

8



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

EVALUACION SOCIECONOMICA :
PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE
NOGALES, SONORA.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO INDUSTRIAL
P R E S E N T A :
DIAZ DUFOO BENJAMIN



Asesor: M. A. Antonio Cordero Hogaza

México, D. F., Mayo de 2001



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

***EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA:
PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE NOGALES,
SONORA.***

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO INDUSTRIAL

PRESENTA:

DÍAZ DUFÓO BENJAMÍN

Asesor: M.A. Antonio Cordero Hogaza

MÉXICO, D.F., MAYO DE 2001.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, que me dieron la vida y desde entonces me han apoyado con su esfuerzo, paciencia, cariño y confianza

A mis hermanos, con cariño por su sincera e incondicional amistad.

A toda mi familia, por alentarme a ir siempre hacia adelante

A mis amigos, con los que he pasado tantos momentos agradables

A mi Universidad y Facultad, por dejarme formar parte de su esencia

Y a todas las personas que me apoyaron para que este trabajo se haya concretado

El final es el punto donde empezamos
Porque llegar al final puede ser la única
manera de comenzar.

ÍNDICE

	Página
OBJETIVOS.....	1
INTRODUCCIÓN.....	2
CAPÍTULO I. MARCO DE REFERENCIA.....	6
1 LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA	6
2 TIPOS DE PROYECTOS QUE INCOLUCRA LA EVALUACIÓN SOCIAL	10
3. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL	12
CAPÍTULO II. SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	16
1 DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	16
2 PROBLEMAS ASOCIADOS A LA FALTA DE UN SISTEMA SANITARIO EFICIENTE	17
3. TIPOLOGÍA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	19
4 METODOLOGÍA PARA EVALUAR SOCIALMENTE PROYECTOS DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	21
CAPÍTULO III. PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE NOGALES, SONORA.....	24
1 ANTECEDENTES	24
1.1 Aspectos geográficos.	24
1.2 Convenios México – EE UU	25
2 ORIGEN Y DEFINICIÓN DEL PROYECTO, ORIGEN Y OBJETIVO DEL ESTUDIO.	27
2.1 Origen del proyecto.	27
2.2 Definición del proyecto	28
2.3 Origen del estudio	28
2.4 Objetivo del estudio.	28
3. SITUACIÓN ACTUAL Y SIN PROYECTO.	30
3.1 Agua potable	30
3.2 Colectores y subcolectores.	31
3.3 Saneamiento	34
3.4 Situación sin proyecto.	35
4. SITUACIÓN CON PROYECTO	37

	Página
5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	39
5.1 Escenario 1.....	39
5.1.1 Identificación de costos y beneficios.....	39
5.1.2 Valoración de costos y beneficios.....	40
5.2 Escenario 2 (propuesta).....	40
5.2.1 Identificación de costos y beneficios.....	41
5.2.2 Valoración de costos y beneficios.....	41
5.3 Alternativas.....	42
5.3.1 Ubicación de la PTAR en Nogales, Arizona.....	42
5.3.2 Creación del Mercado Binacional de Aguas Residuales.....	42
6. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LIMITACIONES.....	43
6.1 Conclusiones.....	43
6.2 Recomendaciones.....	43
6.3 Limitaciones.....	44
CONCLUSIONES GENERALES.....	45
ANEXOS.....	47
ANEXO 1.....	48
CUADRO A1.1 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN.....	48
CUADRO A1.2 PROYECCIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.....	49
CUADRO A1.3 PROYECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES VERTIDAS SIN PROYECTO.....	50
CUADRO A1.4 PROYECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES VERTIDAS CON PROYECTO.....	51
CUADRO A1.5 CÁLCULO DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	52
ANEXO 2.....	53
CUADRO A2.1 ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO.....	53
CUADRO A2.2 COSTOS PRIVADOS DE INVERSIÓN.....	54
CUADRO A2.3 COSTOS SOCIALES DE INVERSIÓN.....	55
CUADRO A2.4 COSTOS PRIVADOS Y SOCIALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EMISOR Y ESTACIÓN DE BOMBEO.....	56
CUADRO A2.5 PROYECCIÓN DE LOS COSTOS SOCIALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EMISOR Y ESTACIÓN DE BOMBEO (ESCENARIO 1 Y 2).....	57

	Página
ANEXO 3.....	58
CUADRO A3.1 COSTOS PRIVADOS DE MANTENIMIENTO DE LA RED DE COLECTORES Y SUBCOLECTORES	58
CUADRO A3.2 COSTOS SOCIALES DE MANTENIMIENTO DE LA RED DE COLECTORES Y SUBCOLECTORES	59
CUADRO A3.3 ACTUALIZACIÓN DE LOS COSTOS SOCIALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS COLECTORES Y SUBCOLECTORES	60
ANEXO 4.....	61
CUADRO A4.1 VALOR PRESENTE (SOCIAL) DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO	61
CUADRO A4.2 DETERMINACIÓN DEL VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS DEL PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO (ESCENARIO 1)	62
CUADRO A4.3 VALOR PRESENTE (SOCIAL) DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO (ESCENARIO 2)	63
CUADRO A4.4 DETERMINACIÓN DEL VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS DEL PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO (ESCENARIO 2)	64
CUADRO A4.5 DETERMINACIÓN DEL VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO (ESCENARIO 1 Y 2)	65
CUADRO A4.6 VALOR ACTUAL NETO SOCIAL (ESCENARIO 1 Y 2)	66
ANEXO 5.....	67
FIGURA A5.1 ESQUEMA DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN NOGALES, SONORA	67
ANEXO 6.....	68
CUADRO A6.1 ESPECIFICACIONES DE LA NOM-001-ECOL-1996	68
CUADRO A6.2 PERFIL DE CONTAMINANTES (METALES PESADOS) DEL ARROYO NOGALES	69
ANEXO 7.....	70
FIGURA A7.1 PERFIL DEL SISTEMA DE BOMBEO Y EMISORES DE LAS AGUAS RESIDUALES A LA PTAR	70
ANEXO 8.....	71
CUADRO A8.1 FALLAS DETECTADAS EN COLECTORES Y SUBCOLECTORES	71

	Página
ANEXO 9	72
CUADRO A9 1 DIÁMETROS Y LONGITUDES DE COLECTORES Y SUBCOLECTORES ACTUALES Y DEL PROYECTO	72
ANEXO 10	73
CUADRO A10.1 PRESUPUESTO DEL DRENAJE PLUVIAL EN NOGALES, SONORA	73
ANEXO 11	75
CUADRO A11 1 EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN DE LA PTAR EN NOGALES, ARIZONA	75
CUADRO A11 2 EVALUACIÓN DE LA ALTERNATIVA DEL MERCADO BINACIONAL DE AGUAS RESIDUALES	76
BIBLIOGRAFÍA	77

OBJETIVOS

- Objetivo General

Sensibilizar sobre la necesidad de establecer un sistema eficiente y permanente por medio del cual se identifiquen los proyectos, y se creen mecanismos que permitan una adecuada selección, evaluación y priorización de los mismos, realizando sólo aquellos que realmente beneficien al país

- Objetivo Particular

Mostrar la importancia de no sólo tomar los aspectos técnicos al desarrollar proyectos, y así tener una visión global que permita plantear mejores soluciones

- Objetivos Específicos

Ofrecer una visión general sobre la técnica de Evaluación Social como herramienta importante en el proceso de tomar decisiones sobre proyectos de inversión, y así promover su uso

Obtener la rentabilidad social del Proyecto Integral de Saneamiento de Nogales, Sonora, a fin de dar respuesta al Gobierno del Estado sobre los efectos socioeconómicos de llevarlo a cabo

INTRODUCCIÓN

La riqueza de una nación, de una entidad, o de una familia depende en gran medida de la calidad de sus inversiones. *Invertir bien significa elegir los mejores proyectos, y por lo tanto obtener mayor riqueza al recuperar más de lo que se invierte*

Muy probablemente, todas las decisiones humanas se pueden catalogar como proyectos, sin embargo muchas son relativamente sencillas de adoptar y llevar a cabo, *en tanto que otras requieren de un análisis cuidadoso de su probable resultado y, por lo tanto, conviene tomar un cierto tiempo para asegurar, en lo posible, que dadas ciertas circunstancias, los resultados que se obtengan sean los más convenientes*

Los proyectos surgen debido a que se observan necesidades insatisfechas, ya sean problemas a solucionar, o bien, oportunidades que se pueden aprovechar. El análisis para identificar el problema es sumamente importante en la gestión del proyecto. Además al realizar dicha identificación conviene plantear alternativas de solución (ya que casi siempre, para un mismo problema, existen diferentes soluciones), seleccionar las que parecen más convenientes mediante una serie de "filtros" y someterlas a un análisis detallado a fin de optar por la mejor.

Un proyecto se puede definir como "una propuesta de acción que implica utilizar un conjunto determinado de recursos (costos) para lograr unos resultados esperados (beneficios)" Por lo general se tiende a pensar que los proyectos son obras físicas, carreteras, puentes, edificios o fábricas. Sin embargo, también se puede decir que son proyectos un programa de salud o de educación, o una iniciativa para establecer una norma ambiental o comercial, o para modificar o crear una ley, debido a que su realización también implica costos y/o beneficios para la sociedad

En algunos casos los "megaproyectos" propuestos para solucionar una serie de problemas no son lo más adecuado, ya que estos proponen inversiones cuantiosas que no desglosan parte a parte sus componentes y no analizan, de manera detallada, cada problema que se trata de resolver. Es muy probable que tales iniciativas escondan proyectos malos (con rentabilidad negativa) detrás de los proyectos buenos (con rentabilidad positiva) que quisiéramos ejecutar.

Aun cuando existen varios puntos de vista desde los cuales se pueden analizar los proyectos, en esencia, llevarlos a cabo exige responder a dos preguntas. ¿qué pasa con el bienestar o la riqueza del dueño o promotor del proyecto?, ¿qué pasa con el bienestar o riqueza de la sociedad en su conjunto?

En el caso de un proyecto privado, se invierten recursos privados y se espera obtener un rendimiento para los inversionistas. Si se trata de un proyecto que pretende realizar el Estado, se invierten recursos de la sociedad y se espera obtener para ésta un rendimiento o una mejora en su bienestar.

En principio las autoridades de un país no deberían preocuparse por las decisiones privadas, siempre y cuando se trate de proyectos que no conlleven un efecto negativo para la sociedad. O bien, que si tuvieran un efecto negativo (ambiental o social) existan los mecanismos para que el sector privado "internalice" adecuadamente los costos, de manera que la rentabilidad privada se acerque a la social. Con ello, los inversionistas privados, actuando como tales, tomarán las decisiones que le convengan a la sociedad.

La diferencia básica entre los enfoques de evaluación privada y social radica en que la primera (económica) trata de informar al dueño o al promotor en que medida verá afectada su riqueza (o bienestar) si realiza o no un proyecto, en tanto que en la segunda (socioeconómica) se trata de conocer el efecto que tendrá el proyecto para toda la sociedad.

En el primer caso, enfocamos los costos y beneficios relevantes para el dueño del proyecto, por lo que solamente intervienen los efectos denominados "directos" y se valoran a precios de mercado, incluidos los impuestos.

En el segundo, se incluyen todos los posibles costos y beneficios para la sociedad (directos, indirectos, externalidades e intangibles) y se valoran a "precios sociales".

Los efectos indirectos son las afectaciones del proyecto sobre los mercados de bienes complementarios y sustitutos a los que produce el proyecto y de los insumos que utiliza. Las externalidades son los efectos del proyecto en mercados distintos a los del bien o servicio que se produce, por ejemplo, la repercusión del proyecto en el ambiente. Los efectos intangibles son aquellos que difícilmente se pueden medir, como la relación política entre dos países.

Debido a que en el mundo real siguen existiendo precios que son "mentirosos", es decir, que no reflejan su costo real de producción (muy frecuentemente el agua, la energía eléctrica, varios comestibles, etc.) o de utilización (de manera relevante la mano de obra, las divisas, el capital y el tiempo, entre otros), o peor aún en el caso de los bienes "ambientales" que no tienen un precio de referencia en el mercado, se utilizan los llamados "precios sociales" que representan el verdadero costo y/o beneficio que tienen para la sociedad, dejando a un lado las distorsiones del mercado tales como, impuestos, subsidios, monopolios, etc.

Una costumbre muy extendida al tratar de justificar un proyecto, en lo que se refiere a sus "beneficios sociales", es listar todos los beneficios imaginados, entre los que frecuentemente figuran:

- El proyecto beneficiará a (un cierto número de) familias.
- Generará (un cierto número de) empleos directos y (un cierto número de) indirectos.
- Evitará la contaminación de ríos, lagos o costas, o bien, reducirá la contaminación del aire de una cierta zona metropolitana
- Ahorrará (un cierto número de) divisas.
- Permitirá recuperar (un cierto número de) hectáreas de áreas verdes

Si bien todos estos argumentos podrían ser correctos, la realidad es que no permiten su comparación con los costos relevantes del proyecto. Tampoco permiten saber que proyecto es mejor: si uno que beneficia a 100 familias u otro que beneficia a solamente 50, ya que es posible que las primeras se beneficien en 10 pesos cada una, en tanto que las segundas se podrían beneficiar en digamos 40 pesos. Lo mismo ocurre con las divisas; ¿qué pasa si el proyecto ahorra 100 dólares, pero utiliza 200 en el proceso?

Por la sencilla razón de que los recursos son escasos, debemos preguntarnos cuál es el orden de prioridad que se debe asignar al uso de recursos públicos en un contexto donde existe un número ilimitado y creciente de necesidades. Para esto la "Evaluación Social de Proyectos" como herramienta de análisis cuantitativo ayuda a tomar una decisión correcta, principalmente cuando la pregunta que se trata de contestar es ¿Está México mejor o peor con la realización de un proyecto, que si no lo hace?.

Cabe mencionar que la diferencia básica entre los países, familias o empresas radica en que los exitosos tienen mecanismos que fomentan las ideas y permiten que sólo las buenas lleguen a materializarse. Los sistemas de inversión eficientes son aquellos que establecen, desde el principio, los requisitos que deben cumplir los proyectos de inversión, de acuerdo con su monto o importancia relativa, para que puedan aspirar a recibir recursos para su realización, de modo que solamente las buenas ideas (demostradas con análisis detallados y cuidadosos) pueden pasar los filtros que les establece la sociedad.

Por todo lo anterior la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), constituyó en abril de 1994 dentro del El Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, Sociedad Nacional de Crédito (BANOBRAS, S N C.), el Fideicomiso "Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos" (CEPEP), con el propósito de establecer un mecanismo de capacitación en las técnicas especializadas de la evaluación social de proyectos y así planear, coordinar, preparar y dictaminar proyectos de inversión pública

El Gobierno del Estado de Sonora por medio de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora (COAPAES), solicitó a CEPEP BANOBRAS la evaluación socioeconómica del Proyecto Integral de Saneamiento de Nogales, Sonora, quienes a su vez me permitieron participar en dicho estudio, analizando el caso y realizando la evaluación social del proyecto a fin de contribuir en el proceso de toma de decisiones a las autoridades y promotores del mismo.

CAPÍTULO I. MARCO DE REFERENCIA

1. LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

La importancia de elegir los proyectos más rentables radica en un aumento del bienestar, ya que se invierte en proyectos que retornan el capital invertido más una cierta utilidad (rentabilidad porcentual) que puede invertirse nuevamente en el proyecto o en otros proyectos

La aplicación de criterios objetivos facilita la toma de decisiones ya que hace posible resumir en un número el resultado de la evaluación del proyecto. Sólo se recomienda llevar a cabo aquellos proyectos cuyos beneficios netos resulten positivos

En el caso que sean varios los proyectos con beneficios netos positivos y no puedan realizarse todos, habrá que seleccionar los mejores, para lo cual tendrán que ordenarse o jerarquizarse de acuerdo con cierto criterio para determinar cuales se elegirán en primer lugar

Los criterios de decisión que se aplican en la evaluación socioeconómica son los mismos que se utilizan para la evaluación privada, es decir, el valor actual neto, la tasa interna de retorno, etc. Lo que hace diferente a la evaluación socioeconómica es:

- a) La consideración de beneficios y costos no tomados en cuenta en la evaluación privada.

La evaluación socioeconómica puede aplicarse tanto a proyectos públicos como a privados. Al realizar la evaluación socioeconómica suelen analizarse, en primer lugar, los efectos que los proyectos tendrían en los mercados de bienes o servicios que serían directamente producidos o utilizados en ellos. Estos son los llamados **efectos directos** de los proyectos, los que a su vez se clasifican en beneficios y costos. Para estimarlos se parte de los beneficios y costos privados y luego se les corrige en función de las distorsiones existentes en los mercados respectivos (impuestos, subsidios, monopolios, etc.), a fin de que los valores obtenidos reflejen la verdadera valoración que el país hace de los bienes y servicios producidos y utilizados en el proyecto.

