

COMISIÓN MUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE REYNOSA, TAMPS. (COMAPA)

**COMISIÓN DE COOPERACIÓN
ECOLÓGICA FRONTERIZA**

SANEAMIENTO INTEGRAL DE REYNOSA, TAMPS.

**COMISIÓN DE COOPERACIÓN
ECOLÓGICA FRONTERIZA**

[Formato PDF](#)

Tipo de Proyecto:

*Agua Clausura Sector Público (**X**)*

*Aguas Residuales (**X**) Rehabilitación (**X**) Sector Privado*

*Residuos Sólidos Municipales Expansión (**X**) Sociedad Pública/Privada*

*Otro Nueva Planta (**X**)*

Promotor Principal:

Lic. Luis Gerardo Higareda Adam, *Gerente General.*

Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Reynosa, Tamps. (COMAPA)

Pánuco y J. Escandón, Col. Longoria

C.P. 88660, Cd. Reynosa, Tamps. México D.F.

Tel. (89) 24-33-16

Fax. (89) 23-34-63

RESUMEN EJECUTIVO

GENERALIDADES

El municipio de Reynosa, colinda al norte con los Estados Unidos de Norteamérica; al sur con el municipio de Méndez, al Este con el de Río Bravo, al Oeste con el de Díaz Ordaz y con el Estado de Nuevo León. Se localiza a los 26° 04' 24" de latitud norte y a los 98° 17' 12" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 38 m.

El sistema de alcantarillado de Reynosa fue diseñado de tipo separado, sin embargo como la ciudad carece de un sistema de alcantarillado pluvial, el sistema recibe grandes cantidades de agua de lluvia. Cuenta con colectores y subcolectores que requieren reparaciones o sustituciones por antigüedad, deterioro por corrosión y azolvamiento.

Alrededor de un 25 % de los predios que disponen de alcantarillado municipal, siguen utilizando como método de desalojo las fosas sépticas y los pozos negros, estructuras que es importante cancelar para mejorar la salud de la población.

Se cuenta con 13 estaciones de bombeo. En ocasiones, los colectores trabajan con carga cuando el equipo en los cárcamos es insuficiente, al reducir la velocidad de escurrimiento se sedimentan los residuos sólidos, provocando descomposición que libera olores desagradables y provoca corrosión en la tubería. Además, al entrar los colectores en carga derraman hacia la vía pública. Algunas estaciones de bombeo, como la 3 y 10, cuentan con líneas de excedencia que vierten aguas residuales crudas a los cuerpos receptores.

Reynosa cuenta para el tratamiento de las aguas residuales, con una planta a base de lagunas de oxidación, la capacidad actual de la planta es insuficiente. Considerando esta situación, el agua que actualmente se descarga hacia el Río Bravo, no cumple con los parámetros requeridos. En un futuro, el efluente de las plantas de tratamiento no se dispondrá hacia el Río Bravo como se realiza actualmente, sino que las aguas serán conducidas a través de los canales Anzaldúas y Rodhe hacia los distritos de riego.

Se requiere de la rehabilitación y ampliación del sistema de alcantarillado, mediante el cambio de tuberías dañadas en red primaria y secundaria, la implementación de un programa de mantenimiento, la ampliación de la red en colonias que no cuentan con el servicio mediante un sistema de alcantarillado por gravedad, la implementación de un programa de incorporación de predios que no están conectados a la red de alcantarillado.

En cuanto al bombeo de aguas residuales, es necesaria la rehabilitación y ampliación de la capacidad de las estaciones, tanto en el aspecto electromecánico como en la obra civil; así como de las líneas a presión que descargan en la actual y en las nuevas PTAR.

La actual PTAR está superada en su capacidad de diseño, por tal razón, se debe rehabilitar. Además, se requiere la construcción de dos nuevas plantas para satisfacer la demanda en el horizonte de planeación (al año 2016). El tratamiento propuesto es a base de lagunas anaeróbicas seguidas de facultativas, similares en diseño a la PTAR No. 2.

Los trabajos de rehabilitación y ampliación del drenaje municipal y de las plantas de tratamiento, pueden llevarse a cabo en un lapso de 20 años. El Programa de Mejoras de Infraestructura está dividido en cuatro fases:

Fase I 1998-2001	Fase II 2002-2006	Fase III 2007-2011	Fase IV 2012-2016
------------------	-------------------	--------------------	-------------------

PROGRAMA DE TAREAS DEL PROYECTO

Tarea	Descripción	Fase	Costo * (incluye iva)
Rehabilitación de la Actual PTAR No.1	Laguna anaerobias seguidas de lagunas facultativas modificadas a flujo pistón.	I	28'375,305.18
Construcción de la Nueva PTAR No.2 ("Ampliación")	Laguna anaerobia seguida de facultativa.	I	58'503,221.63
Construcción de la Nueva PTAR No.3 (Nueva)	Se diseña conceptualmente y su ubicación se ha fijado cercana al puente Reynosa-Pharr.	I	64'743,565.14
Construcción-Rehabilitación de Estaciones de Bombeo	Necesitan ser dimensionadas para bombear el gasto máximo horario en época de lluvias, con equipos de emergencia y automatizadas.	I - II	140'036,325.00
Rehabilitación y Construcción de la Red de Primaria de Alcantarillado	Rehabilitación del sistema en PVC y concreto reforzado de colectores de 25 cm de diámetro o más, para una vida útil de 50 años.	I - II - III - IV	132'941,943.74
Rehabilitación de la Red Secundaria de Alcantarillado en 13 colonias.	Rehabilitación en PVC, φ = 20 cm con juntas herméticas, pozos de visita e instalación de descargas domiciliarias.	I	56'549,438.15
Rehabilitación de la Red de Alcantarillado en la Colonia Petrolera.	Rehabilitación en PVC, φ = 15 a 45 cm con juntas herméticas, pozos de visita e instalación de descargas domiciliarias.	I	19'813,796.90
Ampliación de la Red de Alcantarillado, en 16 colonias.	Construcción en PVC y concreto reforzado, φ = 20 a 91 cm con juntas herméticas, pozos de visita e instalación de descargas domiciliarias.	I	63'969,187.31
Regularización de descargas de predios no conectados a la red de alcantarillado.	El total de descargas por integrarse es de 17,493 descargas, en 37 colonias de Reynosa, Tamps. y clausura de letrinas.	I	13'656,009.38

Programa a Largo Plazo para la Rehabilitación de la Red Primaria de Alcantarillado.	Rehabilitación de aprox. 55 km en PVC y concreto reforzado, apoyados en un plan de inspección de los colectores y priorización de acciones al año 2,016.	I - II - III - IV	109'444,500.00
Costo total de la obra en pesos :		688'033,292.43	

Las nuevas plantas de tratamiento se ubicaron con base en las necesidades de la red de alcantarillado y la disponibilidad de espacio. Un primer criterio de selección es que las plantas se localicen próximas a esas estructuras. Un segundo criterio se relaciona con la disponibilidad de área para su construcción, las cuales por sus necesidades de diseño y conveniencias operativas-económicas requieren de grandes extensiones de terreno. Por tal razón, la PTAR No. 1 construida en 1970, se ubicó en el lugar donde actualmente se encuentra y no se cambiará de lugar. Otra ventaja del sitio, es que no presenta problemas para descargar el agua tratada hacia el canal Anzaldúas y de ésta forma evitar efectos adversos transfronterizos, al descargar el agua tratada hacia el Río Bravo. Asimismo, la ubicación y el diseño de esta planta garantiza que aún en caso de una inundación, no se verá afectada en su funcionamiento.

En el caso de la PTAR No. 2, el sistema de drenaje está distribuido para conducir las aguas residuales hacia el lugar seleccionado, ya que por esa zona se encuentran los terrenos disponibles para la construcción. Se analizaron diferentes opciones de localización, cumpliendo el anterior con las condicionantes fijadas: extensión, ubicación fuera de la mancha urbana, crecimientos futuros de la población, tendencias de crecimiento urbano, etc. Analizando las condicionantes mencionadas, el lugar adecuado para la PTAR No. 3 corresponde al extremo este de la ciudad, cerca del puente Reynosa/Pharr; fuera de la zona de inundación protegida por los diques.

La ubicación de las PTAR No. 2 y No. 3 se definió en base al Plan Subregional de Ordenamiento Territorial de Reynosa-Río Bravo, Tamps., realizado en octubre de 1991. La ubicación de las plantas presenta ventajas al descargar el agua tratada hacia los drenes Anzaldúas y Rodhe, ya que se evitarán efectos adversos transfronterizos, además de aprovechar la cercanía con los drenes mencionados.

El sistema seleccionado para tratar las aguas residuales de Reynosa es de tipo biológico o secundario, por su bajo requerimiento de mano de obra especializada para la operación y mantenimiento de las instalaciones y por su economía, ya que no se requiere de equipamiento electromecánico, a excepción del equipo de bombeo de aguas crudas.

Se desarrolló un modelo hidráulico computarizado para revisar el funcionamiento de las instalaciones del drenaje en Reynosa. Se utilizó este modelo para evaluar la capacidad del sistema existente y para determinar las instalaciones requeridas para los gastos proyectados. El modelo se enfocó en el sistema primario, éste incorporó datos de la red, pozos de visita y los levantamientos del Sistema de Posicionamiento Global (GPS), proyecciones de uso del suelo, evaluaciones de estaciones de bombeo, tuberías de descarga de las estaciones de bombeo y resultados de monitoreo de gastos.

Al igual que para la red primaria, los sitios para la rehabilitación y ampliación de la red no pueden ser definidos, ya que para proporcionar el servicio de recolección de aguas residuales, las necesidades de proyecto señalan que las redes se deben trazar a lo largo de las calles que conforman la traza urbana de la ciudad, para que sea factible la conexión de los diferentes usuarios domésticos, comercios, servicios e industrias.

Después de un amplio análisis se concluyó que el material adecuado para la rehabilitación y ampliación de la red secundaria, es el Cloruro de Polivinilo (PVC), por sus características y disponibilidad en Reynosa. Se asume que en un futuro, la red de alcantarillado debe ser construida con mayor restricción, para minimizar el flujo hacia dentro de los colectores.

Las consecuencias inmediatas al no implementar medidas para la rehabilitación de los sistemas actuales, se reflejan en el mal estado e insuficiencia de los sistemas de bombeo, red de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales. Esta situación impacta directamente en la salud humana y el entorno de la población. Las descargas tienden a fugarse hacia el terreno natural contaminando el subsuelo; el agua no tendrá la calidad para riego, lo que provocará enfermedades entre los agricultores y los consumidores de los productos.

En conclusión, la no implementación del proyecto generaría importantes afectaciones a la salud humana y al medio ambiente, sobre todo problemas transfronterizos al descargar aguas crudas al Río Bravo.

SALUD HUMANA Y MEDIO AMBIENTE.

Es innegable la relación que existe entre el medio ambiente y el proceso salud-enfermedad de una comunidad. En estudios y experiencia de países en los que se han alcanzado altas coberturas de servicios básicos como son: agua potable, drenaje sanitario, tratamiento y disposición de las aguas residuales tratadas y manejo adecuado de basura, entre otros, se ha observado una gran disminución en la prevalencia de enfermedades infectocontagiosas, especialmente las gastrointestinales. Por el contrario se puede demostrar que en países y centros urbanos como el de Ciudad Reynosa, con dificultades para proporcionar en forma adecuada estos servicios, se detectan altas tasas de los padecimientos mencionados.

El proyecto de Saneamiento Integral de la Ciudad de Reynosa, Tamps., solucionará notablemente los problemas de saneamiento al proporcionar tratamiento al 100% de las aguas residuales generadas y llegar a niveles altos de cobertura de drenaje y agua potable. Por otro lado, la calidad del agua tratada cumplirá con lo que marca la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-96, para riego agrícola.

En el municipio de Reynosa, las enfermedades gastrointestinales y parasitarias ocupan el tercer lugar dentro de la morbilidad general y son causa frecuente de muerte en los menores de cinco años. El primer lugar de morbilidad lo ocupan las infecciones respiratorias agudas provocadas por cambios bruscos de temperatura y producción de polvos. La relación entre las tasas de infecciones intestinales a respiratorias es de aproximadamente de 1 a 5.

Se ha cumplido también con la evaluación ambiental del Proyecto Integral de Saneamiento de la Ciudad de Reynosa, Tamps., ante las autoridades correspondientes en materia de Recursos Naturales y se cuenta con la autorización de Impacto Ambiental, así como del dictamen de no afectación de los Recursos Culturales e Históricos.

Por otro lado el Proyecto de Saneamiento Integral de la Ciudad de Reynosa, Tamps., generará impactos adversos durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la red de drenaje y las plantas de tratamiento de aguas residuales, sin embargo son impactos en la mayoría de los casos mitigables y para los cuales se tienen contempladas las medidas de prevención y control correspondientes.

Los impactos ambientales transfronterizos serán benéficos, ya que estas obras evitarán las posibles fuentes de contaminación, tanto del suelo como del agua superficial y subterránea.

FACTIBILIDAD TÉCNICA

Para asegurarse que el diseño, la construcción y operación de las modificaciones al sistema serán para durar la vida útil teórica; se desarrollaron criterios específicos de diseño. De esta forma, se asegura el servicio de alcantarillado con una vida útil mayor de 50 años para los distintos componentes estructurales (tuberías, pozos de visita, cárcamos, etc.) y mayor de 20 años para los equipos mecánicos.

El gasto estimado actual de aguas residuales excede la capacidad nominal de la Planta existente de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). Apoyados en las proyecciones del gasto, la PTAR No. 2 es ya necesaria y la PTAR No. 3 se requerirá en cinco años.

Con motivo de la elaboración del Proyecto Ejecutivo de Rehabilitación y Ampliación de la Planta de Tratamiento, se obtuvieron análisis de las aguas residuales a la entrada y salida de la planta de tratamiento. Con los trabajos de caracterización y aforo y las pruebas para determinar constantes de diseño, se propusieron arreglos en la PTAR No. 1. De las alternativas analizadas, se concluyó que la mejor opción para llevar a cabo la rehabilitación del sistema existente es la que corresponde a lagunas anaerobias ampliadas seguida de lagunas facultativas modificadas a flujo pistón. Esta alternativa se llevó a nivel de Proyecto Ejecutivo.

Se establecieron diferentes alternativas para la ampliación de la capacidad instalada de tratamiento (PTAR No. 2), apoyados en la información recopilada en campo, la proyección de población, servicios de agua potable y alcantarillado, planes de crecimiento de la mancha urbana, tenencia del suelo en sitios factibles y la topografía de la zona. Se determinó que la mejor opción para el Proyecto Ejecutivo de la PTAR No. 2, es la alternativa de lagunas anaerobias seguida de lagunas facultativas.

Para el año 2,001, se tendrá la necesidad de contar con una tercera planta de tratamiento de aguas residuales para tratar parte de los 2,350 lps del caudal promedio de aguas residuales que se generarán hacia el año 2,016. La PTAR No. 3 se diseña conceptualmente y su ubicación se ha fijado al este del Puente Reynosa-Pharr; con un caudal a tratar de 850 lps. Se ha determinado que el proceso de tratamiento sea similar al de los otros dos sistemas lagunares, por lo que se requerirá de aproximadamente 80 ha para su construcción.

Con fundamento en la Ley de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente del Estado de Tamaulipas; la Dirección de Ecología de Gobierno del Estado, la Dirección de Ecología Municipal y la COMAPA de Cd. Reynosa, desarrollan un Programa de Reducción y Pretratamiento de Aguas Residuales. El programa consiste básicamente en el desarrollo de un registro de descargas, seguimiento en cuanto a calidad y cantidad de los vertidos, el control mediante la vigilancia en la implementación de mecanismos de pretratamiento y finalmente en la imposición de sanciones o estímulos al cumplimiento o incumplimiento de los requerimientos.

La red primaria de alcantarillado tiene una longitud de aproximadamente 103 km, comprende diámetros mayores o iguales a 25 cm. Los sitios donde se requieren las obras, se definieron a partir de la evaluación del sistema de drenaje, que incluye: revisión de planos e información del sistema de aguas residuales, levantamiento en campo mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de los pozos de visita de la red primaria y un levantamiento convencional de los demás elementos del sistema, entrevistas y visitas de campo con personal de la COMAPA, inspección y evaluación de pozos de visita y estaciones de bombeo, monitoreo de lluvia y de flujo en los ductos, inspección del sistema mediante Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), una Técnica de Inspección Sonar de Circuito Cerrado (TISCIT), muestreo de corrosión y sulfuro de hidrógeno y la simulación de la red mediante un modelo hidráulico.

Después de un análisis técnico y financiero, se llegó a la conclusión que los materiales adecuados para la construcción y rehabilitación del sistema deben ser PVC y concreto reforzado. Los materiales para la fabricación de las tuberías deben cumplir con los estándares de la CNA.

El principal agente causante de la corrosión en el sistema alcantarillado es el ácido sulfúrico. Con la rehabilitación del sistema de drenaje se logrará la reducción de la generación de ácido sulfúrico, al evitar el estancamiento y la turbulencia del agua. Aún así, existen zonas identificadas donde se presenta irremediamente, en éstas áreas se debe emplear un recubrimiento protector. Además, donde existe el potencial de corrosión, es necesario aumentar el espesor de concreto de la tubería entre el acero y el interior del tubo, para alargar su vida útil. Toda la tubería de concreto sin capa epóxica, deberá ser de pared gruesa para proporcionar el concreto "de sacrificio" necesario.

Para asegurarse que los requerimientos mínimos son cumplidos, es necesario que se realicen planos de detalle y especificaciones para cada uno de los proyectos (tanto de construcción como de rehabilitación).

Existen alrededor de 1,400 pozos de visita en la red de alcantarillado de Reynosa. Los pozos de visita están generalmente contruidos de ladrillos (98 % del total) o de concreto. Los pozos de visita se construirán con concreto prefabricado o ladrillos, y se les proporcionará un recubrimiento epóxico, en caso de que se les sujete a turbulencia y a su vez a corrosión. Los pozos de visita deberán ser sustituidos en los tramos donde se rehabilite la tubería original. Para incrementar la ventilación del sistema y evitar la corrosión se recomienda que las tapas de los pozos sean ventiladas, excepto en áreas densamente pobladas o cerca de áreas ambientales o en áreas susceptibles a inundaciones.

Con base en la proyección de la vida útil de la tubería existente, se estima que el sistema completo necesitará mejorarse estructuralmente para el año 2,016. Excluyendo las nuevas tuberías propuestas para mejorar la capacidad hidráulica o para evitar fallas estructurales a corto plazo; más de 55 km de red primaria por gravedad necesitarán mejoras de rehabilitación para extender la vida útil del sistema.

La red de atarjeas es la captación de las descargas domiciliarias, comerciales e industriales. Esta red tiene una longitud superior a los 680 km. Se identifican aproximadamente 147 km que requieren rehabilitación debido a la edad de la infraestructura y corrosión, distribuidos principalmente en 14 colonias.

Por otra parte, la red de alcantarillado requiere ampliarse en 16 colonias.

Asimismo, 37 colonias requieren regularizar las descargas de los predios que aún no se conectan a la red de alcantarillado sanitario.

Las estaciones de bombeo son el componente esencial de la red de drenaje, por lo que sus fallas y problemas se reflejan en el resto del sistema. La antigüedad de las estaciones de bombeo va desde uno hasta treinta años. Se desarrollaron recomendaciones generales basadas en el análisis de las estaciones de bombeo para la corrección inmediata de los problemas estructurales, eléctricos e hidráulicos más críticos.

La COMAPA es responsable de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable y alcantarillado de Reynosa. Debido a la alta tasa de crecimiento poblacional, el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura no ha podido satisfacer en su totalidad las necesidades.

Se desarrollaron los siguientes planes de mantenimiento, los cuales se deben desarrollar ampliamente e integrar manuales de operación incluidos dentro de los proyectos ejecutivos.

- 1. Plan de Inicio de Operaciones.*
- 2. Plan de Contingencia.*
- 3. Plan de Seguridad.*
- 4. Plan para Asegurar la Calidad.*
- 5. Plan para Prevenir la Contaminación.*

Se han tomado en cuenta los siguientes planes con relación al uso del suelo, para la elaboración de los proyectos existentes:

- Plan de Desarrollo Urbano en el Municipio.*
- Plan Director de Desarrollo Urbano del Estado.*
- Plan de Ordenamiento Ecológico Estatal.*

Se requiere que el desarrollo del sistema de aguas residuales, utilice las normas de diseño y los reglamentos aplicables por las dependencias gubernamentales. Para el Proyecto Integral de Saneamiento, se cumple con los siguientes criterios de evaluación y diseño:

- 1. "Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario" CNA, México 1994.*
- 2. "Especificaciones Generales para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado" CNA, México 1993.*
- 3. "Manual de Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado" SEDUE, México 1986.*
- 4. "Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado Sanitario en Localidades Urbanas de la República Mexicana", SAHOP, México 1979.*
- 5. "Guía General para la Elaboración de Proyectos de Ingeniería de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado", SAHOP, México 1979.*
- 6. "Manual de Diseño para Lagunas de Estabilización" CNA, México 1994.*

Con relación a las Estaciones de Bombeo, las recomendaciones están encaminadas hacia el equipo de bombeo y el sistema eléctrico dentro de la norma NOM-001-SEMP-1994. Las principales especificaciones empleadas son:

- 1. "Selección de Equipo Eléctrico" CNA, México 1994.*
- 2. "Diseño de Instalaciones Mecánicas y Selección de Equipo Mecánico" CNA, México 1994.*

La norma NOM-001-SEMP-1994 es expedida por la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP), establece las especificaciones técnicas que deben cubrir las instalaciones de suministro y uso de energía eléctrica.

De esta forma, se vigilará que las obras se realicen con apego a lo autorizado para dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas. Es importante la participación de la COMAPA durante el proceso de fabricación y prueba para garantizar el cumplimiento de las normas mencionadas.

FACTIBILIDAD FINANCIERA Y ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

El análisis de este proyecto buscó determinar su impacto financiero en la COMAPA, además de que el proyecto por sí mismo debía ser capaz de generar los flujos de efectivo adecuados y presentar rentabilidad. Con base en las proyecciones de población, las coberturas planeadas y las dotaciones estimadas, se prepararon las proyecciones de la demanda de agua potable para Reynosa, la cual se incrementa de 1,016 lps en 1996 a 2,369 en el año 2016. Se prepararon tres escenarios alternativos, los cuales varían de acuerdo al monto de recursos subsidiados y de crédito que el proyecto puede recibir. Del análisis de los estados financieros proforma para cada uno de estos escenarios, se determinó que el proyecto es factible financieramente, si se mantiene un estricto orden de prioridades en el programa de inversión. Dicho programa asciende a un monto total de \$660 millones de pesos, que representa casi la totalidad de la inversión que desarrollará la Ciudad de Reynosa en el periodo 1998-2001.

A partir de los tres escenarios considerados, se obtuvieron una serie de modelos financieros, con los cuales fue posible obtener diferentes estructuras tarifarias que dieran soporte a la viabilidad financiera. De acuerdo con esto, aumentos reales anuales de un rango entre 10 y 15% en las tarifas de agua potable y alcantarillado, permiten cubrir los costos futuros de operación y mantenimiento, el flujo de efectivo suficiente para amortizar la deuda y los gastos de reposición de infraestructura física, aunque cabe señalarse que los incrementos tarifarios que la COMAPA adopte deberán corresponder a la estructura financiera final de subsidios, créditos y recursos propios que se adopte para el proyecto.

Se considera conveniente que la COMAPA desarrolle las siguientes acciones que le permitan consolidar al organismo y asegurar la viabilidad financiera del proyecto: a) Establecer un programa de fortalecimiento institucional que comprenda la disminución de pérdidas físicas de agua así como el reforzamiento de su área comercial para recuperar rezagos y mejorar su eficiencia en la cobranza; b) Desarrollar un programa periódico de depuración y actualización del padrón de usuarios.

PARTICIPACIÓN COMUNITARIA.

Se integró el comité ciudadano, el 25 de agosto de 1997. En este acto, estuvieron representados COCEF, CILA y el gobierno municipal.

Desde su inicio se ha sesionado en 10 ocasiones, 9 de ellas reuniones ordinarias y una en forma extraordinaria. Este comité es el responsable de dirigir el proceso de consulta pública, el cual ha aprobado en sus diversas sesiones puntos diversos como lo son: el programa integral de participación comunitaria, el programa para difusión y los medios a utilizarse, el reglamento interno; el designar de forma libre y abierta a su Presidente, Vicepresidente y Secretario, el aprobar, participar y conducir todas las reuniones sectoriales y las dos reuniones públicas, así como el aprobar el video promocional y la folletería de todo evento y difusión del proyecto. Se cumplió durante el proceso con el objetivo de informar a la comunidad sobre las obras; se garantizó el acceso de la comunidad a la información y de acuerdo con las encuestas realizadas se demostró que la comunidad aprueba en su mayoría el proyecto presentado.

Se realizaron 46 reuniones sectoriales apoyadas en el Programa Integral de Participación Ciudadana, incluyendo las reuniones del Comité Ciudadano, abarcando prácticamente a todos los sectores sociales de la ciudad. Dentro de estas reuniones, dos de ellas se llevaron acabo con distintos medios de prensa, de las cuales una tuvo lugar en la ciudad de Mc Allen, siendo notoria la información proporcionada al comercio organizado de esta ciudad, a los integrantes del Comité Internacional de Ecología, al Comité de Desarrollo Ecológico de Mc Allen, así, como a los medios de información. La experiencia recabada, indica una aceptación del proyecto y una participación entusiasta de los miembros del Comité Ciudadano.

Se implementó un camión especial que llevaba integrado televisiones y video para llevar la información del Proyecto Integral de Saneamiento a colonias populares. En las universidades de mayor importancia, se realizaron 26 presentaciones del video explicativo del Proyecto, se repartieron folletos y encuestas para información del alumnado y su opinión al respecto.

Se utilizó el medio de la Televisión, donde se transmitieron 28 spots de 60 segundos en horario de mayor audiencia (AAA), así como tres entrevistas en programas informativos. Sobre todo se enfatizó en que los ciudadanos expresaran su opinión en el Centro de Información del Proyecto Integral de Saneamiento, teniendo una respuesta importante por parte de la ciudadanía.

En radio se transmitieron 324 spots de 60 segundos informando del Proyecto y de igual forma invitando a la ciudadanía para que se comunicara al Centro de Información. Se realizaron 8 entrevistas en vivo y se dio una buena cobertura de las actividades del Comité Ciudadano

Se distribuyeron 20,000 folletos por medio de los recibos a usuarios de servicio por COMAPA, se imprimieron 10,000 folletos promocionales tamaño doble carta por ambos lados, mil posters tamaño 4 cartas y 5,000 encuestas tamaño carta. Por medio de la Prensa se publicaron 8 planas completas de periódico, cubriendo las principales actividades del Comité Ciudadano.

Se estableció un centro de información telefónica, el cual recibió cerca de 200 llamadas solicitando información sobre el Proyecto Integral de Saneamiento.

Se realizaron las Reuniones Públicas de Consulta considerando los temas referentes a:

- Presentación Técnica del Proyecto Integral de Saneamiento, el día sábado 4 de Octubre.*
- Presentación Financiera del Proyecto Integral de Saneamiento, el día viernes 17 de Octubre.*

Al llevarse acabo las reuniones públicas se distribuyó un tipo de encuesta formulando sólo una pregunta ¿Apoyaría el Proyecto Integral de Saneamiento?, a la que la respuesta positiva recibida fue abrumadora en las dos reuniones realizadas.

Por medio de todas las opiniones recabadas a través de encuestas, reuniones públicas, sectoriales, medios de comunicación, el resultado final de todo este proceso lo podemos concretar diciendo que existe una aprobación ciudadana del Proyecto, no obstante, son demandados trabajos de calidad, lográndolo con vigilancia organizada por la ciudadanía.

DESARROLLO SUSTENTABLE.

El Proyecto Integral de Saneamiento, cumple cabalmente con el precepto de un desarrollo económico y social basado en la conservación y la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, considerando las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus necesidades.

Puede asegurarse que la construcción y puesta en marcha del sistema de saneamiento, propiciará la disminución de enfermedades que tienen una relación directa con el uso y consumo de agua, la recolección y conducción de aguas residuales y el tratamiento y reúso de aguas residuales tratadas. El proyecto asegura el saneamiento de las aguas utilizadas por la población actual y la que se espera hacia el año 2016.

Al considerar el manejo integral de las aguas de primer uso y de las residuales tratadas, se atiende el principio de protección ambiental, como una parte integral del proceso de desarrollo, asegurando el mejoramiento de los cuerpos de agua existentes en el Municipio y de los que forman la frontera con los Estados Unidos de América.

En la planeación de la infraestructura de los sistemas de alcantarillado, tratamiento y reúso, han participado distintas instituciones involucradas en el mejoramiento ambiental, social y económico; así mismo, se ha tenido en cuenta su experiencia, para alcanzar una planeación equilibrada y un mejor aprovechamiento de los recursos.

La COMAPA realiza actualmente mediante el Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua (IMTA) y con el apoyo del Banco de Desarrollo de América del Norte (BANDAN), el "Proyecto de Localización y Recuperación de Pérdidas en el Sector Granjas, del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Reynosa". El análisis de beneficios de este programa debe contemplarse en dos contextos, los beneficios económicos y los no económicos. De hecho este último se enmarca en el ámbito de la conservación del recurso y el desarrollo sustentable. De tal forma, se encuentra programado en el corto plazo, el desarrollo del proyectos para las demás zonas de la ciudad, lo cual fortalecerá al Organismo Operador.

