

COCEF

COMISION DE COOPERACIÓN ECOLOGICA FRONTERIZA

PROYECTO INTEGRAL DE AGUA POTABLE, DRENAJE SANITARIO Y SANEAMIENTO DE LA CIUDAD DE NACO, SONORA

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO
1 INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO
2 MEDIO AMBIENTE Y SALUD PUBLICA
3 FACTIBILIDAD TECNICA
4 FACTIBILIDAD ECONOMICA Y FINANCIERA
5 ASPECTOS SOCIALES
6 PARTICIPACION COMUNITARIA
7 OPERACION Y MANTENIMIENTO
8 DESARROLLO SUSTENTABLE
PROYECTO DE AGUA POTABLE
PROYECTO DE DRENAJE SANITARIO
PROYECTO DE SANEAMIENTO

RESUMEN EJECUTIVO

La población de Naco, Sonora, cuenta con una infraestructura de agua potable que le permite cubrir las 129 hectáreas que conforman su mancha urbana. Esta infraestructura se integra por: una fuente de abastecimiento constituida por dos pozos que en conjunto producen un gasto de 31 lps; dos tanques de almacenamiento uno de 100 m³ y otro de 150 m³ de capacidad; una red de distribución con una longitud de 29.8 kilómetros de tubería de diferentes diámetros, predominando la de 3 pulgadas de diámetro; 1,302 tomas de las cuales 1,274 son domésticas, 16 comerciales y 12 industriales, y un clorador de gas para la desinfección. Aún cuando la red de distribución de este sistema tiene la longitud necesaria para cubrir el total de las áreas por atender y, a pesar de que su fuente de abastecimiento tiene el gasto necesario para satisfacer en su totalidad la dotación de agua requerida por la población, es deficitario en cuanto que no satisface el total de la demanda real, ya que en ocasiones el vital líquido no llega a los hogares que lo requieren.

En infraestructura de saneamiento, la ciudad para la captación y desalojo de las aguas residuales dispone de: una red de drenaje sanitario que se extiende por el 85 % de la mancha urbana; de una estación de bombeo y un emisora a presión para la conducción de éstas aguas al módulo de tratamiento del lado "Oeste"; de un colector a gravedad que conduce aguas residuales al módulo de tratamiento del lado "Este"; de 850 descargas de las cuales 822 son domésticas, 16 comerciales y 12 industriales. Para el tratamiento de las aguas residuales operan dos módulos de lagunas de estabilización, el del lado "Este", que se integra por 7 lagunas en serie ocupando un área de 3.72 hectáreas (ha), y el del lado "Oeste", que se constituye por 3 lagunas en serie que en conjunto cubren una superficie de 2.66 ha, para un total de 6.38 ha entre los dos módulos.

La red de alcantarillado está subutilizada, ya que 452 viviendas que dicha red puede atender no descargan a ella; por el deterioro del equipo de bombeo, el cárcamo para el desalojo de las aguas residuales a las lagunas de tratamiento no opera eficientemente, lo que genera derrames que escurren a la zona urbana de Naco, Arizona y Naco, Sonora. En lo que respecta a los módulos de tratamiento de aguas residuales, éstos operan con eficiencias de remoción aceptables, aunque hidráulicamente funcionan como sistemas cerrados ya que no descargan, debido a que los efluentes no se utilizan para riego agrícola como se planeó desde su construcción. Esta situación genera derrames de aguas residuales tratadas que escurren hacia la línea divisoria, incurriendo con ello en incumplimiento a los acuerdos convenidos en el Acta N° 273 de la Comisión Internacional de Límites y Agua (CILA).

Para resolver esta problemática y garantizar a la población de Naco, Sonora, el bienestar que representa el disponer de una dotación permanente de agua potable, no convivir con malos olores por el mal manejo de las aguas residuales, preservar el medio ambiente físico mediante la disposición adecuada y controlada de las descargas de aguas residuales tratadas y solucionar un problema transfronterizo, se propone "Este" proyecto que entre sus principales acciones contempla:

1. Reforzar y rehabilitar el sistema de agua potable. Con esto se asegura el suministro oportuno y constante de agua potable a la población.
2. Promover ante la población la necesidad de conectarse a la red de alcantarillado sanitario. Con esto la red operará a su capacidad de diseño.
3. Ampliar el módulo de tratamiento "Este" y operarlo como sistema único, con ello se elimina el cárcamo de bombeo actual, se provee de una infraestructura adicional que permitirá el almacenamiento y control de las aguas residuales tratadas para su posterior reuso en riego agrícola, a la vez que se evitarán los derrames de dichas aguas, cumpliéndose así con lo convenido en el Acta No. 273 del CILA.
4. Promover el fortalecimiento institucional del organismo operador para garantizar la buena administración y operación de los servicios.

El proyecto, por ser de carácter ambiental con efectos transfronterizos, se acota dentro de los objetivos de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), por lo que el H. Ayuntamiento de Naco, Sonora, ha solicitado su certificación, para buscar posteriormente el financiamiento por el BANDAN.

INFORMACION GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto tiene como objetivo fundamental solucionar de manera integral la problemática que actualmente presenta la ciudad de Naco, Sonora, en lo relativo a sus "Sistemas de Agua Potable, Drenaje Sanitario y Tratamiento de Aguas Residuales".

Los co-promotores del proyecto son:

H. Ayuntamiento de Naco, Sonora

Francisco Madero s/n

Naco, Sonora, México

Tel: 91 (633) 4-0236

Organismo Operador Municipal de Agua Potable,

Alcantarillado y Saneamiento de Naco, Sonora.

Ambos son instituciones gubernamentales municipales encargadas de operar los sistemas de agua potable, drenaje sanitario y tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Naco, Sonora.

El proyecto se ubica dentro de los límites de la ciudad de Naco, Sonora, que se localiza al noreste del estado de Sonora, México, y es frontera con la población de Naco Arizona, Estados Unidos de Norteamérica. Se encuentra en las inmediaciones de las ciudades de Agua Prieta y Cananea, Sonora, y de Bisbee y Douglas, Arizona. Su acceso es a través de la Carretera Federal No. 2 en México y por la Carretera Estatal No. 80 en Arizona.

El H. Ayuntamiento de Naco, Sonora, y el OOMAPAS-Naco, presentaron ante COCEF para su certificación un anteproyecto, que por su contenido no resolvía la problemática básica de la comunidad, sobre todo visto con la perspectiva de las ocho categorías de criterios fundamentales para certificación. Con el objeto de cumplir con dichos criterios, los promotores solicitaron a COCEF asistencia, especialmente en las áreas de ingeniería, finanzas y desarrollo institucional, la cual les fue otorgada plenamente, por medio de un consultor externo contratado dentro del Programa de Asistencia para el Desarrollo de Proyectos.