Una vez estimados los efectos directos, se le agregan los efectos que no se tomaron en cuenta al hacer la evaluación privada, es decir, los que el proyecto tendrá sobre la disponibilidad de bienes no considerados al estimar los efectos directos. Son los llamados efectos indirectos, externalidades del proyecto y efectos intangibles

Un proyecto puede ocasionar **efectos indirectos** (positivos o negativos) que deben incluirse en la evaluación socioeconómica. Estos efectos se observan cuando a consecuencia del proyecto se ven afectados otros

mercados que no se tomaron en cuenta en la estimación de los precios sociales. Son los mercados de bienes relacionados con los que el proyecto *producirá o utilizará como insumos*, tales como los mercados de bienes sustitutos y los de bienes complementarios.

Si debido al proyecto se modifica el precio del bien que éste produce o de los insumos que utiliza, se observarán cambios en la demanda u oferta de bienes relacionados. Esto puede hacer que se modifiquen las cantidades consumidas, producidas y/o importadas o exportadas del bien, y son efectos reales que es necesario medir pues algunos representarán una ganancia para el país y otros una pérdida. Lo que interesa, en definitiva, es el efecto neto.

Debe notarse que, para que existan efectos indirectos se requiere que como consecuencia del proyecto surjan cambios en la actividad relacionada y que ésta esté distorsionada.

A los efectos anteriores es necesario agregarles las **externalidades** producidas en forma directa por el proyecto que se está analizando, mismas que pueden ser positivas o negativas. Por ejemplo, en el caso de un proyecto que, por el hecho de producir, contamina el medio ambiente porque emite humo o deposita residuos en un cauce de riego o en un río que se usa con fines recreativos. En tales situaciones, como consecuencia del proyecto se ocasiona un perjuicio a la comunidad y por lo tanto existe un costo por ese motivo.

Por último, generalmente existe un conjunto de beneficios y costos de los proyectos que resultan difíciles de medir e incluso identificar, a los cuales se les llama **efectos intangibles**. Por ejemplo, un proyecto puede afectar la seguridad nacional, tener efecto sobre el clima de una región, influir en el mantenimiento de la soberanía nacional, afectar la calidad de vida de una determinada población, afectar la distribución personal del ingreso, etcétera.

Si bien por su propia naturaleza estos efectos no son medibles, deben tenerse en cuenta en la decisión de realizar o no el proyecto, ya que afectan el bienestar de la comunidad.

- b) La distinta valoración de beneficios y costos que son comunes a ambas

La evaluación socioeconómica puede o no diferir de la privada. Para que los precios privados coincidan con los sociales es necesario que no existan distorsiones en los mercados de bienes y servicios. En la medida en que éstas existan, los dos tipos de precios serán diferentes entre sí y por lo tanto será necesario estimar **precios sociales** para efectuar la evaluación socioeconómica.

En la evaluación socioeconómica, para estimar los efectos directos se parte de los valores privados, pero en lugar de valorar las cantidades según los precios de mercado, se hace de acuerdo con los precios sociales

Para estimar precios sociales se pueden utilizar el denominado método de las distorsiones. Este método parte del precio observado en el mercado del bien específico, se analizan las distorsiones existentes, se cuantifican y, en función de los resultados, se estiman las correcciones para llegar al precio social¹

Estas diferencias entre evaluación privada y social pueden ser representadas de la siguiente forma:

El Valor Actual Neto (VAN) privado está dado por.

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{(\sum X_i P_i - \sum Y_j P_j)_t}{(1+r)^t}$$

Donde t es el periodo correspondiente, r es la tasa de descuento que representa el costo de oportunidad del capital para el inversionista privado, X_i es la cantidad del bien o servicio i que produciría el proyecto, P_i es el precio que recibiría el dueño del proyecto por cada unidad vendida de ese bien, Y_j es la cantidad que el proyecto utilizaría del insumo j y P_j el precio que el dueño del proyecto deberá pagar por cada unidad de ese insumo

En el caso de la evaluación socioeconómica, el VAN social será:

$$VAN^* = \sum_{t=0}^n \frac{(\sum X_i P^*_i - \sum Y_j P^*_j)_t + BNI_t + E_t}{(1+r^*)^t}$$

Donde r^* es la tasa social de descuento, que representa el costo de oportunidad para el país, de utilizar fondos para financiar un proyecto. Por simplicidad, aquí suponemos que la tasa se mantiene constante a través del tiempo, en tanto que los P^* representan los precios sociales correspondientes a los bienes producidos por el proyecto (X_i) y los insumos utilizados en su producción (Y_j), BNI_t corresponde a los beneficios netos indirectos del proyecto en el periodo t y E_t es el valor de las externalidades (positivas o negativas) del proyecto.

La evaluación social de proyectos tiene como objetivo identificar y valorar la contribución de un determinado proyecto al desarrollo de un país. Le interesa identificar los efectos en toda la sociedad. Si los beneficios que recibe la sociedad de un proyecto son mayores que los costos en que incurre para realizarlo, entonces el proyecto será rentable. Sin embargo en el caso de los proyectos sociales, como los de educación, salud y vivienda, es muy difícil determinar en términos monetarios los beneficios que recibe la sociedad al realizarlos

Es usual que la naturaleza de los proyectos sociales genere espontáneamente consenso sobre la necesidad e importancia de ejecutarlos. Se asume en forma

1 Estudio CEPEP, 'El costo de oportunidad de los fondos públicos y la tasa social de descuento'

inmediata la conveniencia de llevarlos a cabo. Sin embargo, aún cuando exista la convicción de la conveniencia de ejecutarlos, es de suma importancia analizarlos y evaluarlos; ya que de este análisis se extraen respuestas a una serie de interrogantes fundamentales para su ejecución y puesta en marcha:

Ello permitirá responder preguntas tales como: ¿ la solución será vía infraestructura u otros?, ¿dónde se localizará el proyecto?, ¿ quiénes serán los beneficiarios?, ¿qué duración tendrá el proyecto?, etc

La aplicación de la metodología para evaluar beneficios y costos de los proyectos desde el punto de vista socioeconómico, parte de la aplicación de postulados sobre la "teoría económica del bienestar"². Y se utilizan tres enfoques en su aplicación:

i. Métodos costo-beneficio

Los métodos costo-beneficio se aplican en aquellos casos en que tanto los costos como los beneficios pueden expresarse en términos monetarios. Existen distintos indicadores que pueden calcularse una vez conocidos y determinados los costos y los beneficios, entre ellos la razón beneficio costo, el período de recuperación del capital, el valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno (TIR). De éstos, los más recomendables son el VAN y la TIR

ii. Métodos costo-eficiencia

En aquellos casos en que no es posible expresar los beneficios de un proyecto en términos monetarios, o bien el esfuerzo de hacerlo es demasiado grande como para justificarse, se aplican los métodos costo-eficiencia. El objetivo de éstos es determinar qué alternativa de proyecto logra los objetivos deseados al mínimo costo (es decir más eficientemente)

iii. El Enfoque de Necesidades Básicas

Este enfoque, postula que las personas están dispuestas a pagar (por ejemplo impuestos) para que a otras personas se les entregue un bien o servicio que se considera indispensable para vivir dignamente o desarrollarse. En esta categoría caen los programas de nutrición, salud, educación y vivienda básica a los más pobres que no están en condiciones de adquirir por sí mismos. Es decir, la sociedad percibe la obtención de un beneficio mayor que el pago que realiza.

Cual es el más indicado, dependerá de las características de cada proyecto. Además, es recomendable calcular más de un indicador, cuando sea posible, aún cuando la información que entreguen sea similar.

2 A.C. Harberger, "Three basic postulates for applied welfare economics: An interpretive essay", en *Journal of Economic Literature*, september 1971, pp 785-797

2. TIPOS DE PROYECTOS INVOLUCRADOS EN LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Principalmente existen dos tipos de proyectos. los productivos y de infraestructura, y los sociales. Prácticamente se requieren los mismos estudios para los productivos y de Infraestructura, en tanto que los proyectos sociales, por su naturaleza, requieren de otro tipo de información.

Los proyectos productivos o de infraestructura son aquellos que producen algún bien o servicio, tales como los mineros, químicos, energéticos, forestales, agrícolas, pesqueros, etc. Generalmente los lleva a cabo el sector privado, aunque a veces participa el sector público, especialmente en los sectores conocidos como monopolios naturales tales como petróleo y energía eléctrica. Los de infraestructura se caracterizan por facilitar la operación de otro tipo de proyectos entre los que se encuentran los de vialidades, riego, agua potable y comunicaciones. Estos proyectos son, principalmente, responsabilidad del sector público, aunque también puede participar el sector privado a través de concesiones.

De manera general se puede decir que los proyectos de infraestructura y productivos requieren de los siguientes módulos para su evaluación:

- Módulo de estudio de mercado
- Módulo de estudio técnico.
- Módulo de aspectos legales, recursos humanos y administración
- Módulo financiero y de presupuesto.
- Módulo ambiental.
- Módulos especiales

Estos módulos se utilizan en la mayoría de los estudios de evaluación, sin embargo, el "módulo especial" se emplea de manera particular en evaluaciones sociales ya que ayuda a identificar costos y beneficios sociales, por ejemplo:

En proyectos de carreteras se miden los efectos por:

- Ahorro de costos de operación de los vehículos (combustible, mantenimiento, etc).
- Ahorro de tiempo de las personas y de la carga, al disminuir el tiempo de traslado.
- Ahorro en costos por accidentes (intangibles).
- Menor contaminación por disminuir la congestión vehicular.
- Incremento en el valor de los predios aledaños al proyecto

- Mejoramiento de la situación en vías alternas (menor mantenimiento y descongestión).
- Costos por molestias durante su construcción (desvíos, reducción de velocidad, etc.)

Por otro lado, hay sectores de la economía en los que surgen proyectos cuya característica común es la dificultad para valorar sus beneficios, llamados **proyectos sociales**. En este grupo se incluyen, entre otros, a los proyectos del sector salud, educación, procuración de justicia, recreación, deportes, capacitación laboral, vivienda, servicio postal y prevención de desastres. En algunos casos los beneficios pueden identificarse con los efectos esperados por la ejecución del proyecto; por ejemplo, el incremento del promedio académico de un número de niños, el número de víctimas de violencia intra-familiar atendido, la disminución del porcentaje de incidencia de una enfermedad contagiosa, el número de familias reubicadas a consecuencia de un desastre.

En el caso de algunos proyectos de salud se pueden medir los efectos, tales como:

- Disminución en costos de traslado, de espera y de atención
- Disminución en costos de espera en hospitales alternativos.

Sin embargo, no es fácil asignar valores monetarios a todos los beneficios. En ciertos casos esto se debe a que no hay metodologías precisas para cuantificarlos; en otros, a que la asignación de un valor monetario pertenece al terreno de la subjetividad.

En situaciones como éstas, el método utilizado para evaluar este tipo de proyectos es la metodología "costo-eficiencia", que consiste en suponer el proyecto como conveniente de realizar y solamente buscar la alternativa más eficiente, es decir, la de menor costo.

3. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA EVALUACIÓN SOCIOECONÓMICA

Para realizar la evaluación social de un proyecto deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos³

- Origen del proyecto y objetivo del estudio

En este punto, por lo general breve, debe describirse de que manera surge el proyecto a evaluar, quién es el promotor del proyecto, cuál es el problema que se pretende resolver (o la oportunidad a aprovechar), qué alternativas de solución se han planteado, cuáles se han desechado y por qué, así como las que aún se pretende evaluar. El objetivo del estudio debe quedar completamente claro y el promotor del proyecto debe estar de acuerdo. No debe continuarse un estudio de evaluación si esto no se ha cumplido.

- Diagnóstico de la situación actual

En este capítulo, de crucial importancia para un buen estudio de evaluación, debe describirse con todo detalle cuál es el funcionamiento o situación actual del asunto que nos ocupa. Debe describirse con claridad el problema y las causas que lo ocasionan, su magnitud, quiénes son los afectados y cuáles las consecuencias si el problema no se resuelve. Deben investigarse (directa o indirectamente) todos los aspectos técnicos relativos al problema y sus causas.

De este capítulo debe quedar claro el problema que queremos resolver y las alternativas de solución (técnicamente viables) que serán sometidas al estudio de evaluación costo-beneficio. Aunque en la realidad muchas veces se evalúan varias alternativas de solución, es recomendable centrarse en una por vez.

En muchas ocasiones se proponen proyectos donde no se ha realizado, de manera cuidadosa, un "diagnóstico de la situación actual", lo cual conlleva un enorme riesgo de que las mismas constituyan "soluciones" muy costosas que pudieron haberse evitado (o postergado) mediante la adopción de alternativas relativamente más baratas, a veces administrativas, para "optimizar" dicha situación. Esta "optimización" tiene por objeto restaurar la capacidad operativa de los sistemas, por ejemplo, hacer reparaciones menores o tomar medidas para tratar de aprovechar lo mejor posible lo que se tiene y proyectar que ocurriría si no se tuvieran recursos para realizar un proyecto. Además, esto permite establecer una situación "base", a partir de la cual puede compararse con lo que ocurriría una vez realizado el proyecto.

3 Metodologías incluídas en el CD-ROM Biblio-proyectos 3 publicado por CIAPEP MIDEPLAN (Chile) y CEPEP BANOBRAS (México)

El propósito es evitar asignarle a un proyecto beneficios que se obtendrían de todas formas y por medios más baratos, a través de la "optimización de la situación actual". En evaluación de proyectos, a la situación optimizada se le denomina la "situación sin proyecto"

- Situación sin proyecto

En este capítulo deben mencionarse qué acciones de "optimización" se pueden poner en práctica, a "bajo costo", o las medidas administrativas que puedan restaurar el nivel de servicio para el que fue diseñado el sistema que se pretende mejorar o ampliar. La "situación sin proyecto" debe planearse a lo largo del tiempo, a fin de compararla con la "situación con proyecto" y, de esta manera, definir de forma correcta tanto los costos como los beneficios que serán legítimamente atribuibles al proyecto. La "situación sin proyecto" debe simular lo que ocurriría a través del tiempo si no existieran los recursos para ejecutar el proyecto propuesto y, en consecuencia, reflejar los esfuerzos por "dar el mejor servicio posible" con lo que se tiene. El objetivo es evitar asignarle al proyecto beneficios que se podrían obtener mediante acciones administrativas o de menor costo, que podrían resolver en gran parte las causas del problema a solucionar.

También deben identificarse los efectos que pudieran tener algunos proyectos relacionados, con presupuesto asignado o ya en ejecución, para incorporarlos en nuestra "situación sin proyecto"

- Situación con proyecto

En este capítulo debe describirse en qué consiste el proyecto propuesto, y tiene que ser una consecuencia lógica de los capítulos anteriores. Aunque en la práctica muchas veces se pueden analizar y evaluar una o dos alternativas de solución del problema, es aconsejable solamente tratar con una de ellas cada vez, a fin de evitar confusiones en la asignación de costos y beneficios. Deben describirse, de manera analítica, las características tanto físicas como operacionales del proyecto propuesto. Es decir, describir cuál sería la "vida" del proyecto: cómo y de qué manera va a solucionar el problema objetivo. Las partes técnicas correspondientes deben haber sido analizadas conjuntamente con los especialistas en la materia. Debe recordarse que el estudio de evaluación no se refiere al análisis de las características físicas del proyecto (niveles de presión de agua, resistencia de materiales, análisis de niveles o de pendientes), sino a su viabilidad económica

De acuerdo con la metodología, se debe analizar la posibilidad de aplicar el principio de separabilidad de proyectos (tomando en cuenta los componentes del proyecto), este principio permite obtener la rentabilidad social de cada componente, por separado, y conlleva a recomendar sólo la ejecución de las obras rentables.

- Identificación, cuantificación y valoración social de costos y beneficios

En este capítulo deben describirse y analizarse todos los beneficios y costos atribuibles al proyecto. En primer lugar, hay que hacer un análisis exhaustivo de la manera en que el proyecto contribuirá a solucionar el problema detectado y todos los costos pertinentes que van a surgir. Después se procede a cuantificarlos (tiempo ahorrado, litros de agua adicionales, número de accidentes evitados, etc.) y a valorarlos, usando en todos los casos, de preferencia, precios sociales. En caso de no contar con precios sociales para todos los bienes y servicios involucrados, pueden usarse "factores de conversión" generales, o bien, en último caso, precios de mercado, haciendo resaltar las razones de su utilización en cada caso relevante. Conviene hacer análisis de sensibilidad de los precios más importantes del proyecto o, mejor aún, usar probabilidades de ocurrencia, a fin de obtener estimaciones dentro de un cierto rango de confianza. Es más razonable decir "el proyecto A tiene un VAN social que oscila entre 10 y 15 millones de pesos, con un 90% de probabilidades de ocurrencia", que decir "el proyecto A tiene un VAN social de 12.5 millones de pesos".