El Plan Subregional de Ordenamiento Territorial de Reynosa-Río Bravo, Tamps., se enmarca dentro del Plan Estatal de Desarrollo Urbano, del Sistema Nacional de Planeación y tiene como objetivos principales: racionalizar en el territorio Municipal la distribución de la población y las actividades económicas localizadas en las zonas de mayor potencial de la entidad, promover el desarrollo urbano integral equilibrado de los centros de población, mejorar y preservar el medio ambiente que conforma los asentamientos humanos, propiciar las condiciones favorables para que la población pueda resolver sus necesidades de suelo urbano, vivienda, servicios públicos, infraestructura y equipamiento urbano.

La COMAPA, implantará una estrategia para regularizar las descargas domésticas de los predios que aún no están conectados a la red de alcantarillado, así como de los que se encuentran en las áreas donde se ampliará el servicio.

1. GENERALIDADES

a. Tipo de Proyecto

El proyecto se enmarca dentro del aspecto de Tratamiento de Aguas Residuales: *considera la Rehabilitación de la Actual Planta de Tratamiento de Aguas Residuales y la Construcción de Nuevas Plantas de Tratamiento (2), la Rehabilitación de Plantas de Bombeo de Aguas Residuales y la Rehabilitación y Ampliación de la Red de Alcantarillado Sanitario.*

b. Ubicación del Proyecto

El municipio de Reynosa, *colinda al norte con los Estados Unidos de Norteamérica; al sur con el municipio de Méndez, al Este con el Municipio de Río Bravo, al Oeste con el Municipio de Díaz Ordaz y con el Estado de Nuevo León. La ubicación del municipio se puede observar dentro del plano regional.*

El proyecto se ubica dentro de la franja de 100 km; al sur de la frontera entre México y Estados Unidos, en la ciudad de Reynosa, Tamaulipas. Se localiza a los 26° 04' 24" de latitud norte y a los 98° 17' 12" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 38 m. La zona de planeación de Reynosa comprende un área aproximada de 24 por 15 km, que se extiende desde la autopista a Monterrey en el borde oeste, hasta el Puente Internacional Pharr en el borde este de la ciudad (junto al aeropuerto), al norte por el Río Bravo y se extiende 15 km al sur paralelo al canal Anzaldúas. La zona de planeación se puede observar detalladamente en el plano de sitio.

Las obras de Rehabilitación de Plantas de Bombeo de Aguas Residuales y la Rehabilitación y Expansión de la Red de Alcantarillado Sanitario, se ubican dentro de la mancha urbana de Reynosa.

Para los trabajos de rehabilitación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR No. 1), el área de planeación está ubicada al oriente de la Ciudad de Reynosa sobre la carretera Reynosa-Río Bravo en el km 3.5 y está delimitada al norte por la margen del Río Bravo aproximadamente a 10 km del Puente Internacional, al sur delimitado por las vías del Ferrocarril a Matamoros y el Canal Anzaldúas, al poniente por las colonias Industrial, Paraíso, Delicias y Ampliación Delicias.

El predio que se considera ocupar para la ampliación de la planta de tratamiento actual (PTAR No. 2), se encuentra a 15 km de Reynosa en el cruce del libramiento Monterrey-Río Bravo y Canal Rodhe, abarcando un área total de 73.87 ha. Su ubicación es al sureste de la ciudad en la margen del canal Rodhe, muy cercano al Cereso Dos.

Los terrenos para la nueva planta de tratamiento (PTAR No. 3) se localizan en el extremo este de la ciudad, cerca del puente Reynosa/Pharr.

c. Descripción del Proyecto y Tareas

Descripción del proyecto.

Aspectos de salud humana y medio ambiente.

El sistema de alcantarillado de Cd. Reynosa fue diseñado de tipo separado, sin embargo como la ciudad carece de un sistema de alcantarillado pluvial, el sistema recibe grandes cantidades de agua de lluvia. Cuenta con colectores y subcolectores que requieren reparaciones o sustituciones por antigüedad, deterioro por corrosión y azolvamiento. Se identifican tramos de la red primaria de distribución en que las condiciones hidráulicas han rebasado sus características de diseño, como es el caso de líneas cercanas a las plantas de bombeo. Las condiciones actuales provocan que el agua residual conducida por la tubería comience a fugarse hacia el terreno natural, provocando a largo plazo la contaminación del subsuelo. A corto y mediano plazo se produce la pérdida de capacidad de carga del terreno por el arrastre y deslave del material natural, por tal razón, las tuberías se colapsan al paso de una carga pesada.

Alrededor de un 25 % de los predios que en la calle disponen del servicio de alcantarillado municipal, siguen utilizando como método de desalojo de sus aguas negras, las fosas sépticas y los pozos negros, estructuras que es importante cancelar para evitar la contaminación del subsuelo y mejoras en la salud de la población.

Actualmente, se cuenta con trece estaciones de bombeo, dos de éstas operan intermitentemente con equipos móviles, debido a que se encuentran en condiciones de equipamiento y se está construyendo la estación de bombeo Roma. En ocasiones, los colectores trabajan con carga hidráulica cuando el equipo en los cárcamos es insuficiente, así al reducir la velocidad de escurrimiento, se sedimentan tanto los residuos sólidos inorgánicos como los orgánicos, provocando descomposición anaerobia que libera olores desagradables y provoca corrosión en la tubería. Además en algunos casos, al entrar los colectores en carga hidráulica, derraman hacia la vía pública. Algunas estaciones de bombeo como la No. 3 y No. 10, cuentan con líneas de excedencia que vierten aguas residuales crudas a los cuerpos receptores. La zona que será servida por la estación de bombeo Roma, actualmente descarga al dren El Anheló y a la Laguna La Escondida.

Cd. Reynosa cuenta para el tratamiento de las aguas residuales, con una planta a base de lagunas de oxidación. De acuerdo con la población determinada, los consumos por tipo de usuario y las zonas actuales de distribución, la capacidad actual de la planta es insuficiente. Considerando esta situación, el agua que actualmente se descarga hacia el Río Bravo, no cumple con las características requeridas.

Es importante mencionar que en un futuro, el efluente de las plantas de tratamiento no se dispondrá hacia el Río Bravo como se realiza actualmente, sino que las aguas serán conducidas a través de los canales Anzaldúas y Rodhe hacia los distritos de riego.

Tecnología propuesta y alcance del proyecto.

Por las razones mencionadas, se requiere de la rehabilitación y ampliación del sistema de alcantarillado, mediante el cambio de tuberías dañadas en red primaria y secundaria, la implementación de un programa de mantenimiento basado en desazolve y construcción de estructuras especiales (para evitar la entrada de arena al sistema), la ampliación de la red secundaria en colonias que no cuentan con el servicio, empleando un sistema de alcantarillado convencional por gravedad.

La implementación de un programa de incorporación de predios que no están conectados a la red de alcantarillado, por tal razón se realizará un manual con las especificaciones, para cumplir con los estándares nacionales.

En cuanto al sistema de bombeo de aguas residuales, es necesaria la rehabilitación y ampliación de la capacidad de las plantas, tanto en el aspecto electromecánico como en la obra civil; así como la rehabilitación, sustitución o ampliación de las líneas a presión que descargan en la actual planta de tratamiento y en un futuro hacia las nuevas plantas.

Las necesidades descritas, se exponen a partir de los estudios realizados por la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA/IBWC) a través de la empresa norteamericana Montgomery-Watson para Ciudad Reynosa, en el año de 1997.

La actual planta de tratamiento está superada en su capacidad de diseño, por esta razón, requiere ser rehabilitada. Además, se requiere para satisfacer la demanda en el horizonte de planeación (al año de 2016) mediante la construcción de dos nuevas plantas. El tratamiento propuesto es a base de lagunas anaeróbicas seguidas de facultativas, similares en diseño a la planta de tratamiento No. 2.

Programa de las Tareas del Proyecto.

El Programa de Mejoras de Infraestructura presenta los proyectos necesarios para proporcionar integridad estructural y capacidad adecuada al sistema de drenaje existente, así como para satisfacer el crecimiento esperado dentro de la ciudad.

En función de los recursos económicos disponibles, los trabajos de rehabilitación y ampliación del drenaje municipal y de las plantas de tratamiento, pueden llevarse a cabo en un lapso de 20 años.

El Programa de Mejoras de Infraestructura está dividido en cuatro fases con base en el año previsto para la construcción del proyecto:

- Fase I 1998 a 2001
- Fase II 2002 a 2006
- Fase III 2007 a 2011
- Fase IV 2012 a 2016

PROGRAMA DE TAREAS DEL PROYECTO

Tarea	Descripción	Fase	Costo * (incluye iva)	Estado Actual
Rehabilitación de la Actual PTAR No.1	Laguna anaerobias seguidas de lagunas facultativas modificadas a flujo pistón.	I	28'375,305.18	(1)
Construcción de la Nueva PTAR No.2	Laguna anaerobia seguida de facultativa.	I	58'503,221.63	(1)

("Ampliación")				
Construcción de la Nueva PTAR No.3 (Nueva)	Se diseña conceptualmente y su ubicación se ha fijado cercana al puente Reynosa-Pharr.	I	64'743,565.14	(3)
Construcción-Rehabilitación de Estaciones de Bombeo	Necesitan ser dimensionadas para bombear el gasto máximo horario en época de lluvias, con equipos de emergencia y automatizadas.	I - II	140'036,325.00	(2)
Rehabilitación y Construcción de la Red Primaria de Alcantarillado	Rehabilitación del sistema en PVC y concreto reforzado de colectores de 25 cm de diámetro o más, para una vida útil de 50 años.	I - II - III - IV	132'941,943.74	(2)
Rehabilitación de la Red Secundaria de Alcantarillado en 13 colonias.	Rehabilitación en PVC, ϕ = 20 cm con juntas herméticas, pozos de visita e instalación de descargas domiciliarias.	I	56'549,438.15	(1)
Rehabilitación de la Red de Alcantarillado en la Colonia Petrolera.	Rehabilitación en PVC, ϕ = 15 a 45 cm con juntas herméticas, pozos de visita e instalación de descargas domiciliarias.	I	19'813,796.90	(1)
Ampliación de la Red de Alcantarillado, en 16 colonias.	Construcción en PVC y concreto reforzado, ϕ = 20 a 91 cm con juntas herméticas, construcción de pozos de visita e instalación de descargas domiciliarias.	I	63'969,187.31	(1)
Regularización de descargas de predios no conectados a la red de alcantarillado.	El total de descargas por integrarse es de 17,493 descargas, en 37 colonias de Reynosa, Tamps. y la clausura de las letrinas.	I	13'656,009.38	(3)
Programa a Largo Plazo para la Rehabilitación de la Red Primaria de Alcantarillado.	Rehabilitación de aprox. 55 km en PVC y concreto reforzado, apoyados en un plan de inspección de los colectores y priorización de acciones al año 2,016.	I - II - III - IV	109'444,500.00	(2)
Costo total de la obra en pesos :		688'033,292.43		

* El costo anual por operación y mantenimiento se puede observar en la relación de obras del análisis financiero del "Proyecto Integral de Saneamiento de Reynosa".

- (1) Cuenta con Proyecto Ejecutivo.
- (2) Recomendaciones de diseño apoyadas en el análisis hidráulico del sistema de alcantarillado sanitario, realizado por la Comisión Internacional de Limites y Aguas.
- (3) Conceptualizado a partir de las necesidades dentro del horizonte de planeación.

Descripción de la Comunidad.

Información Demográfica.

De acuerdo a la información estadística reportada por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, se determina que el Municipio de Reynosa tuvo una tasa de crecimiento anual del 3.57 % durante el periodo 1950-1990 y Cd. Reynosa una tasa anual del 5.27 % durante el mismo periodo:

CRECIMIENTO HISTÓRICO POBLACIONAL

AÑO	HABITANTES MUNICIPIO	HABITANTES CIUDAD	TASA DE CREC. MUNICIPIO (%)	TASA DE CREC. CIUDAD (%)
1950	69,428	34,087	--0--	--0--
1960	134,869	74,140	6.87	8.08
1970	150,786	137,383	1.12	6.36
1980	211,412	194,693	3.44	3.55
1990	282,667	265,663	2.95	3.16

		PROMEDIO	3.57	5.27
--	--	----------	------	------

El periodo de proyección de la población es de 20 años, comprendido de 1997 a 2016, con base en el informe del "Plan Maestro para la Consolidación y Desarrollo Institucional del Organismo Operador Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Reynosa, Tamps", realizado por la Comisión Nacional del Agua en 1996. Para determinar la población futura se desarrollaron seis métodos de predicción, los cuales se apoyaron en datos estadísticos de los VIII, IX, X y XI Censos Generales de Población y Vivienda. En la siguiente tabla se describen los resultados:

RESULTADOS DE LA PROYECCIÓN DE POBLACIÓN

MÉTODO	POBLACIÓN 2016	TASA DE CRECIMIENTO 1997- 2016 (%)
Aritmético	612,602	1.90
Geométrico	1´307,038	5.84
Geométrico con ajuste de interés compuesto	900,721	3.88
Tasa de Crecimiento Histórica	1´101,957	4.94
Malthus	1´097,261	4.92
Promedio de los métodos	1´003,916	4.45

De acuerdo a los resultados obtenidos con la aplicación de los métodos de predicción, se determina adoptar como población base al año 2016 la resultante del método "promedio de los métodos", que arroja un resultado de 1´003,916 habitantes con una tasa promedio anual de crecimiento de 4.45 %.

Es importante considerar que el crecimiento demográfico no mantiene constante una misma tasa de crecimiento y que además ésta tiende a bajar, razón por la cual se propone que la población de proyecto tenga tasas de crecimiento intermedias (quinquenales), por esta razón, a la población de proyecto se le aplicó el Método de Quinquenios:

PROYECCIÓN DE POBLACIÓN 1997-2016		
AÑO	HABITANTES	TASA MEDIA ANUAL DE CRECIMIENTO (%)
1,996	420,294	
1,997	446,104	6.14
1,998	473,500	6.14
1,999	502,577	6.14
2,000	533,441	6.14
2,001	566,199	6.14
2,002	592,767	4.69
2,003	620,582	4.69
2,004	649,702	4.69
2,005	680,188	4.69
2,006	712,105	4.69
2,007	739,152	3.80
2,008	767,226	3.80
2,009	796,367	3.80
2,010	826,614	3.80
2,011	858,010	3.80
2,012	885,387	3.19
2,013	913,638	3.19
2,014	942,791	3.19
2,015	972,873	3.19
2,016	1´003,916	3.19

En conclusión, la población actual beneficiada por el proyecto es de 420,294 habitantes, es decir el total de la población, al desarrollar el Proyecto Integral de Saneamiento.

Para definir el caudal de diseño para la rehabilitación del sistema de saneamiento de Reynosa, se consideró que la ciudad alberga actualmente 420,294 habitantes y que para el término económico del proyecto con horizonte al año 2,016 será de 1´003,916 habitantes.

Servicios Ambientales Municipales.

La fuente de agua potable de la Ciudad de Reynosa, es el Río Bravo. La captación se realiza en la Presa Derivadora Anzaldúas, donde es bombeada hacia las plantas potabilizadoras Loma Linda y Benito Juárez. El proceso de potabilización consiste en precloración, remoción de turbiedad, floculación, coagulación, filtración y cloración; diariamente se realizan análisis físico-químico-bacteriológicos del agua cruda y potable.

Posteriormente se almacena en dos tanques, uno superficial de 30,000 m³ y otro subterráneo de 5,000 m³, debe señalarse que existe otro tanque subterráneo de 15,000 m³ que en breve será puesto en operación. A partir de estos tanques, el bombeo es directo hacia los cinco sectores en que se divide la distribución. Existe medición de caudales del agua bombeada en las plantas potabilizadoras, la COMAPA está desarrollando el proyecto de macromedición, definiendo los puntos de medición y los equipos necesarios.

La distribución se realiza por bombeo diferencial de acuerdo a las demandas de los usuarios y a las excedencias en los tanques. Debido a la falta de tanques de regularización se tienen deficiencias en el suministro del servicio en las colonias "altas" o alejadas de las plantas potabilizadoras, actualmente se están realizando los estudios y proyectos necesarios para solucionar este problema.

La red de distribución tiene un desarrollo de 950,010 m, cubriendo el 90 % de la mancha urbana. En función de la población se estima que el 92.24 % recibe el suministro de agua potable y el restante se abastece a través de hidrantes y carros cisterna.

El sistema de alcantarillado está diseñado y construido para captar aguas residuales exclusivamente, aunque tiene algunas descargas pluviales conectadas al sistema. A diciembre de 1996 se tienen instaladas un total de 51,777 descargas domiciliarias, es decir una población de 239,180 habitantes que representa una cobertura del servicio del 57 %. Actualmente se encuentran en operación trece estaciones de bombeo de aguas residuales.

Como se mencionó, Cd. Reynosa cuenta para el tratamiento de las aguas residuales con una planta a base de lagunas de oxidación, localizada al Noreste, entre el Canal Anzaldúas y el Río Bravo, junto a la carretera a Matamoros al borde del Río Bravo.

Alternativas al Proyecto.

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Las nuevas plantas de tratamiento están ubicadas con base en las necesidades de la red de alcantarillado y la disponibilidad de espacio. El sistema de saneamiento requiere de áreas cercanas a las estaciones de bombeo para satisfacer las necesidades de tratamiento y reúso.

Un primer criterio de selección es que las plantas se localicen próximas a esas estructuras.

Un segundo criterio se relaciona con la disponibilidad de área para su construcción, las cuales por sus necesidades de diseño y conveniencias operativas-económicas requieren de grandes extensiones de terreno. Por tal razón, la PTAR No. 1 construida en 1970, se ubicó en el lugar donde actualmente se encuentra y no se cambiará de lugar. Otra ventaja que presenta el sitio es que no presenta problemas para descargar el agua hacia el canal Anzaldúas y evitar efectos adversos transfronterizos al descargar el agua tratada hacia el Río Bravo. Asimismo, la ubicación y el diseño de esta planta garantiza que aún en caso de una inundación, no se verá afectada en su funcionamiento.

En el caso de la PTAR No. 2, el sistema de drenaje está distribuido para conducir las aguas residuales hacia el lugar seleccionado, por esa zona se encuentran los terrenos disponibles para la construcción. Se analizaron diferentes opciones de localización, cumpliendo el anterior con las condicionantes fijadas: extensión, ubicación fuera de la mancha urbana, crecimientos futuros de la población, tendencias de crecimiento urbano, etc.

Analizando las condicionantes mencionadas, el lugar adecuado para la PTAR No. 3 corresponde al extremo este de la ciudad, cerca del puente Reynosa/Pharr, fuera de la zona de inundación protegida por diques.

La ubicación de las PTAR No. 2 y No. 3 se definió en base al Plan Subregional de Ordenamiento Territorial de Reynosa-Río Bravo, Tamps., realizado en Octubre de 1991.

Se debe mencionar que la ubicación de las plantas presenta ventajas en la descarga del agua tratada hacia los drenes Anzaldúas y Rodhe, ya que se evitaban efectos adversos transfronterizos, además de aprovechar la cercanía con los drenes antes mencionados.

El tratamiento de las aguas residuales municipales se puede llevar a cabo eficientemente con sistemas secundarios o biológicos, aerobios y anaerobios, tales como: lodos activados (en algunas de sus variantes), discos rotatorios, lagunas aereadas mecánicamente, filtros rociadores, lagunas de estabilización, reactores anaerobios de flujo ascendente, o con combinaciones de estos procesos.

Estos sistemas, aunque simples en su concepción general, requieren de personal especializado para su operación y mantenimiento. El sistema seleccionado para tratar las aguas residuales de Reynosa es de tipo biológico o secundario, por su bajo requerimiento de mano de obra especializada para la operación y mantenimiento de las instalaciones y por su economía ya que no se requiere de equipamiento electromecánico, a excepción del equipo de bombeo de aguas crudas.

Para una descripción detallada de las alternativas analizadas para el proceso de tratamiento, con base en la selección descrita, referirse al apartado correspondiente a la factibilidad técnica.

Construcción y Rehabilitación de la Red Primaria de Alcantarillado Sanitario. Construcción y Rehabilitación de las Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales.

La empresa norteamericana Montgomery-Watson desarrolló un modelo hidráulico computarizado para revisar el funcionamiento de las instalaciones del drenaje sanitario de Reynosa. Se utilizó este modelo para evaluar la capacidad del sistema existente y para determinar las instalaciones y la capacidad hidráulica requerida para manejar los gastos proyectados. El modelo se enfocó en el sistema colector primario, éste incorporó datos de la red primaria de alcantarillado, pozos de visita y los levantamientos con Sistema de Posicionamiento Global (GPS), proyecciones de uso del suelo, evaluaciones de estaciones de bombeo, tuberías de descarga de las estaciones de bombeo y resultados de monitoreo de gastos.

A partir de diversas reuniones con el Comité Técnico Binacional (coordinadas por la Comisión Internacional de Límites y Aguas), se definieron los parámetros clave en el análisis hidráulico:

- Coeficiente de rugosidad de Manning.
- Pérdida de capacidad hidráulica debida al azolve.
- Definición de prácticas de construcción en obras futuras.
- Sobrecarga en los conductos.
- Aportaciones a la red.
- Velocidad y pendiente mínima de terreno.
- Tormenta de Diseño.

Al analizar los posibles escenarios de diseño, considerando aspectos técnicos y financieros, el Comité Técnico propuso el modelaje de dos escenarios de tormenta de diseño:

- El primer escenario está definido por una tormenta de diseño con un factor pico de 5:1, es decir aguas abajo del sistema se produce un gasto pico en época de lluvias de cinco veces el gasto promedio diario (periodo de retorno de dos años).
- El segundo escenario, considera que el sistema de gravedad será dimensionado para mantener condiciones sin sobrecarga durante el gasto pico diurno en estiaje y con un diseño de gasto máximo de 3:1 (periodo de retorno de 8 meses) para las plantas de bombeo (con el fin de incorporar un factor de seguridad para la época de lluvias). Esta simulación determinó el tamaño mínimo del sistema para operar al año 2016.

Además, se analizaron las siguientes condiciones del sistema en la simulación con el modelo:

1. El sistema existente bajo condiciones en estiaje.
2. El sistema existente en el año 2016, bajo una tormenta con periodo de retorno de 2 años (factor pico aguas abajo 5:1).
3. El sistema existente con las mejoras propuestas que se requieren, para manejar en 2016 (sin entrar en carga), una tormenta con un periodo de retorno de dos años.
4. El sistema existente con las mejoras propuestas requeridas, para mantener condiciones sin carga, en época de estiaje en 2016. Bajo este escenario se evaluó la capacidad de las estaciones de bombeo con respecto a una tormenta de diseño con periodo de retorno de 8 meses, que representa un factor pico para el sistema de 3:1.
5. El sistema existente con las mejoras propuestas requeridas, para evitar condiciones de sobrecarga en estiaje para 2016, con el nivel actual de azolvamiento.

Los resultados de los cinco escenarios propuestos se utilizaron para:

- Ubicar puntos con peligro de sobrecarga en el sistema; identificar áreas con problemas.
- Proponer y dimensionar nuevas instalaciones, para aliviar las limitaciones del sistema.

- Obtener límites en las áreas de servicio, para la PTAR existente y las propuestas.
- Priorizar las instalaciones propuestas para un programa de construcción en fases.

El escenario de modelaje No. 4 fue seleccionado como la base para el programa propuesto de mejoras de infraestructura (gasto en estiaje para el año 2016, con el gasto pico de una tormenta de periodo de retorno de 8 meses para las plantas de bombeo).

Rehabilitación y Ampliación de la Red Secundaria de Alcantarillado Sanitario.

Al igual que para la red primaria, los sitios para la rehabilitación y ampliación de la red secundaria no pueden ser definidos ya que para proporcionar el servicio de recolección de aguas residuales, las necesidades de proyecto señalan que las redes se deben trazar a lo largo de las calles que conforman la traza urbana de la ciudad, para que sea factible la conexión de los diferentes usuarios domésticos, comercios, servicios e industrias, por lo cual el sitio de trazo es obligado y no existe ninguna alternativa de selección de otro sitio.

Después de un amplio análisis se llegó a la conclusión que el material adecuado para la rehabilitación y ampliación de la red secundaria es el Cloruro de Polivinilo (PVC), por sus características y disponibilidad en Reynosa.

Se asume que en un futuro, las nuevas redes de alcantarillado deben ser construidas con mayor restricción en los estándares, para minimizar el flujo hacia dentro de las líneas. Para una explicación detallada de estas ventajas referirse al apartado de Factibilidad Técnica.

Justificación del Proyecto.

Necesidad del proyecto.

El crecimiento de las concentraciones urbanas, especialmente hacia zonas de difícil acceso a los servicios de agua potable y saneamiento, ha ocasionado una reducción importante en la eficiencia y capacidad de los servicios.

Por lo que respecta al sistema de alcantarillado, la falta de mantenimiento y de un tratamiento adecuado a las descargas de aguas residuales provocan serios problemas de contaminación, que implican la necesidad de rehabilitar y ampliar los sistemas existentes contando con un programa de mantenimiento para cubrir las necesidades actuales y las que se presenten en los próximos años. Las situaciones mencionadas afectan directamente a los habitantes en aspectos de salud.

Consecuencias al no implementar el proyecto.

Las consecuencias inmediatas al no implementar medidas para la rehabilitación y mejoramiento de los sistemas actuales se reflejan en la ineficiencia de la red, el mal estado e insuficiencia de los sistemas de bombeo, red de alcantarillado y tratamiento del agua residual. Esta situación impacta directamente en la salud humana y el entorno de la población, así, tenemos que las descargas tienden a fugarse hacia el terreno natural contaminando el subsuelo; el agua no tendrá la calidad para emplearse en zonas de riego, lo que provocará enfermedades entre los agricultores, así como a los consumidores de los productos.

En conclusión, la no implementación del proyecto generaría importantes afectaciones a la salud humana y al medio ambiente, sobre todo implicaría problemas transfronterizos al descargar aguas crudas al Río Bravo.

d. Adecuación con Tratados y Acuerdos Internacionales

Los Gobiernos de México y Estados Unidos están involucrados en esfuerzos de cooperación asociados con la protección del ambiente y de los recursos naturales a lo largo de la frontera. Ambos Gobiernos firmaron en 1983 el Convenio para la Protección y el Mejoramiento del Medio Ambiente en la Región Fronteriza entre México y Estados Unidos (El Convenio de la Paz), en el cual se establecen las bases normativas que enmarcan los esfuerzos de cooperación ambiental.

Agenda 21 es el resultado de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo realizada en Río de Janeiro en 1992. Define una serie de objetivos ambientales a nivel internacional, los cuales proveen lineamientos generales para el desarrollo sustentable a nivel global; alienta a la población y a sus diversos niveles de gobierno, a establecer programas específicos que promuevan el desarrollo sustentable en sus propias comunidades. El Proyecto Integral de Saneamiento de Reynosa es congruente con la propuesta antes mencionada.

Los Acuerdos Binacionales continúan acelerando los esfuerzos de cooperación, como es el caso del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC) en 1994, este esfuerzo de cooperación busca mejorar el medio ambiente y la salud pública, al mismo tiempo que se trabaja en el crecimiento económico sostenido.

La Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), ha designado un organismo observador que junto a representantes de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de México (SEMARNAP) y de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (USEPA), sean los encargados de estudiar cada uno de los problemas en la zona fronteriza y de aprobar los criterios para la certificación de la COCEF.

Los Comisionados consideraron conveniente que la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) apoye los esfuerzos de planeación de las comunidades fronterizas que lo soliciten y que estén interesados en someter sus proyectos de infraestructura para el manejo de aguas residuales a la certificación de la COCEF, para poder acceder al financiamiento del Banco de Desarrollo para América del Norte (BANDAN), o al de cualquier otra institución financiera internacional. Esta Comisión estableció que para recibir tal apoyo, es necesario que en el problema de saneamiento fronterizo se presente alguna de las siguientes condiciones:

1. Que existan riesgos a la salud humana.
2. Se impida el uso benéfico de las aguas internacionales.
3. Exista población afectada.
4. Exista apoyo de la comunidad al proyecto.
5. Exista una insuficiente capacidad de la comunidad para cubrir los costos que implica llevar los proyectos al nivel de certificación de la COCEF.

Por lo anteriormente establecido, los Comisionados al revisar los resultados de monitoreo de la calidad de las aguas a lo largo de la frontera México-Estados Unidos, conforme a los términos establecidos en el Acta 289 "Observación de la Calidad de las Aguas a Largo de la Frontera México-Estados Unidos", consideraron conveniente otorgar carácter prioritario a la población de Cd. Reynosa, Tamaulipas.

La CILA lleva a cabo la labor de coordinar, asesorar, administrar, operar y mantener las obras de infraestructura a lo largo de la frontera, la CILA ha hecho constar junto con el Gobierno Estatal, Municipal y la COMAPA el apoyo al Proyecto Integral de Saneamiento. Los documentos que dan soporte a este apartado son las Actas de Reuniones de esta Comisión, tales como el Acta 294 "Programa de Consolidación de Proyectos para la Solución de Problemas Fronterizos de Saneamiento" de fecha 24 de Noviembre de 1995.

