servicio de recolección y transporte de residuos considera a todas las localidades que se ubican en la Riviera Maya, la ciudad de Playa del Carmen y otras localidades aledañas, esta estructura permite brindar el servicio a un menor costo y con el máximo aprovechamiento de los equipos. Este mismo criterio debiera considerarse para la disposición final, de modo de contar con un único relleno sanitario que atienda a todas las localidades.

Lo anterior no representa gran problema ni aumento en los costos del servicio de recolección y transporte, pues hoy en día todos los desechos son depositados en el tiradero ubicado en

Playa del Carmen, independientemente de la distancia. Si se plantea un relleno sanitario emplazado entre la localidad de Playa del Carmen y Tulum es totalmente viable su ejecución y permitirá aprovechar las economías de escala, reduciendo considerablemente los costos de inversión y operación.

Por otra parte, dentro de la estrategia para mejorar la disposición final de los residuos, no se observa un proyecto destinado a la recuperación y cierre de los tiraderos de Tulum y Akumal, por lo que se mantendría dentro de la zona puntos insalubres que representan un alto riesgo de contaminación ambiental y de generación de una serie de enfermedades que podrían impactar fuertemente la actividad turística. Por ello es indispensable desarrollar en forma paralela a nuevos proyectos el cierre de estos tiraderos, asegurando la confinación de los residuos y monitoreando el área para detectar en forma oportuna cualquier contaminación y así aplicar las medidas correctivas necesarias. Lo anterior no es difícil, más aún cuando dentro del municipio ya se ha iniciado el proyecto de recuperación y cierre del tiradero de Playa del Carmen.

4.2.4 Sistema Financiero

a. Othón P Blanco

Los derechos por el servicio de residuos sólidos se aplican solamente a las firmas comerciales, pero la conciencia de estas firmas sobre el cumplimiento de los pagos parece ser baja. Las firmas comerciales deben renovar la licencia de operar durante los primeros meses de cada año, siendo uno de los requisitos para la renovación el hecho de que las firmas no adeuden impuestos y derechos, y este requisito parece ser el motivo principal para que las firmas comerciales paguen los derechos por los servicios de residuos sólidos durante los primeros tres meses del año.

En el caso del Municipio de Othón P. Blanco, los derechos por el servicio de residuos sólidos han cubierto una mínima parte del costo del servicio. En el 2001, los ingresos por el servicio de residuos sólidos alcanzaron a 1.37 Millones de Pesos (95% Chetumal y 5% Bacalar), mientras que el costo del servicio fue estimado en 16.91 Millones de Pesos, significando que los derechos del servicio cubrieron solamente el 8% de los costos del servicio. Como el presupuesto municipal en el 2001 fue de 202 Millones de Pesos, el servicio de residuos sólidos requirió alrededor del 8% del presupuesto municipal.

Se considera que la generación de residuos sólidos en el Municipio de Othón P. Blanco es de 170 toneladas por día, o 62,000 toneladas por año. Con un costo del servicio de residuos sólidos de 16.91 Millones de Pesos en 2001, el costo por tonelada se podría estimar en alrededor de 270 Pesos, o alrededor de USD27, que podría ser considerado mejor como el

costo de la recolección de residuos sólidos. CEPIS (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente) indicó como USD25-40 por tonelada el rango aceptable del costo de recolección de residuos sólidos en el 2001.

b. Felipe C Puerto

En el caso del Municipio de Felipe Carrillo Puerto, el servicio de residuos sólidos se presta en la actualidad libre de cargos. Sin embargo, parece estar creciendo el reconocimiento de que se necesita cobrar un derecho por el servicio de residuos sólidos en forma de cargos mensuales fijos aplicables a domicilios y a firmas comerciales.

En el 2002, el costo del servicio de residuos sólidos en el Municipio de Felipe Carrillo Puerto se estimó en 1.16 Millones de Pesos. Como los egresos municipales en el 2002 ascendieron a 86.6 Millones de Pesos, el servicio de residuos sólidos en Felipe Carrillo Puerto requirió el 1.3% de los gastos municipales.

El costo de la recolección de residuos sólidos sería de 265 Pesos por tonelada, o USD 26 por tonelada. CEPIS indicó como USD25-40 por tonelada el rango aceptable del costo de recolección de residuos sólidos en el 2001.

c. Solidaridad

Entre Enero y Mayo del 2003, los gastos del Ayuntamiento de Solidaridad en el servicio de residuos sólidos alcanzaron a 7.51 Millones de Pesos, mientras que los ingresos por el servicio fueron de 3.83 Millones de Pesos, equivalentes a un déficit de 3.68 Millones de Pesos en cinco meses.

Se estima que la concesión del servicio de residuos sólidos en el Municipio de Solidaridad dispone 4,000 toneladas por mes a un costo de 1.47 Millones de Pesos más el 10% de impuestos. Esto equivaldría a alrededor de 405 Pesos por tonelada, o alrededor de USD40 por tonelada. CEPIS indicó como USD25-40 por tonelada el rango aceptable del costo de recolección de residuos sólidos en el 2001.