Las cifras obtenidas deben proyectarse hasta un tiempo determinado, que varía de proyecto a proyecto. En general, puede usarse el probable tiempo de vida del principal bien involucrado en el proyecto, afectando los renglones de mantenimiento necesarios. Es importante que los precios proyectados reflejen, en términos generales, lo que se espera que ocurra en el mercado correspondiente

- Evaluación social del proyecto

En este capítulo se presentan los flujos de caja estimados para la vida del proyecto y los cálculos de los indicadores de rentabilidad. Es preferible mostrar un flujo de caja que muestre los principales renglones de costos y beneficios, año por año, por todo el período, a fin de observar rápidamente qué se espera del proyecto en vez de mostrar un cuadro resumen que puede esconder datos relevantes; por ejemplo, los supuestos que se hacen respecto a la evolución de los precios reales

Respecto a los indicadores de rentabilidad se recomienda, en general, usar el VAN social. Algunos indicadores como la razón costo-beneficio, la tasa interna de rendimiento o el período de recuperación pueden conducir a errores significativos, por lo que no se recomienda su utilización. Sin embargo, en ocasiones pueden ampliar la información de quienes toman las decisiones

También debe tenerse en cuenta que hay proyectos donde la pregunta relevante no es ¿Cuál es el VAN del proyecto?, sino ¿Cuál es el máximo VAN del proyecto? Por ejemplo, en los proyectos donde los beneficios son una función creciente del tiempo (carreteras, educación, salud, agua, entre muchos otros), simplemente porque el VAN aumenta en la medida en que aumenta la

población o el ingreso, la pregunta relevante no es ¿conviene construir la carretera?, sino ¿cuándo conviene construir la carretera?, es decir, el momento óptimo de inversión

También hay casos donde el tamaño de la inversión es una pregunta relevante. ¿Se construye la carretera de cuatro carriles, de tres o de dos carriles?, ¿se hace la escuela de 10 o de 20 salones de clase?, ¿se construye un hospital de 10 o de 15 camas censables? En estos casos debe realizarse un análisis de tamaño óptimo de proyecto

Se recomienda usar, en lo posible, gráficas para ilustrar el comportamiento esperado del proyecto, tanto de costos como de beneficios. También se pueden usar gráficas para ilustrar el comportamiento del VAN social probable ante diferentes tasas de descuento, de la Tasa de Rendimiento Inmediato (TRI) en los casos donde el momento óptimo de inversión sea relevante, así como de la Tasa Interna de Rendimiento marginal en los casos donde el tamaño óptimo de inversión sea importante

- Conclusiones recomendaciones y limitaciones

En este apartado, se presentan de manera muy breve las principales conclusiones del estudio de evaluación, recomendando algún curso de acción; por ejemplo, realizar el proyecto, afinar la información para un estudio más detallado en algunos aspectos, rechazar el proyecto o posponerlo para algún período futuro, haciendo explícitas las razones de cada caso. Asimismo, se requiere mencionar las limitaciones del estudio de evaluación, destacando con claridad los supuestos utilizados e indicando en su caso, todos los costos y beneficios que no pudieron ser cuantificados o valorados

CAPÍTULO II. SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

1. DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Un sistema eficiente de saneamiento de aguas residuales, es un conjunto de obras destinadas a captar, conducir y disponer finalmente en un medio receptor, las aguas servidas y excretas generadas en el interior de una vivienda

Esto se puede lograr a través de dos sistemas de diferentes características. Uno consiste en una red de alcantarillado y otro mediante el uso de fosas sépticas

- Un sistema de alcantarillado basado en redes de colectores, está compuesto por los siguientes elementos principales.
 - i Instalaciones al interior de la vivienda, corresponden a los artefactos y cañerías que permiten recoger y evacuar las aguas servidas (denominadas también residuales) del interior de la vivienda
 - ii Unión domiciliaria o conexión, es la tubería que une la red principal, que pasa frente a la vivienda, con las instalaciones interiores de la vivienda, la cual permite evacuar las aguas residuales provenientes de la misma hacia la red de subcolectores.
 - iii Las redes de subcolectores son por lo general, tuberías enterradas que conducen a gravedad las aguas servidas y excretas hacia emisores o colectores. Cuando las condiciones topográficas de la localidad lo exigen es necesario instalar estaciones de bombeo de las aguas servidas.
 - iv Los colectores o emisores son tuberías de mayor diámetro que las redes y están destinados a recolectar todas las aguas servidas de la localidad o sectores de la misma y transportarla al lugar de disposición final
 - v Finalmente las aguas recolectadas son evacuadas a los cursos (ríos, esteros, canales, otros escurrimiento de superficie) o cuerpos receptores (lagunas, lagos, mar), para lo cual previamente se deben someter las aguas a un tratamiento de manera de dejarlas aptas para usos posteriores del curso o cuerpo receptor. La ausencia de tratamiento en ocasiones provoca mayores problemas sanitarios que las soluciones individuales que utilizaban las viviendas antes del proyecto de redes.
- Respecto al segundo de estos sistemas, la evacuación se realiza a una fosa séptica, que son cámaras enterradas que reciben, decantan y contienen las aguas por un cierto tiempo, permitiendo que luego éstas se infiltren en el subsuelo, a través de un pozo absorbente. Estas unidades pueden ser utilizadas por una vivienda o para un conjunto reducido de ellas, sin embargo tienen mayores requerimientos de mantenimiento

2. PROBLEMAS ASOCIADOS A LA FALTA DE UN SISTEMA SANITARIO EFICIENTE

En comunidades urbanas y rurales se observan viviendas que presentan diversos problemas asociados al consumo de agua y a la evacuación de aguas residuales causados por no contar con sistemas eficientes o por encontrarse éstos en mal estado de funcionamiento

Los problemas que se presentan con mayor frecuencia y que implican mayores dificultades son los que se enumeran a continuación

- i. Anegamiento de los sectores adyacentes a la vivienda, como consecuencia de la evacuación superficial de las aguas residuales. Este problema es particularmente grave en sectores urbanos de alta concentración habitacional, provocando malos olores, escurrimientos superficiales, etc
- ii. Bajos consumos de agua potable por que no cuentan con sistemas eficientes de abastecimiento y evacuación. Beber y cocinar son los usos prioritarios que se dan al agua y, después de ellos, se atiende a las necesidades de higiene como lavado de manos, cuerpo, utensilios, ropas, etc. El consumo mínimo de cada comunidad es objeto de estudio ya que el mismo depende de variados factores entre los cuales se pueden mencionar como más relevantes los siguientes: el costo de obtener el agua, la existencia de un sistema eficiente de evacuación de las aguas residuales, el precio de otros bienes relacionados, el ingreso familiar, el clima, y otras características de la comunidad.
- iii. Propagación e incremento de enfermedades relacionadas con el aparato digestivo, debido a que algunos pobladores deben consumir agua de fuentes como pozos, norias, ríos, etc. que pueden estar contaminados por aguas residuales.
- iv. La falta de artefactos sanitarios en la vivienda que ocasiona molestias e incomodidades. Esto es particularmente grave en las zonas de climas extremos.
- v. Efectos negativos que se presentan en el entorno de la vivienda, por la aparición de focos infecciosos, malos olores e insectos, que afectan a los habitantes de ésta, como al resto de la población, problemas que en su conjunto representan condiciones generales de insalubridad y mala calidad de vida de la población

La solución a estos problemas se logra a través de la ejecución de proyectos, que consisten en dotar a las comunidades de sistemas de saneamiento más desarrollados a los que actualmente disponen. Estos sistemas de saneamiento incluyen el sistema de abastecimiento de agua, el de evacuación de aguas residuales y un adecuado tratamiento final de las mismas.

En general los proyectos de agua potable y alcantarillado requieren estudios bastante detallados para llegar a decidir la conveniencia de ejecutarlos, así como para estimar el tamaño y el momento óptimo de implementarlos. De igual manera es conveniente aportar estudios fundamentados para implementar diversos programas de optimización de los sistemas tales como detección de fugas, aumento de la cobertura de macromedición, reposición de micromedidores, etc.

3. TIPOLOGÍA DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los proyectos de alcantarillado consisten en obras destinadas a captar las aguas proveniente de las viviendas, conducir las aguas mediante colectores secundarios o principales o interceptores si captan las aguas de un sector amplio; elevar las aguas mediante estaciones elevadoras para vencer puntos bajos de la red o trasladar las aguas de una cuenca a otra; conducción final del agua recolectada; tratamiento de las aguas servidas (en diversas modalidades) de manera de eliminar la contaminación previo a su descarga a un cuerpo o curso receptor; y finalmente la disposición final de las aguas tratadas.

A continuación se describe la tipología de estos proyectos:

i Instalación de un sistema de alcantarillado

Estos proyectos consisten en dotar de alcantarillado a una localidad desprovista totalmente de este servicio, permitiendo el reemplazo de los sistemas actuales que normalmente son sanitariamente inadecuados.

En estos casos se debe considerar el proyecto completo, que va desde las redes de recolección hasta la evacuación final

La evacuación puede ser en forma directa a un curso receptor, siempre que no cause daños por contaminación orgánica y/o biológica; o a un curso receptor previo tratamiento, si éste curso es insuficiente para autodepurar las aguas servidas. En este caso se deben tener presente las Normas vigentes sobre la materia

ii Extensión de redes de alcantarillado con uniones(conexiones) domiciliarias

Este tipo de proyectos consiste en dotar de un sistema de alcantarillado, a un sector de la localidad desprovista de éste, el cual se caracteriza por un predominio de familias de bajos ingresos

Toda vivienda sin sistema público de evacuación de aguas servidas posee algún sistema de evacuación, que generalmente, es de baja calidad sanitaria, tales como pozos negros o letrinas

Para las familias de bajos ingresos es conveniente considerar el financiamiento de soluciones integrales que incorpore la instalación de una infraestructura sanitaria al interior de la vivienda, de manera de asegurar la utilización plena de la red pública de alcantarillado.

Finalmente, es importante verificar la capacidad de evacuación de aguas servidas del sistema, al cual se conectará la nueva red de alcantarillado, de modo de no provocar problemas a los usuarios del sistema existente

III Aumento de capacidad del sistema

La realización de este tipo de proyectos permite el aumento de la capacidad de diversos elementos del sistema en operación, permitiendo optimizar la operación del mismo en las condiciones de carga actual y la incorporación de nuevos usuarios

IV Construcción de planta de tratamiento de aguas residuales o emisor submarino

Se justifica efectuar este tipo de proyecto si se detecta que los niveles de contaminación de los cuerpos receptores han excedido los niveles máximos de contaminación permitidos en las normas sanitarias, de acuerdo al uso del cuerpo o curso receptor respectivo.

El proyecto de construcción de un emisor submarino corresponde a una alternativa a la planta de tratamiento y consiste en evacuar las aguas residuales a cierta distancia de la costa. Generalmente este tipo de obra se construye en bahías con playas de uso recreativo

4. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS DE SANEAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los proyectos de instalación de sistemas de saneamiento tienen beneficios evidentes para la salud y el mejoramiento del entorno de las viviendas y en general tienen incidencia en el mejoramiento de la calidad de vida de las familias.

Las redes de colectores, las cuales están destinadas a eliminar las aguas servidas de las viviendas, evitan de esta forma los problemas sanitarios y ambientales que provocan los sistemas de disposición individual que utilizan las familias normalmente como soluciones ineficientes para la eliminación de aguas residuales.

Las obras de tratamiento de las aguas servidas están destinadas a eliminar la contaminación que producen las aguas residuales. De esta forma se recuperan espacios recreativos, se mejora considerablemente el entorno y se permite la vida acuática en el curso o cuerpo receptor de estas aguas

Por lo que, para su evaluación social se sigue la metodología general, pero se requiere tomar en cuenta ciertos aspectos como:

- La dotación de consumo actual y el crecimiento de ésta en el tiempo
- Será necesario definir el criterio para estimar el coeficiente de recuperación. Con dicho factor se conocerán los volúmenes de aguas servidas que deberán recolectar las redes
- Respecto a las obras de tratamiento de las aguas servidas, para determinar el grado de tratamiento se deberá tener presente el uso a que se destinarán las aguas efluentes de acuerdo a la Norma respectiva. Interesa en forma especial analizar el efecto de las descargas sobre el cuerpo receptor con base en:
 - parámetros críticos de contaminación (DBO, DQO⁴, sólidos suspendidos⁵, coliformes fecales⁶, etc.);

4 La cantidad o concentración de compuestos orgánicos presentes en las aguas, generalmente se cuantifica o mide en términos de la demanda de oxígeno que es necesario para su estabilización. para lo cual se utilizan ensayos de laboratorio de Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Demanda Química de Oxígeno (DQO)

5 Sólidos o residuos es la materia residual remanente después de evaporar y secar una muestra de agua a una temperatura dada. Según el tipo de asociación con el agua, los sólidos pueden encontrarse suspendidos o disueltos. Los sólidos en suspensión de un agua servida son aquellos que se encuentran dispersos en el agua

6 Este es un indicador de contaminación, el cual por su presencia demuestra que un agua ha tenido contacto con materia fecal. Este ensayo es un indicador potencial de patógenos entéricos en el agua

- análisis de los usos actuales y potenciales del cuerpo receptor, y
- compatibilidad de los niveles de tratamiento con las normas.
- o Identificación de costos y beneficios sociales:
 - Mejoramiento de la imagen de las viviendas.
 - Ahorro en costos de operación y mantenimiento al sustituir sistemas alternativos de evacuación
 - Menor contaminación a los mantos freáticos.
 - Mayor consumo de agua potable (al mejorar la manera de evacuación)
 - Mejoramiento de la calidad ambiental (malos olores, fauna nociva)
 - Disminución de enfermedades.
 - Aumento de la disponibilidad de agua (por ejemplo al sustituir agua potable por agua tratada en riego de áreas verdes y/o procesos industriales). Considerando los costos de las obras para el aprovechamiento del agua.
 - Incremento en el valor de la producción agrícola por mayor disponibilidad y/o calidad del agua. Considerando los costos de las obras para el aprovechamiento del agua
- o Alternativas de cuantificación de beneficios de un proyecto de saneamiento de aguas residuales

Para el caso de los efectos de difícil cuantificación se presentan las siguientes alternativas:

- Los beneficios pueden ser medidos a través de los efectos negativos que se evitan cuando se pasa de un sistema ineficiente de evacuación a uno eficiente, ya sea cuantificando los costos sociales asociados a las enfermedades, la disminución de la productividad o las incomodidades y molestias, entre otros. La dificultad de este método consiste en obtener una valoración monetaria de estos efectos y en la imposibilidad de separarlo de otras causas
- Otro método es el que ha propuesto el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en el cual se cuantifican los beneficios de un proyecto de saneamiento de aguas residuales mediante la mayor valoración que adquieren las propiedades que cuentan con estos sistemas. La dificultad de esta alternativa está en lograr separar de este incremento, los diferenciales de precios debidos a otros factores

- Una tercera alternativa consiste en cuantificar los beneficios de un proyecto de saneamiento de aguas residuales en el mercado del agua potable, pues la cantidad de agua consumida está condicionada por el sistema de evacuación de ésta. La dificultad de esta alternativa radica en la determinación de la curva de la demanda por agua.

De esta manera es posible emplear la(s) técnica(s) más apropiada(s) según las condiciones del caso de estudio

CAPÍTULO III. PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE NOGALES, SONORA

1. ANTECEDENTES

1.1 Aspectos Geográficos

La ciudad de Nogales se encuentra ubicada al norte del Estado de Sonora, a 285 Km de la capital, Hermosillo. Colinda al sur con el municipio de Imuris; al oeste con el de Sáric; al este con el de Santa Cruz y al norte con la ciudad de Nogales, Arizona, Estados Unidos de América (EE.UU.). Durante los últimos cinco años, la tasa de crecimiento poblacional ha sido de 4.5%⁷ en promedio debido, principalmente, al arribo de personas en busca de empleo en las maquiladoras instaladas en la ciudad, a partir de la entrada en vigor del TLCAN en 1994, actualmente su población es de aproximadamente 180,000 habitantes⁸. La temperatura media anual es 17.3°C, predominando un clima semiseco templado. La precipitación media anual es 486 mm siendo julio y agosto los meses donde se presenta la mayor cantidad de lluvias⁹.

La mancha urbana está establecida sobre el cauce natural del Arroyo Nogales, que cruza de sur a norte por la ciudad y se interna finalmente en los EE.UU., convirtiéndose en una corriente binacional (ver figura 1.1). Cabe señalar que todos los escurrimientos de aguas que se dan en la ciudad, se incorporan al arroyo mencionado debido a la topografía irregular (cerros y barrancas) del área urbana.

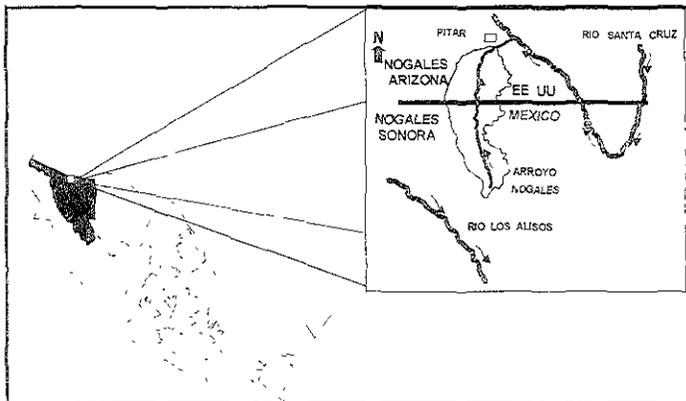


Figura 1.1 Ubicación geográfica

7 INEGI, conteos preliminares 2000.

8 COAPAES y CFE

9 Cuaderno Estadístico Municipal de Nogales, Sonora, Edición 1998, INEGI, pág 6

12 Convenios México - EE.UU.

La necesidad de resolver problemas ecológicos transfronterizos ha originado que los gobiernos de México y EE.UU. realicen convenios de cooperación en materia de protección ambiental.