Además, a partir de los acuerdos antes mencionados se desarrolló el "Informe Conjunto de los Ingenieros Principales y Asesores Técnicos Relacionado con el Plan de Trabajo a Desarrollar para los Proyectos Integrales de Saneamiento en Cd. Acaña y Piedras Negras Coahuila y Reynosa, Tamaulipas" de fecha 11 de Marzo de 1997, en este documento se puede observar el plan de trabajo que se estableció para el Proyecto Integral de Saneamiento de Cd. Reynosa, conforme a los acuerdos establecidos en el Acta 294 de la CILA. En el contexto del documento antes mencionado se ha establecido el Comité Técnico Binacional, integrado por representantes de las dependencias responsables de ambos países, además se establecieron los términos de referencia, que constituyen las bases del plan de trabajo para la ejecución de este proyecto.

2. SALUD HUMANA Y MEDIO AMBIENTE.

a. Necesidades en materia de Salud Humana y Medio Ambiente

En las últimas cuatro décadas se ha observado un crecimiento acelerado de la población del país. Este fenómeno se ha agudizado en las grandes concentraciones urbanas, lo que ha provocado serios problemas en la cobertura y calidad de sus principales servicios, entre los que destacan los de agua potable, alcantarillado y saneamiento.

El crecimiento de la mayoría de las concentraciones urbanas, especialmente hacia zonas con difícil acceso para servicios como el del agua potable, ha ocasionado la adopción de soluciones provisionales que posteriormente intentan considerarse como definitivas. Esto reduce la eficiencia y provoca que las redes de distribución alcancen una gran complejidad, dificultando su operación y mantenimiento.

La cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado en la Ciudad de Reynosa se presentan a continuación, al 31 de diciembre de 1996 se tenían instaladas un total de 82,257 tomas de agua, clasificadas de la siguiente forma:

	CLASIFICACION DE TOMAS INSTALADAS		
	TIPO DE USUARIO	No. DE TOMAS	
	Doméstico	73,943	
	Vecindades	572	
	Departamentos	349	
	Escuelas públicas	167	
	Empleados	553	
	Escuelas "Educación Media"	10	
	Servicios públicos	63	
	Jubilados	2,120	
	Comercial	3,822	
	Hoteles	89	
	Restaurantes	87	
	Escuelas Particulares	47	
	Industrial	200	
	Lavanderías	79	
	Tortillerías	112	
	Lavaderos	44	
	TOTAL	82,257	

Si se considera el número de tomas del servicio a casas habitación (doméstico, vecindades, departamentos y jubilados), es decir 77,537 tomas y un índice de hacinamiento de 5 habitantes por vivienda, se determina que al mes de diciembre de 1996 se abastecieron, a nivel de toma domiciliaria, a 387,685 habitantes, que con respecto al total de la población que es de 420,294 habitantes, resulta que el 92% de población es atendida con agua potable entubada y el restante 8% de la población se abastece a través de hidrantes y carros cisterna.

El sistema de alcantarillado es del tipo separado, es decir, está diseñado y construido exclusivamente para captar aguas residuales, aunque tiene algunas descargas pluviales conectadas al sistema.

Al 31 de diciembre de 1996 se tenían instaladas un total de 51,777 descargas al drenaje, clasificadas de la siguiente forma:

	CLASIFICACION DE DESCARGAS INSTALADAS		
	TIPO DE USUARIO	No. DE TOMAS	
	Doméstico	44,643	
	Vecindades	515	
	Departamentos	323	
	Escuelas públicas	114	
	Empleados	403	
	Escuelas "Educación Media"	9	
	Servicios públicos	47	
	Jubilados	1,952	
	Comercial	3,200	
	Hoteles	80	
	Restaurantes	84	
	Escuelas Particulares	45	
	Industrial	173	
	Lavanderías	73	
	Tortillerías	76	
	Lavaderos	40	
	TOTAL	51,777	

Si se considera el número de descargas del servicio a casas habitación (doméstico, vecindades, departamentos y jubilados), es decir 47,836 descargas y un índice de hacinamiento de 5 habitantes por vivienda, se tiene que al mes de diciembre de 1996 contaron con servicio de drenaje 239,180 habitantes, lo que representa una cobertura de servicio del 57%.

El servicio de alcantarillado cubre el 70% de la mancha urbana con red de atarjeas. El sistema está diseñado para captar el agua residual exclusivamente, aunque tiene algunas descargas pluviales conectadas al sistema. La cobertura del servicio como se señaló es del 57%, lo que indica que se está subutilizando la red, que existen predios baldíos conectados a la red o bien existen demasiadas descargas clandestinas.

La Ciudad de Reynosa, Tamps., cuenta para el tratamiento de las aguas residuales con una planta a base de lagunas de oxidación, localizada al Noreste de la ciudad, entre el Canal Anzaldúas y el Río Bravo. La Comisión Nacional del Agua, realizó el proyecto ejecutivo para la rehabilitación de la planta de tratamiento actual, de acuerdo con mediciones realizadas en los principales cárcamos del sistema lagunar han sido rebasadas las características de diseño, ya que fue concebido para tratar un caudal medio de 703 lps, y se observó durante el periodo de muestreo un gasto de 745 lps, lo que representa un sobregasto del 6 %. Con base en la información recabada y en las proyecciones de población, ampliación de los servicios de agua potable y alcantarillado y planes de crecimiento de la mancha urbana, se realizó el proyecto ejecutivo para la ampliación del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Uno de los aspectos más importantes relacionados con los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento es el de Salud Pública.

La fuente de abastecimiento de agua potable de Ciudad Reynosa es el Río Bravo, cuya obra de toma está localizada en la Presa Derivadora Anzaldúas desde donde es bombeada a las plantas potabilizadoras de Loma Linda y Benito Juárez. Las plantas potabilizadoras están diseñadas para eliminar turbiedad al agua y patógenos, vía desinfección con gas cloro. La calidad del agua potable que se produce en las plantas es adecuada para uso y consumo humano, al cumplir con las normas de la Secretaría de Salud.

ANALISIS FISICOQUIMICOS DE LAS AGUAS CRUDAS Y TRATADAS EN LA PLANTA				
POTABILIZADORA N° 1 LOMA LINDA				
PARAMETRO ANALIZADO	UNIDAD	AGUA CRUDA	AGUA TRATADA	LIMITE PERMISIBLE
ph		8.00	7.40	6.9 a 8.5
SABOR		CARACTERIS TICO	CARACTERISTICO	CARACTERIS TICO
OLOR		CARACTERIS TICO	CARACTERISTICO	CARACTERIS TICO
COLOR (escala platino cobalto)		10.00	1.00	20.00
TURBIEDAD (escala sílice)		12.00	0.45	10.00
ALCALINIDAD TOTAL (como CaCO ₃)	mg/l	130.00	100.80	100.00
ALUMINIO	mg/l	0.01	0.01	0.20
ARSENICO	mg/l			0.05
BARIO	mg/l	1.00	1.00	1.00
CADMIO	mg/l	0.001	0.001	0.05
CIANURO (como ION (N))	mg/l	0.006	0.008	0.05
COBRE	mg/l	0.2	0.3	0.05
CLORO LIBRE (agua clorada)	mg/l			0.50
CLORO LIBRE (agua sobreclorada)	mg/l		2.00	1.50
CROMO HEXAVALENTE	mg/l	0.01	0.02	0.05
DUREZA DE CALCIO (como CaCO ₃)	mg/l	236.00	224.00	300.00
FENOLES O COMPUESTOS FENOLICOS	mg/l	0.01	0.01	0.01
HIERRO	mg/l	0.03	0.13	0.30
MAGNESIO	mg/l	104.00	150.00	125.00

ANALISIS FISICO QUIMICOS DE AGUAS CRUDAS Y TRATADAS EN LA PLANTA				
POTABILIZADORA N° 1 LOMA LINDA (continuación)				
PARAMETRO ANALIZADO	UNIDAD	AGUA CRUDA	AGUA TRATADA	LIMITE PERMISIBLE
MANGANESO	mg/l	0.066	0.025	0.15
MERCURIO	mg/l			0.01
NITRATOS (como N)	mg/l	0.11	0.11	5.00
NITRITOS (como N)	mg/l	0.008	0.013	0.05
NITROGENO PROTEICO	mg/l			0.10
CLORUROS	mg/l	235.00	243.00	250.00
PLOMO	mg/l	0.001	0.001	0.05
SELENIO	mg/l	0.001	0.001	0.05
SULFATOS (como ION)	mg/l	240.00	250.00	250.00
ZINC	mg/l	0.03	0.04	5.00
SAAM (sust activas al azul de metileno)	mg/l	0.01	1.009	0.50
REFERENCIA: DIAGNOSTICO Y PLAN DE ACCION INMEDIATA DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO				
SANTARIO DE REYNOSA TAMAULIPAS, CIDE, S.A. DE C.V.				

Como se puede observar, la concentración del cloro libre residual, en el agua potabilizada, supera el límite permisible para aguas sobrecloradas, sin que esto signifique un riesgo para la salud de los consumidores, ya que esto asegura un residual de cloro que previene cualquier contaminación del agua desde la planta hasta el domicilio de los consumidores. La concentración de Magnesio supera el límite permisible, por lo que se tendrá que eliminar del agua. De igual forma sucede con el parámetro que sanciona la concentración de Sustancias Activas al Azul de Metileno, la cual forma la parte

activa de los detergentes. Su aparición en las aguas de consumo humano puede tener varias explicaciones: error de laboratorio; problemas de muestreo y la posible contaminación de las aguas naturales por descargas de aguas residuales. Será necesario realizar un mayor número de determinaciones analíticas antes de tener una respuesta confiable, que permita tomar las providencias del caso.

Es innegable la relación que existe entre el medio ambiente y el proceso salud-enfermedad de una comunidad. En estudios y experiencia de países en los que se han alcanzado altas coberturas de servicios básicos como son: agua potable, drenaje sanitario, tratamiento y disposición de las aguas residuales tratadas y manejo adecuado de basura, entre otros, se ha observado una gran disminución en la prevalencia de enfermedades infectocontagiosas, especialmente las gastrointestinales. Por el contrario se puede demostrar que en países y centros urbanos como el de Ciudad Reynosa, con dificultades para proporcionar en forma adecuada estos servicios, se detectan altas tasas de los padecimientos mencionados.

El Proyecto de Saneamiento Integral de la Ciudad de Reynosa, Tamps., como se mencionó anteriormente, incluye los trabajos que se desarrollarán tanto en el sistema de drenaje, consistentes en la rehabilitación y ampliación de los cárcamos de bombeo, como de la rehabilitación de las lagunas de oxidación actuales y ampliación del sistema de tratamiento de aguas residuales y el reúso del agua tratada para riego agrícola, por lo que se espera mejorar los niveles en la calidad de vida de la población de esta ciudad.

En el municipio de Reynosa, las enfermedades gastrointestinales y parasitarias ocupan el tercer lugar dentro de la morbilidad general y son causa frecuente de muerte en los menores de cinco años. El primer lugar de morbilidad lo ocupan las infecciones respiratorias agudas provocadas por cambios bruscos de temperatura y producción de polvos. La relación entre las tasas de infecciones intestinales a infecciones respiratorias es de aproximadamente de 1 a 5.

De la información recopilada relacionada con la incidencia de enfermedades infecciosas gastrointestinales y parasitarias, de 1990 a 1997, obtenidos del sector salud a través de su fuente SSA EPI-1-85 y EPI-1-95 PROGRAMAS ESPECIFICOS, donde se reportan la morbilidad por enfermedades transmisibles y total, a nivel jurisdiccional IV - Reynosa, se observa la tendencia creciente de la tasa de estos padecimientos.

De esta información se han seleccionado las enfermedades que tienen una relación directa con el agua, a través de la que se ingiere, o la que se desecha de las casa habitación o de la que se reusa. Resaltan por su importancia las infecciones intestinales, seguidas por amibiásis, ascariásis y oxiuriasis. En la primera enfermedad se registra el 65% del total de las enfermedades gastrointestinales.

El total de las tasas anuales de morbilidad de las enfermedades gastrointestinales varía de 549 en 1992 a 840 en 1995 (casos por cada 10,000 habitantes).

Se debe aclarar que para 1997 se consideró la misma tasa que para 1996 de las siguientes enfermedades transmisibles: abceso hepático, teniásis, disenteria basilar y tricuriásis y que las tasas se extrapolaron a partir de la información obtenida para el primer semestre de ese año.

Comparando las tasas de enfermedades infectocontagiosas de la población de Ciudad de Reynosa de 530, para el año de 1996, con las de Río Bravo y Díaz Ordaz, en el mismo Estado de Tamaulipas, que ascienden a 2,098 y 616, se puede apreciar la gran disparidad de estos valores y que la tasa de Ciudad Reynosa es la menor. Una comparación similar con los poblados de Guadalupe D.B. y Praxedis G.Gro. del Municipio de Cd. Juárez, en el Estado de Chihuahua, cuya tasa para el año de 1995 es de 151, lo que representa el 28.5% de la tasa existente en Ciudad Reynosa para el mismo año y para 1996 es de 198 lo que representa el 37% de la registrada en Reynosa. No se puede dar un explicación del por qué en ese Municipio las tasas de morbilidad sean tan bajas comparadas con las de Cd. Reynosa

Ajustando los valores de las tasas de morbilidad se pueden encontrar diferentes tendencias siendo las más significativas las que se presentan en la figura anterior donde si se realiza un ajuste con una curva potencial se obtendría la **proyección pesimista** y que señala una tendencia creciente, lo que significaría que hacia el año 2016 la tasa de morbilidad para la población de la Ciudad de Reynosa sería de 3,788 casos por cada 10,000 habitantes. Una proyección menos pesimista, considerando solamente los datos que señalan la disminución de estas enfermedades en los últimos años, se le ha denominado **tendencia actual** y se esperaría que hacia el año 2016 se llegaría a un valor de 1,004 casos por cada 10,000 habitantes. Si por el contrario se toma en cuenta el impacto que los proyectos de saneamiento provocarán en la población, podría esperarse una proyección optimista que a partir de 1998 disminuiría la tendencia actual de una tasa de 791 a una de 612, lo que significa un abatimiento de esta tasa en un 12%; posteriormente se ha considerado que se reduce anualmente esta tasa en un 7% anualmente, llegando al año 2,016 con un valor de 163.

Muchos factores deben de incidir en la problemática de saneamiento para que los planteamientos anteriores puedan llevarse a la realidad, entre los que destacan: mejora de los servicios públicos, alimentación, hábitos higiénicos, medio ambiente doméstico sano y un incremento en los niveles de percepción económica.

En este sentido la COMAPA de la Ciudad de Reynosa, implantará una estrategia para regularizar las descargas domésticas de los predios que aún no están conectados a la red de alcantarillado, así como de los que se encuentran en las áreas donde se ampliará el servicio. Esta estrategia involucrará las actividades que se mencionan a continuación:

- **programa de identificación y regularización de predios:** si bien se cuenta con información de los predios que no están conectados a la red de alcantarillado, y de los que no cuentan con servicio de agua potable, es necesario actualizar esa información para asegurar el éxito del programa de regularización. Para ello se contará con información de tipo administrativo, del propio organismo operador, y otra que será necesario recabar en campo. En el organismo operador, se cuenta con los antecedentes de aquellos predios en que se han realizado conexiones de descargas conforme al control de pagos o exención de derechos por concepto de conexiones y/o por el control de materiales que salen del almacén para los trabajos de la conexión. La información de campo se refiere al padrón de usuarios de agua potable del organismo, el cual se mantiene actualizado. Sin embargo, durante las actividades de actualización se recabará la información necesaria acerca de las descargas de aguas de los predios y se aprovechará el apoyo del personal que realiza la lectura de los medidores-registradores de agua potable de los domicilios y del personal que se asignará para el programa de reparación y/o sustitución de medidores dañados, capacitándolos previamente.
- **reglamentación de descargas domiciliarias:** se elaborarán o en su caso se actualizarán, los manuales con las especificaciones que deben cumplir los materiales y proyectos de las instalaciones sanitarias y de agua potable dentro del predio y las técnicas a utilizar para la cancelación de letrinas y pozos negros, de tal forma que cumplan con los estándares nacionales requeridos. Debido a su importancia, es necesario que se consideren en la reglamentación las sanciones pertinentes para garantizar el éxito de la regularización. Las sanciones podrán ser la aplicación de multas y la suspensión del servicio de agua potable. Así mismo, será necesario adecuar el reglamento para que prevea la incorporación de las descargas de todos los predios de las zonas que se estén desarrollando.
- **programa de concientización y trabajos de inspección:** se dará difusión previa a la iniciación del programa, resaltando los beneficios que su implantación traerá a la población, haciendo hincapié en el mejoramiento de las condiciones de vida e invitando a los usuarios a registrarse en el programa. Se realizarán visitas a los predios que no cuenten con conexión, para verificar la información registrada e invitar a los usuarios a actualizar sus registros ante el organismo y/o inscribirse al programa de regularización.
- **comercialización:** considerando que el usuario tendrá que realizar adecuaciones a la instalación sanitaria dentro de su predio, que este programa es en beneficio de toda la comunidad y que la población involucrada es la que cuenta con menos recursos económicos, alrededor del 92%, se propone que el costo del programa lo absorba en un 50% el organismo operador (COMAPA) y el otro 50% el usuario beneficiado, dándole facilidades para que cubra su adeudo en el plazo de un año, con la condición de cancelar su letrina o pozo negro.
- **inversiones:** con objeto de no incrementar el gasto corriente, debido a que el programa será de carácter transitorio, se propone que su ejecución se realice mediante la contratación de empresas especializadas.

b. Evaluación Ambiental.

Cumplimiento con la evaluación ambiental.

El proyecto requiere de la presentación ante la Dirección de Ecología dependiente de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) Estatal, de una evaluación ambiental, por lo cual se elaboró y se cuenta con el dictamen final de la Manifestación del Impacto Ambiental (M.I.A.) en la Modalidad General para el Proyecto de Saneamiento Integral de la Ciudad de Reynosa, Tamps., emitido por la SEDESOL estatal.

Descripción y análisis de los efectos ambientales.

A manera de resumen se describen a continuación aquellos efectos ambientales más significativos ya que se analizan con más detalle en el punto número V (Identificación de Impactos Ambientales) de la M.I.A. para el Proyecto Integral de Saneamiento de la Ciudad de Reynosa, Tamps., cuya información es válida y aplicable de acuerdo a la evaluación hecha por la SEDESOL del Estado, por lo que para mayor detalle consultar estos documentos que han sido entregados a la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF).

Como se describe en la M.I.A. anteriormente mencionada, es indudable el beneficio que se traerá a la comunidad y al ecosistema en general con el Saneamiento Integral de la Ciudad de Reynosa.

Para enfatizar el efecto benéfico que tendrá el proyecto de saneamiento integral de la Ciudad de Reynosa en la calidad del agua de la Cuenca del Río Bravo, a continuación se presenta un análisis con resultados de calidad del agua que la Comisión Nacional del Agua, a través de su Gerencia de Calidad del Agua y Saneamiento ha generado desde el inicio de los años setentas.

Como ya se mencionó la región hidrológica No. 24b, Bajo Bravo, abarca una superficie de 136,196 Km², comprende parte de los estados de Coahuila (81,902), Nuevo León (36,513) y Tamaulipas (17,781). Las poblaciones más importantes son Monterrey, Saltillo, Reynosa, Montemorelos, Monclova, Nueva Rosita, Sabinas Hidalgo, Piedras Negras y Cd. Acuña.

Las obras hidráulicas más importantes son las presas Falcón (México), su propósito principal es el riego, generación de energía eléctrica y control de avenidas; Marte R. Gómez (El Azúcar) y Venustiano Carranza, para riego y control de avenidas y El Retamal.

El diagnóstico de la calidad del agua en los cuerpos de agua superficiales se lleva a cabo mediante la utilización de los datos provenientes de la Red Nacional de Monitoreo. En esta región, la Red operó hasta 1995, con 55 estaciones ubicadas en 23 cuerpos de agua. Para estimar la calidad del agua, la CNA utiliza el Índice de Calidad del Agua (ICA), el cual proporciona el grado de contaminación del agua a la fecha del muestreo y está expresado en unidades adimensionales, como una relación del agua en estudio con el agua pura. Así, agua altamente contaminada tendrá un ICA cercano o igual a cero y un agua con excelentes condiciones un valor cercano a 100. La relación matemática que define a este índice es:

ICA = (Σ Ii Wi) / (Σ Wi)

i=1 i= 1

donde:

ICA = Índice de Calidad del Agua, adimensional.

Ii = Índice de Calidad para el parámetro i.

Wi = Coeficiente de ponderación del parámetro i.

n = Número total de parámetros

El número de parámetros que se consideran para determinar el ICA es de 18, el oxígeno disuelto y la demanda bioquímica de oxígeno son los parámetros de mayor peso en el valor del ICA. En la tabla siguiente se muestran los coeficientes de ponderación para cada uno de los parámetros:

PARAMETRO	COEF.	PARAMETRO	COEF.
Ph	1.0	Conductividad eléctrica	2.0
Color	1.0	Alcalinidad	1.0
Turbiedad	0.5	Dureza total	1.0
Grasas y aceites	2.0	Nitrógeno amoniacal	2.0
Sólidos suspendidos	1.0	Nitrógeno de nitratos	2.0
Sólidos disueltos	0.5	Fosfatos	2.0
Cloruros	0.5	Coliformes totales	3.0
Oxígeno disuelto	5.0	Coliformes fecales	4.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	5.0	Detergentes	3.0

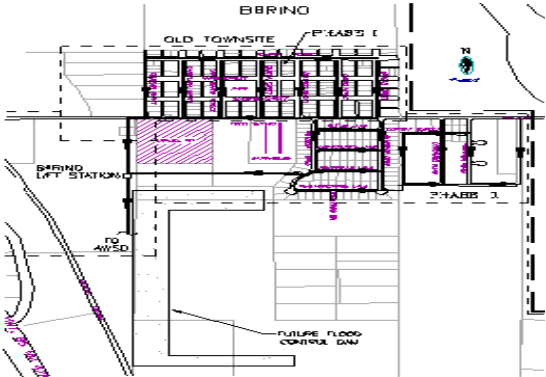
Para efecto de evaluar la calidad que han mostrado las aguas nacionales superficiales, monitoreadas por la Red Nacional; se han fijado tres intervalos en la escala del ICA: valores del ICA entre 0 y 40 se considera que la calidad del agua es mala; entre 40 y 70 es regular y entre 70 y 100 es buena. El valor del ICA de las estaciones de interés para este estudio, es el promedio obtenido desde que se inició el monitoreo hasta el año de 1995.

En el cuadro siguiente se muestra la ubicación de las estaciones de monitoreo de interés.

ESTACION	S24b-069	S24b-060	S24b-44	S24b-43	S24b-076	S24b-077	S24b-054
LOC	P Falcón	P Anzald	Pte. Inter	Pte. Inter	Lag Oxid	P Retam	Pte. Inter
ICA	66	62	--	61	51	59	60

En el cuadro y gráfica que se presenta a continuación se muestra la distancia así como el valor de su ICA, de las estaciones de monitoreo desde la Presa Falcón hasta la estación del Puente Internacional de Nuevo Progreso, pasando por los Puentes Internacionales de la Cd. de Reynosa y la estación localizada aguas abajo de la descarga del dren Anhelo en el Río Bravo.

	ESTAC	NOMBRE DE LA ESTACION	Km
1	S24b-069	COMPUERTAS DE LA PRESA FALCON	0+000
2	S24b-060	REPRESA ANZALDUAS	146+000
3	S24b-044	PUENTE INTERNACIONAL No. 3	162+000
4	S24b-043	PUENTE INTERNACIONAL REYNOSA	163+000
5	S24b-076	DESPUES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION	171+000
6	S24b-077	PRESA EL RETAMAL	203+000
7	S24b-054	PUENTE INTENACIONAL NUEVO PROGRESO	217+000



Se puede observar que en caso de que la descarga del sistema lagunar de tratamiento de las aguas residuales de Cd. Reynosa (PTAR # 1) se eliminara, posiblemente el ICA pasaría de su valor actual de 51 al de la estación localizada aguas arriba a la altura del Puente Internacional Reynosa que es de 61 y bajo esta condición los valores de los ICAS de las estaciones localizadas sobre el Río Bravo a la altura de la Presa Retamal con un valor actual de 59, llegaría a uno de 69 y el de la estación bajo el Puente Internacional Nuevo Progreso que es de 60 posiblemente pasaría a 70.

De esta manera si se eliminan las descargas de aguas residuales tratadas al Dren Anheló, afluente del Río Bravo los usos actuales de estas aguas, para fines de abastecimiento público con el valor de 51 resultan aguas con una mayor necesidad de tratamiento, la cual pasaría a un valor de 61 con la misma calificación pero con una menor concentración en la fuente de materia orgánica carbonácea y organismos coliformes, como se muestra en las tablas siguientes. El agua ahora y después de eliminadas las descargas seguiría siendo aceptable pero no recomendable para fines recreativos. Actualmente según el índice en esa parte del río la calidad del agua es dudosa para el sostenimiento de especies acuáticas sensibles, pero al retirar las descargas el agua podría ser apta para cualquier especie excepto las más sensibles. Desde el punto de vista industrial el agua puede ser calificada como apta para uso industrial sin tratamiento. Los índices de calidad del agua actual y futura la hacen aceptable para la navegación y para el transporte de desechos tratados.

La cercanía de las estaciones S24b-043 (Puente Internacional) y S24b-076 (Lagunas de Oxidación) impide evaluar el impacto favorable de la eliminación de las descargas de aguas residuales tratadas en esta parte del río, por lo que la información que se tiene aguas abajo, a la altura de la Presa Retamal, aproximadamente a 232 km de distancia, podría suponer una mejor calidad ya que el ICA en esta estación de 59 unidades, cuyos usos son equiparables a los de la estación aguas arriba de las descargas de las Lagunas de Oxidación, pudiera pasar a un valor de 69 o más, por la gran capacidad de autopurificación que tiene el río en esta sección. Ese valor de 69 aproxima el agua a una calidad regular, con mayor expectativa para su uso con fines de abastecimiento público, recreativos, industrial, agrícola y principalmente para el sostenimiento de la vida acuática en el Río Bravo.

Se pretende que con el apoyo de la CNA, se restablezca el monitoreo de las estaciones que integran el ICA, y medir el impacto del proyecto de saneamiento y las posibles fallas del mismo.

En el caso de los impactos que se provocan por la operación de las PTAR ligadas con las descargas líquidas tratadas se puede decir que en términos generales todos los efectos son positivos siendo el más significativo el relacionado con los usos del suelo por el pastoreo y la agricultura, siguiéndole en importancia las condiciones biológicas en flora y fauna, en las características físicas y químicas del medio ambiente y en los factores culturales.

La actividad del reciclaje de desechos sólidos, provenientes de las lagunas de tratamiento tendrán un impacto positivo si son dosificados en cantidad adecuada en los suelos agrícolas o en aquellos en los que se han observado características de erosión o de degradación parcial.

En caso de accidentes, el relacionado con la posible falla de algún bordo de las lagunas, podría tener un efecto desfavorable en el ecosistema circundante a la planta de tratamiento y en el sector urbano aledaño. Sin embargo la experiencia del sistema actual de tratamiento que tiene un poco más de 25 años de construido señala que este tipo de desastres esta lejos de ocurrir.

Por otro lado el Proyecto de Saneamiento Integral de la Ciudad de Reynosa, Tamps., generará impactos adversos durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la red de drenaje y las plantas de tratamiento de aguas residuales, sin embargo son impactos en la mayoría de los casos mitigables y para los cuales se tienen contempladas las medidas de prevención y control correspondientes. A continuación se detallan los principales impactos, las medidas de mitigación necesarias y las acciones a realizar para mitigar esos efectos adversos, durante la fase de rehabilitación, construcción y operación del sistema de saneamiento.

Construcción del sistema de drenaje y plantas de tratamiento de aguas residuales.