4.2.5 Educación Ambiental

a. Othón P Blanco

La Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) a través de la Dirección de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, desarrolla un programa de actividades de educación ambiental con el objetivo de fortalecer en los educandos la concientización, el respeto y la protección al ambiente a fin de conservar la biodiversidad. Este programa tiene la meta de sensibilizar a los alumnos de nivel primario, respecto a la conservación del medio que los rodea. Las actividades fueron desarrolladas

fundamentalmente en escuelas primarias ubicadas en la ribera del Río Hondo con la finalidad de participar activamente dentro de un grupo de trabajo interinstitucional de promoción para la cultura ambiental. En las actividades se proyectan audio visuales con temas alusivos a los efectos nocivos que generan los residuos sólidos y los diferentes tipos de contaminantes en los ecosistemas acuáticos, terrestres y la atmósfera, y muestras de material didáctico sobre la importancia que juega el sistema arrecifal en el medio marino, etc. Para el período 2003-2004 la Dirección propone dar seguimiento a las actividades de educación ambiental en las zonas de norte (a lo largo de la carretera que lleva a FCP y sobre la Costa Maya).

El H. Ayuntamiento de Othon P. Blanco a través de la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, está llevando a cabo programas de educación ambiental en jardín de niños y escuelas primarias, a través de la creación de una serie de personajes identificados como “Reciclosa”, “Tlacuachino” y “Manatín”, cada uno de los cuales presenta una función específica y relativa al uso y manejo del medio ambiente.

El primer personaje representado por un oso que forma “el club de Reciclosa y sus amigos” es un proyecto enfocado en la realización de actividades de índole ambiental para niños del nivel preescolar (jardín de niños de escuelas públicas) específicamente dirigidas hacia el manejo y uso de los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos y reforestación con la participación del personaje central “Reciclosa” durante todo el proyecto. El objetivo del proyecto es implementar un programa de Educación y Comunicación Ambiental de tipo “formal” con temáticas y actividades relativa al manejo adecuado de los residuos sólidos domésticos, así como inducir a la reforestación y cuidado de las plantas en su propia escuela, a través del personaje central “Reciclosa” como motivador relevante para el nivel preescolar y primaria.

Amigos del Manatí A.C., una ONG elevó una propuesta a la Secretaría de Educación y Cultura sobre la importancia de la “Zona Sujeta a Conservación Ecológica Santuario del Manatí” para implementar un programa de apoyo a la educación formal en el cuidado y mejoramiento del ambiente. Este programa está dirigido a alumnos de nivel básico y medio, para que mediante actividades didácticas y de divulgación se logre transmitir el conocimiento, valoración y respeto a las características ecológicas y al manejo que deben dar a los ecosistemas que conforma el santuario del manatí, así como aprendizaje del uso racional y sustentable de los recursos naturales de su propio entorno.

b. Felipe C Puerto

En el municipio de Felipe Carrillo Puerto se realizaron actividades de protección al medio ambiente, a través de un Programa de Educación Ambiental para difundir la Biodiversidad y el Manejo de la Reserva de la Biosfera de Sian Ka’an para alumnos de escuelas primarias.

Este programa consistió en visitas guiadas para visualizar la flora y fauna de la región. Además, el Ayuntamiento de Felipe Carrillo Puerto en coordinación con la SEMARNAT se distribuyeron plantas en escuelas primarias y secundarias para plantar las mismas con el objetivo de proteger el ambiente. Sin embargo, con relación al manejo de los residuos sólidos no existen programas de educación ambiental a excepción de programas de limpieza implementados por el propio municipio.

c. Solidaridad

El H. Ayuntamiento del Municipio de Solidaridad a través de la Dirección de Medio Ambiente lleva a cabo una serie de actividades de educación ambiental, capacitación y eventos como:

c.1 Intervenciones radiales y televisivas

Se han realizado intervenciones radiales con mensajes de información de índole ambiental en diferentes temas.

c.2 Programa de reciclaje

En noviembre del 2002, la Dirección de Medio Ambiente del H. Ayuntamiento de Solidaridad inició un programa de instalación de contenedores incluyendo material didáctico para el acopio y reciclaje de desechos sólidos en las escuelas de la municipalidad.

c.3 Limpieza de playas

La Dirección de Medio Ambiente en coordinación con la Dirección de Turismo del H. Ayuntamiento de Solidaridad, realizó el 5 de octubre la limpieza de playas con motivo de celebración mundial de “La Limpieza Internacional de Playas” con la participación de estudiantes de una escuela secundaria en playas de la ciudad de Playa del Carmen.

c.4 Capacitación profesional

Desarrollo de cursos para la superación profesional:

- Arquitectura Ecológica
- Evaluación de Impacto Ambiental
- Turismo, Sustentabilidad y Medio Ambiente
- Técnicas básicas y modernas para el tratamiento de residuales líquidos

c.5 Evento Internacional Riviera Maya Eco'03

En aras de la protección ambiental en Solidaridad en junio de 2003 se desarrolló un evento donde se desarrollaron conferencias magistrales, ponencias, mesas de trabajo, taller de educación ambiental (reciclaje de papel), etc.

c.6 Otras Actividades de Educación Ambiental en Solidaridad

Varias organizaciones no gubernamentales y parques ecoturísticos desarrollan actividades de educación ambiental: entre éstas se destacan Planeta Limpio, MOCE YAXCUXTAL A.C. y el Centro Ecológico de Akumal; Gea Urbilla en Tulum (en representación de Pronatura); Parques Xel Ha y Xcaret.

c.7 Plan Estatal de Educación Ambiental

La SEMARNAT a través del Centro de Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU) está promoviendo en cada entidad federativa un Plan Estatal de Educación Ambiental. En Quintana Roo esta iniciativa se concreta por la Universidad del Caribe y la colaboración de la Universidad de Quintana Roo. Se definen directorios, talleres de planeación con los educadores del Norte y del Sur y la edición de resultados respectivos.