Las autoridades encargadas de los servicios de agua potable, drenaje sanitario y tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Naco, actualmente enfrentan graves problemas para ofrecer estos servicios a la comunidad. Entre los problemas a los que se enfrentan se pueden mencionar:

- 1. Baja eficiencia de los equipos de bombeo utilizados para la captación y distribución del agua potable a la población, debido a la falta de mantenimiento adecuado, que resulta en la introducción de un gasto insuficiente al sistema.*
- 2. También resultado de la falta de mantenimiento adecuado de los equipos de bombeo, hay una baja presión hidráulica en la red de distribución de agua potable.*
- 3. Deficit en la capacidad de regulación del sistema de distribución, al igual que la del equipo de bombeo, para satisfacer la demanda durante los periodos pico.*
- 4. Red de distribución sin la sectorización adecuada, para poder dar el mantenimiento requerido.*
- 5. Ausencia total de macro y micro medición, que resulta en ineficiencias del sistema de facturación y cobro por el servicio.*
- 6. Subutilización de la capacidad de la red de alcantarillado sanitario, por tener al 40% de los usuarios 452) sin conectar a la red, aunque las líneas cuentan con suficiente capacidad.*
- 7. Equipo de bombeo obsoleto para la conducción de las aguas residuales a las lagunas de tratamiento, en un cárcamo cercano a la línea fronteriza, que resulta en frecuentes derrames de aguas negras que corren por la zona urbana de ambas ciudades.*
- 8. Sistemas de tratamiento de aguas residuales cerrados, sin un sitio fijo para la descarga final, operando bajo condiciones de sobrecarga, que resultan en derrames de aguas negras parcialmente tratadas, con el potencial peligro de contaminar la fuente de agua potable de Bisbee, Arizona.*
- 9. Incapacidad institucional para tener un nivel de eficiencia aceptable en la operación, conservación y mantenimiento de los sistemas de agua potable, alcantarillado y saneamiento de su responsabilidad.*

Esta problemática genera alteraciones en el medio social y físico de la zona. Entre estas alteraciones se identifican: desabasto del vital líquido en las temporadas de gran demanda; contaminación del suelo y acuífero por utilizar letrinas y fosas sépticas en vez de conectarse a la red de drenaje sanitario; degradación del medio urbano (malos olores) por la operación deficiente del cárcamo de bombeo para el desalojo de las aguas residuales; contaminación del suelo y agua por el inadecuado vertido de las aguas residuales tratadas; e incapacidad para cumplir con las "Recomendaciones para la Solución del Problema Fronterizo de Saneamiento en Naco, Sonora - Naco, Arizona", convenidas en el Acta N° 273 de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) entre México y Los Estados Unidos el 19 de Marzo de 1987, que básicamente busca la aplicación en riego del efluente de las lagunas en las zonas agrícolas adyacentes a los módulos de tratamiento.

En 1987 prevalecía la misma problemática ambiental que hoy en día en Naco, Sonora - Naco, Arizona; es decir, derrames de aguas residuales desde el sistema de recolección, tratamiento y disposición de Naco, Sonora hacia cauces naturales que fluyen al norte y cruzan la frontera internacional. Debido a la topografía, los cauces naturales atraviesan el campo de pozos que surten de agua potable a la ciudad de Bisbee, Arizona. El sistema de disposición existente, construido a mediados de los años de 1970 y ampliado a principios de los años de 1980, no cuenta con capacidad para retener dentro de sus lagunas de oxidación la totalidad de las aguas residuales generadas por la comunidad. Se buscó aliviar la situación mediante la utilización de parte del efluente para riego de árboles en 11 ha, pero esas instalaciones fueron insuficientes para mantener las lagunas al nivel adecuado para evitar derrames, tanto desde las lagunas como de las líneas de recolección.

El sistema de recolección y tratamiento fue construido a principios de los años de 1960 para descargar en las lagunas de oxidación al oeste de la ciudad, por medio de dos estaciones de bombeo y una línea a presión de 1,000 metros; pero, debido a circunstancias de aquellos tiempos, las lagunas del lado "Oeste" fueron abandonadas a mediados de los años de 1970, en favor de la descarga por gravedad hacia el sistema de lagunas del lado "Este". Para poder dar servicio a una población proyectada de 7,120 habitantes para el año de 1995, la Secretaría de Infraestructura y Desarrollo Urbano del Gobierno del Estado de Sonora elaboró un plan para incrementar la capacidad del sistema de aguas residuales de 11.6 lps a 16.5 lps, mediante la rehabilitación y operación de las viejas lagunas del lado "Oeste", utilizando el efluente para el riego de cultivos en terrenos cercanos, además de la operación de las lagunas del lado "Este", de tal manera que el agua residual generada por la ciudad de Naco, Sonora pudiera ser contenida dentro de México.

La rehabilitación consistió en profundizar las viejas lagunas, reforzar los diques y sustituir las líneas de interconexión con tubería de concreto de 16 pulgadas. El sistema de lagunas del lado "Oeste" incluye una laguna anaerobia y dos facultativas, con una superficie total de 2.64 ha que, una vez rehabilitada, tenía un volumen de 39,540 m³. El efluente de estas lagunas debería haber sido destinado al riego de 25 ha en terrenos cercanos preparados para el cultivo agrícola. Las lagunas rehabilitadas deberían haber utilizado el volumen total de agua residual de la ciudad de Naco, Sonora, ya que la capacidad adicional de las lagunas era suficiente para almacenar el efluente durante la época de lluvias, cuando no era requerido para riego. Las 25 ha tenían que estar preparadas para cultivos, debidamente regadas y el sistema del lado "Este" debería operar en forma continua para proporcionar riego a 18 ha en un área cercano.

Los planes para mandar las aguas residuales a las lagunas del lado "Oeste" consideraba la construcción de un colector por gravedad de 12 pulgadas, para llevar el agua desde el punto más bajo del sistema de recolección 500 metros a un nuevo cárcamo de bombeo. Por tanto, las aguas residuales serían bombeadas a las lagunas del lado "Oeste" con una bomba con motor de 15 HP, una capacidad máxima de bombeo de 38 lps, utilizando una línea a presión de PVC de 8 pulgadas y 870 metros de longitud hasta la intersección con una porción de 12 pulgadas de línea a presión existente. Los planes incluían la construcción de obras de control en la confluencia del colector existente y la línea por gravedad de 12 pulgadas propuesta para dividir el gasto entre los dos sistemas del lado "Este" y "Oeste".

La misma situación que existía en 1987 prevalece hoy en día. Se identificaron tres alternativas de solución para atender "Este" problema de saneamiento, una de las cuales fue seleccionada para este proyecto.

- 1. Rehabilitar el cárcamo de bombeo existente, ampliar y conservar los módulos de lagunas del "Este" y del "Oeste".*
- 2. Rehabilitar el cárcamo de bombeo existente, ampliar y conservar el módulo de lagunas del "Oeste". Deshabilitar la operación del módulo "Este".*
- 3. Construir un nuevo colector a gravedad para conducir las aguas residuales al módulo de lagunas del "Este" y ampliar y conservar este módulo. Deshabilitar la operación tanto del módulo "Oeste" como del cárcamo de bombeo existente.*

Se consideraron los siguientes criterios para seleccionar la alternativa más adecuada: disponibilidad y propiedad del terreno, costos de operación por conducción de las aguas residuales al punto de tratamiento, impactos potenciales al medio urbano, condiciones para el aprovechamiento de las aguas tratadas en riego agrícola, y confiabilidad del sistema para cumplir con las recomendaciones del Acta N° 273 del CILA. De acuerdo a estos criterios la tercera alternativa que consiste en: construir un nuevo colector a gravedad para conducir las aguas residuales al módulo de lagunas del "Este", ampliando este módulo y deshabilitando el módulo de lagunas "Oeste", así como el cárcamo de bombeo existente, resultó la más deseable en función de la información disponible para "Este" estudio.