IMPACTOS DETECTADOS	MEDIDA DE MITIGACION	ACCIONES
Afectación de la calidad del aire por la generación de partículas emitidas por vehículos en general y maquinaria pesada.	Control de emisiones para vehículos en general y maquinaria pesada.	a)Se pondrá en marcha un programa de control de emisiones. b)Se dotará a todos los operarios del equipo de protección adecuado. c)Adaptación de convertidores catalíticos a todos los escapes de motores de combustión interna de vehículos y maquinaria que así lo permita.
Generación de ruido y vibraciones asociados al uso de equipo y maquinaria pesada.	Establecimiento de prácticas de seguridad y protección.	a)Se dotará a todos los operarios del equipo de protección adecuado. b)Se utilizará equipo y maquinaria que por sus especificaciones de fabrica, sus emisiones de ruido y vibraciones se encuentren en un rango aceptable. c)Se aislarán las zonas de trabajo lo más posible, sobre todo en aquellos lugares densamente poblados y de alta actividad comercial e industrial.
Incremento de circulación vehicular.	Programa de rutas alternas	a)Difusión en medios masivos de comunicación de las zonas afectadas y el tiempo que durarán las obras. b)Programación de rutas alternas. c)Señalización adecuada en las zonas de las obras en ejecución. d)Personal capacitado para control de tráfico en las zonas de las obras en ejecución.
Erosión de suelos.	Control sobre procedimientos constructivos	a)Eliminación de la cubierta vegetal, única y exclusivamente en los lugares donde se realizarán obras. b)Confinamiento de las obras y retiro del material producto de las obras, lo más pronto posible. c)En el caso del drenaje las actividades de relleno de zanjas y repavimentación, deberán seguir a los trabajos de rehabilitación tan pronto como sea posible.
Generación de olores.	Disposición pronta de todos producto de los trabajos	a)Retiro lo más pronto posible del azolve producto de los trabajos de rehabilitación de las líneas de drenaje y de la planta de tratamiento actual.
Contaminación de aguas subterráneas y superficiales	Control sobre procedimientos constructivos e impermeabilización de los fondos de las lagunas de las PTAR's.	a)Retiro lo más pronto posible de los materiales producto del acarreo de materiales de construcción y movimiento de tierras, así como del material producto del desmonte y despunte de los terrenos, para evitar el arrastre de este material por las aguas de escurrimiento, lo que origina alteración en sus características FQB. b)Levar a cabo el procedimiento constructivo propuesto para la rehabilitación de la PTAR #1, para evitar fugas o derrames de agua cruda sin tratamiento afectando las condiciones FQB del estero de aguas residuales. c)Impermeabilización del fondo de las lagunas de estabilización que se construirán con arcilla compactada de 30 cm de espesor, la cual deberá de cubrirse con arena bien graduada, limpia o limosa para protegerla de la erosión y del secado con una capa de 15 cm.
Afectaciones a la calidad de las aguas superficiales.	Control sobre la operación de las plantas de tratamiento de aguas residuales y sistema de drenaje.	a)Implantación de un programa de caracterización de los influentes de las PTAR's del sistema de tratamiento cada tres meses para detectar posibles fuentes de contaminación de índole industrial. b)Implantación de programa de control de descargas de aguas residuales, tanto comerciales como industriales. c)Implantación de un adecuado programa de operación del sistema de drenaje para evitar inundaciones y encharcamientos que puedan afectar cuerpos de agua destinados a usos como potable, etc. d)Cumplimiento de las condiciones particulares de descarga de los efluentes de las PTAR's. e)Implantación de programas de mantenimiento preventivo y correctivo de los sistemas de drenaje y tratamiento de aguas residuales.
Generación de olores	Diseño de alternativas para la eliminación de olores.	a)Medición de niveles de gases y olores de la atmósfera circundante a las PTAR's y a los cárcamos de bombeo. b)Construcción de barreras rompevientos vivas con especies desde arbustivas hasta arbóreas con follaje verde todo el año, en los entornos de las PTAR's. c)Instalación de aeradores flotantes superficiales para oxigenar la capa superior de las lagunas anaeróbicas y evitar la generación de gases productores de malos olores. d)Desazolve de las líneas de drenaje y estaciones de bombeo para evitar el estancamiento de las aguas residuales crudas en las instalaciones que propician la degradación de la materia orgánica.

Generación de lodos residuales	Establecimiento de controles adecuados y específicos para el manejo y disposición final de los lodos residuales	a)Realización de análisis CRETIB de los lodos producto del desazolve de la PTAR actual durante los trabajos de rehabilitación y producto las actividades de mantenimiento de las PTARs, a fin de certificar que son residuos que pueden ser dispuestos en el tiradero municipal o como mejoradores de suelos agrícolas. b)Disposición de los lodos residuales, previo desagüe y estabilización, en el sitio donde se destine, utilizando para ello el medio de transporte adecuado. c)Realización de análisis CRETIB de los lodos producto del desazolve de las líneas de drenaje para determinar su disposición final. d)Disposición lo más pronto posible de los lodos residuales producto del mantenimiento de las líneas de drenaje para evitar riesgos a la salud de la población.
Posible disminución del nivel de agua de la laguna "La Escondida".	Conducción de efluentes de aguas residuales tratadas hacia la laguna	a)Realizar los estudios correspondientes para la posible incorporación de parte de los caudales de aguas residuales tratadas hacia la laguna "La Escondida". b)Creación de reserva natural de protección, evitando el uso de los terrenos aledaños para fines urbanos, que generalmente originan contaminación por descargas de aguas negras sin tratamiento.

Efectos Ambientales Transfronterizos.

Los posibles efectos ambientales transfronterizos que pudieran presentarse durante la etapa de rehabilitación y construcción del sistema de drenaje y de las plantas de tratamiento de aguas residuales se reflejarían en la calidad del agua del Río Bravo.

Durante la operación de estos sistemas (drenaje y plantas de tratamiento), la calidad del agua del Río Bravo como se determinó en el análisis del agua de Ciudad Reynosa, serán definitivamente positivos, ya que uno de los objetivos estratégicos de las obras que se realizarán, es evitar que se sigan realizando descargas a este cuerpo de agua, por esto, la calidad de sus aguas mejorará ayudado por su capacidad de autodepuración.

Se considera que no existirán Impactos Ambientales Transfronterizos generados por el Proyecto Integral de Saneamiento de la Ciudad de Reynosa, Tamps. puesto que son obras de saneamiento ambiental que proporcionarán beneficios al aumentar la capacidad de tratamiento de las aguas residuales generadas en la Ciudad.

c. Cumplimiento de las Leyes y Reglamentos Aplicables en Materia Ambiental y de Recursos Culturales.

En el Municipio de Reynosa, Tamps., se regula el ordenamiento ecológico y la protección del ambiente, mediante la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Tamaulipas y el Plan Director de Desarrollo Urbano. En la actualidad se elabora una propuesta de Reglamento Ecológico Municipal que incluirá entre otros aspectos las competencias municipales de planeación y ordenamiento ecológico, regulación ecológica, impacto ambiental, normas técnicas, prevención y control de contaminación del aire, el agua, el suelo, el subsuelo y medio ambiente, manejo y disposición final de residuos sólidos, el aprovechamiento racional de áreas naturales protegidas y de las medidas de control, seguridad, sanciones y delitos.

Con fundamento en el artículo 35 BIS 2 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en sus artículos 11 fracción VII, 30, 33, 37 y 38 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Tamaulipas, así como de los artículos 5.6,7,8 fracción II, 11 y 20 fracción I de su Reglamento en Materia de Impacto Ambiental y Regulación con Fines Ecológicos de los Minerales o Sustancias de Competencia Estatal.

El proyecto cumple con los requisitos establecidos en dicho ordenamiento, al contar con la autorización para la ampliación y rehabilitación de las líneas de drenaje, así como la rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas residuales actual y para las obras de ampliación de las plantas de tratamiento #2 y #3 en materia de Impacto Ambiental mediante Oficio No. 000466 de fecha 24 de noviembre, de la Secretaría de Desarrollo Social del Estado de Tamaulipas. Esta autorización se otorgó con 51 condicionantes. En tal sentido se vigilará que las obras se realicen con apego a lo autorizado así como el evitar las practicas prohibidas que se describen en la autorización de referencia y el dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

- Se cumplirá con los valores estándares determinados por la Comisión Nacional del Agua CNA en el título de concesión No. 2TAM100226/24HASG94 a la Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la Cuidad de Reynosa, Tamaulipas (COMAPA), referente a las condiciones particulares de descarga de las aguas tratadas y que son las mismas que establece la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-96, la cual establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas residuales, para reúso en actividades agrícolas, según Oficio No BOO.5.4.4.2.-104 fechado el 26 de febrero de 1997, de la Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua de la Subdirección General Técnica dependientes de la Comisión Nacional del Agua, de respuesta a una solicitud de reconsiderar las condiciones de descarga de aguas residuales del permiso de descarga contenido en el título antes mencionado.
- Se cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas NOM-CCAT-003-ECOL/1993, la cual establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan gasolina como combustible y en la NOM-CCAT-008-ECOL/1993, que establece el nivel máximo permisible de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que utilizan diesel como combustible, para el parque vehicular y maquinaria a utilizar durante la etapa de preparación de los sitios y construcción, del proyecto en referencia.

En el Plan Director de Desarrollo Urbano del Estado y en el de Desarrollo Urbano en el Municipio no se encuentran directrices o lineamientos que señalen inconvenientes para la realización de los trabajos a los que se refiere el **Proyecto de Saneamiento Integral de la Ciudad de Reynosa**, ya que los terrenos donde se construirán las plantas de tratamiento de aguas residuales están clasificados como terrenos con uso de suelo especiales, según lo estipulan los oficios S/N, emitido por la Dirección de Desarrollo urbano, el día 13 de noviembre de 1997 y oficio No. PM 141-97 emitido por la Presidencia Municipal, el día 12 de noviembre de 1997, respectivamente.

Adicionalmente la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) sección mexicana emitió el Oficio No. 02163/97, con fecha 21 de noviembre de 1997, dirigido a la gerencia de la COMAPA donde manifiesta su no objeción para la realización de los trabajos a los que se refiere este proyecto.

La Comisión Nacional del Agua por medio de la Gerencia de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento, emitió el Oficio No. BOO.3.1.-00726, con fecha 13 de noviembre de 1997 donde establece que la tecnología empleada en los proyectos de las plantas de tratamiento de aguas residuales para la Cd. de Reynosa es la opción más viable, dentro de las estudiadas, técnica y económicamente.

En cuanto al cumplimiento de la legislación en materia de Recursos Culturales se cuenta con el dictamen de no afectación al patrimonio Arqueológico, Histórico y Cultural en la zona donde se realizarán trabajos relacionados con el saneamiento de la población de acuerdo con la ubicación del Municipio de Reynosa, según consta en el Oficio No. 507/97 emitido por el Instituto Nacional de Antropología e Historia, Centro-INAH-Tamaulipas.

A continuación se presenta un resumen de las autorizaciones obtenidas en Materia Ambiental y de Recursos Culturales.

Fecha de obtención	Autorizaciones	Dependencia que lo otorga
26 de febrero de 1997	Oficio No.BOO.5.4.4.2.-104 Dictamen técnico de reconsideración de condiciones de descarga para la COMAPA de Reynosa.	Comisión Nacional del Agua Contacto: Ing. Ignacio Castillo Escalante. Gerente de Saneamiento y Calidad del Agua. Tel: (915) 595 23 22 Fax: (915) 595 39 50
31 de mayo de 1997	Acuerdo Gubernamental, mediante el cual se declara Area Natural Protegida, clasificada como parque urbano al área denominada "Laguna La Escondida", ubicada en el Municipio de Cd. Reynosa, Tamps.,	Secretaría General de Gobierno Periódico Oficial Organo de Gobierno Constitucional del Estado Libre y Soberano de Tamaulipas.

12 de noviembre de 1997	Oficio No. PM 141-97 Manifestación de la Presidencia Municipal de Cd. Reynosa de no existir inconveniente alguno para la realización de las obras a las que se refiere este proyecto de saneamiento.	Republicano Ayuntamiento Constitucional de Reynosa, Tamaulipas. Presidencia Municipal. Contacto: Lic. Oscar Luebert Gutiérrez.
13 de noviembre de 1997	Oficio No. 181-97. Manifestación de la Dirección de Desarrollo Urbano que no se encuentran directrices o lineamientos que señalen inconvenientes para la realización de los trabajos a los que se refiere este proyecto de saneamiento.	Republicano Ayuntamiento Constitucional de Reynosa, Tamaulipas. Presidencia Municipal. Dirección de Desarrollo Urbano Contacto: Arq. Juan Humberto Martínez Castillo Tel: (91-89)23 96 49
13 de noviembre de 1997	Oficio No. BOO.3.1.-0726 Justificación del proceso de tratamiento	Comisión Nacional del Agua Contacto: Ing. Antonio Fernández Esparza. Gerente de Proyectos de Agua Potable y Saneamiento.
17 de noviembre de 1997	Oficio No. 507/97 Dictamen de no afectación del Patrimonio Arqueológico, Histórico y Cultural en la zona.	Instituto Nacional de Antropología e Historia (I.N.A.H.) Centro-Tamaulipas. Contacto: Lic. Maribel Miró Flaquer.
21 de noviembre de 1997	Oficio No. 02163/97 Observaciones para el proyecto fronterizo de saneamiento de Reynosa, Tamps.	Comisión Internacional de Límites y Aguas entre México y Los Estados Unidos. (CILA) Sección Mexicana. Contacto: Ing. Cayetano Hernández J. Tel: (91-89) 24 82 49 Fax: (91-89) 24 82 09
24 de noviembre de 1997	Oficio No. 000466 Dictamen del documento de Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad general para el "Proyecto Integral del Saneamiento de la Ciudad de Reynosa, Tamps."	Secretaría de Desarrollo Social del Estado de Tamaulipas. Contacto: Q.I. Andrés Oscar Ochoa Pedroza. Director de Ecología. Tel y Fax: (91-131) 232-42 Ext. 229

3. FACTIBILIDAD TÉCNICA

Se desarrolla la factibilidad técnica del proyecto, basados en un amplio análisis del sistema de alcantarillado, descrito en los siguientes documentos:

- "Plan Maestro para la Consolidación y Desarrollo Institucional del Organismo Operador Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la Cd. de Reynosa, Tamps. (COMAPA)" Comisión Nacional del Agua. 1996
- "Proyecto Ejecutivo para la Rehabilitación y Ampliación de las Lagunas de Estabilización de la Ciudad de Reynosa, Tamps." Comisión Nacional del Agua. 1996
- "Evaluación del Sistema Sanitario de Alcantarillado. Revisión de la Información del Manejo del Sistema. Evaluación de Aguas Residuales Industriales y Plan Preliminar de Muestreo de Aguas Residuales" Orden de Trabajo No. 2. Comisión Internacional de Límites y Aguas. (CILA/IBWC). 1997
- "Monitoreo Continuo de Flujo en 44 puntos en el Sistema de Captación de Reynosa" Orden de Trabajo No. 3. Comisión Internacional de Límites y Aguas. (CILA/IBWC). 1997
- "Levantamiento. Modelaje Hidráulico de la Red Primaria de Colección de Aguas Residuales" Orden de Trabajo No. 4. Comisión Internacional de Límites y Aguas. (CILA/IBWC). 1997
- "Levantamiento de Condiciones Internas del Drenaje e Inspección. Materiales y Métodos de Rehabilitación" Orden de Trabajo No. 5. Comisión Internacional de Límites y Aguas. (CILA/IBWC). 1997
- "Estudio de los Impactos de Ingreso de Aguas (Inflow) para el Sistema de Alcantarillado de Reynosa, Tamps." Orden de Trabajo No. 6. Comisión Internacional de Límites y Aguas. (CILA/IBWC). 1997
- "Estudio de Corrosión por Sulfuros" Orden de Trabajo No. 7. Comisión Internacional de Límites y Aguas. (CILA/IBWC). 1997
- "Reporte de Rehabilitación y Expansión de la Red de Alcantarillado de Reynosa" Orden de Trabajo No. 8. Comisión Internacional de Límites y Aguas. (CILA/IBWC). 1997
- "Proyectos Ejecutivos de Ampliación de la Red de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Reynosa, Tamaulipas" COMAPA. 1997.
- "Proyectos Ejecutivos de Rehabilitación de la Red Secundaria de Alcantarillado Sanitario para la Ciudad de Reynosa, Tamaulipas" COMAPA. 1997.
- Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad General para el Proyecto de Saneamiento Integral de la Ciudad de Reynosa, Tamaulipas" COMAPA. 1997.

La vida útil de un sistema de alcantarillado, depende de diversos factores, entre otros:

- Control de calidad de los materiales de construcción.
- Instalación correcta de la tubería.
- Incorporación en el diseño de control de corrosión.
- Mantenimiento preventivo.

Para asegurarse que el diseño, la construcción y operación de las modificaciones al sistema serán para durar la vida útil teórica; se desarrollaron criterios específicos de diseño. De esta forma, se asegura el servicio de alcantarillado con una vida útil mayor de 50 años para los distintos componentes estructurales (tuberías, pozos de visita, cárcamos, etc.) y mayor de 20 años para los equipos mecánicos.

A partir del análisis del sistema, se concluyó que se requieren aproximadamente 28.7 km de reemplazo o construcción de líneas de alcantarillado a gravedad, 5.8 km de nuevas tuberías de descarga de las plantas de bombeo, el aumento de capacidad o construcción de 12 plantas de bombeo y la rehabilitación de la planta de tratamiento actual y la construcción de 2 nuevas. Estas obras se requieren para proveer a la Cd. de Reynosa de un sistema con capacidad para el año 2016. Los parámetros de diseño se describen a continuación.

a. Tecnología Apropiada

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

El gasto estimado actual de aguas residuales excede la capacidad nominal de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) existente. Con base en las proyecciones de gasto del área servida, la PTAR No. 2 ya es necesaria y la PTAR No. 3 se requerirá dentro de los próximos cinco años.

Las áreas de mayor cobertura en el servicio de alcantarillado son la norte y central, tributarias de la Estación de Bombeo No. 1 (E.B. No. 1); las áreas central-oeste y suroeste, tributarias de la Estación de Bombeo No 4 (E.B. No. 4) y el área este, tributaria de la Estación de Bombeo No. 10 (E.B. No. 10). Las líneas de descarga de estas tres estaciones de bombeo, en adición de la Estación de Bombeo PEMEX (E.B. PEMEX), se juntan en una estructura de unión de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales. El agua residual se conduce hacia la planta de tratamiento actual mediante cuatro emisores a presión, con las siguientes características:

- De la E.B. No. 1 se conduce a presión mediante un emisor de concreto reforzado de 107 cm de diámetro y longitud de 1,640 m.
- De la E.B. No. 4 mediante un emisor de concreto reforzado de 91 cm de diámetro y una longitud de 2,140 m.
- De la E.B. No. 10 mediante un emisor de concreto reforzado de 76 cm de diámetro y una longitud de 860 m.
- De la E.B. PEMEX mediante un emisor de concreto reforzado de 61 cm de diámetro y una longitud de 680 m.

El proceso de tratamiento está formado por una laguna aerada, que origina cinco trenes de tratamiento en paralelo, cada tren de tratamiento se concibió para manejar un caudal de 140 lps mediante una laguna facultativa, una aerobia y una de maduración, lo cual se puede observar al final del documento en la figura 3.1. De acuerdo con los datos de proyecto original, el proceso de tratamiento actual consta de cuatro pasos:

1. El agua a tratar debería pasar a un desarenador que actualmente se encuentra fuera de operación, luego a un medidor Parshall y posteriormente a una laguna aerada de 6.15 ha de superficie y 2.40 m de profundidad con 14 aereadores mecánicos de 40 HP cada uno, esta laguna tiene una forma rectangular de 477.50 m de largo por 136.50 m de ancho.
2. Posteriormente el agua se distribuye a cada uno de los cinco trenes de tratamiento, donde una laguna facultativa posee una superficie de 1.16 ha y las otras cuatro de 1.24 ha con una profundidad uniforme de 2.40 m. Estas lagunas tienen una forma rectangular con ancho variable y un largo promedio de 115.00 m.
3. El efluente de las lagunas facultativas pasa a una laguna aerobia con una superficie que varía de 1.95 a 2.04 ha, con una profundidad uniforme de 1.80 m. Estas lagunas tienen forma rectangular con ancho variable y largo de 190.00 m.
4. Finalmente el agua pasa a las lagunas de pulimento o maduración, las cuales tienen una superficie unitaria de 2.80 ha con profundidad de 1.80 m, la forma de éstas lagunas es rectangular con ancho variable y 248.00 m de largo.

En la tabla siguiente se presentan las principales características geométricas del sistema en su estado actual.

DATOS DEL PROYECTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO

PASO	LAGUNA	DIMENSIONES PROMEDIO	PROFUNDIDAD (m)	ÁREA (ha)	TIEMPO DE RETENCIÓN (días)
1	Aerada mecánica	477.5 x 136.5	2.40	6.15	2.430
2	Facultativa	113 x 115 113 x 122 (4)	2.40 2.40	1.16 1.24	2.291 2.449
3	Aerobia	113 x 180 113 x 190	1.95 2.04	1.80 1.80	2.889 3.022
4	Maduración	113 x 248	1.80	2.80	4.148

Cabe hacer notar que la planta posee un tanque tipo Imhoff, el cual no se contempló en el proyecto original como pretratamiento y que actualmente no se utiliza ya que se encuentra deteriorado.

A finales del año 1994 los aereadores fueron retirados de operación, debido a su costo de operación.

El agua tratada se vierte a la corriente superficial El Anheló, el cual la conduce hasta un estero natural donde se retiene por aproximadamente 15 días antes de llegar al Río Bravo, que es el cuerpo receptor final.

En el año de 1996, la Comisión Nacional del Agua (CNA) realizó el "Proyecto Ejecutivo para la Rehabilitación y Ampliación de las Lagunas de Estabilización de Cd. Reynosa, Tamps.", que sirvieron de base para determinar el proceso de tratamiento de las aguas residuales que se generan actualmente y en el futuro inmediato.

Se plantearon tres alternativas, tanto para la rehabilitación como para la ampliación y para cada una de ellas se estimaron los costos aproximados de obra, operación y mantenimiento. Se seleccionó la alternativa adecuada a partir de una evaluación técnica y económica, tanto para la rehabilitación como para la ampliación, llevando las alternativas seleccionadas a nivel de Proyecto Ejecutivo.

En el año de 1997 la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), realizó mediante de la empresa Montgomery-Watson, la simulación hidráulica del sistema de colectores de la red primaria, con el fin de proponer acciones que permitieran su correcto funcionamiento. Los resultados sugieren una rehabilitación y ampliación de la red, para la cual, la distribución de gastos que ingresarían a las Plantas de Tratamiento serían diferentes a los gastos del Proyecto Ejecutivo.

GASTO MEDIO DIARIO A TRATAR EN ESTIAJE EN 2,016

PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	PROYECTO EJECUTIVO CNA	SIMULACIÓN HIDRÁULICA CILA
	Gasto, en l/s	Gasto, en l/s
No. 1 (Rehabilitación)	750	780
No. 2 (Ampliación mediante la construcción de una planta)	750	820
No. 3 (Construcción de una nueva planta)	850*	750
Gasto medio en estiaje al año 2,016	2,350	2,350
850* gasto para tratar los 2,350 l/s que se generarán al año 2016 (CILA).		

Como se puede observar, las diferencias entre los gastos del Proyecto Ejecutivo y el análisis hidráulico realizado por la CILA no son significativos, por lo cual, los gastos se encuentran dentro del rango que permite el adecuado funcionamiento de las Plantas de Tratamiento.

Se acepta que el incremento en el gasto, disminuirá de manera **no significativa** la eficiencia en la remoción de contaminantes. La eficiencia en el proceso deberá verificarse mediante el monitoreo del agua tratada, con el fin de cumplir con las condiciones de descarga otorgadas por la Comisión Nacional del Agua. En caso de no cumplir con los parámetros, existe la posibilidad de que el caudal excedente sea tratado en la Planta de Tratamiento No. 3, la cual se encuentra únicamente conceptualizada.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales No. 1

(PTAR No. 1. Rehabilitación del Sistema Actual).

De acuerdo al Proyecto Ejecutivo de Rehabilitación y Ampliación de la Planta de Tratamiento, el sistema lagunar ha superado su periodo de diseño, ya que fue concebido para tratar un caudal medio de 703 lps y se observó un gasto promedio de operación de 745 lps, lo que representa un excedente en el caudal del 6 %.

Las condiciones particulares de descarga de aguas residuales otorgadas por la Comisión Nacional del Agua (CNA), bajo el título de concesión No. 2TAM100226/24HASG94 a la Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Reynosa, Tamps. (COMAPA), se presentan en la siguiente tabla:

CONDICIONES PARTICULARES DE DESCARGA

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN PROMEDIO MENSUAL	CONCENTRACIÓN PROMEDIO DIARIO	CARGA Kg/día	UNIDAD
Grasas y aceites	15	25	1,620	mg/l
Materia flotante	ausente	ausente		Malla- 3mm
S. sedimentables	1	2		ml/l
S. Suspendidos T.	150	200	12,960	mg/l
DBO5 total	150	200	12,960	mg/l
Nitrógeno total	40	60		mg/l
Fósforo total	20	30		mg/l
Arsénico total	0.2	0.4		mg/l
Cadmio total	0.2	0.4		mg/l
Cianuro total	2.0	3.0		mg/l
Cobre total	4.0	6.0		mg/l
Cromo total	1.0	1.5		mg/l
Mercurio total	0.01	0.02		mg/l
Níquel total	2.0	4.0		mg/l
Plomo total	0.5	1.0		mg/l
Zinc total	10	20		mg/l
Coliformes fecales	1,000	2,000		NMP/100 ml

Con motivo de la elaboración del Proyecto Ejecutivo de Rehabilitación y Ampliación de la Planta de Tratamiento, se obtuvieron análisis de las aguas residuales a la entrada y salida de la planta de tratamiento, los resultados se muestran en la tabla siguiente:

CARACTERIZACIÓN DEL INFLUENTE Y EFLUENTE A LA PTAR
--

PARÁMETRO	UNIDAD	E.B. No. 10	E.B. No. 4	E.B. No. 1	E.B. PEMEX	CARACTERIZACIÓN	SALI- DA
pH	µmbos/cm	7.27	7.23	7.15	6.90	7.18	7.00
Cond. Eléctrica	mg/l	1,959	1,914	1,773	1,711	1,842	2,021
Oxígeno Disuelto	mg/l	1.00	1.00	0.50	0.67	0.75	0.70
DBQ ₅	mg/l	172	278	323	224	289	73
DQO	mg/l	306	442	477	404	448	145
Sólidos totales	mg/l	1,313	1,303	1,311	1,251	1,305	1,578
S _{totales volátiles}	mg/l	176	185	183	109	180	188
S _{totales fijos}	mg/l	1,137	1,119	1,128	1,143	1,125	1,390
S _{disueltos totales}	mg/l	1,209	1,235	1,181	1,163	1,205	1,512
S _{disueltos volátiles}	mg/l	140	158	115	80	133	182
S _{disueltos fijos}	mg/l	1,069	1,074	1,066	1,083	1,070	1,390
SST	mg/l	104.0	68.5	130.0	88.0	100.0	66.0
SSV	mg/l	36.0	26.5	68.0	28.7	46.4	6.0
SSF	mg/l	68.0	42.0	62.0	59.3	53.7	10.0
S _{sedimentables}	ml/l	0.42	0.38	0.68	0.87	0.55	2.00
SAAM	mg/l	10.7	14.9	14.6	12.2	14.4	10.5
Fósforo total	mg/l	46.6	42.7	53.0	41.2	47.6	9.5
Calcio	mg/l	60.0	49.0	54.0	74.0	53.2	84.0
Magnesio	mg/l	59.0	61.7	59.0	41.3	59.3	63.0
Dureza total, CaCO ₃	mg/l	397	380	383	387	383	475
Sodio	mg/l	404	346	385	346	368	416
Potasio	mg/l	39	39	39	39	39	39
Carbonatos	mg/l	0	0	0	0	0	0
Bicarbonatos	mg/l	366	320	353	264	335	414
Cloruros	mg/l	371	331	338	302	335	397
Sulfatos	mg/l	482	488	482	524	487	508
Acidez total, CaCO ₃	mg/l	60.2	73.1	65.3	61.5	68.1	32.5
Alcalinidad, CaCO ₃	mg/l	300	263	308	217	284	340
Grasas y aceites	mg/l	238	176	473	171	317	96.9
N-amoniaco	mg/l	13.60	13.60	18.00	8.03	15.40	40.00
N-nitratos	mg/l	0.67	0.37	0.58	0.10	0.47	0.60
N-nitritos	mg/l	0.001	0.003	0.001	0.001	0.002	
N-orgánico	mg/l	7.40	7.87	9.81	10.12	8.85	
Fenoles	mg/l	0.64	0.12	0.24	0.06	0.21	

Para definir el caudal de diseño para la rehabilitación del sistema lagunar, se consideró que la ciudad de Reynosa cuenta con 420,294 habitantes y que para el año 2016 será de 1’003,916 habitantes.

Caudal medio de agua residual		Población actual	Aportación (64,377/420,294) x 1,000
(lps)	(m³/día)	(habitantes)	(l/hab/día)

745.1	64,377	420,294	153
-------	--------	---------	-----

La aportación calculada de 153 l/hab/día representa el 51 % de la dotación estimada de 302 l/hab/día. Con la información de los análisis de las aguas residuales y con las observaciones de campo, se determinaron los parámetros de diseño para la rehabilitación y la ampliación del sistema lagunar como sigue:

PARÁMETRO	VALOR	UNIDAD
Temperatura media mínima anual	15.3	°C
Temperatura media mes más cálido	30.1	°C
Temperatura del agua residual (26-32)	29.0	°C
pH (6.5-7.2)	7.18	mg/l
DBO ₅ total (172-323)	289	mg/l
DBO ₅ soluble (criterio teórico)	225	mg/l
Sólidos sedimentables (0.38-0.87)	0.55	mg/l
Sólidos suspendidos (88-130)	100	mg/l
Coliformes fecales	3.0X10 ⁶	NMP/100 ml

Se llevaron a cabo pruebas de tratabilidad para determinar las constantes de biodegradabilidad y de remoción de coliformes fecales, para rediseñar los sistemas de tratamiento, obteniendo los siguientes valores:

CONSTANTES (día ⁻¹)	VALOR
<i>K_{an}</i>	0.645
<i>K_f</i>	0.783
<i>K_{han}</i>	2.118
<i>K_{h_f}</i>	2.418
<i>a_n</i> = anaerobia (@ T= 29 °C)	
<i>f</i> = facultativa (@ T= 29 °C)	

Con los trabajos de caracterización y aforo, así como las pruebas para determinar constantes de diseño, se seleccionaron los siguientes arreglos para la PTAR No. 1:

OPCIÓN	TRATAMIENTO
1	Laguna anaerobia seguida de laguna facultativa
2	Laguna anaerobia seguida de laguna facultativa ampliada
3	Lagunas anaerobias seguidas de lagunas facultativas modificadas flujo pistón

Laguna anaerobia seguida de laguna facultativa

El sistema lagunar una vez desazolvado deberá modificarse, convirtiendo a la laguna general en tres lagunas anaerobias y sobre las lagunas facultativas se eliminarán los bordos intermedios, perpendiculares al sentido del flujo. Con estas modificaciones se podrán tratar sólo 430 lps del gasto actual de 750 lps. Las características técnicas se presentan en la siguiente tabla:

		LAGUNAS	
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	ANAEROBIA	FACULTATIVA
Largo (*)	m	136.50	556.30
Ancho (*)	m	133.00	115.00
Profundidad	m	2.60	2.00
No. de lagunas		3	5
Area	ha	1.82	6.40
DBO ₅ efluente	mg/l	100	30
Colifor. fecales efluente	NMP/100 ml	3x10 ⁶	< 1000
Tr hidráulico	días	4.39	17.85
Gasto / laguna	lps	143.3	86

(*) De corona a corona.