4.3 Manejo de Agua Subterránea

4.3.1 Pozos de Extracción y de Inyección

4.3.1.1 Extracción

a. Othón P Blanco

De acuerdo con la CNA, el número de pozos registrados es de 1,014, que es el más grande de los tres municipios. Los pozos de extracción para uso agrícola conforman 65% (658 pozos) del número total. Los pozos para abastecimiento público de agua están en segundo lugar, abarcando 14.5% (147 pozos). Los pozos del sector público son para abastecimiento de agua urbana y rural por parte de la CAPA.

b. Felipe C Puerto

El número de pozos de producción registrados en Felipe C. Puerto es de 449, de acuerdo con la CNA. De estos 449 pozos, los pozos para agricultura conforman 75% (336 pozos) y los pozos para servicio público 16.5% (74 pozos). El número de pozos para el sector de servicios es únicamente cuatro (4).

c. Solidaridad

El número de pozos de producción registrados es de 222. Los pozos de producción para el sector de servicios conforma 58% (129) del número total. Por otro lado, los pozos públicos y para agricultura son menos que en los otros dos municipios, debido a que Solidaridad tiene un área municipal y población menores. El número de pozos es de 29 para uso público y 35 para agricultura, respectivamente.

4.3.1.2 Pozos de Inyección

a. Othón P Blanco

Existen registrados 91 pozos de inyección en Othón P. Blanco, de los cuales 82 son para el sector de servicios. La CAPA cuenta con dos pozos de inyección en su planta de tratamiento de aguas cloacales, los cuales se construyeron hace cuatro años; sin embargo, no están en operación porque la alta presión artesiana de los pozos. Se desconoce la profundidad y posición de la rejilla.

b. Felipe C Puerto

La CAPA opera un pozo de inyección. Adicionalmente, de conformidad con la CNA, tiene registrado veinte (20) pozos de inyección. La mayor parte de ellos se emplean para la inyección de aguas residuales del ganado.

Actualmente está en operación el tratamiento de aguas residuales en el **Pueblo Francisco**, ubicada entre la calle 57 y 59 de la ciudad. Este pueblo tiene 114 casas. La planta fue diseñada para dar tratamiento a 5 lps de agua residual, lo cual sólo abarca 2.0% de Felipe C. Puerto. El agua tratada se inyecta en el pozo de inyección de la CAPA.

c. Solidaridad

La CAPA en Playa Del Carmen cuenta con dos pozos de inyección en su planta de tratamiento de aguas cloacales. La profundidad del pozo de inyección es de 120 m. El diámetro de entubado es de 12 pulgadas; sin embargo, se desconoce la posición de la rejilla. La velocidad de inyección es de 45 LPS. Esta cantidad es un total de aguas residuales en la planta.



Figura 4-4: Pozo de Inyección en la Planta de Tratamiento de la CAPA en Playa Del Carmen

Adicionalmente a este pozo de inyección, Playa del Carmen cuenta con otra planta para disposición de aguas cloacales en el campo de golf y hotel *PLAYADEL*. Esta planta tiene una capacidad de 80 LPS. Cuenta con un pozo de inyección de 65 m de profundidad; sin embargo, se opera principalmente durante la época de lluvias. En la mayor parte de la estaciones se descarga el agua tratada en la laguna o se irriga en el campo de golf.

Por otro lado, de conformidad con la CNA, el número de pozos de inyección registrados en Solidaridad suma 184. Esta cifra es la mayor comparada con los otros tres (3) municipios del Área de Estudio. En particular, los pozos de inyección para el sector servicios conforman 92% (169 pozos) del total. Estos pozos de inyección se concentran en las áreas costeras de Solidaridad.

4.3.2 Situación Actual del Monitoreo

a. Othón P Blanco

No existen pozos de monitoreo de la CNA en el municipio de Othón P. Blanco. Sin embargo, la CAPA regularmente realiza el monitoreo de calidad del agua. Los parámetros que se vigilan son CaCO_3 , cloruro, alcalinidad, grado de acidez, pH, color, conductividad eléctrica, temperatura, turbidez y TDS. De acuerdo con los datos del 13 de mayo del 2003, la conductividad eléctrica de los pozos de producción varía de 835 a 1,724 (micro S/cm) y el contenido de cloruros es de 70 a 100 mg/litro a una temperatura de 27°C. También se verifican los coliformes en intervalos regulares.

En adición al monitoreo de las aguas subterráneas, la marina llevó a cabo monitoreos de la superficie del agua en la Bahía de Chetumal y en el Área de la laguna de Bacalar en el 2002. El análisis anterior nos dice que existe poca correlación entre el NH_4 y el PO_4 en el agua dulce, mientras que puede existir cierta correlación en el agua de la costa. Esto posiblemente implica que contaminantes, incluyendo el NH_4 y el PO_4 , fluyen constantemente en forma de aguas residuales domésticas hacia la bahía de Chetumal.

b. Felipe C Puerto

A la fecha la CNA no ha construido pozos de monitoreo en esta área. La CAPA está realizando el análisis de agua de los pozos de producción en intervalos de seis (6) meses.

c. Solidaridad

Existen treinta (30) pozos de monitoreo instalados recientemente por la CNA. Por ello, los niveles del agua y la calidad de la misma se monitorearon no solo en la ciudad de Playa Del Carmen, sino en otras poblaciones del área costera de Solidaridad.