El proyecto consistirá en la rehabilitación de los pozos de agua potable, la construcción de una línea interceptora para atravesar la ciudad y conectar la parte poniente con la oriente, eliminar el módulo de tratamiento del "Oeste" y ampliar el módulo "Este". En el proyecto se ocuparán 7.43 hectáreas adicionales de terreno para la ampliación del módulo "Este" de lagunas; "Este" terreno es propiedad del H. Ayuntamiento de Naco y forma parte del área donde está ubicado dicho módulo de tratamiento. Actualmente, este suelo es terreno baldío y no se está utilizando para fines productivos. Finalmente, se construirán dos cárcamos de bombeo nuevos, el primero para conectar las lagunas existentes con las unidades de la ampliación y el segundo para alimentar efluente tratado a la zona agrícola existente, que actualmente utiliza agua subterránea para riego. La zona agrícola, que consiste de aproximadamente 60 ha, no ha podido recibir previamente el efluente de las lagunas debido a que está localizada a una elevación topográfica superior.

Para solucionar integralmente la problemática de agua potable, drenaje sanitario y saneamiento de la ciudad de Naco se considera necesario:

En Agua Potable: rehabilitar los pozos actualmente en operación y reponer sus equipos de bombeo; reforzar y sectorizar la red de distribución; incrementar la capacidad de almacenamiento, así como rehabilitar los tanques existentes; instalar macromedición en la captación y micromedición en las tomas.

En Drenaje Sanitario: construir un colector para conducir por gravedad las aguas residuales urbanas al sistema de tratamiento y, construir las descargas requeridas para que toda la población se conecte a la red de drenaje sanitario.

En Saneamiento: ampliar el sistema de lagunas del "Este" en 5.29 hectáreas efectivas de tratamiento, construir un cárcamo de bombeo interlagunas para llevar las aguas tratadas del módulo actualmente en operación al módulo de la ampliación, deshabilitar tanto el módulo de tratamiento "Oeste" como el cárcamo de bombeo existente, y construir un nuevo cárcamo de bombeo y línea para conducir las aguas tratadas a la actual zona de riego para su aplicación en cultivos forrajeros.

En Fortalecimiento Institucional: expedir el reglamento interior del organismo para cumplimentar la disposición legal correspondiente; formular los manuales de operación del organismo; actualizar el padrón de usuarios; diseñar un sistema de información gerencial y comercial, incluyendo la capacitación respectiva y la adquisición de los equipos computacionales necesarios para la implantación y operación de estos sistemas; y la adquisición de equipo de transporte y herramientas de trabajo.

El costo total de estas obras se ha estimado en 4.9 millones de pesos de los cuales: 1.2 millones de pesos corresponden a agua potable, 0.8 millones de pesos son para drenaje sanitario, 2.3 millones de pesos son para saneamiento y 0.6 millones de pesos se invertirán en fortalecimiento institucional.

Se ha estimado que el tiempo requerido para la ejecución de estas obras es de 11 meses, como se puede observar en el siguiente cuadro.

PROGRAMA DE CONSTRUCCION

	M E S
--	-------

CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Agua Potable											
1.1 Reforzamiento	X	X	X	X							
1.2 Sectorización			X	X	X	X					
1.3 Almacenamiento				X	X	X	X				
1.4 Rehabilitación Almacenamiento		X	X								
1.5 Rehabilitación de Pozos							X	X			
1.6 Macromedición									X		
1.7 Micromedición				X	X	X					
2. Drenaje Sanitario											
2.1 Colector "ESTE"	X	X	X	X							
2.2 Conexión de Descargas				X	X	X	X				
3. Saneamiento											
3.1 Ampliación de Lagunas "ESTE"				X	X	X	X	X			
3.2 Estación de Bombeo entre Lagunas								X	X		
3.3 Estación de Bombeo para Riego								X	X		
4 Fortalecimiento Institucional											
4.1 Catastro Técnico de Redes			X	X	X	X	X	X			
4.2 Actualización de Padrones de Usuarios	X	X	X								
4.3 Estructura Tarifaria							X	X	X		
4.4 Sistemas Gerenciales, Facturación y Computación							X	X	X	X	X
4.5 Equipo de Transporte											X

MEDIO AMBIENTE Y SALUD PUBLICA

En cuanto al abastecimiento de agua potable, se garantizará la dotación permanente de los 250 litros por persona por día, en los 15 años que representan el horizonte de planeación del proyecto, misma que es la que recomiendan las autoridades Estatales del ramo.

En Naco, debido a que los módulos de tratamiento del "Este" y del "Oeste", operan, a no ser por pequeños volúmenes que se utilizan para riego agrícola en el lado oeste, como sistemas cerrados sin descargar el efluente a un cuerpo receptor, y a que las entradas son superiores a las extracciones, se provocan graves problemas de derrames de agua tratada. Por las condiciones de la pendiente del terreno natural, estos derrames escurren hacia la línea divisoria entre los dos países, inundando la zona de pozos. Fuente de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Bisbee, Arizona. En 1987 esta situación ya fue analizada por autoridades de ambos países, dictándose las recomendaciones respectivas en el Acta N° 273 del CILA; sin embargo, hasta la fecha México no ha podido cumplir con el compromiso de evitar el escurrimiento de aguas residuales tratadas o sin tratar hacia la línea divisoria, debido entre otras cosas a la falta de un sistema de bombeo que permita hacer llegar el efluente de las lagunas a las zonas de riego.

Con el proyecto de saneamiento que se propone, se garantiza cumplir de manera permanente con las recomendaciones del Acta N° 273 del CILA. Por un lado, con la ampliación de las lagunas se tendrá una mayor capacidad de almacenamiento que permitirá un mejor control en el manejo de las aguas residuales. Paralelamente, la estación de bombeo hará posible conducir las aguas residuales tratadas a la zona de riego, con lo que se asegura un desalojo real del efluente, condición que actualmente no existe.

El proyecto, además de solucionar el añejo problema transfronterizo entre Naco, Sonora - Naco, Arizona, ayudará a elevar el nivel de protección ambiental de la zona ya que no se presentarán más escurrimientos de aguas residuales tratadas a la zona de los pozos de agua potable de Bisbee; se reducirá el número de letrinas y fosas sépticas urbanas, y se promoverá el uso más racional del agua potable con el consecuente incremento de la vida útil de las fuentes de abastecimiento.

Las Normas Oficiales Mexicanas que se deberán cumplir en materia de saneamiento de las aguas residuales son:

La NOM-067-ECOL-1994, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores provenientes de los sistemas de alcantarillado o drenaje municipal, para centros de población de hasta 80,000 habitantes. De acuerdo a los análisis de laboratorio realizados para los efluentes de las lagunas del "Este" y del "Oeste", las lagunas existentes cumplen con los límites permisibles de contaminantes que controla dicha norma, a excepción de la concentración de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que en el efluente del módulo "Oeste" es de 1.7% mayor a los 100 mg/L que fija como límite máximo permisible esta norma.

La NOM-032-ECOL-1993 establece los límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales de origen urbano o municipal para su disposición mediante riego agrícola. Según esta norma, los efluentes de ambos módulos se consideran aptos para riego agrícola.

Además, de acuerdo a la Norma Oficial NOM-033-ECOL-1993 que establece las condiciones bacteriológicas para el uso de aguas residuales de origen urbano o municipal o de la mezcla de éstas con la de cuerpos de agua, en el riego de hortalizas y productos hortofrutícolas; las aguas tratadas en las lagunas actuales se clasifican como del "Tipo 4", es decir que son aptas para riego agrícola por inundación, surco y aspersión, excepto para hortalizas y productos hortofrutícolas.