Las ventajas que se pueden apreciar de este sistema lagunar son:

- sólo se requiere desazolver el sistema actual y modificar ligeramente los bordos intermedios.
- se aprovecharía íntegramente la infraestructura existente.
- cumple con coliformes fecales y DBO₅ con las modificaciones propuestas.

Las desventajas que se pueden apreciar de este sistema lagunar son:

- sólo se daría tratamiento al 57 % del caudal actual aforado.
- requiere de soluciones alternativas para tratar el gasto restante.

Laguna anaerobia seguida de laguna facultativa ampliada

Con objeto de recibir el gasto actual de 750 lps, se plantea la alternativa de aprovechar la infraestructura existente, ampliando longitudinalmente los bordos. Se construirán cinco lagunas anaerobias para un tren de cinco lagunas facultativas. Las características técnicas se presentan en la siguiente tabla:

		LAGUNAS	
CARACTERISTICAS	UNIDADES	ANAEROBIA	FACULTATIVA
Largo	m	66.00	1217.00
Ancho	m	115.00	115.00
Profundidad	m	3.0	2.0
No. de lagunas		5	5
Área	ha	0.76	14.00
DBO ₅ efluente	mg/l	100	30
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1x10 ⁵	1x10 ⁵
Tr hidráulico	días	1.76	21.6
Gasto / lagunas	lps	150	150

Las ventajas que se pueden apreciar en este sistema lagunar son:

- se da cumplimiento a las exigencias actuales en cuanto a gasto, reducción de DBO₅ y coliformes fecales de acuerdo con lo establecido para el reúso del agua residual tratada.
- se aprovecha íntegramente la infraestructura existente con esta modificación propuesta.

Las desventajas que se pueden apreciar en este sistema lagunar son:

- necesidad de adquirir terrenos, prácticamente del doble del área actual de la laguna.
- necesidad de demolición de los edificios actuales destinados para laboratorio, oficinas, así como el tanque Imhoff y el lecho de secado.

Lagunas anaerobias seguidas de lagunas facultativas modificadas a flujo pistón

La laguna general se ampliará sobre su parte longitudinal en el sentido del flujo actual, para que con esta área se formen cuatro lagunas anaerobias que forman un par y cada una con dos unidades en serie para verter sus efluentes a una sola laguna facultativa que trabajará en flujo pistón. En ésta última se abrirán tramos en los extremos de las lagunas y se eliminarán los bordos intermedios, estos arreglos se realizarán una vez desazolvado el sistema, con objeto de provocar una sola corriente en zigzag en los cinco trenes de las lagunas facultativas. Las características técnicas se presentan en la siguiente tabla:

		LAGUNAS ANAEROBIAS		LAGUNA
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	PRIMARIA	SECUNDARIA	FACULTATIVA
Largo	m	214.00	146.90	3195.50
Ancho	m	113.50	113.50	115.00
Profundidad	m	4.0	4.0	2.5
No. de lagunas		2	2	1
Área	ha	2.43	1.67	36.75
DBO ₅ efluente	mg/l	246.8	224.9	52.27
Coliformes fecales	NMP/100 ml	1.96X106	1.53X106	4.85
Tr hidráulico	días	2.493	1.464	12.900
Gasto / lagunas	lps	375	375	750

Las ventajas que se pueden apreciar en este sistema lagunar son:

- se cumple con las exigencias de DBO₅ y coliformes fecales para reúso; así como las necesidades de gasto actual.
- sólo se incrementa el área actual en un 18 % para tratar el gasto de 750 lps.
- se aprovecha íntegramente la infraestructura actual.

- la laguna anaerobia, con una profundidad de 4.0 m, permite un mayor almacenamiento de lodos.
- al tener menor área que la alternativa anterior, el tiempo de construcción es menor.

Las desventajas que se pueden apreciar en este sistema lagunar son:

- se necesita adquirir área adicional de terreno.
- se requiere la construcción de dos lagunas anaerobias adicionales.

De las alternativas analizadas anteriormente, se concluyó que la mejor opción para llevar a cabo la rehabilitación del sistema existente es la tercera, que corresponde a lagunas anaerobias ampliadas seguida de lagunas facultativas modificadas a flujo pistón. Esta alternativa se llevó a nivel de Proyecto Ejecutivo. La distribución de las estructuras se puede observar al final del documento, en la figura 3.2.

De acuerdo al calendario establecido para la realización de los trabajos de rehabilitación, que durará aproximadamente un año, se requiere un proceso constructivo que no detenga el tratamiento de aguas residuales. El detener el proceso de tratamiento actual, generaría un impacto ambiental adverso en el entorno, debido a la disposición de aguas residuales crudas hacia cualquier cuerpo receptor durante el tiempo en que se realicen las obras. Para evitar que existan impactos adversos se desarrolló un procedimiento constructivo para la rehabilitación de las lagunas que se puede observar en la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad General realizada en 1997, para el Proyecto Integral de Saneamiento de Reynosa, Tamps.

La realización del resto de las actividades como la construcción de vialidades, drenaje interno, caseta de vigilancia, alumbrado, edificio de oficinas, colocación de cerca perimetral, alumbrado, etc. se llevarán a cabo simultáneamente a los trabajos de las lagunas de estabilización, de acuerdo al calendario de actividades que se detallan en el apartado del Programa de Trabajo de la Manifestación de Impacto Ambiental.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales No. 2

(PTAR No. 2. Ampliación a través de una nueva planta).

Apoyados en la información recopilada en campo, la proyección de población, servicios de agua potable y alcantarillado, planes de crecimiento de la mancha urbana, tenencia del suelo en sitios factibles de tratamiento y la topografía de la zona, se establecieron diferentes alternativas para la ampliación de la capacidad instalada de tratamiento como se reseña a continuación:

OPCIÓN	TRATAMIENTO
1	Laguna anaerobia seguida de laguna facultativa.
2	Laguna anaerobia seguida de laguna facultativa aerada y de sedimentación.
3	Lagunas facultativa aerada seguidas de lagunas de sedimentación y cloración del efluente.

Laguna anaerobia seguida de laguna facultativa

Plantea cinco lagunas anaeróbicas seguidas de cinco facultativas. Las características técnicas del sistema lagunar se presentan en la siguiente tabla:

		LAGUNAS	
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	ANAEROBIA	FACULTATIVA
Largo	m	105.00	1128.00
Ancho	m	79.00	105.00
Profundidad	m	4.0	2.5
No. de lagunas		5	5
Área	ha	0.829	11.844
DBO ₅ efluente	mg/l	181.15	29.00
Coliformes fecales	NMP/100 ml	8.85x10 ⁵	1.0
Tr hidráulico	días	1.874	20.488
Gasto / lagunas	lps	150	150

Las ventajas que se pueden apreciar son:

- se da cumplimiento con la normatividad existente en cuanto a DBO₅ y coliformes fecales.
- no se requiere de aplicación de cloro en el efluente, por lo que los costos por operación y mantenimiento son bajos en este renglón.
- permite el crecimiento modular (150 lps) de acuerdo con el incremento de la población a través de los años.

Algunas de las desventajas del sistema son:

- área relativamente grande (70 ha), lo que dificulta la adquisición de los terrenos.

Laguna anaerobia seguida de laguna facultativa aerada y de sedimentación.

Esta alternativa se basa en la remoción de materia orgánica, medida como DBO₅, hasta alcanzar valores menores que 100 mg/l; sin embargo, no se cumple con el parámetro de coliformes fecales que debe ser menor a 1000 NMP/100 ml por lo que será necesario aplicar gas cloro en una concentración de 3 mg/l. Las características técnicas de esta opción se presentan en la siguiente tabla:

			LAGUNA	
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	ANAEROBIA	FACULTATIVA	SEDIMEN- TACIÓN

Largo	m	150.00	264.00	237.50
Ancho	m	36.00	36.00	36.00
Profundidad	m	3.0	2.4	2.7
No. de lagunas		5	5	5
Área	ha	0.50	0.95	0.85
DBO ₅ efluente	mg/l			30
Coliformes fecales	NMP/100 ml	3x10 ⁶		160
Tr hidráulico	días	1.5	1.7	0.58 (14 hrs)
Gasto / lagunas	lps	150	150	150
Potencia	HP		180	
Dosis de cloro efluente	mg/l			3

Las ventajas que se pueden apreciar en este sistema lagunar son:

- menor área que la requerida en la alternativa anterior.
- permite el crecimiento modular de 150 lps.
- cumple con lo exigido en la remoción de DBO₅.
- al tener menor área de construcción el tiempo de realización de la obra se reduce considerablemente.
- mejor control operativo del sistema.

Las desventajas que se pueden apreciar en este sistema lagunar son:

- necesidades de cloración para cumplir con el parámetro de coliformes (caseta de cloración, equipo, etc.)
- mayor costo de operación y mantenimiento por los conceptos energía y equipo electromecánico.
- mayor grado de capacitación del personal para operar el sistema.

Lagunas facultativa aerada seguidas de lagunas de sedimentación y cloración.

Sólo elimina la demanda bioquímica de oxígeno, DBO₅ por lo que se requiere que el efluente tratado sea clorado para cumplir con las condiciones particulares de descarga de 1000 NMP/100 ml de coliformes fecales con la misma dosificación de cloro. Así mismo esta alternativa requiere de equipo de aeración para llevar al cabo el tratamiento de las aguas residuales. Las características técnicas de esta opción se presentan en la siguiente tabla:

		LAGUNAS	
CARACTERÍSTICAS	UNIDADES	FACULTATIVA AERADA MECÁNICAMENTE	SEDIMENTADORA
Largo	m	264.00	237.50
Ancho	m	36.00	36.00
Profundidad	m	2.4	2.7
No. de lagunas		5	5
Área	ha	0.95	0.85
DBO ₅ efluente	mg/l		30
Coliformes fecales	NMP/100 ml		225
Tr hidráulico	días	1.7	0.58 (14 hrs)
Gasto / lagunas	lps	150	150
Potencia	HP	280	
Dosis cloro efluente	mg/l	3	

Las ventajas que se pueden apreciar en este sistema son:

- menor área de la requerida para la primera alternativa.
- menores problemas para la adquisición de los terrenos por requerirse menor área.
- el área disponible (70 ha) es suficiente para dar tratamiento hasta después del año 2016 bajo este proceso.
- el tiempo de construcción es mucho menor que en la primer alternativa.
- mejor control del sistema que en la primera alternativa.
- cumple con el parámetro DBO₅.

- permite el crecimiento de 150 lps, por módulo.

Las desventajas que se pueden apreciar en este sistema lagunar son:

- mayores costos de operación y mantenimiento por equipo electromecánico.
- requiere de personal capacitado para la operación del sistema.
- las necesidades de infraestructura y almacenamiento para la dosificación de cloro representan un gasto adicional con los riesgos inherentes.

Se determinó que la mejor opción para el proyecto de la PTAR No. 2, es la primera alternativa la cual consta de lagunas anaerobias seguida de lagunas facultativas. Esta alternativa se llevó a nivel de Proyecto Ejecutivo. La distribución de las estructuras se puede observar al final del documento, en la figura 3.3.

El diseño de lagunas anaerobias y facultativas contempla el desarrollo de bordos con talud 2:1, compactados al 90 % de la prueba Proctor. El ancho superior de los bordos (corona) tendrá una dimensión de tres metros, para que pueda circular un vehículo, así mismo se construirán rampas de acceso para ingresar al sistema lagunar.

De acuerdo a los estudios efectuados de geotécnica, el material producto de la excavación se utilizará hasta en un 30% mezclado con material arcilloso y caliche de banco para la formación de los bordos. La excavación que se realizará no es del tipo profunda y no se corre el riesgo de llegar al nivel de aguas freáticas.

Para la PTAR No. 2 se construirá un edificio de un solo nivel para oficinas, en el que se ubicarán: sala de espera, área secretarial, dos oficinas, laboratorio, bodega y dos baños. Quedará estructurado a base de muros de carga de tabique rojo recocido, castillos, losas macizas, trabes de concreto, zapatas corridas y trabes de liga.

Las etapas para la construcción de la planta para ampliación se describe a continuación:

1. Preparación del sitio (tirando arboles, arbustos y hierbas en la zona).
2. Construcción de vialidades, servicios, colocación de cerca perimetral, caseta de vigilancia.
3. Retirar capa vegetal de la zona donde se construirán los módulos, construcción de bordos con material de banco autorizado, con equipo mecánico y personal calificado adecuado de acuerdo al Proyecto Ejecutivo.
4. Construcción de pretratamiento, edificio de oficinas y alumbrado exterior. Instalación de la subestación eléctrica y la planta de emergencia.
5. Construcción del tanque elevado y cuarto de control eléctrico; cárcamo de bombeo y puente de acceso al cárcamo y construcción del colector.

Cabe mencionar que las actividades descritas de manera general en los puntos anteriores, se desarrollarán de acuerdo al calendario de actividades que se detalla en el Programa de Trabajo, del documento de la Manifestación de Impacto Ambiental.

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales No. 3

(PTAR No. 3. Diseño Conceptual).

Se considera que para el año 2,001 se tendrá la necesidad de contar con una tercera planta de tratamiento de aguas residuales para tratar parte de los 2,350 lps del caudal promedio de aguas residuales que se espera se lleguen a generar hacia el año 2,016 que es el horizonte de planeación de estos trabajos.

La PTAR No. 3 se diseña conceptualmente y su ubicación se ha fijado al este del Puente Reynosa-Pharr, con un caudal a tratar de 850 lps. Se ha determinado que el proceso de tratamiento sea similar al de los otros dos sistemas lagunares, por lo que se requerirá de aproximadamente 80 ha para su construcción, aunque inicialmente sean menores los requerimientos.

En la figura 3.4 que se encuentra al final del documento, se muestran las áreas de servicio propuestas para cada una de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Los límites de las áreas servidas por cada planta han sido determinados de acuerdo a una división equitativa aproximada del gasto en estiaje promedio para el año 2,016.

Anteproyecto de Instalación de Aeradores en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Como una observación en la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, por parte de los representantes de la Secretaría de Desarrollo Social del Estado de Tamaulipas (Cd. Victoria, Tamps.), con relación con los posibles olores en las lagunas anaerobias durante el tratamiento de las aguas residuales, a continuación se presentan algunas opciones a fin de propiciar la eliminación de este problema.

La primera opción, es construir una barrera rompevientos con especies desde arbustivas hasta arbóreas, de follaje verde todo el año, en anillos concéntricos a cada 500 m, y realizar las mediciones correspondientes de gases en un entorno de aproximadamente 1.50 km alrededor de las plantas de tratamiento.

Si esta alternativa no ofreciera los resultados esperados, se presenta un anteproyecto general que considera la inclusión de aeradores superficiales para equipamiento de los sistemas de tratamiento. De manera general se plantea el anteproyecto de los aeradores para la rehabilitación de la planta actual:

El anteproyecto consiste en la introducción de un sistema de aeración mecánica superficial en las lagunas anaerobias, que permita la eliminación de los gases que provocan estos olores, sin alterar la capa inferior del agua en las lagunas donde se realizan los procesos anaeróbicos. El número de aeradores considerado en el anteproyecto es de 20, con 5 HP cada uno, de los cuales 6 serán colocados en cada una de las lagunas anaerobias primarias y 4 en cada una de las lagunas anaerobias secundarias.

Al igual que para la rehabilitación, se consideró necesario la posibilidad de replantear el proyecto ejecutivo de la ampliación, e incluir en las lagunas anaerobias la instalación de aeradores superficiales. El número de aeradores considerados en el anteproyecto es de 20, con 5 HP cada uno, colocando 4 en cada una de las lagunas anaerobias.

Tanto para la rehabilitación como para la ampliación, la acometida será de un montaje de transformador en poste estructural "CFE" tipo "IT-3" para sistema de 23 kv y 400 Amperes. La distribución y características de los circuitos, arrancadores, así como del Centro de Control de Motores se describe en los diagramas E-01 (unifilar), E-02 (distribución de fuerza y tierras cuarto de control eléctrico) y E-03 (distribución de fuerza y tierra planta).

El desarrollo del anteproyecto, el catálogo de conceptos, la memoria de cálculo del calibre del conductor, los planos eléctricos y diagrama unifilar se describen con mayor detalle en el documento de la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto Integral de Saneamiento de Reynosa, Tamps.

Programa de Reducción y Pretratamiento de Aguas Residuales Industriales, Comerciales y de Servicios.

A continuación se mencionan los principales problemas de la contaminación del agua en Reynosa, definidos por acciones que degradan la calidad del agua en los colectores municipales y cuerpos de agua, debido a las industrias y a la urbanización:

a) Industria.

- Descargas de empresas no registradas y fuera de reglamentación urbana.
- Descargas a cuerpos receptores fuera de parámetros, en los arrastres de materiales contaminantes involucrados en los procesos industriales.
- Carencia de instalaciones de prevención y control de la contaminación, para la adecuada eliminación de desechos industriales al sistema de drenaje.

b) Comercios.

- Carencia de instalaciones en su estructura interna para la adecuada eliminación de basuras, aceites y grasas al sistema de drenaje y alcantarillado municipal.

c) Lavanderías y tintorerías.

- Descargas de sulfatos, fosfatos, detergentes y solventes industriales.

d) Hoteles y sectores habitacionales.

- Descargas de detergentes, ácidos, grasas que impactan al sistema de drenaje y alcantarillado.
- Desalojo de aguas residuales de fosas sépticas de origen industrial, comercial y habitacional.

e) De servicios.

- Hidrocarburos fuera de parámetros en la descarga al sistema de drenaje y alcantarillado provenientes del lavado y engrasado de automotores, talleres mecánicos, de pintura, laboratorios clínicos y fotográficos, unidades médicas, lavado de autotanks con residuos líquidos peligrosos.

La COMAPA ha considerado estos factores y está desarrollando un Programa de Reducción y Pretratamiento de Aguas Residuales. Para elaborar este programa, actualmente cuenta con dos formatos de cuestionarios para identificar las características del agua que descarga la industria:

1. AR-01.

2. AR-01/MQ.

En el formato AR-01 se recaba información general. Cuenta con siete secciones, cuyo formato es muy similar al cuestionario del formato AR-01/MQ:

A. Información general.

B. Actividad de la empresa.

C. Suministro de agua.

D. Información de albañales o cañerías.

E. Información residual sobre descargas de agua residual en proceso.

F. Tratamiento.

G. Características operativas de la planta.

El formato AR-01/MQ cuenta con doce secciones, en las cuales se intenta recabar información de diversos tipos, ordenadas en secciones de la siguiente forma:

a. Información general de la empresa.- Nombre, domicilio, etc.

b. Actividad de la empresa.- Determinar si se utiliza agua en los distintos procesos.

c. Suministro de agua.- Determinación de fuentes abastecedoras y promedio de uso de agua.

d. Información de albañales o cañerías.- Descarga al sistema de alcantarillado o fosa séptica.

e. Información sobre descargas de agua residual en proceso.- Variación de flujo de agua residual en proceso, tipo de descarga de agua residual, promedio máximo, existencia de equipo de muestreo automático, cambios o expansión en el proceso durante los próximos tres años, existencia de sistema de reciclaje o reuso de agua.

f. Característica de la descarga.- Presentación de los contaminantes utilizados en cada proceso como son metales, bases neutrales, ácidos extraíbles, misceláneos peligrosos, etc.

g. Tratamiento.- Información sobre el tipo de tratamiento que se aplica, si es que existe.

h. Características operativas de la planta.- Días de trabajo, número de turnos, actividad comercial, etc.

i. Prevención de derrames.- Existencias de fosas de contención para el almacenamiento de químicos, existencia de coladeras en la zona de almacenamiento, existencia de plan preventivo en caso de derrame accidental.

j. Información de reportes de proceso.- Notificación de un reporte de muestreo por descarga a la COMAPA, desarrollo de un plan de manejo de tóxicos orgánicos.

k. Cumplimiento.- Cumplimiento de normas y requisitos federales, estatales y municipales.

l. Autorización y cumplimiento.- Manifestación de que los datos anteriormente presentados son verídicos y pueden ser verificados por la COMAPA, y en caso de falsedad, se aplicarán las sanciones correspondientes.

Además, se posee una relación de industrias establecidas en la Ciudad de Reynosa, de diversos giros, así como una relación de los números de registro de descarga de aguas residuales de las industrias.

Con fundamento en la Ley de Equilibrio Ecológico y de Protección al Ambiente del Estado de Tamaulipas; la Dirección de Ecología de Gobierno del Estado, la Dirección de Ecología Municipal y la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Cd. Reynosa, Tamps, ha implementado el presente programa con los siguientes objetivos:

- Preservar el equilibrio ecológico y la conservación de los recursos naturales.
- Prevenir y controlar la contaminación a los recursos acuáticos locales y regionales.
- Controlar la cantidad y calidad de los aportes de agua residual a los sistemas de drenaje y tratamiento con objeto de su conservación y operación óptima.

El programa consiste básicamente en el desarrollo de un registro de descargas, el seguimiento en cuanto a calidad y cantidad de los vertidos, el control mediante la vigilancia en la implementación de mecanismos de pretratamiento y finalmente en la imposición de sanciones o estímulos al cumplimiento o incumplimiento de los requerimientos.

El programa opera con base en los siguientes aspectos:

1. El usuario del sistema de drenaje deberá registrar la descarga ante la autoridad, cubriendo los requisitos de información que se establecen en el formato expreso.

2. El usuario debe presentar una vez al año un reporte de la calidad y cantidad de agua residual vertida al sistema de drenaje. De acuerdo a estos resultados, la autoridad podrá requerir tantos reportes de calidad de agua como considere necesarios. Los estudios de calidad de agua deben ser efectuados por un laboratorio certificado por el Sistema Nacional de Laboratorios de Prueba.
3. El usuario deberá cumplir con los límites máximos permisibles para los parámetros establecidos en la NOM-031-ECOL-93.
4. La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado con base en la Fracción 5.3 de la NOM-031-ECOL-93, podrá establecer parámetros de calidad de agua adicionales a los establecidos en la citada norma y además límites más estrictos a los parámetros ya considerados en ella, con objeto de procurar la óptima operación de los sistemas de drenaje y tratamiento de aguas residuales de la ciudad.
5. Para el cumplimiento de las condiciones de vertido el usuario deberá instalar, de ser necesario, mecanismos de tratamiento que permitan el abatimiento de los valores de los parámetros establecidos.
6. En el caso de que el agua de abastecimiento contenga alguno de los parámetros que se encuentren regulados, no será imputable al responsable de la descarga y este tendrá derecho a que la autoridad le fije, previa solicitud, condiciones particulares de descarga que tomen en consideración lo anterior.
7. El usuario tendrá derecho de ser eximido de la presentación del reporte de análisis de calidad de agua y de presentar futuros resultados de mediciones, respecto de aquellos parámetros que comprueben técnicamente que no se pueden generar en sus procesos productivos, ni derivar de sus materias primas, mediante un reporte técnico acompañado de un análisis representativo del afluente que comprenda todos los parámetros establecidos como condición por la autoridad.
8. El incumplimiento de los requerimientos de autoridad en la materia, derivará en la aplicación de las sanciones dispuestas por la Ley de Equilibrio Ecológico del Estado en su Capítulo IV.
9. Se propiciará el cumplimiento de los requerimientos de autoridad, mediante la implementación de estímulos que van desde los de tipo fiscal hasta el reconocimiento público.
10. La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Reynosa podrá realizar cuando así lo juzgue conveniente, monitoreo de calidad del agua vertida, adicional a los que el usuario presente.

Construcción y Rehabilitación de la Red Primaria de Alcantarillado Sanitario.

El sistema de alcantarillado está conformado por los siguientes elementos:

- Red de atarjeas (líneas de alcantarillado de 20 cm de diámetro o menores)
- Subcolectores (líneas de 25 a 45 cm de diámetro)
- Colectores (líneas de 61 a 122 cm de diámetro)
- Estaciones de bombeo

La red primaria de alcantarillado de la Ciudad de Reynosa tiene una longitud de aproximadamente 103 km, comprende a la red de alcantarillado cuyos diámetros son mayores o iguales a 25 cm.

A partir de la evaluación realizada a la red de alcantarillado y de la información proporcionada por la COMAPA, se pueden listar los siguientes problemas de acuerdo a su magnitud y recurrencia.

- tubos colapsados.
- abundancia de líneas ahogadas, particularmente aguas arriba de las estaciones de bombeo.
- azolvamiento severo en el sistema de alcantarillado, causado por:

escurrimientos de las áreas no pavimentadas.

insuficiente limpieza de las líneas.

- porcentaje significativo de áreas sin cobertura.
- capacidad insuficiente en las líneas primarias.
- funcionamiento del sistema de manera combinada.

El proyecto identifica aproximadamente 28.7 km de la red primaria en que las condiciones hidráulicas han rebasado sus características de diseño, por lo que requieren rehabilitación, mencionando la edad de la tubería como otra de las causas de fallas.

Con toda la problemática descrita anteriormente se presenta un listado de las zonas que por reportes realizados a la COMAPA, requieren de atención prioritaria, siendo la causa principal la existencia de tuberías colapsadas, capacidad insuficiente de conducción, así como líneas trabajando a sección llena.

- Zona Centro
- Zona Cumbres
- Colector Pánuco
- Colector Centro Viejo
- Colector del Valle
- Colector del Valle No. 2
- Colector Mainero
- Colonia Rodríguez
- Colonia Águiles Serdán
- Colonia Lázaro Cárdenas
- Colonia El Anheló
- Colonia Petrolera

- Colector Benito Juárez
- Colector Reynosa - Lampacitos
- Colonia Industrial Maquiladora
- Colonia Casa Bella

Los sitios donde se requieren las obras, se definieron a partir de la evaluación del sistema de drenaje, el cual incluye: la revisión de planos e información del sistema de aguas residuales, un levantamiento en campo mediante un Sistema de Posicionamiento Global (GPS) de los pozos de visita de la red primaria y un levantamiento convencional de los demás elementos del sistema, entrevistas y visitas de campo con personal de la COMAPA, inspección y evaluación de pozos de visita y estaciones de bombeo, monitoreo de lluvia y de flujo en los ductos, inspección del sistema mediante Circuito Cerrado de Televisión (CCTV), una Técnica de Inspección Sonar de Circuito Cerrado (TISCIT), muestreo de corrosión y sulfuro de hidrógeno y la simulación de la red mediante el modelo hidráulico.

La inspección CCTV se realizó mediante una cámara de televisión, en un total de 3,915 m de tuberías con diámetros desde 45 hasta 122 cm. Donde las condiciones de sobrecarga evitan el uso de CCTV, se emplea el TISCIT, que proporciona una exploración continua a través de cámaras sonares de alta definición de colores y de visión variable. Los resultados de esta inspección demuestran problemas en la red, de tipo estructural, de servicio y fallas en la construcción. Con base en el análisis anterior, varias áreas del sistema fueron identificadas con corrosión extrema, donde se recomienda inmediatamente realizar acciones correctivas en los próximos dos años y prevenir fallas estructurales catastróficas.

Se implementó un sistema para monitorear la lluvia y el flujo en los conductos durante seis semanas. Se colocaron un total de 39 medidores de caudal a gravedad. Estos medidores se instalaron en puntos claves para registrar el caudal tanto en subcuencas aguas arriba y en puntos acumulativos aguas abajo. Se instalaron pluviómetros de cubeta en nueve puntos distribuidos por toda el área de Reynosa, estos se colocaron en estaciones de bombeo y edificios públicos. Se instalaron medidores de presión Doppler en los múltiples de salida de las líneas a presión en siete estaciones de bombeo para registrar el caudal y la velocidad de descarga.

La rehabilitación del sistema de drenaje sanitario, incluye reparaciones, renovaciones y reposiciones para restaurar su integridad estructural y proporcionar protección contra la corrosión.

El programa de mejoramiento consiste en cuatro fases, cada una con cinco años de duración, con los proyectos de las condiciones más críticas del sistema, recomendados para construirse durante la primera fase, es decir de 1998 hasta 2001. Cada uno de los proyectos, su localización y la fase en la cual serán construidos, se puede observar en el plano de proyectos de la Red Primaria que se encuentra al final de este documento.