En 1944 ambos gobiernos firmaron el Tratado sobre Distribución de Aguas Internacionales entre México y los EE.UU., con el que reglamentaron el uso y la protección de los cuerpos acuíferos ubicados en la frontera entre las dos naciones. Como resultado, se comprometieron a llevar a cabo acciones conjuntas para solucionar preferentemente problemas de saneamiento, así como realizar inversiones para la ejecución de obras mediante aportaciones de los dos países.

En este contexto, a partir de 1954, Ambos Nogales¹⁰ comparten un emisor y una Planta Internacional de Tratamiento de Aguas Residuales (PITAR), ubicados en Nogales, Arizona, aprovechando la pendiente natural del terreno. Esta planta inició sus operaciones con una capacidad total de diseño de 423 litros por segundo (lps) de gasto promedio anual, de los cuales 217 lps fueron asignados a Nogales, Sonora, y la capacidad restante (206 lps) a Nogales, Arizona, considerando que los costos de operación y mantenimiento para el tratamiento de las aguas residuales de Nogales, Sonora, serían de acuerdo a las posibilidades económicas de México. Cabe mencionar que desde que se acordó la construcción de la PITAR, se determinó que las aguas enviadas por el lado mexicano para su tratamiento, podrían ser retomadas por México en su totalidad, en el momento que así lo dispusiera.

Con el transcurso de los años, el crecimiento poblacional de las dos ciudades, originó que el gasto de las aguas residuales cada vez fuera mayor, generando problemas de capacidad en la PITAR, por lo que en 1988 las autoridades de ambos países se reunieron nuevamente para negociar las posibles soluciones. Como resultado, en 1990 se llevaron a cabo las obras de ampliación en la capacidad de tratamiento, que permitieron asignarle a México 217 lps adicionales, con lo que la capacidad para nuestro país ascendió a 434 lps (sin derecho a excederse) y para los EE.UU. se incrementó en 114 lps con lo que totalizó 320 lps. Desde entonces la capacidad total de tratamiento de la Planta es de 754 lps de gasto promedio anual¹¹.

Con la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), así como del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte, en 1994, se reafirmaron los compromisos y las acciones que en materia de cooperación para la protección del ambiente se han realizado en

10 Así se les conoce conjuntamente a Nogales, Sonora, y Nogales, Arizona
11 Acta 276 de la CILA

años anteriores. En virtud de ello, el Gobierno de México y el de EE.UU crearon dos instituciones para apoyar a las comunidades de ambos lados de la frontera, en la coordinación y ejecución de proyectos de infraestructura ecológica: la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), que estableció un área de influencia de los acuerdos y las acciones (preferentemente relacionadas con la contaminación del agua y tratamiento de aguas residuales) en 100 Km hacia ambos lados de la frontera¹², prohibiéndose la contaminación de cualquier cuerpo de agua en el área; y el Banco de Desarrollo de América del Norte (BANDAN), cuya finalidad es administrar los recursos aportados por ambos países para financiar las obras por realizar a lo largo del área de influencia¹³. El incumplimiento de los acuerdos implica sanciones al país que lo incurra, que pueden ser de carácter político y/o económico según lo consideren los representantes de los países miembros del TLCAN

12 En México los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, se rigen por la NOM-001-ECOL-1996.

13 Los recursos estadounidenses son a fondo perdido y los de México aplican tasas preferenciales de BANOBRAS

2. ORIGEN Y DEFINICIÓN DEL PROYECTO, ORIGEN Y OBJETIVO DEL ESTUDIO

2.1 Origen del proyecto

A partir de 1995 se detectaron nuevamente problemas de saneamiento, lo que dio pauta a que las autoridades mexicanas y norteamericanas efectuaran un estudio técnico¹⁴, con el fin de conocer sus causas y alternativas de solución. De esta forma se dio origen al Plan Integral de Saneamiento de Ambos Nogales, en el cual se estableció la realización de obras mediante el financiamiento de los dos países.

Como resultado del estudio, se detectó en Nogales, Sonora, la siguiente problemática:

- a) El mal estado, la capacidad hidráulica rebasada de los colectores y subcolectores, así como la falta de un sistema de drenaje pluvial, ha ocasionado que existan infiltraciones, afluencias, taponamientos, afloramientos y rebosamientos en el sistema colector¹⁵. Estos dos últimos provocan contaminación en el arroyo Nogales y en consecuencia un problema ambiental transfronterizo.
- b) Las infiltraciones y afluencias hacia los colectores y subcolectores conllevan a que se incrementen las aportaciones de aguas residuales hacia la PITAR. Este incremento, aunado al ocasionado por el crecimiento de la población, ha provocado que el promedio anual de aguas negras que se envían actualmente a la PITAR (417 lps) esté muy cerca del límite de la capacidad asignada (434 lps) a Nogales, Sonora.

Esta situación dio origen a que las autoridades de ambos países decidieran realizar las acciones necesarias para resolver la problemática. Para definir dichas acciones, consideraron criterios como: mejoramiento de los recursos hidráulicos (recarga de mantos acuíferos), costos de inversión, operación y mantenimiento, tecnología apropiada y confiable, efectos ambientales,

14 Financiado por la Agencia de Protección Ambiental de los EE UU (EPA), y elaborado por la empresa CAMP DRESSER & MCKEE, INC. (CDM) en 1997.

15 Las infiltraciones y las afluencias son entradas de agua al sistema de alcantarillado sanitario, las primeras pueden ser del manto freático y/o por fugas del sistema de agua potable, las segundas son de lluvias. Los afloramientos y los rebosamientos son salidas de agua residual del sistema de alcantarillado sanitario, los primeros a través de los defectos de las tuberías y los últimos a través de los pozos de visita como resultado de los taponamientos y capacidad hidráulica rebasada de las tuberías.

aceptación del público, y flexibilidad en el diseño y cumplimiento de la normatividad. De acuerdo con estos criterios, el Comité Técnico Binacional descartó las alternativas de ampliación de la PITAR y la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en los EE UU o a lo largo del río Santa Cruz.

2.2 Definición del proyecto

En este contexto, el Plan Integral de Saneamiento de Ambos Nogales estableció las acciones a realizar en cada ciudad, con lo que se definió el Proyecto Integral de Saneamiento de Nogales, Sonora, que consiste en el reemplazo de colectores y subcolectores así como la construcción de un emisor y una PTAR, la cual tratará los flujos excedentes a la capacidad asignada por la PITAR a Nogales, Sonora, y se localizará al sur de la ciudad, a orillas del río los Alisos. Con base en el esquema de *financiamiento para este proyecto, se estipula la realización de las obras de manera conjunta -integral- (ver anexo 2.1).*

2.3 Origen del estudio

El gobierno del estado de Sonora, a través de la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Sonora (COAPAES), solicita al Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos (CEPEP), la evaluación socioeconómica a nivel perfil del Proyecto Integral de Saneamiento de Nogales, Sonora

2.4 Objetivo del estudio

El objetivo de este estudio es determinar la rentabilidad social de las obras planteadas por el gobierno del estado de Sonora

De acuerdo con la metodología (técnicas de evaluación social de proyectos), se analizó la posibilidad de aplicar el principio de separabilidad de proyectos (tomando en cuenta sus componentes), este principio permite obtener la rentabilidad social de cada componente, por separado, y conlleva a recomendar la ejecución de las obras rentables. Sin embargo el esquema de financiamiento acordado por los dos países implica complementariedad en las inversiones, por lo que la evaluación se realizará de manera conjunta

Asimismo, el momento de las inversiones y el tamaño de las obras también están definidos por las autoridades de ambos países, empero los términos en que se definió el proyecto hacen suponer que existe cierta flexibilidad en cuanto a los tiempos y formas (ubicación, tecnología) para realizar las obras, lo que permite, en su momento, proponer alternativas que favorezcan en la toma de decisiones. Dicha flexibilidad está en función de los tiempos de negociación¹⁶, es decir, es posible modificar los acuerdos siempre y cuando ambos países así lo resuelvan y no se incumpla durante ese periodo, los convenios vigentes hasta el momento.

16 Para la definición de este proyecto se requirieron 3 años de negociaciones

3. SITUACIÓN ACTUAL Y SIN PROYECTO

3.1 Agua potable

Existen tres zonas de captación que abastecen a Nogales, Sonora. El organismo operador, con base en estudios realizados por la compañía IMASA¹⁷, estima que la extracción total promedio de estas fuentes es de 760 lps y se obtiene de la siguiente manera

- a) Los Alisos, ubicada al sur de la ciudad (en la cuenca del río del mismo nombre), cuenta con nueve pozos y aporta en promedio un total de 270 lps
- b) Zona urbana, aporta en promedio 200 lps con 20 pozos que se localizan en el área urbana de Nogales.
- c) Paredes-Mascareñas, está ubicada al oriente de la ciudad, en la cuenca del río Santa Cruz, se compone de 5 pozos, 4 norias y una galería filtrante y su aportación promedio es de 290 lps

Con base en el estudio mencionado, se estiman 35% de pérdidas físicas en todo el sistema de agua potable, por lo que a la población se le abastece con 494 lps. Asimismo, la cobertura actual de la red de distribución es 85%¹⁸ de la población, con un horario de servicio (tandeo) que varía de 6 a 24 horas al día, el 15% restante es abastecida por medio de pipas que obtienen el agua del mismo sistema. Los consumidores domésticos no cuentan con micromedición por lo que se les cobra una cuota fija que representa un consumo de 43m³ por toma al mes, los no domésticos (industriales y comerciales) sí cuentan con micromedición y pagan cuota variable por su consumo de acuerdo a las tarifas vigentes

Actualmente la COAPAES está realizando obras que consisten en eficientar al sistema de distribución de agua potable (reducción de fugas), con lo que estima que podrá incrementar su oferta en 80 lps en el año 2002.

17 Ingeniería del Medio Ambiente, S A (1999)

18 COAPAES.

El organismo operador clasifica al padrón de usuarios en domésticos, comerciales e industriales¹⁹, estos dos últimos usan el agua de manera similar al doméstico. Los usuarios domésticos tienen un consumo promedio de 442 lps mientras que los comerciales consumen 23 lps y los industriales 29 lps²⁰. En la ciudad no existen áreas verdes que requieran consumo de agua.

En lo que respecta al uso del agua en la agricultura, los pequeños productores que existen en el municipio aprovechan el agua del río Los Alisos, el cual se ubica al sur de la mancha urbana, es un río joven con corriente intermitente y cuenta con vida acuática²¹. Sus aguas son utilizadas para el cultivo de forrajes para autoconsumo. sin embargo, las áreas cultivables en las márgenes del río (105 has)²² no son aprovechadas en su totalidad, debido a la falta de créditos y un sistema eficiente de riego²³. Cabe mencionar que la CNA y COAPAES no cuentan con un análisis de la calidad de las aguas de este río.

3.2 Colectores y subcolectores

Actualmente la cobertura de la red de alcantarillado sanitario es 80%²⁴ de la población, las aguas residuales son captadas por un sistema de 22 subcolectores y 2 colectores que comprenden una longitud total de 35 y 19 Km, respectivamente (ver figura 3.1). El resto de la población vierte sus aguas residuales en fosas sépticas, pozos negros o barrancas. De acuerdo al consumo total (promedio) de agua potable, la cobertura actual del servicio de alcantarillado, y aplicando el factor de aportación de aguas residuales (0.8), que considera la CNA como la proporción del total de agua consumida que se incorpora al sistema de drenaje en la zona, el sistema capta de la población 316 lps

19 La industria en la ciudad es maquiladora y no usa agua en sus procesos productivos

20 COAPAES

21 Estudio CDM 1997.

22 Secretaría de Agricultura del Estado de Sonora.

23 Información recabada en visita de campo.

24 COAPAES

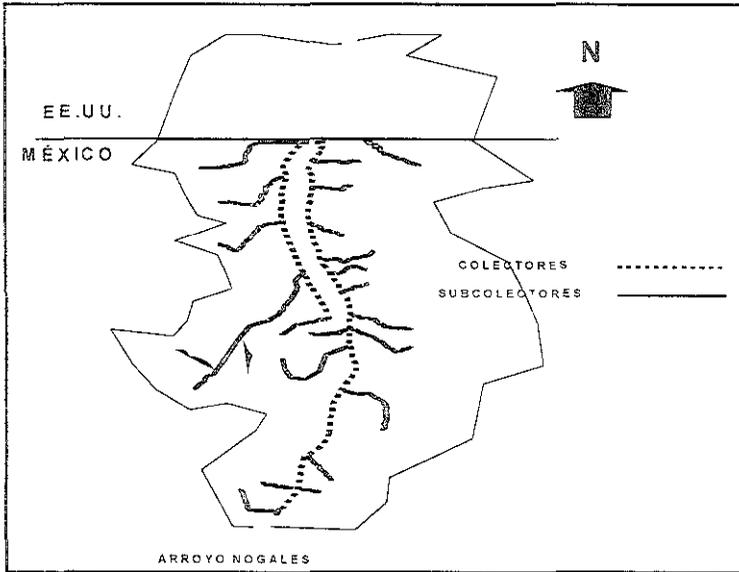


Figura 3.1 Red de Colectores y subcolectores

En un estudio realizado con cámaras de video²⁵ a través de 20 Km de colectores y subcolectores aproximadamente, se detectó un promedio de 5 fallas por cada 30 m de tubería en la red (ver anexo 8), que consisten en lo siguiente:

- a) El 65% de las conexiones al servicio de alcantarillado están mal hechas, debido a la mala perforación y mal o nulo sellado del subcolector donde se introducen las líneas secundarias²⁶, lo que provoca infiltraciones y afloramientos. Asimismo, las tuberías secundarias sobresalen al interior de la línea del subcolector, lo que ocasiona el detenimiento del flujo (taponamientos), reducción del diámetro y en consecuencia rebosamientos en los pozos de visita²⁷.
- b) Las tuberías del alcantarillado no fueron instaladas conforme a una línea ni a una pendiente constante, provocando estancamientos, sedimentación y azolvamiento, reduciendo así la capacidad de flujo de las líneas.

25 Estudio realizado por CDM en 1997

26 Las líneas secundarias son las que captan directamente las aguas residuales de los domicilios

27 Los pozos de visita se utilizan para cambio de pendiente, dirección y diámetro, así como para dar mantenimiento a la red.

- c) Además, se han introducido raíces a las líneas de los subcolectores y colectores, las cuales impiden el buen paso del flujo y provocan infiltraciones.
- d) Las infiltraciones, así como las afluencias pluviales a los subcolectores y colectores, ocasionan una incorporación adicional de agua de 101 lps²⁸, por lo que el flujo total de aguas residuales por el sistema es de 417 lps. El agua que se infiltra proviene principalmente del manto freático de la ciudad, ya que las características topográficas de la misma provocan que en las partes bajas, donde se localizan gran parte de los colectores y subcolectores, se concentre agua en el subsuelo durante todo el año y se introduzca a la red

Esta problemática ha ocasionado a la COAPAES costos crecientes por concepto de reparaciones y mantenimiento; además los rebosamientos en los pozos de visita y afloramientos en las tuberías contaminan al arroyo Nogales y al manto acuifero del área urbana, afectando también al país vecino²⁹ ya que el agua contaminada (ver cuadro 3.1 y anexo 6.1) que fluye por el arroyo se incorpora al río Santa Cruz, el cual alberga especies endémicas en peligro de extinción (pez Gila, entre otros) y que son protegidas por las autoridades ecológicas de EE UU.

Cuadro 3.1 Perfil de contaminantes del Arroyo Nogales

	Promedio medido	Estándar
Oxígeno disuelto (mg/L)	4.3	6
Coliformes fecales (ufc/100ml)	12,600	4000
Turbiedad (NTU)	450	50
Selenio (µg/L)	20.67	2
Plomo disuelto (µg/L)	16.33	8.5
Mercurio disuelto (mg/L)	0.75	0.01

Fuente: Estudio CDM en el Arroyo Nogales (Arizona, EE UU.) a 2 Km de la frontera aproximadamente

Los problemas antes mencionados no representan una afectación en el valor de los predios o las rentas en la zona de influencia de los colectores y subcolectores, ya que por ser una ciudad fronteriza e industrial existe una alta demanda de terrenos para desarrollos habitacionales y comerciales, lo que genera una gran especulación en el mercado que impacta directamente en el valor de los mismos³⁰.