Con fundamento en el Artículo 24 de la Ley de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del Estado de Sonora, se ha sometido para autorización de la Secretaría de Infraestructura Urbana y Ecología un "Informe Preventivo de Contaminación"; sin embargo, debido a los cambios que ha sufrido el proyecto, se requiere un informe actualizado que se espera sea sometido a consideración antes de la fecha de certificación. También se ha solicitado al Instituto Nacional de Antropología, constancia de no afectación de zonas de interés cultural por las obras de ampliación del sistema de tratamiento de aguas residuales de la ciudad de Naco, Sonora. De igual manera, el material disponible del anteproyecto de las obras se encuentra en proceso de revisión por parte de la Comisión Nacional del Agua, y una vez que esté completo tendrá que emitir la autorización correspondiente.

La zona se ubica dentro de la región orográfica denominada Sierras y Llanuras del Norte que se caracteriza por estar constituida por valles que se encuentran rodeados por cerros y sierras aisladas. Sus suelos son del tipo Regosol, son suelos claros no muy profundos con baja susceptibilidad a la erosión, son areno-arcillosos con fase lítica-gravosa, que permiten el desarrollo de vegetación típica de las zonas semiáridas. En la flora predominan los pastizales naturales con matorral subinermes y matorral espinoso, todas ellas son especies que no se encuentran en peligro de extinción.

Los impactos del proyecto son positivos tanto para el medio social como físico de la zona del proyecto. La población no sufrirá de cortes o tandeos de agua potable, desaparecerán de la zona urbana los malos olores generados en la estación de bombeo de aguas residuales en operación, se fortalecerá la vida útil de las fuentes de abastecimiento, se promoverá el retiro de las aguas residuales en riego con el consecuente incremento en superficie sembrada y en los ingresos de los agricultores, se mitigará la contaminación del agua y suelo provocada por el uso de letrinas y fosas sépticas, así como por los desbordamientos de aguas residuales de las lagunas de tratamiento.

FACTIBILIDAD TECNICA

El agua de los pozos no requiere proceso de potabilización, ya que de acuerdo a los análisis de laboratorio realizados por las autoridades municipales, el agua subterránea captada en estos pozos es de buena calidad para el abastecimiento de la población, por lo que el único proceso al que se deberá someter el agua es el de desinfección con gas cloro a una dosis que permita una concentración de cloro residual de 5 miligramos por litro, que es la norma establecida por la Comisión Nacional del Agua (CNA) y la Secretaría de Salud (SSA).

CARACTERISTICAS DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO

CONCEPTO	POZO No. 3	POZO No. 2
PROFUNDIDAD TOTAL (m)	100	150
NIVEL ESTATICO (m)	48.40	65.95
NIVEL DINAMICO (m)	65.36	76.95
CAPACIDAD DEL TRANSFORMADOR (KVA)	30	75
MOTOR ELECTRICO (HP)	20	60

ALTURA TANQUE DE ALMACENAMIENTO (m)	15.60	14.00
CAPACIDAD TANQUE DE ALMACENAMIENTO (m ³)	100	150
GASTO (Lps)	8	23

Para el tratamiento de las aguas residuales la tecnología que se propone utilizar es el mismo proceso que actualmente se ha venido utilizando, es decir, un sistema de lagunas de estabilización integrado por una anaeróbica seguida de tres facultativas conectadas en serie, de las cuales las dos últimas serán utilizadas como unidades de almacenamiento.

Las lagunas de estabilización son estructuras de tierra a cielo abierto, con profundidades mayores de 2.50 metros para las anaeróbicas y entre 1.50 metros a 2.50 metros para las facultativas, donde mediante procesos físicos y biológicos naturales se lleva a cabo la sedimentación de los sólidos y la remoción de la materia orgánica de las aguas residuales. En estas lagunas, el oxígeno liberado por las algas a través de la fotosíntesis es empleado por las bacterias en la estabilización de la materia orgánica, los nutrientes y el CO₂ producidos durante esta estabilización son, a su vez, usados por las algas.

Los módulos de lagunas con lo que actualmente cuenta la ciudad de Naco, están operando a niveles de eficiencia de remoción aceptables principalmente las lagunas de lado "Este" donde se registraron remociones del 50.5%, 67.7% y 70% en DBO, sólidos suspendidos totales y coliformes fecales respectivamente (ver cuadro siguiente).

Eficiencias de Remoción de los Módulos de Tratamiento de Aguas Residuales

PARAMETRO	MODULO "ESTE"			MODULO "OESTE"		
	Influyente	Efluyente	Remoción	Influyente	Efluyente	Remoción
	(mg/L)	(mg/L)	(%)	(mg/L)	(mg/L)	(%)
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	153.27	75.91	50.47	140.21	101.70	27.47
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	95.23	30.67	67.79	83.24	46.27	44.41
Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	1.04E+06	3.08E+05	70.26	4.51E+06	3.91E+05	91.34

El Consejo Nacional de Población, en sus proyecciones de población para 1996, estima para Naco, Sonora, una población de 4,841 habitantes. Esta cifra dista mucho de los 7,000 habitantes que las autoridades municipales de Naco han manejado. Ante estas diferencias, se consideró que a 1996 el número de habitantes de la ciudad podría ser de 5,733 habitantes, cifra estimada en función de las 1,274 de tomas domiciliarias registradas en el OOMAPAS-NACO, y de los 4.5 habitantes por vivienda, que corresponde al índice de hacinamiento determinado en el XI censo General de Población y Vivienda. De acuerdo a los Censos Oficiales de Población, durante el periodo que comprende de 1950 a 1990 la población de Naco se ha incrementado, a razón de una tasa de crecimiento anual del 1.57 por ciento. Con esta tasa de crecimiento anual, la población esperada para el año 2011 resulta de 7,242 habitantes, ya que no se considera que pueda existir un incremento pronunciado de la población.

Proyecciones de Población, Demanda de Agua Potable y Generación de Aguas Residuales

AÑO	POBLACION	AGUA POTABLE		AGUAS RESIDUALES	
		DOTACION	DEMANDA	APORTACION	GENERACION
	(hab)	(L/hab/día)	(m ³ /año)	(L/hab/día)	(m ³ /año)
1996	5,733	250	523,136	200	418,509
2000	6,102	250	556,808	200	445,446
2005	6,596	250	601,885	200	481,508
2010	7,130	250	650,613	200	520,490
2015	7,708	250	703,355	200	562,684

En la zona del proyecto predomina un clima seco y templado con temperaturas promedio anuales de 9.3°C, 16.9°C y 24.5°C en la mínima, media y máxima respectivamente. La precipitación promedio anual es de 358 mm., muy inferior a los 2,131 mm., que se registran como evaporación anual.