Los materiales empleados comúnmente en las líneas municipales son:

- Concreto Simple.
- Concreto Reforzado.
- Asbesto Cemento. (A-C)
- Cloruro de Polivinilo. (PVC)
- Polietileno de Alta Densidad. (HDPE)

En la selección del material para las tuberías, se consideraron los siguientes factores:

- Características del flujo.
- Vida útil.
- Resistencia para ácidos, alcalinos, etc.
- La facilidad de manejo e instalación.
- Disponibilidad.
- Costo del material.

Después de analizar los factores mencionados y materiales, se llegó a la conclusión que los materiales adecuados para la construcción y rehabilitación del sistema deben ser PVC y concreto reforzado. Las tuberías menores o iguales a 61 cm deben ser construidas en PVC, el cual es un material resistente y económico, para diámetros mayores a 61 cm, se recomienda la tubería de concreto reforzado de pared gruesa resistente a la alta alcalinidad.

Considerando que los materiales actualmente disponibles en Reynosa, son el PVC y el concreto reforzado y apoyados en una revisión de precios se observa que el PVC aumenta considerablemente su costo en diámetros mayores de 61 cm en comparación del concreto reforzado. Además, en diámetros mayores la disponibilidad comienza a ser limitada.

Los materiales empleados para la fabricación de las tuberías de PVC y concreto reforzado deben cumplir con los estándares de la CNA, cuyas normas se detallan posteriormente en el apartado correspondiente de este documento.

El principal agente causante de la corrosión en el sistema alcantarillado es el ácido sulfúrico, el cual se produce en áreas de gran turbulencia y donde el agua se estanca por grandes periodos de tiempo. Se encuentran disponibles para el alcantarillado varios sistemas de protección para minimizar la corrosión provocada por ácidos y otros agentes, el desarrollo de estos sistemas son tratados en los estudios de la Comisión Internacional de Límites y Aguas para la Cd. de Reynosa.

Los recubrimientos protectores contra la corrosión no son necesarios donde se utilicen tuberías de PVC; en cambio para tuberías de concreto reforzado sí se requiere protección.

Con la rehabilitación del sistema de drenaje se logrará un paso importante en la reducción de la generación de ácido sulfúrico, al evitar el estancamiento y la turbulencia del agua. Aún tratando de reducir la turbulencia en el sistema, existen zonas identificadas donde se presenta irremediablemente. En las áreas sujetas a turbulencia se debe emplear un recubrimiento protector, donde la preparación de la superficie, temperatura, humedad, control de calidad así como la inspección son importantes para una buena adhesión entre el recubrimiento y la superficie. El factor más importante que determina el éxito de un sistema de recubrimiento es la ausencia de poros en la capa final, por lo tanto, es imperativo que su aplicación sea rigurosa y que se sigan procedimientos de prueba e inspección.

Se consideraron diferentes sistemas de recubrimiento, entre ellos, el epóxico, poliéster, poliuretano o capas de chapopote de carbón epóxico, después analizar cada una de ellas, se llegó a la conclusión de que el más adecuado son las capas epóxicas.

Donde existe el potencial de corrosión, es necesario aumentar el espesor de concreto de la tubería entre el acero y el interior del tubo, para alargar su vida útil. Toda la tubería de concreto sin capa epóxica, deberá ser de pared gruesa para proporcionar el concreto "de sacrificio" necesario.

Por razones de ventilación y particularmente para reducir la generación del ácido sulfúrico, es indeseable que las tuberías trabajen llenas, por tal razón, las tuberías fueron dimensionadas para trabajar llenas únicamente durante condiciones de gasto pico.

El análisis hidráulico fue desarrollado mediante la ecuación de Manning, la cual es comúnmente empleada en tuberías. Apoyados en la experiencia, se recomendaron valores de coeficientes de rugosidad para las condiciones existentes y propuestas según el estado de la tubería. Además para evitar el depósito de material en la tubería y el daño de la misma por altas velocidades se emplearon valores de pendientes permisibles.

De cualquier forma, para asegurarse que los requerimientos mínimos son cumplidos, es necesario que se realicen planos de detalle y especificaciones para cada uno de los proyectos (tanto de construcción como de rehabilitación), los cuales deben ser revisados para cumplir con los estándares antes de su construcción.

Existen alrededor de 1,400 pozos de visita en la red de alcantarillado de Reynosa. Los pozos de visita están generalmente contruidos de ladrillos (98 % del total) o de concreto (aros de concreto prefabricado). Las tapas de los pozos y los brocales están frecuentemente hechos de acero o de concreto por dos razones:

- Los brocales y tapas de concreto se pueden construir en sus instalaciones.
- Las tapas de acero son frecuentemente robadas.

Los pozos de visita son tipo, a excepción de las cajas especiales de conexión que son construidas en las líneas de mayor diámetro de la red primaria.

A partir del análisis realizado, los pozos de visita se construirán con concreto prefabricado o ladrillos, y se les proporcionará un recubrimiento epóxico, en caso de que se les sujete a turbulencia y a su vez a corrosión. La Comisión Internacional de Límites y Aguas presenta en sus informes, amplias recomendaciones para la protección de pozos de visita tanto en construcción como en rehabilitación.

Los pozos de visita deberán ser sustituidos en los tramos donde se rehabilite la tubería original. Se recomienda que el brocal del pozo de visita sea de fierro fundido y se coloque un poco arriba (5 a 7 cm) del nivel de la calle para reducir el ingreso de arena y de escurrimientos por las lluvias. En zonas fuera de vías transitadas deberán estar 30 cm por encima del nivel.

Para incrementar la ventilación del sistema y evitar la corrosión se recomienda que las tapas de los pozos sean ventiladas, excepto en áreas densamente pobladas o cerca de áreas ambientales susceptibles o en áreas susceptibles a inundaciones. Además, deberán instalarse tuberías de escape de PVC (respiradero) a cada 200 m, desde el pozo de visita hasta algún poste, lejos de casas habitación o edificios cercanos. Estas tuberías ayudan a reducir la corrosión al aumentar el flujo de aire a través del pozo, éstas pueden ser construidas de manera que parezcan postes para reducir el impacto visual en el entorno.

No deberán instalarse escalones dentro del pozo, ya que más que una ayuda de acceso tienden a ser un problema al realizar el mantenimiento. La eliminación de peldaños evita peligros de inseguridad debido a la corrosión del concreto y del acero de la escalera.

Para la Construcción y Rehabilitación de la Red de Alcantarillado se requiere de una inspección frecuente para asegurarse de que los procedimientos están acordes a los planos de diseño.

Rehabilitación del Sistema de Alcantarillado Sanitario a Largo Plazo.

Con base en la proyección de la vida útil de la tubería existente, se estima que el sistema completo necesitará mejorarse estructuralmente para el año 2,016. Excluyendo las nuevas tuberías propuestas para mejorar la capacidad hidráulica o para evitar fallas estructurales a corto plazo; más de 55 km de red primaria por gravedad necesitarán mejoras de rehabilitación para extender la vida útil del sistema. Las mejoras de estas líneas deben ser realizadas dentro de los próximos 20 años.

Inspecciones adicionales por corrosión, inspecciones con CCTV, e investigaciones de campo, deberán llevarse a cabo para evaluar cada línea del sistema y determinar la prioridad para el reemplazo de las tuberías. Asumiendo que existieran condiciones iguales en las tuberías, el drenaje ubicado aguas abajo debe ser prioridad en la rehabilitación, ya que una falla en esta zona afectaría un área de servicio más grande.

Después de evaluar las condiciones de las líneas, las tuberías deberán ser rehabilitadas con base en la tecnología apropiada en la época en que se realice el reemplazo. Aproximadamente 55 km de drenaje desde 25 hasta 122 cm de diámetro serán incluidos en el programa de rehabilitación a largo plazo. En cada fase de cinco años del Programa de Mejoramiento de Infraestructura, una cuarta parte de estas líneas, han sido presupuestadas para su reemplazo. La prioridad de que estas líneas sean rehabilitadas, debe ser determinada con base al programa de inspección en campo.

Rehabilitación de la Red Secundaria y Ampliación de la Red de Alcantarillado Sanitario.

El alcantarillado más viejo del sistema fue instalado en 1957 para dar servicio al área Central, el área sur del canal Anzaldúas, la Refinería y la Colonia Petrolera. Durante los años sesentas, el sistema fue expandido para alcanzar las áreas este y oeste de la ciudad. Después de un periodo de poco crecimiento en los setentas, los años ochentas trajeron un rápido crecimiento en la cobertura.

La red de atarjeas es la captación de las descargas domiciliarias, comerciales e industriales. Esta red tiene una longitud superior a los 680 km. Se identifican aproximadamente 147 km que requieren rehabilitación debido a la edad de la infraestructura y corrosión, distribuidos principalmente en 14 colonias. El diámetro típico de las atarjeas es de 20 cm construidos en concreto simple, aún cuando en algunos nuevos desarrollos se ha empleado PVC dando buenos resultados. La pendiente mínima utilizada es de 4 milésimas.

Las principales acciones por sectores, se pueden observar en el plano de Rehabilitación y Ampliación de la red de alcantarillado que se presenta al final del documento.

Rehabilitación de la Red Secundaria de Alcantarillado.

1. Colonia Del Prado. Instalación de 2,570 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 373 descargas domiciliarias.

2. Colonia Anzaldúas. Instalación de 6,189 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 385 descargas domiciliarias.

3. Colonia Bella Vista. Instalación de 5,380 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 434 descargas domiciliarias.

4. Colonia Simón Rodríguez. Instalación de 2,200 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 487 descargas domiciliarias.

5. Colonia Rosita. Instalación de 3,900 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 312 descargas domiciliarias.

6. Colonia Altamira. Instalación de 2,640 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 113 descargas domiciliarias.

7. Colonia Beatty. Instalación de 2,140 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 243 descargas domiciliarias.

8. Colonia Ayuntamiento. Instalación de 11,530 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 308 descargas domiciliarias.

9. Colonia Chapultepec. Instalación de 1,220 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 98 descargas domiciliarias.

10. Colonia Prolongación Longoria. Instalación de 5,250 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 992 descargas domiciliarias.

11. Colonia Longoria. Instalación de 12,140 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 257 descargas domiciliarias.

12. Zona Centro. Instalación de 39,000 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 3,417 descargas domiciliarias.

13. Colonia Petrolera. Instalación de 6,768 m de tubería de PVC de 15 cm de diámetro, 12,326 m de tubería de PVC de 20 cm, 244 m de tubería de PVC de 25 cm, 227 m de tubería de PVC de 30 cm, 671 m de tubería de PVC de 38 cm, toda la tubería con juntas herméticas. Reposición del Colector en la Col. Petrolera. Instalación de 1,235 m de tubería de PVC de 45 cm de diámetro con junta hermética.

14. Colonia Rodríguez. Instalación de 31,640 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con junta hermética, instalación de 1,363 descargas domiciliarias.

Ampliación de la Red de Alcantarillado.

1. Colonia Jarachina. Instalación de 7,733 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro, 420 m de tubería de PVC de 30 cm, 788 m de tubería de PVC de 45 cm, 540 m de tubería PVC de 61 cm, toda la tubería con juntas herméticas, construcción de 240 pozos de visita e instalación de 298 descargas domiciliarias.

2. Colonia Lampacitos. Instalación de 12,984 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con juntas herméticas, construcción de 91 pozos de visita e instalación de 676 descargas domiciliarias.

3. Colonia M. Maza de Juárez y 15 de Enero. Instalación de 6,775 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro, 1,055 m de tubería de PVC de 30 cm, toda la tubería con juntas herméticas, construcción de 107 pozos de visita e instalación de 879 descargas domiciliarias. Conclusión del Colector Margarita Maza de Juárez. Conclusión de 838 m de tubería de concreto reforzado de 91 cm de diámetro con junta hermética, 45 m de tubería de acero de 91 cm de diámetro y construcción de 10 pozos de visita.

4. Colonia Americo Villareal. Instalación de 6,049 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro, 700 m de tubería de PVC de 38 cm, 626 m de tubería de concreto reforzado de 76 cm, 90 m de tubería de concreto reforzado de 91 cm, toda la tubería con juntas herméticas y construcción de 80 pozos de visita e instalación de 1,000 descargas domiciliarias.

5. Colonia Voluntad y Trabajo. Instalación de 8,627 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro, 1,420 m de tubería de concreto reforzado de 76 cm, toda la tubería con juntas herméticas, construcción de 129 pozos de visita e instalación de 717 descargas domiciliarias.

6. Colonia Satélite I. Instalación de 12,160 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con juntas herméticas, construcción de 122 pozos de visita e instalación de 845 descargas domiciliarias.

7. Colonia Satélite II. Instalación de 9,341 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con juntas herméticas, construcción de 88 pozos de visita e instalación de 735 descargas domiciliarias.

- 8. Colonia Independencia.** Instalación de 14,156 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro, 1,000 m de tubería de PVC de diámetro 30 cm, 1,557 m de tubería de PVC de 38 cm, toda la tubería con juntas herméticas, construcción de 160 pozos de visita e instalación 965 descargas domiciliarias.
- 9. Colonia Cereso.** Instalación de 1,952 m de tubería de PVC de 30 cm de diámetro con juntas herméticas, construcción de 24 pozos de visita e instalación de 1 descarga domiciliaria.
- 10. Colonia Juan Escutia.** Instalación de 2,529 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con juntas herméticas e instalación de 236 descargas domiciliarias.
- 11. Colonia Nuevo Amanecer.** Instalación de 2,079 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con juntas herméticas, construcción de 29 pozos de visita e instalación de 243 descargas domiciliarias.
- 12. Colonia Leyes de Reforma.** Instalación de 2,601 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro, 710 m de tubería de PVC de 45 cm, toda la tubería con juntas herméticas, construcción de 45 pozos de visita e instalación de 336 descargas domiciliarias.
- 13. Colonia Lucio Blanco.** Instalación de 9,150 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro, 205 m de tubería de PVC de 30 cm, 490 m de tubería de PVC de 38 cm, 1,514 m de tubería de PVC de 45 cm, toda la red con juntas herméticas, construcción de 136 pozos de visita e instalación de 710 descargas domiciliarias.
- 14. Colonia Esperanza.** Instalación de 10,810 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro, 440 m de tubería de PVC de 30 cm, 480 m de tubería de PVC de 61 cm, toda la tubería con juntas herméticas, construcción de 126 pozos de visita e instalación de 503 descargas domiciliarias.
- 15. Colonia Moderna.** Instalación de 2,621 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro con juntas herméticas, construcción de 26 pozos de visita e instalación de 503 descargas sanitarias.
- 16. Colonia Praderas de Oriente.** Instalación de 2,376 m de tubería de PVC de 20 cm de diámetro, 155 m de tubería de PVC de 30 cm, toda la tubería con juntas herméticas, construcción de 24 pozos de visita e instalación de 250 descargas sanitarias.

Regularización de las descargas de los predios aún no conectados a la red de alcantarillado sanitario.

Este es un problema de medio ambiente y salud sumamente importante. En el aspecto técnico, se realizará un manual con las especificaciones y el proyecto de la instalación sanitaria dentro del predio, así como las técnicas a utilizar para la cancelación de las letrinas y los pozos negros, de tal manera que cumplan con los estándares nacionales requeridos.

A continuación, se relacionan las colonias que se tienen identificadas con este problema y que entran dentro del programa de regularización de descargas.

RELACIÓN DE DESCARGAS POR INTEGRAR AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO					
No. Clave	COLONIA	No. de descargas	No. Clave	COLONIA	No. de descargas
1-B	Capitán Carlos Cantú	687	1-C	Benito Juárez	2,350
2-B	Roma	97	2-C	Pedro J. Méndez	1,732
3-B	Las Torres	1,408	3-C	Granjas Económicas del Norte	613
4-B	Hidalgo, Santa Cecilia	164	4-C	Frac. Reynosa	499
5-B	Solidaridad	269	5-C	Narciso Mendoza	209
6-B	Campestre	174	6-C	Arco Iris	1,179
7-B	Reynosa 2000, Rancho Grande	297	7-C	Prol. Cumbres	439
8-B	Paraíso, S. de la Garza	325	8-C	Esfuerzo Nacional	296
9-B	M. Tarrega, La Curva	206	9-C	Bienestar	126
10-B	Presa La Laguna	500	10-C	López Mateos	62
11-B	Unidos Podemos	545	11-C	Del Parque, Loma Linda	33
12-B	La Amistad	206	12-C	Frac. Moderno	26
13-B	Bernabe Sosa	26	13-C	El Maestro	301
14-B	Francisco Villa	71	14-C	Almaguer	356
15-B	Revolución Verde	108	15-C	López Portillo	1,046
16-B	Tamaulipas	856	16-C	Fidel Velázquez	219
17-B	Jacinto López	1,012			
18-B	Mitras	154			
19-B	Emiliano Zapata	67			
20-B	Industrial	274			
21-B	Burocrática	561			

Los No. Clave B y C, indican el tipo de material en el cual se realizará la excavación. El total de las descargas por realizarse en material Tipo B es de 8,007 y en el material Tipo C es de 9,486, resultando un total de 17,493 descargas.

Construcción y Rehabilitación de las Estaciones de Bombeo de Aguas Residuales.

Las estaciones de bombeo son el componente esencial de la red de drenaje por lo que sus fallas y problemas se reflejan en el resto del sistema. La antigüedad de las estaciones de bombeo va desde uno hasta treinta años.

En virtud de su relieve plano y por ser atravesada en diversos sitios por canales y drenes de riego (Anzaldúas, Rhode, Las Mujeres y El Anhele), la ciudad de Reynosa requiere de un sistema de Estaciones de Bombeo para conducir y desalojar sus aguas residuales hacia la Planta de Tratamiento. Todas las bombas se arrancan y detienen manualmente. Debido a esta operación, once de las trece estaciones cuentan con personal las 24 horas del día.

Un problema común en todas las estaciones de bombeo es el azolvamiento de los cárcamos, provocado por la falta de unidades desarenadoras. En el reconocimiento de pozos de visita efectuado por la empresa Montgomery-Watson en el año de 1997, se encontraron 139 pozos de visita que se ubican aguas arriba de las estaciones de bombeo, que operan bajo condiciones de carga hidráulica y azolvados.

De manera general la problemática a resolver en las estaciones de bombeo es la siguiente:

- cárcamos azolvados por falta de desarenadores.
- falta de impermeabilizante en la caseta de control.
- equipos de bombeo viejos y/o con mantenimiento insuficiente.
- eficiencia de operación menor al 50 %.
- deterioro del centro de control de motores.
- pintura deteriorada en tuberías, equipos, múltiple y estructuras en general.
- problemas severos en la mayoría de las estaciones de bombeo:

capacidad insuficiente

azolvamiento por la falta de desarenadores

mantenimiento insuficiente

problemas eléctricos

baja eficiencia del equipo (%)

Se desarrollaron recomendaciones generales basadas en el análisis de las estaciones de bombeo para la corrección inmediata de los problemas estructurales, eléctricos e hidráulicos más críticos.

- Sellar los cárcamos para evitar infiltraciones.
- Instalar trampas de sólidos en todo el sistema y rehabilitar las existentes.
- Remover el azolve y los sólidos del cárcamo.
- Recubrir con pintura anticorrosiva, los motores, bombas y cajas de válvulas de todas las estaciones.
- Evaluar y activar el sistema de telemetría en todas las plantas.
- Instalar una bomba móvil y un generador eléctrico en la Estación No.12, mientras se compran y se instalan bombas nuevas. Posteriormente este sistema temporal puede rotarse entre las diferentes plantas según se presenten las necesidades.
- Evaluar, rehabilitar y probar todos los paneles de control y los componentes eléctricos existentes.

Para asegurar el cumplimiento de las recomendaciones de los estudios realizados por la CLLA, se prepararán los proyectos ejecutivos correspondientes. El paquete de diseño se revisará antes de ser entregado para construcción.

Las obras necesarias para aumentar la capacidad del sistema de bombeo se pueden ver en el plano de proyectos que se encuentra al final de este documento.

b. Plan de Operación y Mantenimiento

La COMAPA es responsable de la operación y mantenimiento del sistema de agua potable y alcantarillado de la Ciudad de Reynosa. Debido a la alta tasa de crecimiento poblacional, el desarrollo y mantenimiento de la infraestructura no ha podido satisfacer en su totalidad las necesidades.

Se entiende por mantenimiento del sistema, la conservación de las unidades con la finalidad de impedir que factores extraños interfieran con el buen funcionamiento de los procesos durante su vida útil. El mantenimiento se divide en mantenimiento preventivo y correctivo o también, en continuo o permanente y periódico. El mantenimiento preventivo es el que se efectúa en forma diaria o más de una vez al día (de ser necesario). El mantenimiento periódico es el que no se requiere diariamente o el que es necesario realizar para los fines del proceso y conservación de las instalaciones.

El mantenimiento preventivo del sistema de colectores incluye la limpieza regular del alcantarillado, la implementación de medidas de control contra la corrosión, la inspección del alcantarillado para identificar áreas que requieran rehabilitación o reemplazo y el mantenimiento de las estaciones de bombeo del sistema. Estas actividades son críticas para mantener el sistema libre de azolve excesivo, minimizando las condiciones de sobrecarga y manteniendo la integridad estructural del sistema.

En el caso de las lagunas, el mantenimiento preventivo consiste en la limpieza de rejillas, remoción de los materiales gruesos retenidos o flotantes y revisión de taludes, cercas y zonas adyacentes, entre otras actividades. El mantenimiento periódico consiste en el desazolve de las lagunas, la medición del caudal, la reparación de cercas, señales, la pintura de elementos afectados por corrosión y finalmente los cambios de tuberías y accesorios dañados por intemperismo o por los componentes agresivos presentes en las aguas residuales.

Las recomendaciones que a continuación se indican, se deben desarrollar ampliamente e integrar manuales de operación incluidos dentro de los proyectos ejecutivos.

Plan de Inicio de Operaciones.

La operación comprende las actividades que se realizan de manera rutinaria para mantener funcionando el sistema de alcantarillado. La operación de un sistema de tratamiento comprende todas las actividades diarias destinadas a mantener su funcionamiento adecuado, incluyendo su inspección general.

La operación empieza desde la etapa de prearranque de una laguna hasta su estabilización y continúa con la operación ya mencionada, además de un mantenimiento adecuado, permanente y sostenido. De esta forma, se conserva el buen funcionamiento de las lagunas y se evitan importantes gastos en reparaciones.

Para controlar el buen funcionamiento de las lagunas es indispensable verificar diariamente el proceso, analizar las aguas residuales de alimentación y el efluente final, de acuerdo al programa de muestreo y análisis previamente establecido. La verificación consiste en detectar cambios en las unidades de proceso, observando varios factores físicos, tales como variación de caudales, niveles en tanques, formación de espumas en las unidades, apariencia del efluente y color del agua que indiquen cambios en la forma en que se desarrollan los procesos biológicos de tratamiento. Los cambios de cualquiera de estos factores requieren una investigación para identificar las causas y determinar la acción correctiva.

La limpieza de la red de alcantarillado puede dividirse en dos partes: red primaria y red secundaria. Como se propone la sustitución de casi el total de la red primaria en los próximos 20 años, será primordial enfocarse a la limpieza de la red secundaria, ya que al no limpiar el azolve, éste seguirá siendo conducido aguas abajo hacia la red primaria.

El programa de limpieza de la red secundaria considera dos cuadrillas de personal con equipo Vactor de tiempo completo. Para la red primaria con una cuadrilla y un camión Vactor. Además para la red secundaria se utilizarán tres cuadrillas de malacate para limpiar las áreas extremadamente azolvadas y para remover la basura que no pueda ser retirada con equipo tipo Vactor.

En el desarrollo del proyecto ejecutivo, se deberá suministrar para los equipos mecánico y eléctrico, los manuales de operación y mantenimiento. El personal recomendado para la operación y mantenimiento incluye operadores para cada una de las estaciones de bombeo principales (No. 1, 4, 10 y PTAR No.2), además de dos cuadrillas de mantenimiento, una para las estaciones de bombeo grandes y otra para las estaciones pequeñas.

La operación de las estaciones de bombeo consiste en el arranque y paro de los equipos de acuerdo al programa establecido o a las necesidades existentes (sobre todo en caso de lluvia), inspección del estado general del equipo mecánico y eléctrico y la inspección de diferentes zonas de la ciudad para establecer programas que satisfagan las necesidades detectadas. Las plantas de bombeo deben contar con medidores para monitorear el tiempo de operación al día y un sistema automático para alternar el bombeo. Con respecto a los cárcamos de bombeo se requiere que tengan instalados orificios de ventilación y un mínimo volumen de almacenaje para un adecuado enfriado de las bombas.

Plan de Contingencia.

Durante la ejecución de los trabajos de rehabilitación y ampliación del sistema de drenaje, se tendrán cruces con servicios municipales, tales como: energía eléctrica, teléfonos, conducción de agua, ductos de PEMEX, etc. éstos propiciarán el desarrollo de obras inducidas que se considerarán en los proyectos ejecutivos.

Las plantas de tratamiento contarán con plantas de energía eléctrica de emergencia, además de la subestación eléctrica que se indica en el proyecto ejecutivo.

Durante el mantenimiento de partes mecánicas y equipo eléctrico localizado en las estaciones de bombeo, se recomienda minimizar el tiempo de reparación. Para minimizar la cantidad de partes de repuesto, el equipo eléctrico y mecánico deberá estandarizarse con un sólo fabricante. Algunos de los elementos que se deben tener en existencia son:

- Dos juegos de sellos de eje mecánicos para cada modelo de bomba.
- Dos juegos de anillos desgastables para cada modelo de bomba.
- Un juego de soportes para cada bomba y motor.
- Tres juegos de empaques para cada modelo de bomba.
- Un cable sumergible de longitud requerida, con equipo de terminación para cada modelo de bomba.
- Fusibles de repuesto.
- Transformador de repuesto para cada centro de control de motor.
- Bulbos de repuesto y focos indicadores de cada color para el panel de control.

El suministro de energía de emergencia necesita ser diseñado al realizar el diseño de la planta de bombeo. El equipo debe de ser capaz de suministrar energía eléctrica tanto en las áreas críticas como a todo el equipo eléctrico. La capacidad nominal deberá corresponder a la energía necesaria para operar todas las bombas de forma simultánea. El generador debe de operar con un motor diesel, contando éste con un tanque de combustible interno, con capacidad para asegurar un tiempo de funcionamiento de por lo menos dos horas a máxima capacidad. Además, el generador debe de estar colocado en tal sitio que la ventilación del radiador sea la adecuada.

Plan de Seguridad.

El finalidad del programa de inspección que se llevará a cabo, es revisar el mayor número de líneas y pozos de visita en el menor tiempo posible. La inspección comprende la medición de sulfuro disuelto y concentraciones de sulfuro de hidrógeno, mediciones de pH, inspección física del estado de las paredes de los pozos y tuberías de entrada y salida visibles. Una inspección mediante CCTV se llevará a cabo en aproximadamente 60 m, para identificar las tuberías que requieren rehabilitación inmediata.

El personal y el equipo recomendado está integrado por dos cuadrillas de inspección, una equipada con camión CCTV. Esta cuadrilla también ejecutará la inspección de aseguramiento de calidad en la construcción.

Los sitios de rehabilitación del drenaje son totalmente urbanos, por lo que para la realización de los trabajos se deberá programar el cierre de calles y avenidas para evitar posibles accidentes en la excavación, además de utilizar equipo de señalización adecuado, como barreras y luces. Se recomienda que se utilice disco cortador en pavimentos de asfalto y concreto.

Si la excavación es en una calle pavimentada, el relleno debe ser apisonado hasta alcanzar el nivel que permita recibir la carpeta asfáltica. Para zonas sin pavimentación, se apisona hasta 15 cm por encima del lomo de la tubería y se concluye con relleno a volteo dejando un pequeño lomo de tierra sobre el nivel del terreno. El relleno de la zanja y el apisonado, debe seguir a los trabajos de rehabilitación tan pronto como sea posible para evitar el riesgo de accidentes o desperfectos en la instalación.

Plan para Asegurar la Calidad.

Se realizará un programa de aseguramiento de la calidad, en el diseño y construcción de las obras para mejorar la infraestructura, considerando que es esencial que se cumpla con los estándares de diseño recomendados y con los materiales especificados.

Se realizarán estudios y proyectos para incrementar la eficiencia del organismo operador, en particular para contar con un laboratorio de control de calidad del agua, de azolves, suelos y mediciones atmosféricas. Será importante también el desarrollo de mecanismos para contar con una macro y micromedición de agua tanto de primer uso como residual.

Como se mencionó, se establecerá un sistema de información y vigilancia de la calidad física-química y biológica de las aguas residuales que se vierten al sistema de drenaje, a fin de evitar la descarga de aguas industriales con alta carga de contaminantes tóxicos a los procesos biológicos de tratamiento. El mismo sistema de monitoreo se implementará para el control de la calidad de las aguas que se produzcan en las plantas de tratamiento, para asegurar un reúso confiable en la agricultura.

Por lo limitado de los recursos y los costos de tratamiento, se está desarrollando un programa de concientización de uso eficiente del agua, en casas habitación, comercios y servicios e industria en general.

El personal encargado de la operación de las plantas de tratamiento será capacitado para que se cumpla con las condiciones particulares de descarga fijadas a la COMAPA, por la Comisión Nacional del Agua. Así mismo, la adecuada operación de los sistemas repercutirá favorablemente en su vida útil.