28 Ibid

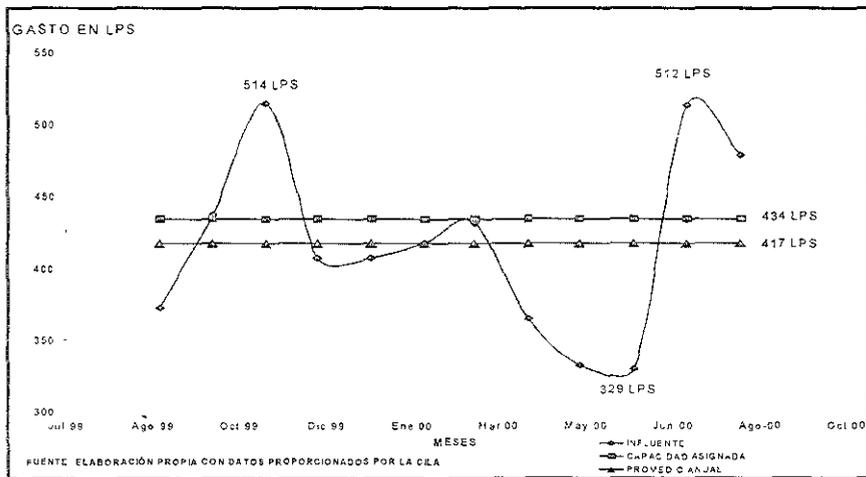
29 Estudio realizado por CDM en 1997.

30 Visita de campo, Inmobiliaria Kiriakis. Perito Valuador

En lo que respecta a salud pública, el Departamento de Control y Estadística de la Secretaría de Salud de Nogales, Sonora, no reporta morbilidad (enfermedades gastrointestinales o de la piel por contacto con aguas residuales) atribuible a las condiciones descritas, por lo que no realiza inversiones extraordinarias para evitar estas enfermedades.

3.3 Saneamiento

Las aguas residuales que se generan en Nogales, Sonora, son conducidas a través de un emisor internacional hacia la PITAR. Esta planta realiza un tratamiento de nivel secundario avanzado y tiene una capacidad total de 754 lps de los cuales 320 lps corresponden a Nogales, Arizona, y 434 lps a Nogales, Sonora. Actualmente el lado mexicano envía un promedio anual³¹ de 417 lps (ver gráfica 3.1), con un costo -subsidiado por EE.UU. de acuerdo a convenios establecidos- de 0.28 pesos / m³, lo que corresponde aproximadamente a una quinta parte del costo real de tratamiento³².



Gráfica 3.1 Aportación de aguas residuales a la PITAR

Como se puede observar en la gráfica, existen excedencias puntuales que se presentan en épocas de lluvias, debido a las afluencias por la falta de un sistema de drenaje pluvial. Sin embargo, la capacidad asignada a Nogales, Sonora, está determinada por el promedio anual de las aportaciones, que está cerca del límite establecido.

31 Agosto de 1999 - agosto del 2000

32 Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA).

Las aguas tratadas por la planta internacional se vierten al río Santa Cruz (en el lado estadounidense) con lo que se recarga el manto acuifero de la región sur de Arizona. México no recupera sus aguas tratadas por la PITAR, debido principalmente a la falta de recursos, infraestructura necesaria y un uso específico de las mismas³³, por lo que actualmente no le resulta rentable.

3.4 Situación sin proyecto

Debido a las condiciones físicas de los colectores y subcolectores, técnicamente no resulta factible realizar optimizaciones mediante inversiones marginales o la aplicación de medidas administrativas. Se consideraron medidas de optimización como el encamizamiento³⁴ de las tuberías dañadas, sin embargo la variabilidad en las pendientes y la mala alineación de las tuberías, no hace factible ejecutar este tipo de obras a través de inversiones menores a las estimadas en el proyecto original, también se tomó en cuenta la implementación de un sistema de alcantarillado pluvial con la finalidad de disminuir la incorporación de agua de lluvia al sistema colector, pero la magnitud de las obras y las inversiones necesarias representan otro proyecto, y no una optimización (ver anexo 10).

Respecto al saneamiento de las aguas, se contemplaron medidas administrativas como la realización de negociaciones binacionales, que pudieran resultar en el tratamiento de las aguas residuales excedentes a los 434 lps de Nogales, Sonora, en la planta internacional, sin embargo las autoridades estadounidenses no consideran esta posibilidad debido a sus políticas nacionales relacionadas con el cumplimiento de lo acordado en el acta 276 comentada anteriormente.

Por tales motivos se consideró a la situación actual como situación actual optimizada, tomando en cuenta las obras de agua potable programadas³⁵ que generarán un mayor consumo sin eliminar el tandeo (ver cuadro 3.1 y anexo 1), y en consecuencia una mayor aportación de aguas residuales.

Se espera que el sistema de agua potable sea más eficiente en 10% con las acciones de reducción de pérdidas que se llevan a cabo. Además COAPAES pretende, al menos, mantener una cobertura de alcantarillado como la actual (80%)

33 COAPAES.

34 Técnica que consiste en introducir a presión tubería (PVC sanitario) de mayor o menor diámetro, desplazándola a lo largo de la ya existente, con la finalidad de sustituir las tuberías en mal estado. No implica realizar excavaciones de grandes longitudes.

35 El organismo operador planea realizar obras para incrementar su oferta de agua potable en 200 lps hacia el año 2005.

Cuadro 3.2 Proyecciones de agua potable y residual

Años	Abastecimiento de agua potable (lps)	Aportación de agua residual (lps)
2002 – 2004	574	468
2005	720	562
2006 – 2021 ^a	1,085 (año 2021)	795

Fuente: Elaboración propia con datos de COAPAES

Nota ^a A partir del año 2006 se da un incremento en el abastecimiento de agua potable de acuerdo al crecimiento de la población

Debido a las características de la localidad y a la interacción entre México y EE UU respecto al proyecto, no es posible saber que sucedería en caso de no llevarse a cabo el proyecto (ej sanciones económicas, políticas, molestias a la población, etc.). Por esta razón, la situación actual optimizada se proyecta a lo largo del tiempo, considerando que contiene efectos no cuantificables

4. SITUACIÓN CON PROYECTO

El Proyecto Integral de Saneamiento de Nogales, Sonora, consiste en la realización de las siguientes obras:

- a) Reemplazo de 28.5 Km aproximadamente de colectores y subcolectores. En la mayor parte de los tramos se aumentará la capacidad hidráulica del sistema (ver anexo 9), a fin de poder captar el esperado incremento en el flujo de aguas residuales, que será producido por el aumento en la oferta de agua potable³⁶; y se mejorarán las condiciones de las tuberías. Estas obras permitirán una reducción de 40%³⁷ en las infiltraciones y la eliminación de los afloramientos y rebosamientos en el sistema colector (ver cuadro 4.1 y anexo 1).

Cuadro 4.1 Proyecciones aguas residuales

Años	Aportación de aguas residuales (lps) ^a
2002 – 2004	428
2005	522
2006 – 2021 ^b	755 (año 2021)

Fuente: Elaboración propia con datos de la COAPAES

Nota ^a Incluye disminución de infiltraciones

^b A partir del año 2006 se incrementan las aportaciones de aguas residuales de acuerdo al abastecimiento de agua potable

- b) Construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) al sur de la ciudad de Nogales, Sonora (ver figura 4.1), para tratar los flujos que excedan lo asignado a México por la PITAR. Esta planta consistirá en un sistema de lagunas integradas avanzadas (ver anexo 5) donde las aguas residuales serán pretratadas en la obra de toma³⁸ y tratadas mediante un proceso móvil: estanques facultativos profundos; estanques de crecimiento acelerado de algas, estanque donde se asientan las algas y estanques de maduración y de filtración lenta. Este proceso de tratamiento no genera lodos ni malos olores, además implica un consumo mínimo de energía. Esta tecnología fue seleccionada de acuerdo a los criterios de menores costos de inversión, operación y mantenimiento, así como flexibilidad en su diseño (construcción por etapas) y el cumplimiento de la normatividad respecto al nivel de tratamiento. La capacidad inicial de la PTAR será de 346 lps, para crecer en diez años a 692 lps de capacidad total. Las aguas tratadas serán incorporadas al río Los Alisos, debiendo

36 Estimada por la COAPAES

37 Estudio realizado por CDM 1997

38 Desarenación y aereación

cumplir con las especificaciones de protección de vida acuática contempladas en la NOM-001-ECOL-1996 (ver anexo 6 1), de acuerdo al convenio binacional. La ubicación de la PTAR obedece en gran parte, a la posibilidad de recarga del manto acuífero de la zona, sin embargo estudios más recientes³⁹ indican que dicha recarga no es posible.

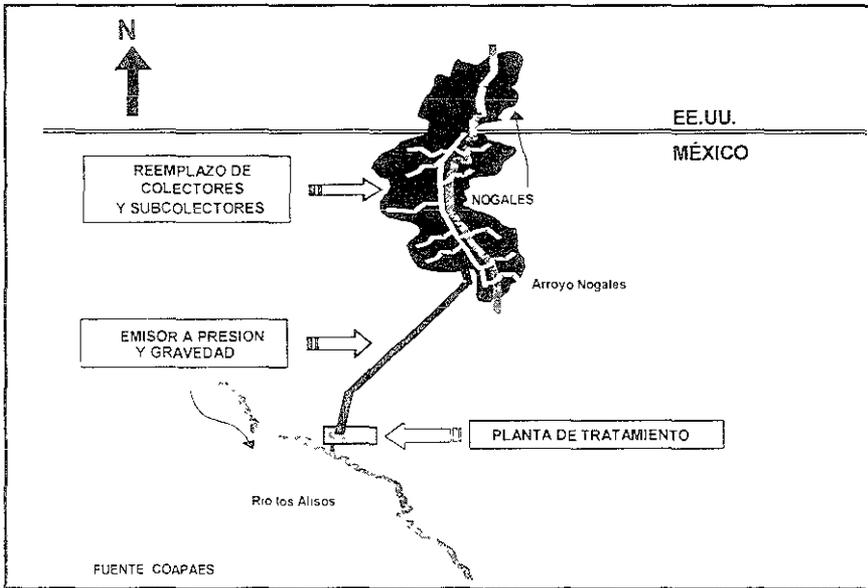


Figura 4.1 Ubicación del proyecto

- c) La localización de la PTAR implica la construcción de un sistema de conducción de las aguas residuales desde la ciudad hasta la planta. Este sistema consiste en un emisor que conducirá a presión las aguas residuales, los primeros 7.8 Km apoyado por dos estaciones de bombeo⁴⁰, para vencer un desnivel de 93 m (ver anexo 7) hasta llegar al parteaguas natural que divide a la ciudad y la cuenca del río Los Alisos. A partir de este lugar, las aguas residuales fluirán hasta la planta (los 8.5 Km restantes) por medio de la gravedad.

Por otra parte, de acuerdo a las proyecciones elaboradas en el presente estudio, se propone un escenario adicional al proporcionado por el gobierno de Sonora, lo que aunado a la flexibilidad como resultado de las negociaciones, y considerando la imposibilidad de aprovechar el agua tratada por la PTAR en la recarga de mantos acuíferos, se plantea el análisis de otras alternativas.

39 Estudio geohidrológico realizado por CDM 1999

40 En el año 2001 se instalará una estación de bombeo, la segunda se instalará hasta el año 2011

5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

La evaluación se llevó a cabo tomando en cuenta un horizonte de 20 años considerando la vida útil de los elementos del proyecto y una tasa social de descuento variable a lo largo del proyecto, la cual se obtuvo de acuerdo a datos proporcionados por el CEPEP⁴¹, 16% para el periodo 2002-2005, 14% del 2006 al 2010, y del 2011 en adelante 12%.

Las inversiones y costos de operación y mantenimiento fueron aproximados a precios sociales mediante los factores de corrección⁴² que se aplican para las evaluaciones socioeconómicas en nuestro país (ver anexos 2 y 3)

Cabe mencionar que los beneficios por mayor producción agrícola, incremento en el valor de los predios y reducción de enfermedades, se consideraron despreciables al no influir de manera significativa en esta evaluación.

La evaluación se realizó bajo dos escenarios que a continuación se muestran:

5.1 Escenario 1

El organismo operador planea ejecutar las inversiones para reemplazar los colectores y subcolectores, así como la construcción del emisor, una estación de bombeo y la mitad de PTAR, simultáneamente en el año 2001. La otra mitad de la PTAR y la segunda estación de bombeo en el año 2011.

5.1.1 Identificación y cuantificación de costos y beneficios

Al realizarse este estudio se identificaron y cuantificaron los siguientes costos:

- a) Inversiones en el reemplazo de 28.5 Km de colectores y subcolectores, construcción de las estaciones de bombeo, emisor y PTAR
- b) Costos de operación y mantenimiento en los colectores y subcolectores, estaciones de bombeo, emisor y PTAR.

41 CEPEP con base en el estudio 'El costo de oportunidad de los fondos públicos y la tasa social de descuento'

42 Ibid

Asimismo, se identificaron y cuantificaron los siguientes beneficios:

- a) Liberación de recursos por menor costo de mantenimiento en colectores y subcolectores
- b) No infiltración de aguas residuales al manto freático (no cuantificado)
- c) Mantener buenas relaciones binacionales a través del cumplimiento de los convenios (intangibles)

5.1.2 Valoración de costos y beneficios (ver cuadros 5.1 y 5.2 y anexo 4)

Cuadro 5.1 Valor actual de los costos -VAC- (millones de pesos del 2000)

Concepto	Monto (\$)
Inversión en colectores y subcolectores	17.7
Inversión en emisor	6.7
Inversión en bombeo	7.4
Costos de operación	6.8
Inversión en PTAR	74.0
Costos de operación y mantenimiento	2.4
Total	115.0

Cuadro 5.2 Valor actual de los beneficios -VAB- (millones de pesos del 2000)

Concepto	Monto (\$)
Ahorro en costos de mantenimiento de los colectores	9.4
Valor de rescate	0.8
Total	10.2
Valor actual neto social (VANS)	-104.8

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por COAPAES

5.2 Escenario 2 (propuesta)

De acuerdo a las proyecciones realizadas en este estudio (ver anexo 1), las aguas residuales de Nogales, Sonora, no rebasarán la capacidad asignada por la PITAR hasta el año 2005, debido a la reducción de infiltraciones en los colectores y subcolectores como resultado del reemplazo de los mismos, por tal motivo y al suponer que las fechas establecidas para realizar las obras dan al menos un margen de dos años para negociar que

estas inversiones se redefinan en tiempo, se propone realizar las inversiones correspondientes a la construcción del emisor y la PTAR en el año 2004. Además la cantidad de aguas residuales generada para el 2021, no requerirá la ampliación de la PTAR ni la construcción de la segunda estación de bombeo

5 2 1 Identificación y cuantificación de costos y beneficios

Al realizarse la evaluación de esta propuesta se identificaron los mismos costos y beneficios del escenario 1, con excepción de un beneficio adicional por postergar las inversiones en el emisor, estaciones de bombeo y PTAR dos años. además de la no construcción de la segunda fase de la PTAR y segunda estación de bombeo dentro del horizonte de evaluación.

5 2 2 Valoración de costos y beneficios (ver cuadros 5.3 y 5.4 y anexo 4)

Cuadro 5.3 Valor actual de los costos -VAC- (millones de pesos del 2000)

Concepto	Monto (\$)
Inversión en colectores y subcolectores	17 7
Inversión en emisor	4 3
Inversión en la estación de bombeo	3 8
Costos de operación	6 8
Inversión en PTAR	39 1
Costos de operación y mantenimiento	2 4
Total	74 1

Cuadro 5.4 Valor actual de los beneficios -VAB- (millones de pesos del 2000)

Concepto	Monto (\$)
Ahorro en costos de mantenimiento de los colectores	9 4
Valor de rescate	0 8
Total	10 2
Valor actual neto social (VANS)	- 63 9

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por la COAPAES

5.3 Alternativas

5.3.1 Ubicación de la PTAR en Nogales, Arizona

De acuerdo con lo planteado en el escenario 2, la postergación de la PTAR, emisor y estaciones de bombeo proporciona un periodo razonable durante el cual es posible reconsiderar y negociar la ubicación de la planta, ya que el criterio de recarga de mantos en la zona de Los Alisos, sobre el que se basó la selección de alternativas, queda inoperante tras los nuevos estudios geohidrológicos. En virtud de esto se analizó la alternativa de instalar la planta en Nogales, Arizona, la cual consiste en un emisor a gravedad de 16 Km y una planta de tratamiento a un lado de la PITAR con la tecnología ya convenida. con esto se evitarían las inversiones y los costos de operación y mantenimiento de las estaciones de bombeo (ver anexo 11.1)

5.3.2 Creación del Mercado Binacional de Aguas Residuales

De igual manera, dicha postergación da tiempo a que avancen las pláticas sobre la creación de un posible mercado binacional de aguas residuales, con lo que se podrían evitar las inversiones para el tratamiento de las aguas residuales de Nogales, Sonora. En este estudio se plantea un precio base que cubriría los costos para conducir las aguas residuales (operación y mantenimiento del sistema colector, y emisor internacional) hacia Nogales, Arizona; con esto el gobierno mexicano podrá tener un parámetro del cual partir en las negociaciones (ver anexo 11.2), cabe mencionar que de llevarse a cabo la venta de agua residual México ya no tendría derechos sobre las aguas tratadas como los tiene actualmente.

6. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y LIMITACIONES

6.1 Conclusiones

La evaluación social del Proyecto Integral de Saneamiento de Nogales, Sonora, arrojó un VANS negativo de \$104.8 millones de pesos, por lo que su ejecución no es rentable para el país y representa una pérdida económica (costo) por conservar las relaciones con EE UU

El escenario 2 (propuesta) arroja un VANS negativo de \$63.9 millones de pesos, lo que refleja una menor pérdida para el país, además permite la posibilidad de realizar nuevas negociaciones y alternativas de solución (por la postergación propuesta) que generen un menor costo.