Respecto a los suelos, del estudio geotécnico realizado en el área de ampliación de las lagunas del lado "Este", se deriva que es un terreno conformado por un estrato arcillo-arenoso al que le subyace otro de grava empacada en arcilla, con una permeabilidad menor a los 10⁻⁷ cm/seg., características que los hacen muy adecuados para la construcción del tipo de lagunas que se proponen en el proyecto.

a) Sistema de Agua Potable

El abastecimiento de agua potable para la población de Naco, Sonora, se lleva a cabo mediante dos pozos con una profundidad de 100 m y 150 m cada uno, a los cuales se les extrae en sus condiciones actuales, un gasto de 8 lps y 23 lps, respectivamente. Ambos bombean directamente a la red de distribución y las excedencias a dos tanques de almacenamiento con capacidad de 100 m³ y 150 m³ cada uno, sin embargo, esta capacidad de regulación no es suficiente para proporcionar la cantidad de agua, ni la presión suficiente en las horas de mayor demanda de la población. Los datos básicos del proyecto se presentan a continuación:

DATOS DEL PROYECTO

Población Actual (1996)	5,733 hab
Dotación	250 l/hab/día
Población de Proyecto a 2011	7,242 hab
Gasto Medio de Proyecto	20.95 lps
Gasto Máximo Diario de Proyecto	29.33 lps
Gasto Máximo Horario de Proyecto	44.00 lps
Coefficiente de Variación Diaria	1.4
Coefficiente de Variación Horaria	1.5

Capacidad de Regulación Actual	Tanques elevados metálicos de 100 y 150 m ³
Capacidad de Regulación de Proyecto	Tanques elevados metálicos de 100, 150 m ³ y 150 m ³ (150 m ³ proyecto)
Cobertura de Macromedición Actual	0%
Cobertura de Macromedición de Proyecto	100%
Cobertura de Micromedición Actual	0%
Cobertura de Micromedición de Proyecto	50%
Proceso de Potabilización	Desinfección con gas cloro 5 mg/l
Sistema	Bombeo directo de los pozos a la red con excedencias a los tanques de almacenamiento

De acuerdo a los datos de proyecto, las fuentes de abastecimiento tienen capacidad para cubrir la demanda en términos del gasto medio y del gasto máximo diario, no siendo así para el gasto máximo horario, por lo que este déficit se podrá cubrir con el incremento de almacenamiento propuesto.

Los principales componentes del proyecto de agua potable son:

1. Reforzamiento de la red de distribución consistente en la instalación de 3,000 metros de tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro.
2. Sectorización de la red distribución de agua potable mediante la instalación de 52 válvulas de seccionamiento de diferentes diámetros.
3. Construcción de un tanque elevado de metal con capacidad de 150 metros cúbicos y 15.0 metros de altura.
4. Rehabilitación de los dos tanques de almacenamiento existentes.
5. Rehabilitación de los dos pozos en operación consistente en cambio de ademe, construcción de crucero de los pozos y colocación de nuevos equipos de bombeo.
6. Instalación de macromedición en los dos pozos consistente en dos medidores ultrasónicos de 3 pulgadas de diámetro.
7. Instalación de medidores para micromedición en las tomas domiciliarias, industriales y comerciales.

b) Sistema de Drenaje Sanitario

Para la captación de las aguas residuales generadas por la población, Naco cuenta con una red de drenaje que cubre el 85% del área urbana, sin embargo, sólo el 65% de la población descarga a las atarjeas. El desalojo de estas aguas se hace mediante dos sistemas de conducción: uno trabaja a presión y lleva las aguas al módulo de tratamiento del "Oeste", el otro es un emisor que lleva las aguas por gravedad a las lagunas del "Este". Ambas conducciones operan a niveles de eficiencia bajos, dada la poca pendiente del terreno natural, provocando permanentemente remansos de aguas en la red de atarjeas. Por lo anterior, se considera conveniente mejorar el sistema de desalojo de aguas residuales, mediante la construcción de un colector.

Los datos básicos de proyecto que se utilizaron en el diseño del nuevo colector son:

DATOS DE PROYECTO

Población Actual a 1996	5,733 hab
Población de Proyecto a 2011	7,242 hab
Dotación	250 l/hab/día
Aportación a la Red (80% Dotación)	200 l/hab/día
Sistema	Separado aguas negras
Fórmulas Usadas	Harmon y Manning
Sistema de Eliminación	Gravedad
Naturaleza del Vertido	Riego agrícola
Coefficiente de Harmon	3.09
Coefficiente de Manning	0.013
Gasto Medio Diario	16.76 lps
Gasto Máximo Instantáneo	51.80 lps
Sistema de Tratamiento	Lagunas anaerobia y facultativas

Los principales componentes del proyecto son:

1. Construcción de un colector de 1,122m de longitud con tubería de concreto de 18" de diámetro, que va desde el pozo de visita ubicado en la Av. Libertad e Internacional hasta las lagunas del lado "Este".
2. Construcción y conexión de 452 descargas domiciliarias para llegar al 85% de cobertura que cuenta con red primaria.

c) Sistema de Saneamiento

Para el diseño del proyecto de saneamiento se caracterizaron las aguas residuales. Por los resultados de laboratorio obtenidos, estas aguas se clasifican como "Aguas Residuales Urbanas Débiles", lo que significa que son aguas crudas sin influencia de aportaciones de descargas industriales, y presentan concentraciones bajas en demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), grasas y aceites (GyA), sulfatos (SO₄), fosfatos (PO₄), compuestos orgánicos volátiles (COV) y otros.

El tren de tratamiento estará integrado por cuatro lagunas de estabilización conectadas en serie: la primera es del tipo anaerobio con 2.50 m de profundidad y 7.8 días de tiempo de retención, seguida de una facultativa de 1.80 m de profundidad y 11.88 días de tiempo de retención, y las dos restantes por su profundidad de 2.50 m se clasifican anaeróbicas, sin embargo, por ser estas lagunas las que operarán como vasos de almacenamiento de las aguas residuales tratadas para su posterior envío a la zona de riego, el tirante de ambas será variable y en consecuencia su funcionamiento de degradación biológica cambiará de acuerdo al volumen de agua que contengan. Las eficiencias de remoción esperadas para "Este" arreglo son del 54.5 % para DBO, 67.1% para SST y 94.1 % en coliformes fecales.

DATOS DE PROYECTO DEL TREN DE TRATAMIENTO

	Laguna	Laguna	Laguna de	Laguna de
CONCEPTO	Anaerobia	Facultativa	Almacenamiento	Almacenamiento
	E1	E2	E3	E4
Ancho (m)	54.0	76.0	131.0	129.0
Largo (m)	96.0	159.0	284.0	222.0
Tirante (m)	2.50	1.80	2.50	2.50
Superficie (ha)	0.36	0.96	3.17	2.49
Tiempo de Retención (días)	7.84	11.88	54.76	43.03
Gasto Medio (Lps)	16.76	16.76	16.76	16.76
DBO Influyente (mg/L)	146.74	114.45	82.40	74.16
DBO Efluyente (mg/L)	114.45	82.40	74.16	66.74
Eficiencia de Remoción DBO (%)	22.0	28.0	10.0	10.0
SST Influyente (mg/L)	89.24	62.47	36.23	32.60
SST Efluyente (mg/L)	62.47	36.23	32.60	29.34
Eficiencia de Remoción SST (%)	30.0	42.0	10.0	10.0
Coliformes Fecales Influyente (NMP/100 mL)	2.78E+06	1.86E+06	0.95E+06	0.30E+06
Coliformes Fecales Efluyente (NMP/100 mL)	1.86E+06	0.95E+06	0.30E+06	0.11E+06
Eficiencia Remoción Coliformes Fecales (%)	33.0	49.0	68.0	63.0
Carga Orgánica Superficial (kg DBO/ha/día)	590.24	172.63	37.64	43.12
Producción de Lodos (ton/año)	15.61	14.66	1.89	1.42

Los principales acciones para la construcción de la infraestructura de saneamiento propuesta son:

1. Construcción de una estación de bombeo interlagunas que enviara las aguas del sistema "Este" existente a las lagunas de ampliación, con un cárcamo de 30 m³ y equipamiento consistente en 2 bombas para un gasto por equipo de 1020 litros por minuto y una carga dinámica total de 17 metros, incluye válvulas check, de aire y contra golpe de ariete, así como accesorios.
2. Construcción de 7.43 hectáreas de lagunas con la excavación de 65,007 metros cúbicos de tierra y 43,418 metros cúbicos de formación de bordos.
3. Construcción de una estación de bombeo para la conducción de las aguas tratadas a la zona agrícola, con un cárcamo de 27 m³, y equipamiento consistente en 2 bombas para un gasto de 900 litros por minuto cada una, y una carga dinámica total de 27 metros, incluye válvulas check, de aire y contra golpe de ariete, así como subestación eléctrica y accesorios. Construcción de una línea de conducción a presión de 615 metros de longitud con tubería de PVC clase C-7 de 6 pulgadas de diámetro.