En el caso de las plantas de bombeo, se tendrá una operación automática con interruptores de flotación, una alarma al alcanzar el nivel de aguas máximo y desactivación al alcanzar el nivel de aguas mínimo. El monitoreo de encendido-apagado de las estaciones debe operarse por radio-modem, con la base de radio en las oficinas principales de la COMAPA, y se debe cumplir con los requerimientos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en todos los puntos referentes a sistemas de comunicación.

La automatización de las estaciones de bombeo debe incluir la instalación de un gabinete de control con un controlador lógico programable y un sensor de nivel, alarma de bajo nivel, alarma visual y sonora de alto nivel, protección en caso de falla de fase y conexión para equipo de energía auxiliar.

La COMAPA desarrollará un "Sistema de Manejo de Información" (SMI), el cual proporcionará las herramientas necesarias para el manejo de información, lo que permitirá administrar con efectividad un programa de mantenimiento. El SMI utiliza una base de datos integrada para ingresar, almacenar y manejar la información requerida para operar las instalaciones de aguas residuales.

Plan para Prevenir la Contaminación.

Para el sistema de tratamiento y reúso, será necesario adecuar ciertos proyectos para el manejo y disposición final de los lodos almacenados en el sistema lagunar. Según los resultados de la composición química de estos materiales, realizados a muestras provenientes del sistema lagunar; de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas NOM-052-ECOL-93, se concluye que no es corrosivo, no reactivo, no explosivo, no tóxico, no inflamable y no es biológico infeccioso. El análisis de elementos metálicos tóxicos determina que se está por debajo del límite máximo permisible según la NOM-051-ECOL-1994, y en algunos casos no se detectaron o su concentración es menor al límite de detección. En relación con compuestos orgánicos y orgánicos volátiles tóxicos, determinados por cromatografía de gases, se puede concluir que de las 44 sustancias analizadas ninguna supera el límite máximo permisible señalado en la NOM-052-ECOL-93, ya que no se detectan o se registran concentraciones menores al límite de detección. No se detectan bacterias de Escherichia coli, Salmonella s.p.p. Staphylococcus aureus que se consideran nocivos para la salud. Por lo anterior, el azolve se podrá depositar en suelos agrícolas sobreexplotados por las prácticas agrícolas. Las siguientes acciones forman parte del plan para prevenir la contaminación y serán ejecutadas en el proceso de construcción de las PTAR y de la red de alcantarillado.

Tipo de Contaminación y Descripción	Plan para Mitigar
Compactación y escenario. El proceso de construcción implica la compactación del	a) Reducción de emisiones particuladas

terreno con consecuencias por la liberación de partículas al ambiente y alteración de la visibilidad.	b) Uso de equipo especial para la remoción de partículas como precipitadores electrostáticos, ciclones, etc.
Erosión. La eliminación de la cubierta vegetal previa a la construcción y operaciones de corte y relleno propician la erosión. La cobertura del servicio de drenaje será para toda la ciudad, presentará efectos adversos en la salud de los habitantes.	El tendido de la red de drenaje se realizará por tramos, evitando que el producto de la excavación sea depositado en zonas adyacentes por largos periodos de tiempo, propiciando incomodidades para la población. El material se retirará a la brevedad posible.
Control de desechos. El desazolve de las líneas de conducción generará sedimentos, que deben ser tratados y dispuestos en áreas confinadas a fin de evitar riesgos a la salud.	El azolve se retirará del sitio y se le dará un tratamiento posterior, previa eliminación de agua, mediante composteo o estabilización para su reúso o disposición final.
Perforación y explosión. El uso de perforadoras para la construcción de las zanjas, generará efectos adversos en la salud por la producción de ruido. La naturaleza de las explosiones esta asociada a acumulación de gases en la red alcantarillado.	La reducción de los niveles de sonido se logrará con la reducción en la fuente. Se contará con programas de vigilancia de la calidad de aguas residuales, así como planes para salvaguardar tanto a los operadores del sistema, como a la comunidad en general.
Calidad del aire. La calidad del aire se ve afectada por la combustión de las máquinas que afectan la salud de los operadores y de las comunidades.	Se pondrá en práctica un programa para el control de las emisiones gaseosas y se dotará a los operadores de equipo de protección.
Sistema de transporte. Las obras de drenaje alteran el tráfico vial y propician congestionamientos de las rutas vehiculares.	Se elaborará un programa para contar con rutas alternas que permitan realizar un tráfico vehicular adecuado.
Ruido y vibraciones. La fase de construcción estará asociado el uso de equipo y vehículos que afectaran a operadores y a los habitantes.	Se establecerán prácticas de seguridad y protección entre los operadores antes de iniciar las actividades de construcción y operación de los sistemas de saneamiento.
Servicios. El control de las aguas residuales permitirá incrementar los niveles de salud de la población.	Se manejarán campañas de información para propiciar que los habitantes se conecten al drenaje, ya que actualmente aún con el servicio, utilizan los métodos tradicionales.
Transformación del suelo y construcción. La operación propicia la erosión del suelo y el arrastre de material al drenaje. Existe la posibilidad de penetración al drenaje de sustancias explosivas como gasolinas que generen gases tóxicos y/o explosivos.	Desazolver las zonas aledañas a las tuberías y pavimentar las calles una vez completados los trabajos de construcción. Establecer un sistema de vigilancia para detección de gases y sustancias inflamables a fin de evitar su acumulación y su explosividad.
Calidad del aire. El problema de olores se genera actualmente en el sistema de drenaje por el estancamiento de las aguas residuales crudas. La situación de malos olores se agrava aún más por la cercanía de estas instalaciones con las casas habitación.	El problema se resolverá en gran medida con la rehabilitación del sistema de drenaje. Se evaluará la alternativa complementaria de construir estructuras que permitan el venteo de estos gases a la atmósfera, como ya se mencionó.
Condiciones biológicas. Las obras para la rehabilitación de la PTAR No. 1 y la nueva planta (PTAR No. 2) considera la eliminación de la cubierta vegetal existente, propiciará cambios de hábitat y alteración de las comunidades faunísticas asociadas.	Se evaluará la posibilidad de eliminar solamente la cubierta vegetal en la zonas donde se construirán la lagunas y se evitará alterar la vegetación circundante.
Calidad del aire. En ciertas épocas del año, se presentarán condiciones adversas en las plantas de tratamiento y sus entornos por la generación de malos olores producto de la descomposición de las aguas residuales.	Se deberán establecer programas de monitoreo ambiental. Construcción de barreras arbóreas para romper las corrientes y desviarlas de su trayectoria hacia las casas habitación circundantes.

Destaca la posibilidad de reúso del agua residual tratada, lo que podrá redundar positivamente al emplearla para su uso en la agricultura o algún otro como el municipal, en el riego de áreas verdes y llenado de lagos recreativos o aún en la industria con fines de enfriamiento. Se controlará la contaminación industrial de aguas residuales. Se establecerán programas para evaluar el impacto de estas acciones en los niveles de salud pública.

Existen pocos datos disponibles sobre la verdadera cantidad y calidad de las descargas individuales de los usuarios industriales potenciales importantes en Reynosa. De tal forma el programa de caracterización de aguas residuales consta de dos fases:

La fase I define el alcance general y los objetivos del programa de prevención de la contaminación, en base a la calidad y características generales del agua residual del sistema de drenaje. El muestreo y análisis en puntos seleccionados del sistema de drenaje determinará el componente industrial del drenaje en Reynosa en áreas geográficas específicas, incluyendo los dos parques industriales principales de la ciudad. Esta fase también descubrirá las características de las aguas residuales domésticas, identificando cualquier contaminante potencial que afecte el sistema de recolección y tratamiento.

La fase II se enfoca en la caracterización específica de la industria, como base para el desarrollo de los requerimientos de pretratamiento y la implementación de un programa proactivo de minimización de residuos.

c. Cumplimiento con los Reglamentos y Normas de Diseño Aplicables

Se han tomado en cuenta los siguientes planes con relación al uso del suelo, para la elaboración de los proyectos existentes:

- Plan de Desarrollo Urbano en el Municipio.
- Plan Director de Desarrollo Urbano del Estado.
- Plan de Ordenamiento Ecológico Estatal.

Se requiere que el desarrollo del sistema de aguas residuales, utilice las normas de diseño y los reglamentos aplicables por las dependencias gubernamentales. Para el Proyecto Integral de Saneamiento, se cumple con los siguientes criterios de evaluación y diseño:

1. "Lineamientos Técnicos para la Elaboración de Estudios y Proyectos de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario" CNA, México 1994.
2. "Especificaciones Generales para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado" CNA, México 1993.
3. "Manual de Especificaciones Generales y Técnicas de Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado" SEDUE, México 1986.
4. "Normas de Proyecto para Obras de Alcantarillado Sanitario en Localidades Urbanas de la República Mexicana", SAHOP, México 1979.
5. "Guía General para la Elaboración de Proyectos de Ingeniería de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado", SAHOP, México 1979.
6. "Manual de Diseño para Lagunas de Estabilización" CNA, México 1994.

Los aspectos de diseño hidráulico y las recomendaciones constructivas de la red de alcantarillado sanitario se ajustaron al documento No. 1 que identifica los criterios de diseño empleados por la extinta Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras Públicas. El documento No. 2 provee una guía a emplear durante la fase de construcción del proyecto.

Como respuesta al problema de las fugas e infiltración de aguas residuales al subsuelo (que como ya se comentó es un problema real y grave), la Comisión Nacional del Agua (CNA) publicó la norma NOM-001-CNA-1995. Norma que establece el grado de hermeticidad para sistemas sanitarios, las características de los materiales en las tuberías empleadas, así como los requerimientos para la instalación de las mismas. En la rehabilitación de los sistemas existentes o la instalación de tuberías nuevas, el diseño debe satisfacer o exceder los requerimientos de esta norma.

La construcción de los tipos de tubería a emplear en Reynosa, está regido por diversos estándares. Estas Normas Mexicanas regulan la calidad y la resistencia de los materiales, la dimensiones de las tuberías, conexiones y sellos empleados en las tuberías del sistema sanitario.

A continuación se presentan las normas mexicanas que se deben cumplir para la fabricación de tubería.

NORMAS MEXICANAS PARA LA FABRICACIÓN DE TUBOS

NORMA	TITULO
NMX-C-401-1996-ONNCE	Industria de la Construcción, especificaciones de tubos de concreto simple con junta hermética.
NMX-C-402-1996-ONNCE	Industria de la Construcción, especificaciones de tubos de concreto reforzado con junta hermética.
NMX-E-111-1994-SCFI	Industria del plástico, tubos y conexiones, anillos de material elastomérico usados como sello en la tubería de PVC, especificaciones.
NMX-E-211/1-1994-SCFI y NMX-E-211/2-1994-SCFI	Industria del plástico, tubos y conexiones de PVC sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, utilizados para sistemas de alcantarillado, especificaciones.
NMX-E-215/1-1994 SCFI y NMX-E-215/2-1994-SCFI	Industria del plástico, tubos y conexiones de PVC sin plastificante con junta hermética de material elastomérico, serie métrica, utilizados para sistemas de alcantarillado, especificaciones.
NMX-E-216-1994-SCFI	Industria del plástico, tubos de polietileno, tubos de polietileno de alta densidad para sistemas de alcantarillado, especificaciones.
NMX-E-222/1-1994 SCFI	Industria del plástico, tubos y conexiones, tubos de PVC sin plastificante de pared estructurada longitudinalmente con junta hermética de material elastomérico, utilizados en sistemas de alcantarillado, especificaciones
NMX-T-021-1994-SCFI	Industria hulera, anillos de hule empleados como sello en las tuberías de asbesto cemento.

En conclusión, los materiales utilizados en la fabricación de tubos de PVC y concreto reforzado se definen en los lineamientos de la CNA, referidos a las NMX-E-211/1-1994-SCFI y NMX-C-402-1996-ONNCEE, respectivamente, y por referencia, en los estándares pertinentes producidos por la American Society for Testing Materials (ASTM).

En relación a las Estaciones de Bombeo, las recomendaciones están encaminadas hacia el equipo de bombeo y el sistema eléctrico dentro de la norma NOM-001-SEMP-1994. Las principales especificaciones empleadas son:

1. "Selección de Equipo Eléctrico" CNA, México 1994.
2. "Diseño de Instalaciones Mecánicas y Selección de Equipo Mecánico" CNA, México 1994.

El documento No. 1 es una herramienta de consulta para la selección de equipos y materiales. El documento No. 2 es un extenso manual sobre los equipos de bombeo.

La norma NOM-001-SEMP-1994 es expedida por la Secretaría de Energía, Minas e Industria Paraestatal (SEMIP), establece las especificaciones técnicas que deben cubrir las instalaciones de suministro y uso de energía eléctrica.

La energía eléctrica es suministrada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE). Esta empresa gubernamental está encargada de la generación, conducción y distribución de energía. La CFE instalará todo el equipo necesario para suministrar la energía, basados en los requerimientos expresados por el usuario.

Con base en las Especificaciones y Normas descritas y utilizando esta información, la empresa consultora Montgomery-Watson desarrolló recomendaciones para el diseño y la construcción del sistema de alcantarillado sanitario.

De esta forma, se vigilará que las obras se realicen con apego a lo autorizado para dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas. Es importante la participación de la COMAPA durante el proceso de fabricación y prueba para garantizar el cumplimiento de las normas mencionadas.

4. FACTIBILIDAD FINANCIERA Y ADMINISTRACION DEL PROYECTO

A) Factibilidad Financiera

- Los dos objetivos básicos del estudio fueron los siguientes:
1. Evaluar el proyecto de saneamiento como tal, y determinar su impacto financiero en la COMAPA. El proyecto por sí mismo debe ser capaz de generar los flujos adecuados, y de rentabilidad, de tal forma que cubra adecuadamente sus costos de operación y mantenimiento y además no deberá producir pérdidas a la COMAPA.
 2. Determinar si la COMAPA, incluyendo al proyecto de saneamiento, es financieramente sólida y solvente dado que tiene que atender simultáneamente otros proyectos de inversión.

Las principales premisas para la elaboración del estudio financiero fueron las siguientes:

Población

Las proyecciones de población de Reynosa utilizadas para la realización del proyecto estiman 420,294 habitantes para el año de 1996. Las tasas de crecimiento mostradas en el cuadro 1, son las que oficialmente utiliza la COMAPA y que se utilizaron en el estudio de Montgomery Watson.

CUADRO 1
PROYECCION DE POBLACION (1997-2010)

AÑO	POBLACION PROYECTADA (HAB.)	TASA DE CRECIMIENTO ANUAL (%)
1996	420,294	6.14
1997	446,104	6.14
1998	473,500	6.14
1999	502,577	6.14
2000	533,441	6.14
2001	566,196	6.14
2002	592,767	4.69
2003	620,582	4.69
2004	649,702	4.69
2005	680,188	4.69
2006	712,103	4.69
2007	739,152	3.80
2008	767,226	3.80
2009	796,367	3.80
2010	826,614	3.80
2011	858,010	3.80
2012	885,387	3.19
2013	913,638	3.19
2014	942,791	3.19
2015	972,873	3.19
2016	1'003,916	3.19

Fuente: Plan Maestro de Agua Potable y Alcantarillado de la Ciudad de Reynosa, CNA,1996.

De acuerdo con los resultados del cuadro anterior, el aumento de la población del año de 1996 a 1997, representó un incremento del 6.14%. Para el año 2016, la población del municipio de Reynosa se habrá incrementado en un 125.04%, es decir, que habrá crecido 2.25 veces con respecto a la población de 1997.

Dotaciones

Las dotaciones se obtuvieron de los datos de la COMAPA sobre volúmenes bombeados, volúmenes facturados y estados financieros. En promedio la dotación es del orden de 208 l/hab/día.

Tasas de Interés

Las tasas de interés consideradas fueron las siguientes:

1. Una tasa del 8% real anual sobre saldos insolutos para el Proyecto Integral de Saneamiento.
2. Tasas diferentes para agua potable y alcantarillado. Se consideró del 15% real, que es la tasa promedio de los créditos que recientemente ha reestructurado la COMAPA y una tasa preferencial del 5% real.
3. Tasa de descuento para cálculo del Valor Presente Neto (VPN) del proyecto: 12% anual real.

1) Estados Financieros - Históricos

La información correspondiente a la situación financiera del organismo está realizada a precios corrientes anuales. Se analizaron los estados de situación financiera comparativos al 31 de diciembre de los años 1993 a 1996 y al 31 de agosto de 1997. Se puede observar lo siguiente:

1. La relación entre activo circulante contra pasivo circulante pasó de 6.4 veces durante 1994 a 1.84 veces en el primer semestre de 1997, disminuyendo gradualmente durante el periodo de estudio. El alza reciente de tarifas — vigente a partir del 1° de septiembre de 1997, ha tenido precisamente la intención de rectificar dicha tendencia.
2. Los estados de resultados compilados muestran a lo largo del periodo de estudio que el organismo operador ha incrementado sus ingresos netos en forma constante resultado de una mayor cobertura de los servicios. Los gastos de operación y mantenimiento, sumados a los gastos de administración representan en promedio el 93.3% de los mismos.

Las razones de cuentas por cobrar y de promedio de cobranza, indican que el organismo operador desde el inicio del periodo de estudio, ha mantenido un promedio de cuentas por cobrar de 90 días de los servicios que presta. La razón de margen de utilidad sobre las ventas correspondientes al pago de servicios de agua y drenaje, que en el caso del organismo operador son los ingresos netos (antes de impuestos), indica que a lo largo de cuatro años, el organismo operador ha mantenido sus tarifas de agua potable y alcantarillado a precios bajos. Los incrementos tarifarios durante 1996 y 1997 vinieron a mejorar esta situación.

El creciente aumento de los pasivos a largo plazo, es resultado de los programas de obra efectuados. Con los niveles de cobertura actuales y la aplicación de las tarifas vigentes hasta agosto de 1997, el organismo operador ha cubierto sus obligaciones crediticias. En la evaluación financiera del organismo esta relación ha disminuido del 0.81 durante 1993 al 0.47 en el primer semestre de 1997. Es decir, que por cada peso que debe a largo plazo cubre en promedio 0.47 centavos a corto plazo. La aplicación de la razón financiera que relaciona los ingresos netos del organismo con el capital contable indica que esta relación ha sido menor al 1% a lo largo del periodo de estudio. Esta situación deberá cambiar al aplicar una mejor administración de los ingresos por tarifas y de una mayor eficiencia en la recaudación.

2) Estados Financieros - Proforma

Con base en las proyecciones de la población, las coberturas planeadas y las dotaciones estimadas, se prepararon las proyecciones de la demanda de agua potable para Reynosa, la cual se incrementa de 1,016 litros por segundo en 1996 a 2,369 en el año 2016. Las pérdidas de agua potable, estimadas en el año de 1996 en un 31%, se disminuyen gradualmente hasta alcanzar un porcentaje del 20% a partir del año 2000. Los plazos de recuperación de los volúmenes facturados, las tarifas promedio por segmento de usuarios y las estimaciones de los gastos de operación y mantenimiento, así como las estimaciones de los volúmenes facturados, cobrados, rezagados, gastos e ingreso de la COMAPA se prepararon para el periodo 1996-2016. Los ingresos netos operacionales de 1996 y 1997 coinciden con los cálculos más recientes, y este hecho ha servido como guía para ajustar el modelo financiero original de la COMAPA, y que fue la base de este análisis, lo que refleja un modelo más cercano a la realidad.

Se analizaron los datos del financiamiento requerido por los proyectos que tendrá que desarrollar la COMAPA, así como de un programa de amortización y pago de intereses. La cobertura de sus pasivos a largo plazo se reduce en los primeros años del proyecto, debido a la contratación de créditos adicionales. En el escenario más favorable, dicha razón financiera pasa de 0.47 en 1997 a 0.58 en promedio en los primeros 5 años. Se incluyeron igualmente los aportes de Organismos Internacionales, Gobierno Federal, Gobierno Estatal y Municipal, con el fin de lograr una comparación de los flujos de ingresos, crediticios y de servicio de la deuda durante el horizonte de planeación del proyecto. Los estados financieros proforma fueron realizados para determinar la situación financiera y económica del proyecto de saneamiento de la Ciudad de Reynosa durante un periodo de veinte años. Para elaborar dichos estados financieros proforma se consideraron los siguientes elementos:

1. Diferentes escenarios que dependen de la cantidad de recursos subsidiados y crédito que obtenga el proyecto. En la sección correspondiente del análisis de sensibilidad, se muestran los resultados de este ejercicio.
2. Montos de inversión en agua potable y alcantarillado. Las últimas cifras estimadas para el desarrollo del proyecto integral de saneamiento importaron la cifra de \$660.25 millones de pesos, que incluye el 10% de IVA y los servicios integrales de ingeniería.
3. Si bien la inversión requerida por el proyecto es de \$660.25 millones de pesos, la COMAPA tendrá que invertir adicionalmente en todas aquellas obras de agua potable que aseguren el abasto de los requerimientos futuros de su población, lo mismo puede afirmarse en lo relativo a las obras de alcantarillado no contempladas en el proyecto integral de saneamiento. Indudablemente, la prioridad principal será siempre el cumplir con las dotaciones y cobertura de agua potable. Este aspecto, es decir, el de las inversiones a realizar en agua potable, así como las relativas al alcantarillado se tomaron como variables a utilizar en el análisis financiero. En el horizonte del proyecto hasta el año 2016, el programa de inversión total de la COMAPA en ambos renglones asciende a \$506.5 millones de pesos en agua potable y \$552.4 millones de pesos en alcantarillado.

De lo anterior se desprende que los montos a invertir en las obras de agua potable, alcantarillado y saneamiento deben ser congruentes y ser realizadas conforme a un estricto orden de prioridades las cuales dependen de la capacidad económica y financiera de la COMAPA, de la población que sirve y de los subsidios que reciba. Se tienen programadas obras de inversión en agua potable, alcantarillado y saneamiento que coadyuvarán a una adecuada distribución y mejoramiento en la prestación de los servicios a los habitantes del municipio de Reynosa, Tamaulipas. Asimismo, se espera que al elevar la calidad en la prestación de los servicios hidráulicos, se refleje en un incremento en los niveles de ingreso del organismo operador, lo que contribuirá al crecimiento y fortalecimiento a largo plazo del organismo. Para llevar a cabo el programa de obras, se requiere realizar inversiones en activos fijos y variables tales como terrenos, maquinaria y equipo.

3) Estructura Financiera del Proyecto

El monto de la inversión es de \$ 660,250,517.51 (seiscientos sesenta millones doscientos cincuenta mil quinientos diecisiete pesos 51/100 m.n.), incluyendo el 10% del I.V.A. Al tipo de cambio considerado en el análisis (8.25 por peso), asciende a la cantidad de \$80, 030,365.76 (ochenta millones 30 mil trescientos sesenta y cinco dólares 76/100).

Para llevar a cabo el análisis de factibilidad del proyecto se plantearon los siguientes tres escenarios, en los cuales se modifican las aportaciones de cada fuente de recursos, desglosando los recursos no reembolsables que aportarían el Gobierno Federal Mexicano y organismos internacionales y aquellos recursos que deberán ser aportados al proyecto por el organismo operador, ya sean estos provenientes del Gobierno del Estado de Tamaulipas, del Municipio de Reynosa, crédito y fondos de COMAPA misma.

PROPUESTA DE ESTRUCTURAS FINANCIERAS

ESCENARIO 1

Fuente de recursos	PEsos	Dólares	%
Recursos no reembolsables	487,000,781	59,030,397	73.76
Aportación COMAPA	173,249,735	20,999,967	26.24
Recursos municipales y Estatales	110,525,936	13,397,083	16.74
Crédito	62,723,799	7,602,884	9.50
Total del proyecto	660,250,517	80,030,365	100

ESCENARIO 2

Fuente de recursos	PEsos	Dólares	%
--------------------	-------	---------	---

Recursos no reembolsables	448,970,351	54,420,648	68
Aportación COMAPA	211,280,165	25,609,716	32
Recursos municipales y Estatales	102,338,830	12,404,706	15.5
Crédito	108,941,335	13,205,010	16.5
Total del proyecto	660,250,517	80,030,365	100

ESCENARIO 3

Fuente de recursos	PEsos	Dólares	%
Recursos no reembolsables	224,485,175	27,210,324	34
Aportación COMAPA	435,765,341	52,820,040	66
Recursos municipales y Estatales	110,525,936	13,397,083	16.74
Crédito	325,239,404	39,422,957	49.26
Total del proyecto	660,250,517	80,030,365	100

Los cuadros anteriores son solamente una propuesta de estructuras financieras. Para cada uno de estos escenarios se elaboraron los estados financieros proyectados, para sustentar la factibilidad del proyecto. La definición de la estructura financiera final del proyecto la realizará posteriormente el BDAN conjuntamente con la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, el Gobierno Federal de México y la COMAPA.

4. Presupuesto de Inversión

Se tienen programadas obras de inversión en alcantarillado y saneamiento (proyecto integral de saneamiento) que coadyuvarán a una adecuada distribución y mejoramiento en la prestación de los servicios a los habitantes del municipio de Reynosa, Tamaulipas.

Asimismo, se estima que al elevar la calidad en la prestación de los servicios hidráulicos, se refleje en un incremento en los niveles de ingreso del organismo operador, mismos que contribuirán al crecimiento y fortalecimiento a largo plazo del mismo. El programa de obras a realizar está conformado de la siguiente manera:

CUADRO 2

APLICACION DE LOS RECURSOS					
(miles de pesos)					
PROGRAMA DE INVERSION	1998-2001	2002-2006	2007-2011	2012-2016	TOTAL
ALCANTARILLADO	388,386.52	84,200.96	49,824.77	0.00	522,412.30
Estaciones de bombeo	110,288.47	5,944.13	0.00	0.00	116,232.60
Alcantarillado	246,828.19	39,169.51	10,737.45	0.00	296,735.15
Rehab. Largo plazo	31,269.86	39,087.32	39,087.32	0.00	109,444.50
SANEAMIENTO	137,838.26	0.00	0.00	0.00	137,838.26
SUMA	526,224.78	84,200.96	49,824.77	0.00	660,250.51

NOTA: Estos costos incluyen el 10.0% del I.V.A.

El cronograma de inversiones del proyecto muestra las erogaciones en:

- Plantas de bombeo.
- Redes de alcantarillado y conexión de descargas.
- Plantas de tratamiento.

Se incluyen las erogaciones en terrenos, equipos y otros tipos de activos fijos.

Por lo que respecta a la reposición de activos se consideraron en las proyecciones financieras reservas provenientes de la depreciación de equipos, construcciones e instalaciones, las cuales generan un excedente de caja que es suficiente para enfrentar la reposición de equipos, la que sin embargo no es necesaria dentro del horizonte del proyecto dadas las vidas promedio de equipos y demás activos fijos.

5) Operación y Mantenimiento - Histórico

Entre 1993 y 1995, los gastos de operación se incrementaron en un 7% anual, y a partir de 1996 y hasta el primer semestre de 1997, los gastos crecieron en un 30%. Este incremento sustantivo obedece en buena medida a las necesidades de operación resultado de obras realizadas durante el año de 1996 tanto en agua potable como en alcantarillado. Se rehabilitaron y ampliaron las redes de drenaje, así como la introducción de redes de agua potable y la construcción de tanques de almacenamiento en estaciones de rebombeo.

La amortización de los equipos de bombeo y del sistema de potabilización, así como la operación de válvulas, entre otros elementos de operación son condicionantes del incremento en los gastos de operación. Asimismo, las inversiones en obras realizadas para el mejoramiento y eficiencia de los servicios hidráulicos para el año 1996, significaron un gasto conjunto de 1,451 lps distribuidos a la ciudad de Reynosa mediante la planta potabilizadora de Loma Linda (con capacidad de 1,500 lps) por lo que se requieren de mayores partidas para la operación del sistema. Lo anterior significa que los gastos de operación se han incrementado en un 49.6% al pasar de 30.6 millones en 1993 a 45.8 millones de pesos en 1996.

Los gastos de operación y mantenimiento representan en promedio el 47% de los ingresos por servicios de agua potable y alcantarillado, es decir, que por cada peso que ingresa 0.47 centavos se destinan al funcionamiento adecuado de la prestación de los servicios hidráulicos.

En comparación con el capital total del organismo operador, los gastos de operación y mantenimiento representan actualmente el 9% del patrimonio; en 1993 esta relación fue del 24%.

Con el aumento de la población a futuro, los gastos de operación y mantenimiento serán mayores a fin de satisfacer la demanda de servicios.

6. Operación y Mantenimiento - Proforma

De acuerdo a los programas de operación y mantenimiento que fueron elaborados por la empresa Montgomery Watson para el proyecto, y aun no validados detalladamente por la COMAPA, se estima que dichos costos representarán un 59% en promedio de los ingresos proyectados del organismo operador en el horizonte del proyecto. Dichos costos de O&M, si bien pueden ser considerados definitivos desde el punto de vista técnico, desde el punto de vista financiero se consideran preliminares. El organismo operador podrá incrementar sus ingresos en un porcentaje mayor al estimado en los estados financieros proforma, con lo que el impacto de estos costos se reduce.

Los estados financieros proforma elaborados para el proyecto muestran que en los tres escenarios propuestos, con los incrementos tarifarios analizados, el organismo operador contará con los recursos necesarios para cubrir dichos costos, adicionalmente al servicio de la deuda y otros gastos financieros.