Capítulo 5

*Evaluación de las Situaciones
Actuales y Confirmación de
Aspectos Importantes*

5 Evaluación de las Situaciones Actuales y Confirmación de Aspectos Importantes

En este capítulo, se evalúan las situaciones actuales descritas en los capítulos precedentes y se confirman los problemas importantes a ser considerados en las etapas subsecuentes del estudio.

5.1 Manejo de Aguas Residuales

El siguiente cuadro presenta la evaluación y los problemas importantes en el campo de manejo de aguas residuales.

Cuadro 5-1: Evaluación y Problemas Importantes en el Manejo de Aguas Residuales

No.	Evaluación	Problemas importantes
10	Nivel estatal	
101	<ul style="list-style-type: none"> Varias instituciones han proporcionado los resultados de sus observaciones sobre cuerpos de agua costeros y cuerpos de agua dulce dentro del área de estudio y sus alrededores. La Marina realiza observaciones periódicas y en puntos fijos enfocándose en los cuerpos de agua antes mencionados. Por otra parte, CAPA realiza observaciones periódicas de los pozos, en especial de parámetros como dureza, que tienen el fin de servirles en el manejo de las fuentes de abastecimiento de agua. Además, la CNA realiza estudios de las aguas subterráneas en la Riviera Maya, en donde la industria turística se ha desarrollado rápidamente y existen muchos pozos de inyección de aguas residuales. 	Se debe establecer un sistema que integre los datos y actividades realizadas por varias instituciones.
102	<ul style="list-style-type: none"> La CNA tiene la intención de crear una nueva regulación o modificar la regulación existente sobre el manejo de aguas residuales con el fin de hacerla apropiada para la condición geológica específica, donde predominan las formaciones calizas de la Península de Yucatán. Los hoteles consumen grandes cantidades de agua y descargan grandes cantidades de aguas residuales. Las plantas de tratamiento de aguas residuales de los hoteles no son suficientes. 	Se debe considerar la necesidad de una regulación específica del manejo de aguas residuales con el propósito de proteger el acuífero.
103	<ul style="list-style-type: none"> Se ha establecido como política de CAPA ser la organización líder en el sector agua potable y alcantarillado basándose en la calidad de su servicio y la implementación de los mejores procedimientos técnicos, comerciales y administrativos. Además, se intenta lograr la autosuficiencia operativa, económica y financiera con el propósito de contribuir al desarrollo del Estado. El documento conocido como "Manual de Organización y Procedimientos" fue elaborado por una firma consultora contratada por CAPA. Si son implementados y aplicados, puede resultar en el mejoramiento de la eficiencia en general. CAPA posee numerosos datos que posibilitan la implementación de un sistema de indicadores de evaluación. Para este propósito, la consultoría propuso un Sistema de Evaluación General que incluye indicadores de cobertura e infraestructura, eficiencias operativa, comercial y de ingresos. 	CAPA parece estar siguiendo el camino correcto. Se recomienda implementar lo que han planeado.
11	Othón P Blanco	
111	<ul style="list-style-type: none"> La generación de DBO y su descarga al medio ambiente en Othón P Blanco es la más alta entre los tres municipios. La población de Chetumal es de aproximadamente el 60% de la población total del municipio. CAPA ha construido unos 8,800 pozos de conexión que sirven 	Se debe promover la conexión urgente de los drenajes domésticos al alcantarillado en Chetumal.