La alternativa de construir la planta de tratamiento en Nogales, Arizona también representa una pérdida para el país, teniendo un VANS negativo de \$55.8 millones de pesos

En el supuesto de que las negociaciones sobre el mercado de aguas residuales se concretaran, el VANS de esta alternativa sería positivo de al menos \$9.2 millones de pesos, lo que resultaría la alternativa más atractiva hasta el momento

6.2 Recomendaciones

Con base en los resultados de la evaluación de los dos escenarios se recomienda negociar la postergación de las inversiones según el escenario 2, lo que da tiempo para realizar los estudios y acuerdos necesarios para replantear las alternativas, con lo que no se dejaría de cumplir con los convenios establecidos y se podría elegir una solución rentable para el país. La cual pueda tener mayores beneficios sociales que el proyecto presentado por las autoridades

Con esto, se hace notar que es preferible revisar los proyectos y su impacto en la sociedad antes de establecer acuerdos que obliguen su realización

Se recomienda evaluar el impacto que ocasionan las infiltraciones de aguas residuales al manto acuífero

6.3 Limitaciones

No se conocen las consecuencias (sanciones, multas) que ocasionaría para México el incumplimiento del acuerdo sobre la realización del proyecto, lo cual provoca una subestimación de beneficios

No se cuenta con un plan maestro (actualizado) que indique ampliaciones de cobertura de agua potable y alcantarillado, por lo que las proyecciones de aguas residuales pueden estar subvaluadas

No existe un estudio que demuestre la magnitud de las infiltraciones de aguas residuales al manto acuífero en la zona urbana de Nogales, Sonora, lo que ocasiona una subvaluación en beneficios

CONCLUSIONES GENERALES

Sabemos que al encontrarnos en un mundo globalizado, las acciones que se realicen invariablemente tiene una afectación más extensa a la de los directamente involucrados, esto nos hace pensar en que las decisiones ya no se pueden tomar de una manera aislada sin considerar los efectos que ocasionará al entorno

Tomando en cuenta que las necesidades insatisfechas no sólo son ilimitadas, sino que crecen en la medida en que crece la población, o aumentan los niveles de ingreso, se requiere tomar decisiones ¿Cuál es el orden de los proyectos y programas que tenemos que construir? ¿Qué viabilidad es prioritaria construir o reconstruir? ¿A qué estados, municipios, colonias o a barrios debe dársele prioridad? ¿Quién y cómo proveerán los servicios básicos de agua, alcantarillado o tratamiento de aguas residuales, recolección y disposición de basura en los siguientes años? ¿Qué magnitud deben tener las obras de educación, salud, vivienda, o energía? ¿En cuáles proyectos debe y tiene que participar el sector público? ¿Cuáles puede y debe dejar a la iniciativa privada?

Estas son preguntas sumamente importantes para las cuales no se puede seguir dando respuestas distribuyendo los recursos de acuerdo a las agendas de los líderes políticos, o asignándolos a los grupos o poblaciones con mayor capacidad de reclamo o lo que manden las encuestas de opinión

De ahí que sea tan importante que la sociedad establezca un sistema eficiente, permanente y continuo por medio del cual se identifiquen los proyectos, y cree mecanismos que permitan una adecuada selección, evaluación y priorización de los mismos

En otras palabras, lo que se busca es evitar que los recursos de la sociedad se asignen sobre la base de corazonadas o deseos expresados muchas veces en cifras fuera de la realidad, o peor aún, porque existen intereses creados para la construcción de lo que después serán obras suntuosas con pocos o nulos beneficios sociales. Se trata de establecer un sistema que garantice, hasta donde sea posible, que los escasos recursos nacionales solamente se asignen cuando estamos completamente convencidos de que su uso se hará en los proyectos más rentables para México

El fondo de este planteamiento consiste en que, finalmente, la rentabilidad social de las inversiones realizadas en un país está directamente relacionada con su capacidad de crecimiento. Es decir, en la medida en que se lleven a cabo proyectos rentables para el país, éste crecerá más y en consecuencia, puede reducir sus niveles de pobreza. Por el contrario, si los proyectos que se emprenden no resultan rentables, es decir que no pueden pagar ni los costos de su realización, lo más común es que las autoridades tengan que 'rescatarlos', distrayendo parte de los recursos que pudieron haberse canalizado a los proyectos de combate a la pobreza extrema.

En este sentido los ingenieros debemos tener en cuenta este tipo de criterios para poder desarrollar proyectos de infraestructura y servicios públicos. que cuenten con factibilidad técnica, financiera. pero sobre todo social, buscando no sólo si un proyecto es rentable o no, sino tratando de saber si se trata del proyecto más rentable dadas las condiciones imperantes

Por esto se deben de plantear mejores soluciones técnicas que resulten benéficas en lo social, es decir, que los avances tecnológicos vayan de la mano con el beneficio de la sociedad en su conjunto. Para alcanzar mejores índices de desarrollo que eleven el nivel de vida de los mexicanos, y generen condiciones favorables para lograr una distribución más equitativa de las oportunidades, de los beneficios y de la riqueza en el marco de una estrategia que garantice su consolidación y sustentabilidad

ANEXOS

CUADRO A1.1 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN (Hab) DE LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA.

Tasa de crecimiento del 2000-2001 3.5%

Tasa de crecimiento del 2002-2006 3%

Tasa de crecimiento del 2007-2011 2.7%

Tasa de crecimiento del 2012-2021 2.5%

AÑO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
POBLACION TOTAL	180,000	186,300	191,889	197,646	203,575	209,682	215,973	221,804
CON AGUA Y ALCANTARILLADO	144,000	149,040	153,511	158,117	162,860	167,746	172,778	177,443
CON AGUA Y SIN ALCANTARILLADO	9,000	9,315	9,594	9,882	10,179	10,484	10,799	11,090
SIN SERVICIOS	27,000	27,945	28,783	29,647	30,536	31,452	32,396	33,271

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
POBLACION TOTAL	227,793	233,943	240,260	246,747	252,915	259,238	265,719	272,362
CON AGUA Y ALCANTARILLADO	182,234	187,155	192,208	197,397	202,332	207,391	212,575	217,890
CON AGUA Y SIN ALCANTARILLADO	11,390	11,697	12,013	12,337	12,646	12,962	13,286	13,618
SIN SERVICIOS	34,169	35,091	36,039	37,012	37,937	38,896	39,858	40,854

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
POBLACION TOTAL	279,171	286,150	293,304	300,637	308,153	315,857
CON AGUA Y ALCANTARILLADO	223,337	228,920	234,643	240,509	246,522	252,685
CON AGUA Y SIN ALCANTARILLADO	13,959	14,308	14,655	15,032	15,408	15,793
SIN SERVICIOS	41,876	42,923	43,996	45,096	46,223	47,378

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CDM y COAPAES

CUADRO A1.2 PROYECCIÓN DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE (lps) EN LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA

ANO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Abastecimiento	494	494	574	574	574	720	742	762
Dotación litro habitante día	237	229	258	251	244	297	297	297

ANO	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Abastecimiento	782	803	825	847	868	890	912	935
Dotación litro habitante día	297	297	297	297	297	297	297	297

ANO	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Abastecimiento	959	983	1007	1032	1058	1085
Dotación litro habitante día	297	297	297	297	297	297

Fuente: Elaboración propia con base en datos de COAPAES (ver cuadro A1.4)

Año 2002, recuperación de 80 lps con obras de eficientización (reduciendo 10% las pérdidas)

Año 2005, incremento en extracción de 200 lps

Año 2006, crecimiento a la tasa poblacional

NOTA: El consumo es de uso doméstico no se utiliza el agua en los procesos de la industria

CUADRO A1.3 PROYECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES (LPS), VERTIDAS AL SISTEMA DE COLECTORES DE LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA, SIN PROYECTO

PROYECCIÓN DEL GASTO DE AGUA RESIDUAL	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
AÑO	0	1	2	3	4	5	6
Capacidad asignada en la PITAR	434	434	434	434	434	434	434
Agua residual vertida a la red de colectores		468	468	468	562	576	588
Capacidad sobrepasada		34	34	34	128	142	154
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
AÑO	7	8	9	10	11	12	13
Capacidad asignada en la PITAR	434	434	434	434	434	434	434
Agua residual vertida a la red de colectores	602	615	629	643	657	671	685
Capacidad sobrepasada	168	181	195	209	223	237	251
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
AÑO	14	15	16	17	18	19	20
Capacidad asignada en la PITAR	434	434	434	434	434	434	434
Agua residual vertida a la red de colectores	700	715	730	746	762	778	795
Capacidad sobrepasada	266	281	296	312	328	344	361

Fuente: Elaboración propia con base en datos de COAPAES (ver cuadro A1.5)

CUADRO A1.4 PROYECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES (LPS), VERTIDAS AL SISTEMA DE COLECTORES DE LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA, CON PROYECTO DE COLECTORES.

PROYECCIÓN DEL GASTO DE AGUA RESIDUAL	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
AÑO	0	1	2	3	4	5	6
Capacidad asignada en la PITAR	434	434	434	434	434	434	434
Agua residual vertida a la red de colectores		428	428	428	522	536	548
Capacidad sobrepasada					88	102	114
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
AÑO	7	8	9	10	11	12	13
Capacidad asignada en la PITAR	434	434	434	434	434	434	434
Agua residual vertida a la red de colectores	562	575	589	603	617	631	645
Capacidad sobrepasada	128	141	155	169	183	197	211
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
AÑO	14	15	16	17	18	19	20
Capacidad asignada en la PITAR	434	434	434	434	434	434	434
Agua residual vertida a la red de colectores	660	675	690	706	722	738	755
Capacidad sobrepasada	226	241	256	272	288	304	321

Fuente: Elaboración propia con base en datos de COAPAES (ver cuadro A1.5)

CUADRO A1.5 CÁLCULO DE LAS AGUAS RESIDUALES (LPS) DE LA CIUDAD DE NOGALES, SONORA

SITUACION	ACTUAL DEL SISTEMA	(ANO 2000)
760	EXTRACCION	
494 a	ABASTECIMIENTO A LA POBLACION	
395	80% POBLACION CON ALCANT	
316 b	AGUAS VERTIDAS	
101	INFILTRACIONES	
417	AGUAS REGISTRADAS EN LA PITAR	

CON PROYECTOS DE EFICIENTIZACION DE AGUA POTABLE ANO 2002	
760	EXTRACCION
494	MENOS PERDIDAS
80	RECUPERACION
574	ABASTECIMIENTO TOTAL
459	80% POBLACION CON ALCANT
367	AGUAS VERTIDAS
101	INFILTRACIONES
468	AGUAS REGISTRADAS EN PITAR

SITUACION CON PROYECTO DE COLECTORES	ANO 2002
760	EXTRACCION
574 c	ABASTECIMIENTO A LA POBLACION
459	80% POBLACION CON ALCANT
367	AGUAS VERTIDAS
61 d	INFILTRACIONES REDUCCION 40%
428	AGUAS REGISTRADAS EN LA PITAR

SITUACION DEL SISTEMA CON NUEVAS OBRAS DE EXTRACCION ANO 2005	
960	EXTRACCION
720	ABAST.
576	80% POBLACION CON ALCANT.
461	AGUAS VERTIDAS
61	INFILTRACIONES
522	AGUAS REGISTRADAS EN LA PITAR

Nota a) 35% de perdidas

b) factor de aportación de aguas residuales a la red (0.8)

c) reducción a 25% las pérdidas

d) disminución de 40% las infiltraciones

Fuente CILA Y COAPAES

**CUADRO A2.1 ESQUEMA DE FINANCIAMIENTO
"PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE AMBOS NOGALES"**

COMPONENTE DE INFRAESTRUCTURA		
Pesos del 2000	ESTADOS UNIDOS	MEXICO
Reemplazo emisor internacional	61,035,000	-
Rehabilitación colectores y subcolectores Nogales, Son	18,330,000	18,330,000
Estacion de bombeo (fase 1) y emisor Nogales, Son	12,675,000	12,675,000
Planta de tratamiento Nogales, Son	-	61,035,000
TOTAL	\$ 92,040,000	\$ 92,040,000

Fuente COAPAES - CILA

CUADRO A2.2 COSTOS PRIVADOS DE INVERSIÓN

(pesos del 2000)

INVERSION	COLECTORES	EMISOR	BOMBEO	PTAR
MANO DE OBRA	20%	20%	30%	
NO CALIFICADA	40%	40%	70%	
SEMICALIFICADA	40%	40%	20%	
CALIFICADA	20%	20%	10%	
MATERIALES	80%	80%	70%	
COMERCIABLES	100%	100%	100%	
NO COMERCIABLES	-	-	-	
TOTAL	100%	100%	100%	0%

INVERSION	COLECTORES	EMISOR	BOMBEO	PTAR
COSTOS PRIVADOS				
MANO DE OBRA	3,231,487	1,168,304	1,554,065	
NO CALIFICADA	1,292,595	467,322	1,087,846	
SEMICALIFICADA	1,292,595	467,322	310,813	
CALIFICADA	646,297	233,661	155,407	
MATERIALES	12,925,949	4,673,218	3,626,153	
COMERCIABLES	12,925,949	4,673,218	3,626,153	
NO COMERCIABLES	-	-	-	
TOTAL	\$ 16,157,437	\$ 5,841,522	\$ 5,180,218	\$ 61,038,000

CUADRO A2.3 COSTOS SOCIALES DE INVERSIÓN

(pesos del 2000)

Bienes comerciables internacionalmente				
Factor de ajuste (tipo cambio)		1 075		
INVERSION				
COSTOS SOCIALES	COLECTORES	EMISOR	BOMBEO	PTAR
MANO DE OBRA	3,716,210	1,343,550	1,787,175	
NO CALIFICADA	1,040,539	376,194	500,409	
SEMICALIFICADA	1,189,187	429,936	571,896	
CALIFICADA	743,242	537,420	714,870	
COSTOS SOCIAL DE M. DE O.	2,972,968	1,343,550	1,787,175	
MATERIALES	14,864,842	5 374,200	4 170,075	
COMERCIALES	14,767,325	5,338,944	4,142,719	
NO COMERCIALES	-	-	-	
TOTAL	\$ 17,740,293	\$ 6,682 494	\$ 5,929,894	\$ 61 035 000

Factores de corrección de mano de obra:

Calificada 1

Semicalificada 8

No calificada 7

Materiales: se dedujo el 10% de I V A

CUADRO A2.4 COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EMISOR Y ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES A PRECIOS PRIVADOS Y SOCIALES

(pesos del 2000)

COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO ANUAL AÑO 1	PRIVADOS	SOCIALES
Reparación y mantenimiento	380,250	330,652
3% de la inversión		
Energía eléctrica	806,697	733,361
\$ 773 por kw-hr		
Mano de obra	45,610	31,927
salario \$62 48 00 diarios*		
2 trabajadores		
(no calificados)		
TOTAL	\$ 1,232,558	\$ 1,095,941

Fuente CDM

* Departamento Administrativo, COAPAES, Nogales

Los costos sociales se obtuvieron restando el IVA de los costos privados (10%)

El factor de corrección de mano de obra no calificada es 70%

CUADRO A2.5 PROYECCIÓN DE LOS COSTOS SOCIALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL EMISOR Y ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUAS RESIDUALES (ESCENARIO 1 Y 2)

(pesos del 2000)

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
COSTOS SOCIALES							
COSTO EN ENERGIA ELECTRICA AL AÑO					733,361	848,828	955,866
REPARACION Y MANTENIMIENTO					345,682	345,682	345,682
MANO DE OBRA					31,927	31,927	31,927
TOTAL					1,110,970	1,226,437	1,333,475
	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
COSTOS SOCIALES							
COSTO EN ENERGIA ELECTRICA AL AÑO	1,065,794	1,178,689	1,294,633	1,413,708	1,526,939	1,643,001	1,761,964
REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	345,682	345,682	345,682	345,682	345,682	345,682	345,682
MANO DE OBRA	31,927	31,927	31,927	31,927	31,927	31,927	31,927
TOTAL	1,443,403	1,556,298	1,672,242	1,791,317	1,904,548	2,020,610	2,139,573
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
COSTOS SOCIALES							
COSTO EN ENERGIA ELECTRICA AL AÑO	1,883,901	2,008,887	2,136,998	2,268,311	2,402,907	2,540,868	2,682,278
REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	345,682	345,682	345,682	345,682	345,682	345,682	345,682
MANO DE OBRA	31,927	31,927	31,927	31,927	31,927	31,927	31,927
TOTAL	2,261,510	2,386,496	2,514,607	2,645,920	2,780,516	2,918,477	3,059,887

Fuente: Elaboración propia con base en datos de CDM y COAPAES

CUADRO A3.1 DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS PRIVADOS DE MANTENIMIENTO DE LA RED DE COLECTORES

(pesos del 2000)

MANO DE OBRA	2000	MATERIALES	2000
SUELDOS	452,935	COMBUSTIBLES Y LUB	21,768
SERVICIOS ESPECIALES	33,776	UNIFORMES DE TRABAJO	-
COMPENSACIONES	31 750	ENERGIA ELECTRICA	-
VACACIONES	-	ASESORIA TECNICA	-
PRIMA DE ANTIGUEDAD	14,488	MATERIALES	989 740
PRIMA VACACIONAL	26,791	MANT Y REP EQ DE TRANSP	429,920
INDEMNIZACIONES	0	ACCESORIOS	26,890
AGUINALDOS	68,757	MANT DE EQUIPO	55,181
TIEMPO EXTRA	142,654	GASOLINA	284,619
DIVIDENDOS PREV SOCIAL	133,887	FLETES Y ACARREOS	42,540
OTROS SUELDOS	185,958	PLACAS Y TENENCIAS	2,105
COMPLEMENTO DE SUELDO	94,072	SEGUROS Y FIANZAS	6 552
GRATIFICACIONES	136	TOTAL	\$ 1,859,315
BONO DE DESPENSA	102,850	COSTOS TOTALES	\$ 3,490,429
OTROS	0	DE MANTENIMIENTO	
VIATICOS	48,824		
GASTOS DE VIAJE	9,109		
VARIOS GASTOS PERSONAL	4,326		
SEGURIDAD SOCIAL	158,909		
FONDO DE AHORRO	94,621		
SEGUROS AL PERSONAL	26,526		
MEDICO Y MEDICINAS	745		
TOTAL	\$ 1,631,114		

Fuente: Departamento Administrativo de COAPAES, Nogales.