No se consideró necesaria una desinfección adicional a las aguas tratadas por ser su disposición final el riego agrícola, y de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-033-ECOL-1993, las aguas residuales tratadas cuya calidad bacteriológica sobrepase los 100,000 NMP/100 ml en coliformes fecales, podrán ser utilizadas para riego agrícola, excepto para hortalizas y cultivos hortofrutícolas.

En Naco, Sonora, actualmente no se tiene un programa de monitoreo y vigilancia de las descargas industriales, sin embargo, la Norma Oficial Mexicana NOM-CCA-031-ECOL-93 define claramente los límites máximos permisibles de contaminantes para este tipo de descargas, por lo tanto para las 12 descargas industriales identificadas y así como para las futuras, el Organismo operador establecerá un programa de monitoreo y vigilancia, el cual deberá estar apegado a los lineamientos que para el caso recomienda la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA). La misma situación prevalece para las aguas del efluente del sistema de tratamiento, es decir, no existe un programa de monitoreo y vigilancia de las aguas tratadas, en consecuencia el OOMAPAS-Naco tendrá que establecer un programa para el monitoreo de la calidad del influente/efluente, debiendo hacer muestreos y análisis al menos dos veces por semana.

Los lodos producidos por el tratamiento de las aguas residuales, se estima serán de 104, 98, 13 y 10 m³ anuales, en la laguna anaeróbica (E1), facultativa (E2), primer laguna de almacenamiento (E3) y segunda laguna de almacenamiento (E4), respectivamente. Con estas cantidades de lodos generados, se estima que cada 20 años es recomendable su recolección. Por el tiempo transcurrido se considera que los lodos estarán estabilizados, por lo tanto para su disposición, se drenará la laguna para su recolección y éstos se depositarán en el relleno sanitario de la ciudad, o bien se podrán utilizar como fertilizante para tierras agrícolas.

FACTIBILIDAD ECONOMICA Y FINANCIERA

El presupuesto del proyecto asciende a la cantidad de 4.9 millones de pesos, siendo los rubros más importante por su monto de inversión, el de saneamiento con 2.3 millones de pesos y el de agua potable con 1.2 millones de pesos.

RESUMEN PRELIMINAR DE LA INVERSION

CONCEPTO	IMPORTE (pesos)
Agua Potable	1'200,000
Drenaje Sanitario	800,000
Saneamiento	2'300,000
Fortalecimiento Institucional	600,000
Inversión Total	4'900,000

La propuesta de fijación de tarifa, así como la estructura financiera, que se presentan en las siguientes páginas, son preliminares debido a que la ciudad de Naco todavía se encuentra en proceso de llevar a cabo la discusión pública sobre estos aspectos. También, la autorización del Gobierno Federal Mexicano para la asignación de los fondos fiscales aún está pendiente. Por consiguiente, el proyecto puede ser modificado significativamente, en virtud de ambas condiciones.

Debido al bajo nivel en que se encuentran actualmente las tarifas, el impacto de la inversión prevista sería excesivo en términos relativos. Naco es una pequeña comunidad que no es capaz de soportar un incremento excesivo y repentino en sus tarifas. Desde hace tres años no se han aumentado las tarifas de agua potable, por lo cual se tiene un rezago notable en este renglón. Por este motivo se gestiona una fuerte aportación de recursos fiscales no recuperables, de hasta 70% del monto total de la inversión. El restante 30% provendrá de un crédito del BANDAN. Sin la participación de recursos

fiscales, la alternativa sería que el proyecto se redujera en su monto total de inversión. Esto último implicaría una reducción en los alcances benéficos del impacto ambiental del proyecto y el diferir para más adelante la inversión en infraestructura que actualmente ya resulta inaplazable.

ESTRUCTURA FINANCIERA

Fuente	Monto (pesos)	Porcentaje
Recursos Fiscales	3'400,000	70%
Crédito BanDAN	1'500,000	30%
Totales	4'900,000	100%

Las características del crédito del BANDAN, para efecto de las proyecciones financieras, son:

- Plazo de amortización: 20 años
- Esquema de amortización: Pagos iguales de capital e intereses.
- Tasa anual de interés: 7%
- Pago anual: 142.5 miles de pesos (19 mil dólares)

El análisis financiero para determinar la viabilidad del proyecto, sin reducir los rubros más importantes de inversión, y para establecer un modelo tarifario congruente, parte de las siguientes premisas:

- Garantizar los recursos mínimos indispensables para una adecuada operación y mantenimiento del sistema.
- Cubrir con los ingresos estimados del proyecto el servicio de la deuda.
- Evitar incrementos excesivos en las tarifas a los usuarios.
- Distribuir equitativamente el costo del servicio de agua potable.
- No cargar en el esquema tarifario las deficiencias administrativas de la operación y mantenimiento, las cuales se traducen en mayores costos y consecuentemente en tarifas más altas.

Los costos de operación y mantenimiento proyectados incluyen la cantidad de 390 mil pesos quinquenales para reemplazo de equipos. Los costos totales de O y M ascienden anualmente a 705,000 pesos en promedio. La razón de cobertura de deuda del proyecto, determinada por la proporción proyectada de los ingresos futuros con el servicio de la deuda (amortización del crédito) y los costos anuales de O y M, es mayor a la unidad en todos los años del proyecto. La razón de cobertura mínima proyectada de 1.47 resulta en el segundo año (1998).

Se han considerado las siguientes fuentes de ingresos para el proyecto:

1. cuotas de usuarios;
2. cobro por concepto de conexión al sistema; y
3. venta de agua tratada para riego agrícola.

a) Cuotas de Usuarios

Actualmente, el organismo operador, OOMAPAS-Naco, cobra una tarifa promedio de \$1.97 pesos por metro cúbico de agua potable; la doméstica promedio es de \$0.75, la comercial promedio de \$2.64 y la industrial promedio de \$2.51. Estableciendo como referencia un consumo para uso doméstico de 40 m³ mensuales, se cobra un importe mensual de \$42.12 por toma (sin incluir IVA), el cual es sumamente bajo comparado con otras ciudades fronterizas del mismo Estado de Sonora, como Empalme, San Luis Río Colorado, Cajeme, y otras, que tienen un promedio de \$60.00 mensual.

OOMAPAS-Naco tiene aprobada una estructura tarifaria, aún no publicada en el Boletín Oficial del Estado, que considera cuotas por rangos de consumo y adiciona un cargo de 35% por concepto de alcantarillado a cada usuario. Es importante mencionar que al carecer de micromedición, las tarifas mencionadas se basan en cuotas fijas estimadas por el organismo operador.