No.	Evaluación	Problemas importantes
	para conectar el drenaje doméstico al alcantarillado. Sin embargo, en la realidad se calcula en 1,500 las casas que tienen tal conexión.	
112	<ul style="list-style-type: none"> • Aunque no existen sistemas de alcantarillado operando en las áreas rurales en la actualidad, CAPA ha comenzado a introducir un sistema. Sin embargo, se teme que tengan el mismo problema que en Chetumal, es decir, bajo nivel de conexión de desagües domésticos al sistema. • Los parámetros de diseño se basan en la literatura existente y no en la operación actual, por lo que resulta necesario obtener parámetros derivados de las experiencias operativas reales y también establecer un modo de operación adecuado. • El sistema de alcantarillado mencionado arriba tiene como meta a las comunidades que tienen cierta densidad poblacional. Se deben considerar alternativas para comunidades más pequeñas. 	Se debe establecer la tecnología apropiada en áreas rurales y semi-urbanas para reducir la carga contaminante de estas áreas.
113	<ul style="list-style-type: none"> • Los servicios de agua potable y alcantarillado en Othón P Blanco han sido financieramente deficitarios en los últimos tres años. • El bajo nivel de medidores de micro-medición restringe el potencial de aplicación de la tarifa progresiva de agua. • Los recursos son escasos por definición. Siendo realistas, sería cada vez más difícil depender de los niveles superiores de gobierno para el financiamiento de los servicios necesarios. • Sería más factible persuadir a los usuarios de un servicio para que paguen su parte correspondiente de costos del servicio cuando los usuarios se encuentren relativamente satisfechos con el servicio. • Afortunadamente, la oficina principal de CAPA tiene planes de completar la instalación de medidores de micro-medición dentro de los próximos dos años. 	Se debe mejorar la situación financiera de los servicios de agua potable y alcantarillado proveídos por CAPA en Othón P Blanco. Esto podría lograrse con el mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua; la aplicación de las tarifas de agua existentes que sería posible con la micro-medición, reducción de fugas de agua, y mejoramiento en la calidad de agua. Estos esfuerzos deberían ser monitoreados a través de indicadores de desempeño seleccionados.
114	<ul style="list-style-type: none"> • En el Municipio de Othón P Blanco, la educación ambiental es dada de manera independiente por varias instituciones y una ONG como SEDUMA, CAPA, el Ayuntamiento de Othón P Blanco y ONGs. • Son pocos los programas dirigidos específicamente al manejo de las aguas residuales con el objetivo de preservar el ambiente. La sociedad en conjunto apenas puede asir superficialmente la magnitud de problemas de saneamiento ambiental; como resultado, se observa poca participación de la población en el manejo de las aguas residuales y el modesto conocimiento del público en aspectos ambientales. 	Varias instituciones (SEMARNAT, SEDUMA, CAPA, Municipio, y ONGs) han unido esfuerzos para trabajar conjuntamente como un equipo y diseminar los conocimientos a través de prácticas concretas con la participación de la comunidad, comenzando con escolares y comunidades en general.
12	Felipe C Puerto	
121	<ul style="list-style-type: none"> • Existe un sistema compuesto por una planta de tratamiento centralizada (fuera de la localidad) en el municipio de Felipe Carrillo Puerto, dicho sistema asiste solamente a 567 residentes; lo anterior representa un 3% de la cobertura total del sistema de alcantarillado de la población de la ciudad y un 1% del total de la población municipal. • La planta de tratamiento de aguas residuales de Felipe Carrillo Puerto tiene la capacidad de tratar hasta 5 litros/segundo (432m3/día) de aguas residuales, sin embargo, el flujo actual es de 1.34 litros/segundo (116m3/día) lo cual representa sólo el 27% de su capacidad. 	La primera prioridad en el área urbana es recolectar las aguas residuales hasta alcanzar la capacidad de la planta de tratamiento; una vez logrado lo anterior, el sistema debe ser expandido.
122	<ul style="list-style-type: none"> • Actualmente en el área rural, no opera ningún sistema de saneamiento y alcantarillado; teniendo en cuenta que la población de las comunidades entre 100 y 2,500 habitantes representa más del 50% del total de la población en el municipio, se deben de tomar ciertas medidas que sean adecuadas para hacerle frente a esta situación. 	Se debe establecer la tecnología apropiada en áreas rurales y semi-urbanas para reducir la carga contaminante de estas áreas.
123	<p>El servicio de agua potable en Felipe Carrillo Puerto ha sido financieramente deficitario en los últimos tres años.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El bajo nivel de medidores de micro-medición restringe el potencial de aplicación de la tarifa progresiva de agua. 	Se debe mejorar la situación financiera de los servicios de agua potable y alcantarillado proveídos por CAPA. Esto podría lograrse

No.	Evaluación	Problemas importantes
	<ul style="list-style-type: none"> • Los recursos son escasos por definición. Siendo realistas, sería cada vez más difícil depender de los niveles superiores de gobierno para el financiamiento de los servicios necesarios. • Sería más factible persuadir a los usuarios de un servicio para que paguen su parte correspondiente de costos del servicio cuando los usuarios se encuentren relativamente satisfechos con el servicio. • Afortunadamente, la oficina principal de CAPA tiene planes de completar la instalación de medidores de micro-medición dentro de los próximos dos años. 	con el mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua; la aplicación de las tarifas de agua existentes que sería posible con la micro-medición, reducción de fugas de agua, y mejoramiento en la calidad de agua. Estos esfuerzos deberían ser monitoreados a través de indicadores de desempeño seleccionados.
124	<ul style="list-style-type: none"> • Se han realizado en el pasado algunos programas de letrización en algunas comunidades. Sin embargo, debido a los problemas de adaptación y al manejo y mantenimiento inadecuados de las letrinas, se practica aun el fecalismo al aire libre. La infección y la contaminación debido al fecalismo al aire libre y la inapropiada ubicación de las letrinas, así como también los animales en las áreas urbanas son las causas principales de las enfermedades gastrointestinales. 	Se debe diseminar el uso apropiado de letrinas en áreas rurales.
13	Solidaridad	
131	<ul style="list-style-type: none"> • Solamente Playa del Carmen cuenta con una población que representa alrededor del 68% del total de la población del municipio. • En Playa del Carmen el flujo actual casi alcanza el índice de capacidad de la planta y resulta urgente construir o expandir la planta de tratamiento de aguas negras. Con el fin de resolver esta situación, CAPA tiene un plan para construir una planta con capacidad de 360 litros/seg. (31,110m³/día). 	Se debe construir y operar una nueva planta de tratamiento con el fin de hacer frente a la demanda creciente.
132	<ul style="list-style-type: none"> • En la actualidad no existe un sistema de alcantarillado para el área rural, sin embargo, CAPA comienza a introducir el sistema de alcantarillado en las áreas rurales y comienza a trabajar con las instalaciones de un sistema de tratamiento de aguas negras a escala pequeña y colectiva y con un sistema de alcantarillado en Puerto Aventuras y Akumal en la Riviera Maya. • Los parámetros designados se basan en la literatura y no en la operación actual, por lo que resulta necesario obtener parámetros a través de las operaciones actuales y establecer un modo de operación. • El sistema de alcantarillado mencionado arriba tiene como meta a las comunidades que tienen cierta densidad poblacional. Se deben considerar alternativas para comunidades más pequeñas. 	Se debe establecer la tecnología apropiada en áreas rurales y semi-urbanas para reducir la carga contaminante de estas áreas.
133	<ul style="list-style-type: none"> • Los servicios de agua potable y alcantarillado en el Municipio de Solidaridad presentaron resultados financieros positivos en los últimos tres años. • La suficiencia financiera de los servicios de agua potable y alcantarillado en el Municipio de Solidaridad podría ser atribuida a la micro-medición relativamente alta, estimada en 56%, así como también a la presencia de 132 hoteles en el área. • La autosuficiencia financiera no debería conducir a la complacencia, ya que la situación puede cambiar rápidamente. La actual situación favorable sería el momento oportuno para establecer el mecanismo de monitoreo que permita mejorar el servicio en forma constante. • El Municipio de Solidaridad se beneficiará de los planes que tiene la oficina principal de CAPA en completar la instalación de medidores de micro-medición dentro de los próximos dos años. 	Se debe mantener la buena situación financiera con el mejoramiento en la aplicación de la tarifa de agua existente, expansión de la micro-medición, cuidado con las fugas de agua, y mejoramiento constante de la calidad de agua. Estos esfuerzos deberían ser monitoreados a través de indicadores de desempeño seleccionados.