Nota: Datos a Octubre del 2000

CUADRO A3.2 COSTOS SOCIALES DE MANTENIMIENTO DE LA RED DE COLECTORES

(pesos del 2000)

COSTO DE LA MANO DE OBRA AJUSTADA A PRECIOS SOCIALES		
	Factor de ajuste social	2000*
CALIFICADA	1	143,212
ASESORIA TECNICA	1	
SEMI-CALIFICADA	0.8	416,391
NO CALIFICADOS	0.7	286,473
(JEFES DE CUADRILLA)		
NO CALIFICADOS	0.7	390,717
(CUADRILLEROS)		
TOTAL		1,236,792

COSTOS SOCIALES DE MATERIALES PARA MANTENIMIENTO DE DRENAJE	
	2000*
COMBUSTIBLES Y LUB	18,929
UNIFORMES DE TRABAJO	
ENERGIA ELECTRICA	-
ASESORIA TECNICA	-
MATERIALES	860,643
MANT Y REP EQ DE TRANSP	373,844
ACCESORIOS	23,382
MANT DE EQUIPO	47,983
GASOLINA	247,495
FLETES Y ACARREOS	36,991
PLACAS Y TENENCIAS	
SEGUROS Y FIANZAS	5,698
TOTAL	1,614,965
FACTOR/INFLACION	-
PRECIOS 2000	1,614,965
COSTOS TOTALES	2,851,757

Fuente: Elaboración propia con base en datos de COAPAES

*Dato a Octubre del 2000

Los materiales se ajustaron deduciendoles el 10% de I V A

CUADRO A3.3 ACTUALIZACIÓN DE LOS COSTOS SOCIALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO Y DETERMINACIÓN DEL AHORRO EN OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA RED DE COLECTORES

(pesos del 2000)

	Oct-00	Dic-00	incremento
privados	3,490,429	4,600,000	32%
sociales	2,851,757	3,758,301	
<u>Ahorro en operacion y mantenimiento de la red de colectores</u>			
	40%	=	\$ 1,503,320

Fuente: Elaboracion propia con base en datos del Departamento Administrativo de COAPAES

Nota: ver cuadros A3.1 y A3.2

CUADRO A4.1 VALOR PRESENTE (SOCIAL) DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE NOGALES SONORA (ESCENARIO 1)

(pesos del 2000)

	2001	2011
INVERSIÓN EN COLECTORES	-17,740,293	
INVERSIÓN EN EMISOR	-6,682,494	
INVERSIÓN EN ESTACIONES DE BOMBEO	-5,929,894	-5,929,894
INVERSIÓN EN PTAR	-50,212,500	-50,212,500
TERRENO	-10,822,500	
INVERSIÓN TOTAL	-91,387,681	-56,142,394
VALOR PRESENTE DE LA INVERSIÓN	-91,387,681	-14,378,603
SUMA DE VALORES PRESENTES (VAI)	-105,766,284	

FUENTE: Elaboración propia con base en datos de COAPAES

CUADRO A4.2 DETERMINACIÓN DEL VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS DEL PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE NOGALES, SONORA. (ESCENARIO 1)

(pesos del 2000)

TASA SOCIAL DE DESCUENTO	12%	2011-2022
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	14%	2006-2010
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	16%	2001-2005

AÑO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL EMISOR					1,110,970	1,226,437	1,333,475	1,443,403	1,556,298	1,672,242	1,791,317
OPER Y MANT DE PTAR					594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750
TOTAL DE COSTOS					1,705,720	1,821,187	1,928,225	2,038,153	2,151,048	2,266,992	2,386,067
VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS					942,054	882,303	819,438	759,784	703,394	650,270	611,094

AÑO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	VAC
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL EMISOR	1,904,548	2,020,610	2,139,573	2,261,510	2,386,496	2,514,607	2,645,920	2,780,516	2,918,477	3,059,887	
OPER Y MANT DE PTAR	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	
TOTAL DE COSTOS	2,499,298	2,615,360	2,734,323	2,856,260	2,981,246	3,109,357	3,240,670	3,375,266	3,513,227	3,654,637	
VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS	510,279	476,764	445,045	415,082	386,826	360,222	335,210	311,725	289,702	269,074	9,168,265

FUENTE: Elaboración propia con base en datos de COAPAES

CUADRO A4.3 VALOR PRESENTE (SOCIAL) DE LOS COSTOS DE INVERSIÓN DEL PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE NOGALES , SONORA (ESCENARIO 2)

(pesos del 2000)

	2001	2004
INVERSIÓN EN COLECTORES	-17,740,293	
INVERSIÓN EN EMISOR		-6,682 494
INVERSIÓN EN ESTACIONES DE BOMBEO		-5,929,894
INVERSION EN PTAR		-50,212,500
TERRENO		-10,822 500
INVERSIÓN TOTAL	-17,740,293	-73,647 388
VALOR PRESENTE DE LA INVERSIÓN	-17,740,293	-47,182,764
SUMA DE VALORES PRESENTES	-64,923,057	

FUENTE: Elaboración propia con base en datos de COAPAES

CUADRO A4.4 DETERMINACIÓN DEL VALOR PRESENTE DE LOS COSTOS DEL PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE NOGALES, SONORA (ESCENARIO 2)

(pesos del 2000)

TASA SOCIAL DE DESCUENTO	12%	2011-2022
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	14%	2006-2010
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	16%	2001-2005

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL EMISOR					1,110,970	1,226,437	1,333,475	1,443,403	1,556,298	1,672,242	1,791,317
OPER Y MANT DE PTAR					594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750
TOTAL DE COSTOS					1,705,720	1,821,187	1,928,225	2,038,153	2,151,048	2,266,992	2,386,067
VALOR PRESENTE DEL FLUJO NETO					942,054	882,303	819,438	759,784	703,394	650,270	611,094

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	VAC
AÑO	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL EMISOR	1,904,548	2,020,610	2,139,573	2,261,510	2,386,496	2,514,607	2,645,920	2,780,516	2,918,477	3,059,887	
OPER Y MANT DE PTAR	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	594,750	
TOTAL DE COSTOS	2,499,298	2,615,360	2,734,323	2,856,260	2,981,246	3,109,357	3,240,670	3,375,266	3,513,227	3,654,637	
VALOR PRESENTE DEL FLUJO NETO	510,279	476,764	445,045	415,082	386,826	360,222	335,210	311,725	289,702	269,074	9,168,265

FUENTE: Elaboracion propia con base en datos de COAPAES

CUADRO A4.5 DETERMINACIÓN DEL VALOR PRESENTE DE LOS BENEFICIOS DEL PROYECTO INTEGRAL DE SANEAMIENTO DE NOGALES SONORA (ESCENARIO 1 Y 2)

(pesos del 2000)

TASA SOCIAL DE DESCUENTO	12%	2011-2022
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	14%	2006-2010
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	16%	2001-2005

AÑO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AHORRO EN MANTENIMIENTO DE COLECTORES		1 503,320	1 503,320	1 503,320	1 503,320	1 503,320	1 503,320	1 503,320	1 503,320	1 503,320	1 503,320
VALOR PRESENTE DEL FLUJO NETO		1 295,966	1 117,212	963,114	830,270	728,307	638 866	560 409	491 587	431 216	385 015

AÑO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	VAB
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
AHORRO EN MANTENIMIENTO DE COLECTORES	1,503 320	1,503,320	1 503,320	1,503,320	1,503,320	1,503,320	1 503,320	1,503,320	1,503,320	1,503 320	
VALOR DE RESCATE										10,822,500	
VALOR PRESENTE DEL FLUJO NETO	306,931	274,046	244,684	218 468	195,060	174,161	155 501	138,840	123,964	907 493	10,181 112

FUENTE Elaboracion propia con base en datos de COAPAES

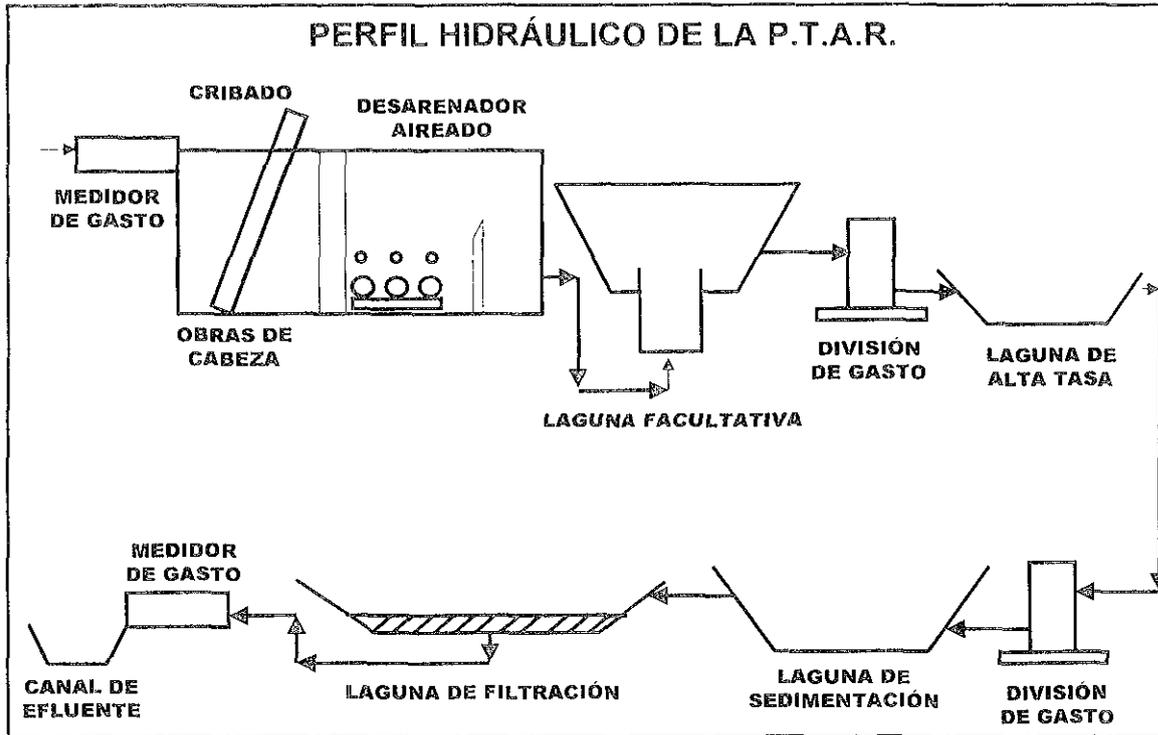
CUADRO A4.6 VALOR ACTUAL NETO SOCIAL (ESCENARIO 1 Y 2)

(pesos del 2000)

	ESCENARIO 1	ESCENARIO 2
VAI	105,766,284	64,923,057
VAC	9,168,265	9,168,265
VAB	10,181,112	10,181,112
VANS	-104,753,438	-63,910,211

FUENTE: Elaboración propia

CUADRO A5.1 PERFIL HIDRÁULICO DE LA PTAR



CUADRO A6.1 ESPECIFICACIONES DE LA NOM-001-ECOL-1996

NOM-001-ECOL-1996

Límites en México para ríos, con protección de vida acuática

Parámetro	Promedio mensual	Promedio diario
Sólidos que se asientan (mg/l)	1	2
Sólidos suspendidos totales (mg/l)	40	60
DBO ₅ (mg/l)	30	60
Nitrógeno total (mg/l)	15	25
Fósforo total (mg/l)	5	10
Cloro residual (mg/l)	ND	ND
Coliformes fecales (NMP/100 ml)	1,000	2,000

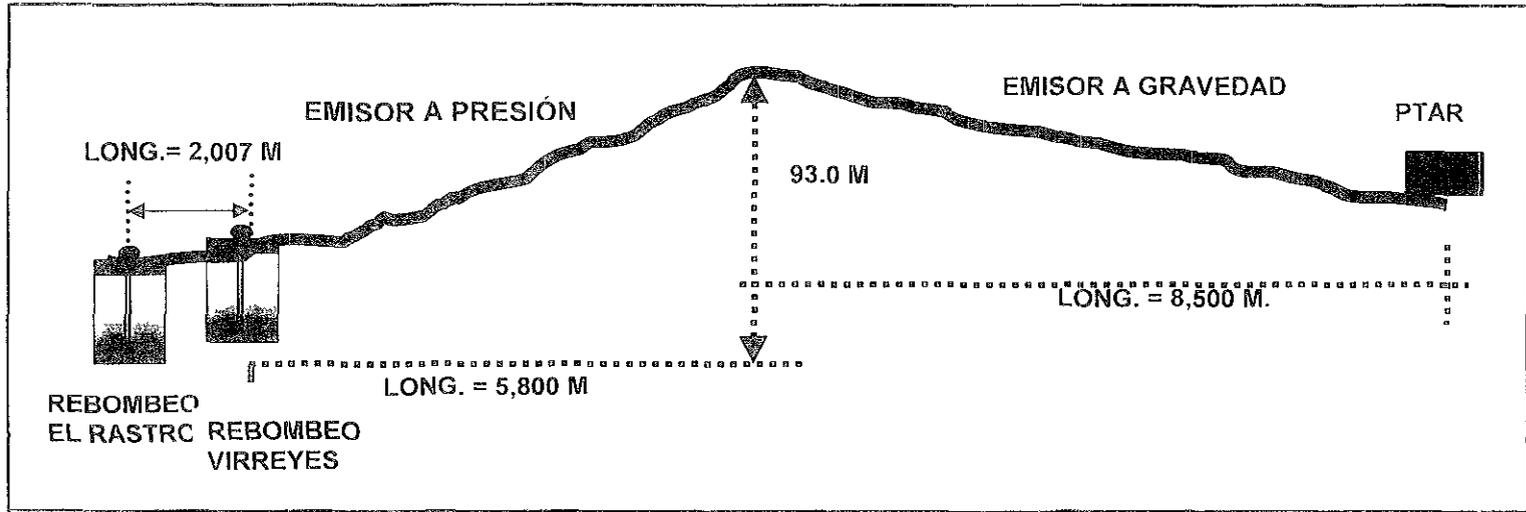
CUADRO A6.2 PERFIL DE CONTAMINANTES (METALES PESADOS) DEL ARROLLO NOGALES

La siguiente lista presenta las -cargas máximas permisibles en las Obras de Cabeza de la Planta Internacional de tratamiento de aguas residuales de Nogales Sonora, de Nogales Sonora, requeridas para una operación adecuada de la misma. En la tabla se presentan también los resultados del monitoreo mensual en las obras de cabeza durante el mes de Junio del 2000

Parametro mg/l	CMP Obras de Cabeza mg/l	Linea Fronteriza mg/l	Influyente mg/l	Limites de Desc-Mex. mg/l	Limites de Desc-E.U. mg/l	Efluente mg/l	Norma Mexicana Ecologica 002 (P.mensual) mg/l
Cadmio	0.0031	<0.0005	<0.0005	0.02	0.0014	<0.0005	0.5
Cobre	0.024	0.04	0.11	0.5	0.015	0.02	10
Hierro	0.563	0.4	0.83	1	0.3	0.33	
Plomo	0.0053	0.009	0.015	0.1	0.0044	<0.005	1
Manganeso	0.0383	<0.05	<0.05		0.05	<0.05	
Mercurio	0.00036	<0.0002	<0.0002	0.003	0.0002	<0.0002	0.01
Zinc	0.24	0.13	0.78	50	0.13	0.06	6
Arsenico		0.01	0.01	0.2	0.05	0.0008	0.05
Cromo		0.017	0.028		0.05	0.011	
Cromo hexavalente				0.01			0.5
Cianuro		<0.005	<0.005	0.005	0.0097	<0.005	1
Niquel		<0.05	<0.05	1	0.19	<0.05	4
Plata		0.007	<0.005		0.0062	<0.005	
Bis(etilhexilptalato)		95	97	0.0094	0.36	0.012	
Cloruro de metilo		3	<0.002		0.0047	<0.002	
Pentaclorofenol		<0.100	<0.100	0.0003	0.000036	<0.100	
Fenantreno		<0.010	<0.010		0.00063	<0.010	
Selenio		0.0005	<0.005	0.008	0.002	<0.005	