NACO - CUOTAS DE USUARIOS - 1996

Usuario Doméstico

RANGO	CONSUMO	TARIFA USUARIO	TARIFA TOTAL
(m ³ /mes)	(m ³ /mes)	(\$/m ³)	(\$/m ³ con drenaje)
0-15	2,565	0.52	0.70
16-30	2,550	0.53	0.71
31-50	35,083	1.25	1.68
51-75	195	1.75	2.36
76-100	200	1.78	2.40
T O T A L	40,593		

Usuarios Comerciales e Industriales

RANGO	CONSUMO	TARIFA USUARIO	TARIFA TOTAL
(m ³ /mes)	(m ³ /mes)	(\$/m ³)	(\$/m ³ con drenaje)
0-15	120	1.94	2.61
16-30	125	2.02	2.72
31-50	340	2.39	3.22
51-75	65	2.56	3.45
76-199		2.64	3.56
200-500	900	3.06	4.13
T O T A L	1,550		

Por lo que respecta a la eficiencia en la recaudación, se observa que es considerablemente alta. Durante el periodo enero-septiembre de 1995, según información del OOMAPAS-Naco, el importe recaudado significó el 94% del importe facturado. No obstante, a la misma fecha tenían registrado un rezago de cerca de 77,000 pesos, que representa el 17.7% del total de ingresos correspondientes a 1994, porcentaje relativamente bajo comparado con otros organismos operadores de la Entidad.

El proceso de facturación y recaudación consiste básicamente en la generación mensual de recibos de pago, mismos que se distribuyen a nivel domiciliario por los lecturistas, y se cuenta con cajas de recaudación en las oficinas centrales del OOMAPAS-Naco. A la fecha, cuentan con un sistema de registro y control de la recaudación que les permite integrar un estado de cuenta por usuario, aunque su explotación es bastante limitada y no generan indicadores de eficiencia recaudatoria, ni reportes para la instrumentación y el seguimiento de acciones oportunas de regularización y de cobranza.

Actualmente, por encargo de OOMAPAS-Naco, la empresa Badger Meter Co. está realizando un estudio de micromedición, mismo que concluirá hacia la segunda quincena de marzo, cuyo alcance es el de definir el número adecuado de tomas elegibles para la instalación de medidores, las características de los medidores requeridos, los procedimientos óptimos de lectura, y determinar cuales son los procedimientos de comunicación necesarios con la base de datos del padrón actual, para iniciar así la actualización de las lecturas en el proceso de facturación. El nuevo esquema propuesto en el proyecto incluye la instalación de medidores en aproximadamente el 50% del total del padrón actual de usuarios, constituidos por usuarios clasificados como domésticos altos, comerciales e industriales bajos, medios y altos. Se considera en el nuevo modelo tarifario una estructura diferencial, de acuerdo al volumen consumido, el uso a que se destina el agua y la capacidad de pago del usuario.

Las tarifas, que se requieren aplicar para la operación y mantenimiento del sistema y el repago de la inversión de capital necesaria para proyecto de infraestructura, fueron calculadas tomando en cuenta los montos previstos de recursos fiscales y crédito. Además, se tuvo como premisa que la eficiencia en la cobranza será en promedio el 80% de lo facturado.

CALCULO DE LAS NUEVAS CUOTAS A USUARIOS PARA 1997

Grupo de Usuarios (m ³ /mes)	Consumo Anual (m ³)	Factor de Ponderación	Factor de Cobro	Cuota Unitaria (NS/m ³)	Factur. Anual (NS)	Ingreso Anual (NS)	Participación (%)
DB (0-30)	60,000	0.70	0.70	1.62	97,200	68,040	8.17
DM (31-50)	430,000	1.00	0.80	2.02	868,600	694,880	83.66
DA (51-100)	5,000	1.50	0.90	2.70	13,500	12,150	1.46
C/IB (0-30)	3,000	1.00	0.90	1.80	5,400	4,860	0.58
C/IM (31-50)	4,000	1.50	0.90	2.70	10,800	9,720	1.17
C/IA (51-500)	12,000	2.13	0.90	3.82	45,840	41,256	4.96
TOTALES	514,000	1.00	0.80	2.03	1,043,420	834,736	100.

- **DB, DM & DA:** Usuarios Domésticos de Bajo, Mediano y Alto consumo de agua.

- **C/IB, C/IM & C/IA:** Usuarios Comerciales/Industriales de Bajo, Mediano y Alto consumo de agua.

En el cuadro anterior se muestran los distintos niveles, alto, medio y bajo (A,M,B) por cada rango de consumo doméstico, comercial o industrial (D,C,I), basados en la tabla de tarifas actual del organismo operador. En la cuarta columna se asignan factores de cobro, considerando por ejemplo que en el rango de usuarios domésticos de bajo consumo (DB), la eficiencia en la cobranza va a ser menor (70%), que en los demás rangos (80% y 90%). La base conceptual de estos factores de cobro radica en la consideración de que si bien actualmente la eficiencia en la recaudación es bastante alta (94%), ello no necesariamente seguirá igual con las nuevas tarifas.

Destaca el rango de consumo doméstico medio (DM), que representa el 84% del total de usuarios, y es por consiguiente el rango con el mayor incremento relativo en la tarifa. Cabe mencionar el hecho de que se han detectado casos de usuarios ubicados en este rango, que no obstante que el organismo operador los clasifica como usuarios domésticos, en la realidad cuentan en su propio domicilio con un pequeño negocio que hace también uso de la misma toma. El estudio de Badger Meter Co. señalará estos casos, en los cuales deberán instalarse medidores de acuerdo al giro del usuario y diferenciarlos de las tomas puramente domésticas. La introducción de la micromedición propiciará una redistribución del padrón de usuarios, mejorándose la eficiencia operativa del OOMAPAS-Naco.

Los factores de ponderación establecidos en la tercera columna se utilizan para calcular la cuota unitaria, dados los montos de ingreso total, consumo anual total y el factor de cobro estimado por cada rango. Estos factores de ponderación son asignados arbitrariamente para distribuir equitativamente el incremento tarifario, de acuerdo al nivel socioeconómico de los usuarios y los rangos de consumo, tratando de impactar en menor medida a las familias de menores ingresos, que aun con mayores consumos de volumen y mayor participación dentro del total de usuarios, no tienen capacidad económica para soportar un aumento mayor de cuota. Por ello se asigna un factor de 1.00 a los rangos DM y CIB, de 0.70 al DB. Por otro lado, un menor número de usuarios con mayor consumo relativo, pero con poca participación porcentual dentro del total de usuarios, tienen asignados factores de ponderación significativamente mayores. Los rangos comerciales e industriales medios y altos tienen asignados factores de ponderación de 1.5 y 2.13, respectivamente. La tarifa resultante promedio es de \$2.03 por metro cúbico de agua potable.

CUOTAS DE USUARIOS - 1997

Grupo de Usuarios (m ³ /mes)	Número de Tomas	Consumo Mensual Promedio (m ³ /toma)	Cuota Unitaria (\$/m ³)	Cuota Promedio Mensual (\$/toma)
DB (0-30)	451	11.09	1.62	17.95
DM (31-50)	838	42.76	2.02	86.50
DA (51-100)	5	83.33	2.70	224.97
CIB (0-30)	17	14.71	1.80	26.47
CIM (31-50)	8	41.67	2.70	112.49
CIA (51-500)	3	333.33	3.83	1,274.27
TOTALES	1322	32.40	2.03	65.77

b) Cuotas de Conexión de Agua y Drenaje

Se estima cobrar cuotas de conexión de agua potable y alcantarillado a los usuarios, por la cantidad de \$170 pesos. Actualmente la red de agua potable cubre prácticamente toda la zona urbana, con una cobertura de 100% de la población, según estimaciones derivadas de los estudios realizados por la COCEF para este proyecto. La cobertura del alcantarillado de origen doméstico se estima que cubre el 100% de la zona urbana aunque sólo es utilizado por un 65% de los clientes potenciales.

c) Ingresos por Venta de Agua Tratada

El proyecto contempla también la venta de aguas tratadas a los ejidatarios, al precio de \$0.075 pesos el metro cúbico, que equivale al 50% del precio que los agricultores actualmente están pagando por agua extraída del acuífero. La venta del efluente tratado constituirá un ingreso adicional para el proyecto, aunque su impacto no será significativo en cuanto a la viabilidad económica del proyecto.