5.2 Manejo de Residuos Sólidos

El siguiente cuadro presenta la evaluación y problemas importantes en el campo de manejo de residuos sólidos.

Cuadro 5-2: Evaluación y Problemas Importantes en el Manejo de Residuos Sólidos

No.	Evaluación	Problemas importantes
20	Nivel Estatal	
201	<ul style="list-style-type: none"> En el curso del desarrollo económico surgen nuevos requerimientos variados con respecto al manejo de residuos sólidos, tales como el servicio de recolección para una población creciente, relleno sanitario y reciclaje, pero es posible que los ayuntamientos no tengan la capacidad necesaria para hacer frente a esos requerimientos. Existe un marco de colaboración en que el gobierno estatal a través de SEDUMA apoya a los ayuntamientos, aunque no se puede decir que esté funcionando bien. Los nuevos requerimientos necesitan de grandes financiamientos. Los ayuntamientos pueden acceder a recursos solo a través del gobierno estatal. 	Se debería expandir el marco de colaboración estatal-municipal en cuanto al manejo de residuos sólidos con el fin de hacer frente a los nuevos requerimientos.
202	<ul style="list-style-type: none"> Los municipios tienen problemas en la disposición final. Para hacer frente a esta situación, SEDUMA realiza proyectos para la construcción de rellenos sanitarios en Chetumal, Felipe C Puerto y Tulum. El proyecto en Chetumal sería el más adecuado para el ayuntamiento. Sin embargo, los otros proyectos pueden ser difíciles de implementar. Felipe C Puerto ha expresado que no tendría la capacidad financiera para hacer frente a los altos costos operativos del relleno. Alrededor del sitio planeado en Tulum puede haber importantes acuíferos. Ningún proyecto toma en consideración el mejoramiento de la operación actual, la clausura y la remediación de los botaderos existentes o abandonados. Estos son aspectos importantes para implementar el método de relleno sanitario en el área de estudio, ya que es muy difícil dar un salto cualitativo sin pasos intermedio desde etapas inferiores hasta etapas superiores, tanto en los aspectos técnicos como en los financieros. 	<p>Se debe mejorar la disposición final en los municipios. Se deberá avanzar con los proyectos de SEDUMA referentes a la construcción de nuevos rellenos en Chetumal, Felipe C Puerto y Tulum. Sin embargo, puede existir la necesidad de tomar en consideración las condiciones de los municipios, especialmente Felipe C Puerto y Solidaridad.</p> <p>Se debe mejorar la forma actual de operar la disposición. Se debe planear e implementar la clausura y remediación de los botaderos existentes y abandonados.</p>
21	Othón P Blanco	
211	<ul style="list-style-type: none"> El trabajo de recolección de residuos sólidos es bien realizado. Sin embargo, existen algunas amenazas/riesgos que pueden acabar con la buena situación, tales como: el diseño de rutas desequilibradas que llevan a la operación excesiva de los vehículos de recolección y no permite el mantenimiento apropiado, y el tiempo excesivo que se requiere en la obtención de repuestos, lo cual obliga a los vehículos a permanecer ociosos significando pérdida financiera. El volumen de disposición final en Calderitas que ha sido registrado por la alcaldía es de 9,000 toneladas de residuos por mes (300 ton/día), mucho mayor que la cantidad estimada de disposición diaria de 120 ton/día. Conocer la cantidad correcta de disposición final es fundamental, no solamente para planear las operaciones sino también para controlar los costos operativos. Se debe registrar correctamente la cantidad de residuos sólidos. Los ingresos por derechos del servicio de residuos sólidos en el Municipio de Othón P Blanco cubrieron solamente el 8% de los costos del servicio en el 2002. Aun en el caso de que el servicio de residuos sólidos se mantenga dentro del servicio municipal, la justificación de presupuestos puede ser más convincente cuando se presenten cifras concretas de costos específicos. Esto requeriría de un cuidadoso registro de datos de todas las actividades del servicio que serían convertidas a cifras de costos. Estos datos registrados permitirán la preparación de diversos indicadores de desempeño, operativo-comercial-financiero, que 	Se debe fortalecer la capacidad gerencial del ayuntamiento con el registro cuidadoso de datos y la introducción de indicadores de desempeño, con el fin de proveer servicios de manejo de residuos sólidos que sean eficientes y eficaces.