*RESERVA AMBIENTAL NOGALES
MUNICIPIO DE NOGALES*

CUADRO A7.1 ESQUEMÁTICO DEL SISTEMA DE EMISORES Y REBOMBEO



CUADRO A8.1 FALLAS DETECTADAS EN COLECTORES Y SUBCOLECTORES

CONDICIÓN DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO EN NOGALES, SONORA.									
NOMBRES	Longitud Inspeccionada (metros)	Juntas agrietas	Tubo agrietas	Juntas Separadas	Tramos de tubería faltante	Conexiones sobresalientes	Combas en la línea de flujo	Intrusión de raíces	PROBLEMAS TOTALES
SUBCOLECTORES									
REFORMA	1,736	67	47	116	7	10	13	84	344
RASTRO	2,017	67	42	170	19	15	32	97	442
TECNOLOGICO	669	18	33	14	10	15	-	-	90
PENI	825	19	3	84	1	3	13	1	124
BUENOS AIRES	533	15	3	65	-	1	2	-	86
5 DE MAYO	634	8	6	38	8	34	3	1	98
ORIZABA	545	36	36	71	8	2	5	1	159
JESÚS GARCÍA	365	15	13	53	4	9	3	-	97
5 DE FEBRERO	766	34	11	75	2	4	19	29	174
ENSUEÑO	2,090	92	62	162	10	13	11	32	382
OLIMPIA	422	21	6	41	2	2	1	48	121
COLECTORES									
OBREGÓN	3,085	37	90	74	15	28	5	18	267
RUIZ CORTÍNES	3,251	116	185	147	57	15	11	64	595
TOTALES	16,938	545	537	1,110	143	151	118	375	2,979

CUADRO A9.1 DIÁMETROS Y LONGITUDES DE COLECTORES Y SUBCOLECTORES ACTUALES Y DEL PROYECTO

Subcolector/colector	Longitud total de reemplazo (metros)	Diam. Existente (Pig)	Diam. De Reemplazo (Pig)
Sub colector Reforma	100.0	30	36
Sub colector Reforma	938.0	12	12
Sub colector Ensueño	123.0	15	18
Sub colector Ensueño	1,892.0	15,12	15
Sub colector Celaya (proyecto)	461.0	10	12
Sub colector Cinco de Febrero	65.0	15	24
Sub colector Cinco de Febrero	769.0	15	18
Sub colector Cinco de Febrero	1,102.0	10	15
Sub colector El Rastro/de los Nogales	97.0	18	30
Sub colector El Rastro/de los Nogales	2,086.0	18,15	24
Sub colector El Rastro/de los Nogales	911.0	12	18
Sub colector Tecnológico	717.1	12	15
Sub colector Cinco de Mayo	661.0	10	15
Sub colector Orizaba	327.0	10	15
Sub colector J. García	66.0	18	24
Sub colector J. García	91.0	18	18
Sub colector J. García	722.0	15	15
Sub colector Olimpia	76.0	12	24
Sub colector Olimpia	366.0	12	18
Sub colector Olimpia	571.0	12	12
Sub colector Virreyes	796.0	12,10	15
Sub colector Peni	178.0	12	18
Sub colector Peni	753.0	12	15
Sub colector Eclipse	276.0	12	24
Sub colector Eclipse	504.0	12	15
Sub colector las Aguilas	294.0	10	15
Sub colector Hermosillo	851.0	10	15
Sub colector Buenos Aires	370.0	15	18
Colector Obregón	891.0	30	30
Colector Obregón paralelo	740.0	24	18
Colector Obregón	234.6	24	30
Colector Obregón	878.3	24	24
Colector Obregón	905.7	15	18
Colector Obregón	225.7	15	15
Colector Obregón	125.1	15	12
Colector Riuz Cortines	4,624.0	36	36
Colector Riuz Cortines	1,667.0	24	30
Colector Riuz Cortines	2,058.0	18	24

CUADRO A10.1 PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL EN NOGALES SONORA.

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P.U.	IMPORTE(\$)
CORTE CON CORTADORA DE DISCO EN PAVIMENTO ASFALTICO.	ML	70,000	23	1,594,676
RECONSTRUCCION DE PAVIMENTO ASFALTICO DE 0.07 m DE ESPESOR	M3	1,200	78	93,363
CONSTRUCCION DE BANQUETA DE CONCRETO	M3	50	68	3,404
RECONSTRUCCION DE PAVIMENTO ASFALTICO CON CARPETA DE CONCRETO DE ESPESOR.	M2	1,200	95	114,449
CONSTRUCCION DE BANQUETA DE CONCRETO FIC= 150 DE 0.08 m. (NO INCLUYE BASE)	M2	625	84	52,348
EXCAVACION CON MAQUINA PARA ZANJAS, EN MATERIAL SECO, CON AFLOJE Y EXTRACCION DEL MATERIAL CON LIMPIEZA DE PLANTILLA Y TALUDES, CARGA A CAMION O A UN LADO DE LA ZANJA HACIENDO ACARREO Y CONSERVACION DE LA EXCAVA HASTA LA INSTALACION SATISFACTORIA DE LAS TUBERIAS	M3	19,110	19.26	368,135
DE 0.80 M. DE PROFUNDIDAD ZONA "B"				
EXCAVACION CON USO DE MEDIOS NEUMATICOS Y/O VOLTEOS. PARA ZANJA EN MATERIAL "C" EN SECO, CARGA DE REZAGA A MANO, INCLUYE AFLOJE, AMACIZE O CARGA DE PLANTILLA Y TALUDES, REMOCION, TRASPALCOS Y TRASPALCOS PARA SU EXTRACCION, CARGA DIRECTA A CAMION	M3	8,190	222	1,816,454
DE 4.00 M. DE PROFUNDIDAD				
RECONSTRUCCION DE LA APISONADA CON PISON DE MANO, EN ZANJAS HACIENDO SELECCION DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION, COLOCACION DE LA PLANTILLA Y COLOCACION DE EL APOYO SEMICIRCULAR PARA LA TUBERIA HACIENDO LA CON MATERIALES "A" Y/O "B".	M3	2,100	44	91,512
RECONSTRUCCION DE ZANJAS CON MATERIAL "A" Y/O "B" INCLU YENDO SELECCION Y VOLTEO DEL MATERIAL APISONADO HACIENDO CONTACTO CON AGUA EN CAPAS DE 0.20 M DE ESPE SOR HACIENDO LA PRUEBA PROCTOR	M3	31,500.00	44.40	1,398,699
RECONSTRUCCION DE 1er KILOMETRO DE MATERIALES PETREOS, ARENA Y MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACION, EN CAMION CARGA VOLTEO, DESCARGA A VOLTEO. ZONA URBANA TRANSITO	M3	1,816	7	12,314

CUADRO A10.1 PRESUPUESTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL DRENAJE PLUVIAL EN NOGALES SONORA.

100 KILOMETRO SUBSECUENTE AL PRIMERO DE LOS PETREOS, ARENA, GRAVA, MATERIALES DE LA EXCAVACION, EN CAMION DE VOLTEO, EN LA ZONA URBANA TRANSITO NORMAL	M3/KM	9,080	3	29,032
INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO, INCLUIDAS MANIOBRAS LOCALES, BAJADO INSTALACION DE TUBERIA CON JUNTA HERMETICA Y PRUEBAS DE 40cm (16") DE DIAMETRO.	ML	11,400	110	1,248,859
INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO, INCLUIDAS MANIOBRAS LOCALES, BAJADO INSTALACION DE TUBERIA Y PRUEBAS. DE 45 cm (18") DE DIAMETRO	ML	14,000	187	2,621,051
INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO, INCLUIDAS MANIOBRAS LOCALES, BAJADO INSTALACION DE TUBERIA Y PRUEBAS. DE 60 cm. (24") DE DIAMETRO.	ML	10,100	229	2,313,404
INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO, FIC = 100%, INCLUYE IMPERMEABILIZACION INTERIOR CON MAN DE HULLA Y JUNTA HERMETICA (ORING) DE CONCRETO DE 40 cm (16") DE DIAMETRO	ML	11400	592	6,752,467
INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO, FIC = 100%, INCLUYE IMPERMEABILIZACION INTERIOR CON MAN DE HULLA Y JUNTA HERMETICA (ORING). DE CONCRETO DE 45 cm. (18") DE DIAMETRO	ML	14,000	728	10,188,769
INSTALACION DE TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO, FIC = 100%, INCLUYE IMPERMEABILIZACION INTERIOR CON MAN DE HULLA Y JUNTA HERMETICA (ORING). DE CONCRETO DE 60 cm (24") DE DIAMETRO.	ML	10,100	856	8,649,060
CONSTRUCCION DE BOCA-TORMENTA PARA RECOLECCION DE PLUVIAL	PZA	1,500	200	299,751
INSTALACION Y COLOCACION DE REJILLAS PARA LAS BOCA TORMENTAS	PZA.	1,500	306	459,618
INSTALACION DE SLANT Y CODO DE CONCRETO SIMPLE PARA CONECTAR A TUBO DE DRENAJE PLUVIAL	JGO	1,500	87	130,791
INSTALACION DE SLANT Y CODO DE CONCRETO SIMPLE PARA CONECTAR A TUBO DE DRENAJE PLUVIAL	JGO	1,500	44	65,945

COSTO DIRECTO TOTAL: \$ 38,304,103

ELABORACIÓN PROPIA CON COSTOS UNITARIOS DE LA COAPAES.

CUADRO A11.1 EVALUACION DE LA ALTERNATIVA DE CONSTRUCCION DE LA PLANTAR EN NOGALES, ARIZONA.

TASA SOCIAL DE DESCUENTO	12%	2011-2022
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	14%	2006-2010
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	16%	2001-2005

EVALUACION SOCIAL DEL PROYECTO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
INVERSION EN COLECTORES	-17 740 293										
INVERSION EN PTAR				-50 212 500							
TERRENO				-10 822 500							
OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL EMISOR					-1 110 970	-1 226 437	-1,333 475	-1 443 403	-1 556 298	1 672 242	1 791 317
OPER Y MANI DE PTAR					-594 750	-594 750	-594 750	594 750	-594 750	594 750	594 750
TOTAL DE COSTOS				-61 035 000	-1 705 720	-1 821 187	-1 928 225	-2 038 153	-2 151 048	-2 266 992	-2 386 067
AHORRO EN MANTENIMIENTO DE COLECTORES		1 503 320	1,503,320	1 503 320	1 503 320	1 503 320	1 503,320	1 503 320	1 503 320	1 503 320	1 503,320
TOTAL DE BENEFICIOS		1 503,320	1 503 320	1 503 320	1 503 320	1 503 320	1 503 320	1 503 320	1 503 320	1 503 320	1 503 320
BENEFICIOS NETOS	-17,740,293	1,503,320	1,503,320	-59,531,680	-202,400	-317,867	-424,904	-534,832	-647,728	-763,672	-882,746
VALOR PRESENTE DEL FLUJO NETO	-17,740,293	1,295,966	1,117,212	-38,139,427	-111,784	-153,996	-180,572	199,375	-211,807	-219,054	-226,080
	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020	2 021	VANS
TERRENO											10 822 500
OPERACION Y MANTENIMIENTO DEL EMISOR	-1 904 548	-2 020,610	-2 139 573	-2 261 510	-2 386 486	-2 514 607	-2,645 920	-2 780 516	-2 918 477	3 059 887	
OPER Y MANI DE PTAR	-594 750	-594 750	-594 750	-594 750	-594 750	-594 750	-594 750	-594 750	594 750	594 750	
TOTAL DE COSTOS	-2 499 298	-2 615 360	-2 734 323	-2 856 260	-2 981 246	-3 109 357	-3,240,670	-3 375 266	-3 513 227	-3 657 863	
AHORRO EN MANTENIMIENTO DE COLECTORES	1,503,320	1,503,320	1,503,320	1 503 320	1 503 320	1 503,320	1,503,320	1 503 320	1 503 320	1,503 320	
TOTAL DE BENEFICIOS	1,503,320	1,503,320	1,503,320	1 503 320	1 503 320	1,503,320	1,503,320	1 503 320	1 503 320	1,503,320	
BENEFICIOS NETOS	-995 977	-1,112,039	-1,231,003	-1,352,940	-1,477,926	-1,606,036	-1,737,349	-1,871,946	-2,009,907	-2,154,543	
VALOR PRESENTE DEL FLUJO NETO	-203,348	-202,718	-200,361	-196,614	-191,765	-186,061	-179,709	-172,885	-165,738	-158,419	-55,829,988

TASA SOCIAL DE DESCUENTO	12%	2011-2022
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	14%	2006-2010
TASA SOCIAL DE DESCUENTO	16%	2001-2006

EVALUACION SOCIAL DEL PROYECTO	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
INVERSION EN COLECTORES	-17 740,293										

TOTAL DE COSTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENTRADA DE DIVISAS POR VENTA DE AGUAS RESIDUALES		2 256,428	2 256,428	2 256,428	2 751 201	2 824 089	2 881 655	2 861 046	3 032 311	3 105 499	3 180 664
AHORRO EN MANTENIMIENTO DE COLECTORES		1 504,285	1 504,285	1 504,285	1 504,285	1 504,285	1 504,285	1 504,285	1 504,285	1 504,285	1 504,285
TOTAL DE BENEFICIOS		3 760 713	3 760 713	3 760 713	4 255 487	4 328 374	4 385 941	4 465 332	4 536 596	4 609 784	4 684 949
BENEFICIOS NETOS	-17 740,293	3 760 713	3 760 713	3 760 713	4 255 487	4 328 374	4 385 941	4 465 332	4 536 596	4 609 784	4 684 949
VALOR PRESENTE DEL FLUJO NETO	-17 740,293	3 241,994	2 794,823	2 409,330	2 350,267	2 096,950	1 868,143	1 664,590	1 483,470	1 322,283	1 198,660
	2 012	2 013	2 014	2 015	2 016	2 017	2 018	2 019	2 020	2 021	VAN

TOTAL DE COSTOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ENTRADA DE DIVISAS POR VENTA DE AGUAS RESIDUALES	3 252,140	3 325,403	3 400,497	3 477 469	3 556 385	3 637 234	3 720 124	3 805 086	3 892 173	3 981 437	
AHORRO EN MANTENIMIENTO DE COLECTORES	1 504 285	1 504 285	1 504 285	1 504 285	1 504 285	1 504 285	1 504 285	1 504 285	1 504 285	1 504 285	
TOTAL DE BENEFICIOS	4 756 425	4 829 688	4 904 782	4 981 754	5 060 650	5 141 519	5 224 409	5 309 372	5 396 458	5 485 722	
BENEFICIOS NETOS	4 756 425	4 829 688	4 904 782	4 981 754	5 060 650	5 141 519	5 224 409	5 309 372	5 396 458	5 485 722	
VALOR PRESENTE DEL FLUJO NETO	971,114	880,422	798,313	723,966	656,635	595,650	540,404	490,351	444,994	403,888	9 197,154

BIBLIOGRAFÍA

Fontaine, Ernesto. *Evaluación social de proyectos*, Universidad Católica de Chile, 12a edición, 1998.

Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación de Proyectos, *Apuntes sobre Evaluación Social de Proyectos*, Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S N C., 1ª edición, México, 1999

Metodologías incluidas en el CD-ROM Biblio-Proyectos, publicado por Mideplan, el CIAPEP y el CEPEP de Banobras, 1997

Revista de BANOBRAS, *Federalismo y Desarrollo*, Enero-Febrero-Marzo de 1998

INEGI, *Cuaderno Estadístico Municipal de Nogales, Sonora*, 1a Edición 1998 Y conteo preliminar 2000

Tratado sobre distribución de aguas Internacionales entre México y EE.UU, 1944, y sus Actas

Acuerdo de cooperación ambiental de América del Norte, 1994

SEMERNAP, *Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección del Ambiente*

CAMP DRESSER & MCKEE, INC. (CDM) y Comité Internacional de Límites y Aguas (CILA), *Plan de Saneamiento de Ambos Nogales*, 2000

CAMP DRESSER & MCKEE, INC (CDM) y Comité Internacional de Límites y Aguas (CILA). *Estudio de infiltraciones y afluencias en Nogales. Sonora*, 1998.

Ingeniería del Medio Ambiente S A (IMASA) y Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF), *Estudio de detección de fugas en Nogales, Sonora*, 1999 Y *Estudio de extracción de agua potable*, 1999.

Ley de Aguas Nacionales y NOM-001-ECOL-1996.

Datos proporcionados por:

- Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Estado de Sonora (COAPAES)
- Comité Internacional de Límites y Aguas (CILA)
- Comisión Nacional de Aguas (CNA)
- Secretaría de Agricultura del Estado de Sonora
- Depto de Control y Estadística de la Secretaría de Salud de Nogales, Sonora
- Perito Valuador
- Visita de Campo

Direcciones Electrónicas

-<http://www.cna.gob.mx>

-<http://www.semarnap.gob.mx>