Con estas fuentes de recursos, el proyecto presenta en 1997 y 1998 los siguientes ingresos:

1997

cuotas de usuarios	832,000 pesos
conexiones y venta de agua agrícola	248,000 pesos
total	1'080,000 pesos

1998

cuotas de usuarios	847,000 pesos
conexiones y venta de agua agrícola	45,000 pesos
total	892,000 pesos

<i>Costo variable</i>	606	0	26	27	27	27	28	28	29	29	30	30	30	31	31	32	32	33	33	34	34	35
<i>Gastos de administración</i>	520	0	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
<i>4. Reemplazo de equipos</i>	208	0	0	0	0	0	52	0	0	0	0	52	0	0	0	0	52	0	0	0	0	52
<i>5. Créditos</i>	380	0	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
<i>Intereses Nad Bank</i>	183	0	14	13	13	13	13	12	12	11	11	10	10	9	8	7	7	6	5	4	3	2
<i>Amortización de capital NB</i>	197	0	5	6	6	6	6	7	7	8	8	9	9	10	11	12	12	13	14	15	16	17

El inicio de las obras consideradas en el proyecto están programadas para que inicien operación de acuerdo a lo siguiente:

- Agua potable inmediatamente después de la terminación de las obras.
- Descargas domiciliarias al terminar las conexiones.
- Colector, ampliación de lagunas y las dos estaciones de bombeo, deberán arrancar operaciones simultáneamente.

Para el inicio del proyecto se harán las recomendaciones necesarias para el arranque y pruebas de los equipos de bombeo, así como para las pruebas hidrostáticas de tubería. Las principales acciones de operación, conservación y mantenimiento de las obras propuestas en el proyecto son:

- Operación de equipos de bombeo.
- Operación de válvulas y seccionamiento de red de agua potable.
- Vigilancia de tanques de almacenamiento.
- Vigilancia de medidores de flujo de macromedición y micromedición.
- Operación de lagunas de estabilización.
- Monitoreo de la calidad del agua por lo menos dos veces por semana.
- Mantenimiento preventivo de equipos de bombeo.
- Mantenimiento preventivo de válvulas, medidores y accesorios.
- Mantenimiento de tanques de almacenamiento.
- Conservación de bordos de lagunas.
- Conservación de estructuras de estaciones de bombeo.
- Normas de seguridad e higiene.
- Acciones y medidas en caso de contingencias.

Como apoyo a la aplicación de estos programas de operación, conservación y mantenimiento se harán las recomendaciones necesarias para la capacitación del personal correspondiente. En este sentido, se contará con cuatro personas adicionales a la plantilla actual en el organismo operador, que realizará estas funciones. El nuevo personal deberá tener el nivel técnico que le permita poder llevar a cabo estas funciones.

Los gastos anuales de operación y mantenimiento del proyecto son de 705,000 pesos en promedio, estimándose 211,500 pesos anuales para agua potable y 493,500 pesos anuales para drenaje sanitario y tratamiento de aguas residuales.

DESARROLLO SUSTENTABLE

Son varias las contribuciones del proyecto al desarrollo sustentable de la zona del proyecto:

- Se reducirá la contaminación del suelo y del acuífero por el inadecuado manejo de las aguas residuales, tanto crudas como tratadas.
- Se promoverá el reciclaje del agua utilizando las aguas residuales tratadas en riego agrícola.
- Se incrementará la vida útil del acuífero local, que es su única fuente de abastecimiento de agua, al reducir las pérdidas por fugas y fomentar el uso racional del vital líquido.
- Se reducirán los niveles de consumo de energía eléctrica al operar con los equipos adecuados y de mayor eficiencia, estimándose un ahorro del 20% en el consumo de energía en esos equipos.
- Se cumplirá con la Normas Ecológicas Oficiales Mexicanas en materia de descargas de aguas residuales.
- Se generarán cuatro empleos fijos.
- Los agricultores que usen las aguas residuales en riego, incrementarán sus ingresos al aumentar sus superficies sembradas gradualmente en el tiempo, conforme se vayan incrementando los volúmenes de agua residual. Se estima que en un principio se ampliarán 15 hectáreas, y en el año 2015, estas se incrementarán a 20 hectáreas.
- Se elevará el nivel del servicio de agua potable, con un abastecimiento suficiente y constante.

Fortalecimiento Institucional

Como una acción sobresaliente, se encuentra el desarrollo institucional, para lo cual el organismo operador OOMAPAS-Naco, elevará sus niveles de eficiencia en el ejercicio de las funciones que tiene asignadas. Entre estas acciones se identifican: actualización del padrón de usuarios y catastro técnico de redes, redefinición de estructura tarifaria, manuales de organización y procedimientos, sistemas información gerencial, facturación, recaudación y fiscalización, adquisición de equipo de cómputo y de transporte.

ANEXO

ESTADÍSTICAS DEL SISTEMA DE AGUA, DRENAJE Y SANEAMIENTO DE NACO, SONORA

1. Población (Habitantes)

- Censo 1990 4,645
- Estimación 1995 (CONAPO) 4,841
- Estimación 1996 (PROYECTO) 5,733

1. Cobertura de Agua Potable (%)

- Vivienda 100
- Comercial 100
- Industrial 100

1. Número de Tomas (Enero 1996) (%)

- Doméstico 1,274 97.85
- Comercial 16 1.23
- Industrial 12 0.92
- Total 1,302 100.00

1. Consumo (lps)

- Demanda doméstica 15.65
- Demanda comercial e industrial 0.60
- Demanda Total 16.25

1. (En la demanda doméstica se consideró una dotación de 236 litros por habitante por día.)

(En la demanda de tipo comercial e industrial se considera un consumo de 1,851 litros por toma/día.)

2. Captación de Agua (Gasto lps)

- *Pozo No. 2 23*
- *Pozo No. 3 8*
- *Total 31*

1. Cobertura de Drenaje Sanitario (%)

- *Vivienda 85*
- *Comercial 100*
- *Industrial 100*

1. (La cobertura técnica del sistema de alcantarillado es de 85%, pero sólo el 65% está conectado a la red. Las aguas residuales se conducen para su tratamiento mediante dos emisores, una a presión y el otro a gravedad.)

2. Número de Descargas (Enero 1996) (%)

- *Doméstico 822 96.71*
- *Comercial 16 1.88*
- *Industrial 12 41*
- *Total 850 100.00*

1. Sistemas de Tratamiento

- *Se tienen actualmente 2 sistemas de tratamiento con una capacidad conjunta de 5 lps, que representa el 41% de las descargas de aguas residuales.*

1. Organismo Operador de Naco (OOMAPAS)

- *Abarca la población de Naco con 5,733 hab*
 - *El organismo cuenta a la fecha con un total de 3 personas y una nómina de anual de \$171,350. El gasto en servicios de personal representó 30.1% del total de los costos de operación.*
 - *El costo total de operación fue en 1995 de \$569,751.*
-