No.	Evaluación	Problemas importantes
	podrían ser monitoreados constantemente como un medio de mejorar la eficiencia y la eficacia del servicio de residuos sólidos. El resultado final que se espera es el mejoramiento de las finanzas del servicio de residuos sólidos.	
222	<ul style="list-style-type: none"> El sitio de disposición de Calderitas presenta un severo riesgo sanitario y ambiental, proliferación de insectos y animales, incendio, lixiviados, etc. 	Se debe mejorar el sitio de disposición existente en Calderitas.
223	<ul style="list-style-type: none"> Existen botaderos a cielo abierto en pequeñas comunidades como Bacalar. Aunque el grado de impactos adversos, sanitarios y ambientales, no es aun significativo comparado con el botadero de Caleritas, puede llegar a ser considerable en el futuro cuando avance el desarrollo. 	En pequeñas comunidades, se debe establecer un manejo óptimo de residuos sólidos, incluyendo un sistema apropiado de disposición final.
224	<ul style="list-style-type: none"> El ayuntamiento demuestra interés en el compostaje. El reciclaje incluyendo el compostaje es una de las buenas maneras de alentar la conservación de recursos. Sin embargo, deben ser implementados sobre la base de la viabilidad financiera de su operación. 	La introducción del compostaje debe ser considerado principalmente desde el punto de vista de la viabilidad financiera.
225	Además de los problemas existentes en el manejo de residuos sólidos, en un futuro cercano surgirán nuevos problemas en Costa Maya en donde se espera un gran desarrollo turístico.	Se debe establecer en Costa Maya un sistema de manejo de residuos sólidos con la participación del sector turismo, con el fin de hacer frente a las demandas derivadas del desarrollo del sector mencionado.
226	<ul style="list-style-type: none"> En el Municipio de Othón P Blanco, la educación ambiental es dada de manera independiente por varias instituciones y una ONG como SEDUMA, CAPA, el Ayuntamiento de Othón P Blanco y ONGs. Sin embargo, son pocos los programas dirigidos específicamente al manejo de los residuos sólidos. La sociedad en conjunto apenas puede asir superficialmente la magnitud de problemas de saneamiento ambiental; como resultado, se observa poca participación de la población en el manejo de las aguas residuales y el modesto conocimiento del público en aspectos ambientales. 	Varias instituciones (SEMARNAT, SEDUMA, CAPA, Municipio, ONGs.) han unido esfuerzos para trabajar conjuntamente como un equipo y diseminar los conocimientos a través de prácticas concretas con la participación de la comunidad, comenzando con escolares y comunidades en general.
22	Felipe C Puerto	
221	<ul style="list-style-type: none"> El servicio de recolección de residuos sólidos se provee solamente en la ciudad de Felipe C Puerto. El 50% de la población se beneficia con el servicio. Es una cobertura bastante baja para una ciudad. La baja cobertura del servicio se refleja en los botaderos clandestinos que se encuentran en muchos lugares de la ciudad. El pobre estado de los vehículos dificulta la provisión de servicios apropiados de recolección de residuos sólidos. 	Se debe mejorar la cobertura del servicio en la ciudad de Felipe Carrillo Puerto.
222	<ul style="list-style-type: none"> Los registros municipales indican que se recolectan y se disponen 30 toneladas de residuos sólidos por día. Sin embargo, la cantidad estimada de residuos recolectados y dispuestos es de alrededor de 10 toneladas por día. Una equivocación de este tipo puede conducir a la preparación de planes incorrectos. Se debe registrar la cantidad correcta de residuos. El aspecto importante es el déficit financiero del servicio de manejo de residuos sólidos, que en Felipe Carrillo Puerto se presta libre de cargos. Hasta el presente, no se han establecido tarifas o derechos por el servicio de residuos sólidos. Aun en el caso de que el servicio de residuos sólidos se mantenga dentro del servicio municipal, la justificación de presupuestos puede ser más convincente cuando se presenten cifras concretas de costos específicos. Esto requeriría de un cuidadoso registro de datos de todas las actividades del servicio que serían convertidas a cifras de costos. Estos datos registrados permitirán la preparación de diversos indicadores de desempeño, 	Se debe fortalecer la capacidad gerencial del ayuntamiento con el registro cuidadoso de los datos y la introducción de indicadores de desempeño con el fin de proveer servicios de manejo de residuos sólidos que sean estables, eficientes y eficaces.