7) Análisis de Sensibilidad

Se analizaron los impactos que presentan al modificarse tarifas, tasa de interés y porcentaje del cumplimiento de las obras de agua potable y alcantarillado. Se llevaron a cabo una serie de corridas del modelo financiero original para determinar los resultados respecto a cambios en las variables críticas. Las variables que se consideraron de mayor importancia, solas o en combinación fueron: el monto de los recursos no reembolsables a obtener; el monto del crédito para el proyecto y su respectiva tasa de interés; la incorporación de otras inversiones a realizar por parte de la COMAPA dentro del horizonte de estudio que no forman parte del proyecto y que pueden incluir componentes crediticios con tasas de interés mayores a la considerada en el estudio.

Igualmente, se aplicaron diversos incrementos anuales a las tarifas de los usuarios de agua potable y del drenaje. Las tarifas de drenaje se incrementarán a partir de 1999 en una proporción de 20% a los usuarios domésticos, -30% a los usuarios comerciales y de -40% por ciento a los industriales sobre las tarifas que se estén cobrando para agua potable. En el cuadro correspondiente de la siguiente sección dedicada al modelo tarifario se presenta este esquema. Con este ejercicio se pudo determinar cuales son los incrementos tarifarios necesarios en cada escenario. Las variables críticas son por lo consiguiente las que se enlistan a continuación: a) El monto de recursos no reembolsables que el proyecto reciba; b) Los ingresos adicionales anuales que el organismo operador sea capaz de lograr, tales como los derivados de una mayor eficiencia en la cobranza, una mejor cobertura del área comercial, y de su consolidación como organismo operador; c) El monto de incrementos tarifarios que la COMAPA pueda efectivamente establecer, y que de forma consistente le permitan incrementar sus ingresos anuales.

B. MODELO TARIFARIO Y DE CUOTAS

1. Cuotas y Tarifas - Históricas

En febrero de 1996 se incrementaron las tarifas en un 10%. En julio de 1996 se decretó otro aumento de 15%. Así permanecieron hasta el 1° de septiembre de 1997, cuando se declararon aumentos de 20% para las tarifas de usuarios domésticos y públicos, 25% para usuarios comerciales y hoteles y 30% para usuarios industriales.

Las tarifas promedio finales se utilizaron como base para hacer las proyecciones financieras. Con los aumentos derivados del ajuste anual de tarifas que sirvan como base para las proyecciones de flujo de efectivo, y que otorguen la cobertura suficiente para cubrir los costos anuales y futuros de operación y mantenimiento, así como para amortizar la deuda y los gastos de reposición del equipo, se busca mantener una estructura tarifaria como la actual, aplicándole aumentos anuales a las tarifas promedio de cada tipo de consumidores (domésticos, comerciales, etc.).

De acuerdo con los resultados que arrojaron los análisis realizados para la elaboración de las distintas alternativas de estados financieros de la COMAPA, aumentos reales anuales del 10 al 15 por ciento en las tarifas de agua potable y alcantarillado, permiten cubrir los costos futuros de operación y mantenimiento, el flujo de recursos suficientes para amortizar la deuda y los gastos de reposición de la infraestructura física con una inversión correspondiente al 100 % del programa de inversión contemplada en el Plan Maestro Hidráulico de la COMAPA. Los resultados específicos se muestran en los anexos correspondientes.

Tarifas Promedio

De acuerdo con las autoridades de la COMAPA, las tarifas actuales y los derechos de conexión e instalación de medidores, que se presentan en los cuadros 2 y 3, se utilizaron para determinar las cantidades a facturar a los distintos tipos de usuarios de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Las tarifas medias de agua potable y alcantarillado se establecieron en promedio de 2.00 \$/m3 y 0.68 \$/m3, respectivamente.

CUADRO 3				
TARIFAS				
		Al 1° de Septiembre de 1997		
Rangos	Domestico	Comercial	Industrial	
0-15	15.70	34.06	38.15	
16-30	1.40	2.64	2.95	
31-50	1.63	3.04	3.40	
51-70	1.88	3.59	4.02	
71-110	2.11	3.98	4.45	
111-150	2.32	4.51	5.05	
151-250	2.62	4.95	5.54	
>250	2.71	5.26	5.89	

CUADRO 4					
CLASIFICACION DE TARIFAS POR TIPO DE USUARIO					
Tipo de Usuario	Domestico	Comercial	Industrial		
01.- Doméstico	*				
02.- Comercial		*			
03.- Industrial			*		
04.- Hoteles		*			
05.- Vecindad	*				
06.- Departamentos	*				
07.- Escuelas	*				
08.- Lavanderías			*		
09.- Tortillerías			*		
10.- Restaurantes		*			

11.- Lavaderos				*	
12.- Empleados	*				
13.- Preparatorias y Universidades			*		
14.- Escuelas Particulares			*		
15.- Servicios Públicos	*				

CUADRO 5

TARIFAS DE SANEAMIENTO APLICABLES A PARTIR DE 1999
20% sobre la tarifa de agua potable en usuarios tipo doméstico
30% sobre la tarifa de agua potable en usuarios tipo comercial
40% sobre la tarifa de agua potable en usuarios tipo industrial

De los resultados anteriores se concluye lo siguiente en cuanto a la evaluación financiera del proyecto:

1. Deberá realizarse una priorización final de las obras de agua potable y alcantarillado, una vez que se defina la estructura financiera del proyecto.
2. Los incrementos de tarifas corresponderán a la estructura financiera que se adopte finalmente para el proyecto. En los escenarios financieros considerados, el proyecto es factible con incrementos tarifarios reales de un rango entre 10 y 15% anual.
3. El proyecto es viable desde el punto de vista financiero puesto que produce flujos adecuados cubriendo todos sus costos y compromisos financieros y arroja saldos de caja favorables en todo momento. Se considera conveniente que la COMAPA desarrolle las siguientes acciones que le permitan consolidar al organismo y asegurar la viabilidad financiera del proyecto: a) Establecer un programa de fortalecimiento institucional que comprenda la disminución de pérdidas físicas así como el reforzamiento de su área comercial para recuperar rezagos y mejorar su eficiencia en la cobranza; b) Desarrollar un programa periódico de depuración y actualización del padrón de usuarios.

C) ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

Estructura Organizacional

Ver Anexo D

Capacidad Institucional y Marco Jurídico

El BDAN, en apoyo a la COMAPA y a través de su Programa de Cooperación para el Desarrollo Institucional (PRODIN), ha contratado con el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) la realización de un estudio de localización de pérdidas y recuperación de agua. Con ello se fortalece la capacidad institucional y administrativa del organismo operador, facilitando el otorgamiento de créditos por parte de instituciones bancarias.

En relación a lo anterior, y de conformidad con el ordenamiento que crea a la COMAPA, el decreto gubernamental respectivo le otorga el carácter de organismo público descentralizado, con personalidad jurídica y patrimonio propios.

Lo anterior significa que COMAPA es una persona de derecho público establecida conforme con la Ley del Servicio de Agua y Alcantarillado del Estado de Tamaulipas según los artículos 31 y 32 del citado ordenamiento y demás leyes que le resulten aplicables, lo cual la convierte en un sujeto capaz de adquirir derechos y obligaciones.

Las garantías que tradicionalmente se otorgan por las personas físicas y morales para ser sujetas de crédito, en general van desde el aval, la hipoteca, la prenda y el fideicomiso, pudiendo darse el caso de la celebración de algún otro acto jurídico innominado que no esté prohibido por la ley.

Para este caso se considera que no son aplicables, o que no proceden, los otorgamientos de hipoteca, ni de prenda, puesto que los bienes de que pueda ser propietario el organismo COMAPA, que responderían del pago del crédito en caso de incumplimiento, están destinados a un servicio público y por ende caen dentro del sistema llamado del dominio público estatal, que impide que se otorguen gravámenes reales como la hipoteca y la prenda cuyo fin ulterior, en caso de no pago del crédito concedido por el contrato principal que los origina, el de crédito, sería su enajenación lo cual no está permitido por la ley a menos de que ya no sean necesarios para el servicio (cosa improbable) y se lleve a cabo el riguroso procedimiento que establece el artículo 6o. de la Ley de Hacienda Pública del Estado, para hacer efectivas las garantías ya de prenda o ya de hipoteca, se trate de muebles o inmuebles según el caso, que no sean útiles para el servicio.

Por lo anterior se sugiere como alternativa el aval. Por este medio, la institución bancaria podría escoger entre cualquiera de esas dos garantías antes señaladas, pero cabe reflexionar que para obtener el aval es menester el agotamiento de un procedimiento burocrático riguroso sobre todo si se pide aval del Gobierno Federal, cuestión que se ve problemática; o bien puede optarse por el aval del Gobierno del Estado el cual sería suficiente para garantizar el crédito bancario.

5. PARTICIPACIÓN COMUNITARIA.

a. Plan Integral de Participación Comunitaria

Comité Local de Seguimiento.

La exigencia de la participación ciudadana en proyectos que se generan en el ámbito oficial, enriquece la acción del gobierno y permite crear un moderno escenario donde sociedad y estado asumen compromisos, comparten riesgos, aprovechan oportunidades y disfrutan de los beneficios de la tarea de elevar los índices de bienestar y satisfacción de la comunidad.

Este aspecto, es considerado por la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza; la que precisa su importancia, incluyendo a la Participación Ciudadana como un criterio rector para la certificación de proyectos de impacto en el desarrollo social.

Por lo anteriormente descrito, se integró un comité ciudadano el 25 de agosto de 1997. En este acto, estuvieron representados COCEF, CILA y el gobierno municipal.

Desde su inicio se ha sesionado en 10 ocasiones, 9 de ellas reuniones ordinarias y una en forma extraordinaria. Este comité es el responsable de dirigir el proceso de consulta pública, el cual ha aprobado en sus diversas sesiones puntos diversos como lo son: el programa integral de participación comunitaria, el programa para difusión y los medios a utilizarse, el reglamento interno; el designar de forma libre y abierta a su Presidente, Vicepresidente y Secretario, el aprobar, participar y conducir todas las reuniones sectoriales y las dos reuniones públicas, así como el aprobar el video promocional y la folletería de todo evento y difusión del proyecto. Se cumplió durante el proceso con el objetivo de informar a la comunidad sobre las obras; se garantizó el acceso de la comunidad a la información y de acuerdo con las encuestas realizadas se demostró que la comunidad aprueba en su mayoría el proyecto presentado.

Reuniones con Organizaciones Locales.

Se realizaron 46 reuniones sectoriales apoyadas en el Programa Integral de Participación Ciudadana, incluyendo las reuniones del Comité Ciudadano, abarcando comerciantes, industriales, periodistas, ecologistas, organismos patronales, clubes de damas voluntarias, médicos, organismos religiosos, grupos de jóvenes, organismos de beneficencia, clubes de servicio como Rotarios, Club de Leones, grupos de padres de familia y partidos políticos. Abarcando prácticamente a todos los sectores sociales de la ciudad.

Cabe señalar que dentro de estas 46 reuniones, dos de ellas se llevaron acabo con distintos medios de prensa, de las cuales, una tuvo lugar en la ciudad de Mc Allen, siendo notoria la información proporcionada al comercio organizado de esta ciudad, a los integrantes del Comité Internacional de Ecología, al Comité de Desarrollo Ecológico de Mc Allen, así, como a los medios de información.

La experiencia recabada, indica una aceptación del proyecto y una participación entusiasta de los miembros del Comité Ciudadano.

Acceso del Público a la Información.

Se implementó un camión especial que llevaba integrado televisores y video para llevar la información del Proyecto Integral de Saneamiento a colonias populares. El video producido tiene una duración de 8 minutos, del cual se crearon 18 copias. En las universidades de mayor importancia, se realizaron 26 presentaciones del video explicativo del Proyecto, se repartieron folletos y encuestas para información del alumnado y su opinión al respecto.

Se utilizó el medio de la Televisión, donde se transmitieron 28 spots de 60 segundos en horario de mayor audiencia (AAA), como una síntesis del video que se presentó en las reuniones sectoriales, así como tres entrevistas en programas informativos. Sobre todo se enfatizó en que los ciudadanos expresaran su opinión en el Centro de Información del Proyecto Integral de Saneamiento, teniendo una respuesta importante por parte de la ciudadanía.

En radio se transmitieron 324 spots de 60 segundos informando del Proyecto y de igual forma invitando a la ciudadanía para que se comunicara al Centro de Información. Se realizaron 8 entrevistas en vivo y se dio una buena cobertura de las actividades del Comité Ciudadano

Se distribuyeron 20,000 folletos por medio de los recibos a usuarios de servicio por COMAPA, se imprimieron 10,000 folletos promocionales tamaño doble carta por ambos lados, mil posters tamaño 4 cartas y 5,000 encuestas tamaño carta. Por medio de la Prensa se publicaron 8 planas completas de periódico, cubriendo las principales actividades del Comité Ciudadano.

Se estableció un centro de información telefónica, el cual recibió cerca de 200 llamadas solicitando información sobre el Proyecto Integral de Saneamiento.

Reunión Pública.

Se realizaron las Reuniones Públicas de Consulta considerando los temas referentes a:

Presentación Técnica del Proyecto Integral de Saneamiento. Sábado 4 de Octubre.

En esta reunión, en la cual se dio la presentación ante el público del Comité Ciudadano y de sus integrantes, se notificó sobre el proceso de evaluación y certificación de la COCEF, y se explicó el desarrollo del proyecto por medio del video que se creó para tal fin. Posteriormente se dio paso a una sesión de preguntas, respuestas y comentarios, en donde se manifestaron diversas inquietudes por parte del público asistente, tales como el tiempo que tomarán las etapas de rehabilitación, el monto de aportación monetaria por parte de las autoridades, y en general, cuestionamientos de carácter técnico.

Presentación Financiera del Proyecto Integral de Saneamiento. Viernes 17 de Octubre.

A trece días de haberse realizado la primera reunión pública, se llevó a cabo la segunda, teniendo como objetivo la presentación financiera del proyecto.

Al inicio de la reunión se presentaron temas de interés general, como el Informe de Actividades del Comité Ciudadano, la importancia de las obras del proyecto remarcando la profundidad del lema "tu opinión cuenta".

A continuación se presentó el video promocional; a su terminó participó la Quím. Noelia García encargada del Área de Ecología del H. Ayuntamiento, donde mencionó las ventajas y beneficios de llevar a cabo el proyecto. Posteriormente, tomó la palabra el Dr. Miguel Angel López representante de la Jurisdicción No. 4 de Secretaría de Salud, que mencionó los principales objetivos de esta Secretaría, así, esta Institución apoya de forma definitiva el Proyecto.

Se dio paso a la presentación del esquema financiero por COMAPA, se mencionó el monto de la inversión para el saneamiento en los próximos cinco años, que constituye la rehabilitación de laguna actual e incorporación de las nuevas lagunas proyectadas. Se indicó el incremento en el costo de las diversas tarifas (industrial, comercial y doméstica). Por otra parte se dio a conocer el resultado de las encuestas realizadas en las reuniones sectoriales, donde tenemos que:

- El 84 por ciento contestó a favor de realizar el proyecto.*
- El 10 por ciento no contestó.*
- El 6 por ciento contestó en contra de realizar el proyecto.*

Se tuvo una sesión de preguntas y respuestas, donde se manifestaron dudas por parte de la población como el monto de la participación de los gobiernos Municipal, Federal y Estatal en el proyecto, el avance de la certificación, respondiendo a las mismas para finalmente conocer la aceptación del proyecto por parte de la ciudadanía.

b. Informe que Demuestre el Apoyo Público

Al llevarse acabo las reuniones públicas se distribuyó un tipo de encuesta formulando sólo una pregunta: ¿Apoyaría el Proyecto Integral de Saneamiento?

Los resultados que se obtuvieron fueron:

Primera Reunión: 132 asistentes: 87 encuestas recibidas

85 positivas

2 negativas

Segunda reunión: 117 asistentes: 76 Encuestas recibidas

75 positivas

1 negativa

Por medio de todas las opiniones recabadas a través de encuestas, reuniones públicas, sectoriales, medios de comunicación, el resultado final de todo este proceso lo podemos concretar diciendo que existe una aprobación ciudadana del Proyecto, no obstante, son demandados trabajos de calidad, lográndolo con vigilancia organizada por la ciudadanía.

Las respuestas en sentido negativo, en su mayoría, conservan una conducta social escéptica y de desconfianza en el manejo de los recursos, así como en la calidad y oportunidad de los trabajos.

Por último, concluimos que este tipo de Consultas Públicas realizadas por ciudadanos, muestra a cualquier institución oficial, que este tipo de acción social deberá incorporarse a la acción gubernamental para fines de credibilidad y desarrollo armónico.

El informe completo de actividades con fotografías, minutas, y demás documentos que aprueban la aceptación de la ciudadanía será entregado a la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF/BECC) en un documento anexo a éste.

6. DESARROLLO SUSTENTABLE.

a. Definición y Principios.

Definición de desarrollo sustentable. Un desarrollo económico y social basado en la conservación y protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales, pero considerando las necesidades actuales y futuras, así como los impactos presentes y futuros de las actividades humanas; según lo define el programa ambiental Frontera XXI desarrollado por autoridades de México y Estados Unidos. Esta definición se encuentra basada en la definición internacionalmente aceptada de desarrollo sustentable contenida en la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo: el desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

Según la definición de desarrollo sustentable, el Proyecto Integral de Saneamiento de la Ciudad de Reynosa Tamaulipas cumple cabalmente con el precepto de un desarrollo económico y social basado en la conservación y la protección del medio ambiente y el uso racional de los recursos naturales considerando, las necesidades del presente sin comprometer la posibilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades.

En cumplimiento del Principio No. 1 por el cual el ser humano es el punto central de todas las inquietudes para el desarrollo sustentable; y tiene derecho de llevar una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza, se puede asegurar que la construcción y puesta en marcha de los sistemas de saneamiento propiciarán la disminución de enfermedades que tienen una relación directa con el uso y consumo de aguas, la recolección y conducción de aguas residuales y el tratamiento y reúso de aguas residuales tratadas.

El Principio No. 2 que señala el derecho a desarrollarse de tal manera que se cumplan las necesidades de desarrollo y medio ambiente de las generaciones presente y futuras, lo que se cumple con este proyecto ya que se asegura el saneamiento de la población actual y la que se espera hacia el año 2016, asegurando la protección del ambiente para su uso por las generaciones futuras.

Al considerar el manejo integral de las aguas de primer uso y de las residuales tratadas, se atiende el Principio No. 3 que implica la protección ambiental como una parte integral del proceso de desarrollo, asegurando con esto el mejoramiento de los cuerpos de agua existentes en el Municipio y de los que forman la frontera con los Estados Unidos de Norte América.

El Principio No. 4 mediante el cual las partes interesadas deben participar en cualquier actividad relacionada con el proyecto de saneamiento, se puede decir que la infraestructura que forma los sistemas de alcantarillado y tratamiento y reúso de las aguas han participado en la toma de decisiones que propician la menor perturbación en el hábitat urbano y en el ecosistema ambiental; así mismo, se ha tenido en cuenta la experiencia y el esfuerzo de distintas instituciones involucradas en el mejoramiento ambiental, social y económico de los sectores de la sociedad, alcanzando una planeación equilibrada y un mejor aprovechamiento de los recursos escasos.

El Proyecto Integral de Saneamiento de la Ciudad de Reynosa, Tamps., generará impactos benéficos y adversos a través de las diferentes etapas que lo constituyen tales como la construcción, operación y mantenimiento de la red de drenaje y las plantas de tratamiento de aguas residuales. De tal forma, es sobre los impactos adversos que se requiere la aplicación de medidas de mitigación específicas.

En el Municipio de Reynosa, Tamps., se regula el ordenamiento ecológico y la protección del ambiente, mediante la Ley General y la Ley Estatal en la materia y el Plan Director de Desarrollo Urbano. En la actualidad se elabora una propuesta de Reglamento Ecológico Municipal que incluirá entre otros aspectos las competencias municipales de planeación y ordenamiento ecológico, regulación ecológica, impacto ambiental, normas técnicas, prevención y control de contaminación del aire, el agua, el suelo, el subsuelo y medio ambiente, manejo y disposición final de residuos sólidos, el aprovechamiento racional de áreas naturales protegidas y de las medidas de control, seguridad, sanciones y delitos.

Las principales afectaciones identificadas sobre las cuales se recomienda establecer medidas de mitigación, así como las acciones que se tomarán en cada caso se describen el punto de Salud Humana y Medio Ambiente de este mismo documento.

b. Fortalecimiento de la Capacidad Institucional y Humana.

El producir agua potable y su distribución tiene un costo, en consecuencia el agua que se pierde en fugas equivale a dinero que se desperdicia, por ello es preciso determinar esa cantidad, para mantenerlas en el mínimo posible a fin de que los recursos disponibles, materiales y financieros se aprovechen al máximo.

La COMAPA realiza actualmente mediante el Instituto Mexicano de la Tecnología del Agua (IMTA) y con el apoyo del Banco de Desarrollo de América del Norte (BANDAN), el "Proyecto de Localización y Recuperación de Pérdidas en el Sector Granjas, del Sistema de Agua Potable de la Ciudad de Reynosa".

El proyecto contempla aislar la red de distribución del Sector Granjas, para mediante la instalación de medidores de gasto y presión determinar sus características de consumo y controlar los gastos y presiones en la red de distribución. Con la información que se obtenga se evaluarán los consumos y en conjunto con actividades de campo y una divulgación del proyecto con vistas a incrementar la participación de la ciudadanía en el reporte de fugas y faltas de presión, determinar los puntos donde se fuga el agua, para su cancelación y definir las mejores condiciones de operación de la red.

El análisis de beneficios del proyecto que desarrolla la COMAPA debe contemplarse en dos contextos, los beneficios económicos y los no económicos. De hecho este último se enmarca en el ámbito de la conservación del recurso y el desarrollo sustentable. En el área de la frontera Norte, existen entidades con un marcado interés en la conservación, uso eficiente y desarrollo sustentable, donde para ellos los beneficios económicos son secundarios.

BENEFICIOS NO ECONÓMICOS	BENEFICIOS ECONÓMICOS
1. Conservación del recurso.	1. Ahorro en los costos de producción.
1. Mejor atención a las demandas.	1. Incremento en el volumen de venta del producto.
1. Mejoramiento de la eficiencia.	1. Ahorro en costos de reparación de fugas en tomas.
1. Mejor imagen institucional.	1. Ahorro en costos de reparación de fugas en tuberías de distribución.
1. Mayor participación ciudadana.	
• Mayor confiabilidad en la macromedición.	
• Mayor confiabilidad en la micromedición.	

Se encuentra programado en el corto plazo, el desarrollo de los proyectos de recuperación de perdidas de agua potable para las demás zonas de la ciudad, lo cual fortalecerá al Organismo Operador.

c. Adecuación a los Planes Locales/Municipales y Regionales de Conservación y Desarrollo Aplicables.

El Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, puesto en marcha por el Gobierno Federal en Mayo de 1990, se orienta a: cubrir los rezagos existentes y las demandas del crecimiento de la población en los servicios de agua potable, alcantarillado; desarrollar las capacidades a nivel municipal, estatal y nacional, para promover el cuidado del medio ambiente, disminuyendo la contaminación por aguas negras; así como apoyar la consolidación de los Organismos Operadores, buscando en el corto plazo, que éstos logren su autonomía y eleven su eficiencia en la prestación de los servicios.

El Programa de Agua Potable y Alcantarillado en Zonas Urbanas (APAZU), es una de las fuentes de financiamiento para la ejecución de las obras y proyecto propuestos en el Plan Maestro para la Consolidación y Desarrollo Institucional del Organismo Operador, la ejecución de los proyectos inscritos en el Programa recaerán en los Organismos Operadores Descentralizados, responsables directos de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento a nivel municipal. En este Programa intervienen diversas dependencias federales en el ámbito de su competencia, como la Comisión Nacional del Agua (CNA) y BANOBRAS.

En el Plan Maestro para la Consolidación y Desarrollo Institucional del Organismo Operador, las metas de consolidación y expansión de los servicios del organismo operador surgen de la tarea de planeación de sus recursos y necesidades con una proyección a largo plazo, realista en sus objetivos y susceptible de adaptarse con flexibilidad a las eventualidades, buscando siempre las decisiones y factores viables para un desarrollo sano de la empresa operadora.

El Plan Subregional de Ordenamiento Territorial de Reynosa, Río Bravo, Tamps., se enmarca dentro del Plan Estatal de Desarrollo Urbano, del Sistema Nacional de Planeación y tiene como objetivos principales:

d. Conservación de Recursos Naturales.

Al considerar la opción de una correcta operación de las PTAR, es indudable el beneficio que se traerá a la comunidad y al ecosistema en general. Las áreas que se verán afectadas por estas actividades, son en orden de importancia: Calidad del aire; Transformación del suelo y construcción y Servicios. En las otras áreas de impactos los efectos son benéficos siendo la más importante, la población, condiciones biológicas, sistemas de servicios, la estructura de la comunidad y finalmente recursos acuáticos tal como se describe en el capítulo de Salud Humana y Medio Ambiente.

En el caso de los impactos que se provocan por la operación de las PTAR ligadas con las descargas líquidas tratadas, en términos generales todos los efectos son positivos siendo el más significativo el relacionado con los usos del suelo para el pastoreo y la agricultura, siguiéndole en importancia las condiciones biológicas en flora y fauna, en las características físicas y químicas del medio ambiente y en los factores culturales.

La actividad del reciclaje de desechos sólidos, provenientes de las lagunas de tratamiento tendrán un impacto positivo si son dosificados en cantidad adecuada en los suelos agrícolas o en aquellos en los que se han observado características de erosión o de degradación parcial.

El Distrito de Riego No. 26 (Bajo Río San Juan) es el más beneficiado por las actividades de operación de las PTAR, se irrigan en total 73,123 Ha distribuidas en los siguientes municipios:

MUNICIPIO	SUPERFICIE, EN ha
Reynosa	22,389
Río Bravo	28,732
Díaz Ordaz	8,894
Camargo	8,281
Miguel Alemán	3,061
Mier	1,766
TOTAL	73,123

e. Desarrollo de la Comunidad.

La cobertura del servicio de agua potable en la Ciudad de Reynosa es del 93% de la población y el restante 7% se abastece a través de hidrantes y carros cisterna. En cuanto a los servicios de drenaje este cubre el 70% de la mancha urbana con red de atarjeas, sin embargo los datos actuales establecen que la cobertura de servicio es del 57% de la población, lo que indica que se está subutilizando la red o bien existen demasiadas descargas clandestinas.

En este sentido la COMAPA de Reynosa, implantará una estrategia para regularizar las descargas domésticas de los predios que aún no están conectados a la red de alcantarillado, así como de los que se encuentran en las áreas donde se ampliará el servicio. Esta estrategia involucrará las actividades que se mencionan a continuación:

- programa de identificación y regularización de predios;** si bien se cuenta con información de los predios que no están conectados a la red de alcantarillado, y de los que no cuentan con servicio de agua potable, es necesario actualizar esa información para asegurar el éxito del programa de regularización. Para ello se contará con información de tipo administrativo, del propio organismo operador, y otra que será necesario recabar en campo. En el organismo operador, se cuenta con los antecedentes de aquellos predios en que se han realizado conexiones de descargas conforme al control de pagos o exención de derechos por concepto de conexiones y/o por el control de materiales que salen del almacén para los trabajos de la conexión. La información de campo se refiere al padrón de usuarios de agua potable del organismo, el cual se mantiene actualizado. Sin embargo, durante las actividades de actualización se recabará la información necesaria acerca de las descargas de aguas de los predios y se aprovechará el apoyo del personal que realiza la lectura de los medidores-registradores de agua potable de los domicilios y del personal que se asignará para el programa de reparación y/o sustitución de medidores dañados, capacitándolos previamente.
- reglamentación de descargas domiciliarias;** se elaborarán o en su caso se actualizarán, los manuales con las especificaciones que deben cumplir los materiales y proyectos de las instalaciones sanitarias y de agua potable dentro del predio y las técnicas a utilizar para la cancelación de letrinas y pozos negros, de tal forma que cumplan con los estándares nacionales requeridos. Debido a su importancia, es necesario que se consideren en la reglamentación las sanciones pertinentes para garantizar el éxito de la regularización. Las sanciones podrán ser la aplicación de multas y la suspensión del servicio de agua potable. Así mismo, será necesario adecuar el reglamento para que prevea la incorporación de las descargas de todos los predios de las zonas que se estén desarrollando.
- programa de concientización y trabajos de inspección;** se dará difusión previa a la iniciación del programa, resaltando los beneficios que su implantación traerá a la población, haciendo hincapié en el mejoramiento de las condiciones de vida e invitando a los usuarios a registrarse en el programa. Se realizarán visitas a los predios que no cuenten con conexión, para verificar la información registrada e invitar a los usuarios a actualizar sus registros ante el organismo y/o inscribirse al programa de regularización.
- comercialización;** considerando que el usuario tendrá que realizar adecuaciones a la instalación sanitaria dentro de su predio, que este programa es en beneficio de toda la comunidad y que la población involucrada es la que cuenta con menos recursos económicos, alrededor del 92%, se propone que el costo del programa lo absorba en un 50% el organismo operador (COMAPA) y el otro 50% el usuario beneficiado, dándole facilidades para que cubra su adeudo en el plazo de un año, con la condición de cancelar su letrina o pozo negro.
- inversiones;** con objeto de no incrementar el gasto corriente, debido a que el programa será de carácter transitorio, se propone que su ejecución se realice mediante la contratación de empresas especializadas.