No.	Evaluación	Problemas importantes
	operativo-comercial-financiero, que podrían ser monitoreados constantemente como un medio de mejorar la eficiencia y la eficacia del servicio de residuos sólidos. El resultado final que se espera es el mejoramiento de las finanzas del servicio de residuos sólidos.	
223	<ul style="list-style-type: none"> El sitio actual de disposición final es un botadero a cielo abierto sin control. Causa problemas tales como incendios, olores, proliferación de insectos y animales, contaminación atmosférica, contaminación del acuífero, etc. 	El botadero actual debe ser mejorado inmediatamente tomando en consideración la baja capacidad del ayuntamiento.
224	<ul style="list-style-type: none"> Los residuos hospitalarios son recolectados en forma separada del servicio de recolección de residuos comunes, pero son dispuestos en forma conjunta. Con el fin de minimizar la propagación de enfermedades, los residuos hospitalarios deben ser cuidadosamente dispuestos en forma separada. 	Los residuos hospitalarios deben ser cuidadosamente dispuestos en forma separada.
225	<ul style="list-style-type: none"> Existen pocas actividades de educación ambiental sobre el manejo de residuos sólidos en Felipe Carrillo Puerto. En muchas áreas en la periferia de la ciudad de Felipe Carrillo Puerto se observan bolsas y botellas de plástico esparcidas en las calles y lugares abiertos. Esta situación se presenta como causa de la poca conciencia ciudadana sobre los problemas ambientales. 	Se debe mejorar la conciencia ciudadana sobre problemas ambientales.
23	Solidaridad	
231	<ul style="list-style-type: none"> En el municipio existen dos botaderos abandonados que se encuentran en terribles condiciones sanitarias y ambientales. 	Los dos botaderos abandonados deben ser clausurados inmediatamente en forma apropiada.
232	<ul style="list-style-type: none"> Se han realizado diversas actividades de reciclaje en el municipio. Este esfuerzo debe ser valorado. Sin embargo, se reporta que algunas de ellas fallaron por motivos financieros. 	Se debe tener en cuenta la viabilidad financiera en las actividades de reciclaje.
233	<ul style="list-style-type: none"> Se han establecido en Enero del 2003 las nuevas tarifas o derechos del servicio de residuos sólidos que parecen ser lo suficientemente amplias como para cubrir las necesidades de los diferentes tipos de usuarios del servicio. Los ingresos que no cubrieron los costos durante los primeros cinco meses abren la posibilidad de que se hayan presentado obstáculos imprevistos en la aplicación de las tarifas durante esta etapa inicial. Es posible que los usuarios del servicio no estén familiarizados con las nuevas tarifas, a pesar de haber sido publicada en el Periódico Oficial, y esta falta de familiaridad con las tarifas puede causar que los usuarios del servicio sean renuentes a pagar. 	Los ingresos deben ser mejorados facilitando la aplicación de los derechos del servicio establecidos en Enero del 2003.
234	<ul style="list-style-type: none"> El Ayuntamiento de Solidaridad ha realizado una serie de actividades que incluyen la educación ambiental, capacitación y eventos relacionados al manejo de los residuos sólidos con la participación de escuelas y una compañía privada. La mayoría de las actividades fueron realizadas en Playa del Carmen y en las áreas costeras de la Riviera Maya en donde no se observan mayores problemas de residuos sólidos. Sin embargo, en algunas localidades se observan basuras esparcidas principalmente en los espacios abiertos. Esta situación indica que a pesar de los esfuerzos desplegados por el Ayuntamiento, aún se requiere de la participación comunitaria. 	Se debe estimular la participación comunitaria respecto al MRS en ciudades pequeñas.

5.3 Manejo de Aguas Subterráneas

El siguiente cuadro presenta la evaluación y problemas importantes en el campo de manejo de aguas subterráneas.

Cuadro 5-3: Evaluación y Problemas Importantes en el Manejo de Aguas Subterráneas

No.	Evaluación	Problemas importantes
301	<ul style="list-style-type: none"> El inventario de los pozos en el Área de Estudio se guarda en la computadora de la CNA. Sin embargo, no se guardan con el inventario ni el diseño de los pozos ni los datos de registros geológicos durante la construcción. Estos datos son importantes como base para la construcción de las herramientas para el manejo de acuíferos, tales como el mapa hidrogeológico, corte transversal y el modelo computarizado de las aguas subterráneas. De particular importancia son aquellos correspondientes a los pozos de inyección. 	Se debe guardar y mantener el diseño del pozo, así como también los datos sobre registros geológicos tomados durante la construcción del pozo.
302	<ul style="list-style-type: none"> Aunque el inventario contiene el volumen de agua de concesión del pozo, no se registran los volúmenes reales de extracción y de inyección. Por lo menos una vez al año, los usuarios deben reportar el volumen real y la calidad del agua. 	Se debe mantener datos sobre el agua extraída e inyectada.
303	<ul style="list-style-type: none"> La CNA debe realizar una inspección regular sobre los volúmenes de extracción y de inyección de agua, y la calidad de esas aguas, en pozos seleccionados por lo menos una vez al año. Se han construido pozos de monitoreo de las aguas subterráneas recientemente en el área de Cancún-Tulum. Se examinan regularmente los niveles de agua y la calidad de agua en forma manual a intervalos de 6 meses. No es necesario que se instalen medidores automáticos del nivel y de la calidad de agua en todos los pozos, pero algunos pozos seleccionados deben ser monitoreados automáticamente. 	Se debe establecer un sistema de inspección y monitoreo de la calidad de agua de los pozos.
304	<ul style="list-style-type: none"> Muchos pozos de inyección ya han sido operados en el Área de Estudio. Sin embargo, no ha sido establecida la norma de inyección. 	Se debe establecer y hacer cumplir la norma de pozos de inyección.