



**GUÍA GENERAL PARA LA PREPARACIÓN Y
PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN
SOCIOECONÓMICA DE PROYECTOS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES**

Diciembre de 2006



Guía de Proyectos para la Construcción de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales

NOTA INTRODUCTORIA

El CEPEP presenta una serie de “Guías Metodológicas”, las cuales deben considerarse como **no oficiales**, para la evaluación y presentación de proyectos sectoriales.

Esta guía deberá servir de apoyo para integrar la información que la Unidad de Inversiones de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) presenta en los “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión” que publica en la página de Internet siguiente:

http://www.apartados.hacienda.gob.mx/cartera/temas/lineamientos/documentos/lineamientos_050106.pdf

D.R.© Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, S.N.C.
Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos.

Registro en Trámite
ISBN: 968-7457-30-9

DERECHOS RESERVADOS. Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra sin autorización por escrito de su editor.



*Guía de Proyectos para la Construcción de Plantas de
Tratamiento de Aguas Residuales Municipales*

GUÍA PARA LA PREPARACIÓN Y PRESENTACIÓN DE ESTUDIOS DE EVALUACIÓN SOCIAL DE PROYECTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPALES

CONTENIDO DE LA GUÍA

El contenido general de un estudio de evaluación de proyectos de construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, es el siguiente:

1. Resumen Ejecutivo
 2. Situación sin Proyecto y Posibles Soluciones
 3. Descripción del Proyecto
 4. Situación con Proyecto
 5. Evaluación del Proyecto
 6. Análisis de Sensibilidad y Riesgos
 7. Conclusiones
 8. Ejemplo de cálculo de excedentes económicos agrícolas
- Bibliografía

1. RESUMEN EJECUTIVO

Para redactar este apartado se recomienda revisar la “Guía Metodológica General de Preparación y Presentación de Estudios de Proyectos de Inversión Pública” publicada por el CEPEP en su página de Internet.

2. SITUACIÓN SIN PROYECTO Y POSIBLES SOLUCIONES

En este apartado se deberá describir la problemática que da origen al proyecto propuesto. Para ello, será necesario describir, de preferencia utilizando un mapa o croquis, la calidad del agua residual desde su(s) punto(s) de descarga, hasta el sitio definido en la formulación del proyecto, comparándola con las características contenidas en la norma oficial correspondiente. A continuación, deberá describirse de qué manera afecta a la sociedad la descarga de aguas residuales crudas al cuerpo de agua respectivo. Los efectos están relacionados con las enfermedades de origen hídrico de la población que está en contacto directo o indirecto con las aguas residuales, con la disminución en los excedentes económicos de actividades productivas (agrícolas, pesqueras, turísticas, etc.) que utilizan las aguas residuales como insumo, así como con las molestias ocasionadas por los “malos” olores y fauna nociva, principalmente.

También deberá señalarse en un mapa o en una figura las áreas habitacionales afectadas por las aguas residuales, así como las áreas de actividades productivas que se ven afectadas por la “mala” calidad de agua que utilizan como insumo (por ejemplo, cierto número de hectáreas y restricciones para la siembra de cultivos).

Por otro lado, desde el punto de vista privado (organismo operador o comisión estatal de aguas), deberá señalarse que no se cumple con la normatividad ambiental vigente referente al tratamiento de aguas residuales, ya que se descargan aguas negras sin tratar a un cierto cuerpo de agua. Esto generalmente se traduce en una multa por infringir dicha norma. Conviene señalar que la multa representa un costo privado para el organismo operador, pero socialmente no es un costo social y representa sólo una transferencia de recursos.

2.1 Objetivo del estudio

En este punto deberá mencionarse si la evaluación del proyecto de construcción de planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) municipales, se realizará a nivel de perfil, prefactibilidad o factibilidad. También deberá señalarse el criterio de evaluación que se utilizará para evaluar el proyecto que deberá ser mediante el cálculo del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rendimiento (TIR), aunque en ocasiones el criterio relevante pudiera ser el de la Tasa de Rendimiento Inmediato, debido a que los beneficios netos del proyecto pudieran ser crecientes.

2.2 Situación sin proyecto

En este punto deberá realizarse un diagnóstico claro de la situación actual, para lo cual es imprescindible realizar una visita o trabajo de campo para obtener lo siguiente:

1. Población afectada por las descargas de aguas residuales. Número de habitantes, tipos de viviendas, ocupantes por vivienda y tipo de molestias que perciben. Si la evaluación social del proyecto se va a realizar aplicando la metodología de precios hedónicos, también será necesario investigar en campo los precios de mercado de viviendas afectadas y no afectadas por la circulación de aguas residuales cerca de sus viviendas. El único atributo que deberá ser diferente entre los dos tipos de viviendas, serán las molestias ocasionadas por las aguas residuales. Esta última información se puede obtener con algún perito valuador con experiencia y/o consultando a empresas inmobiliarias del lugar.
2. Tipo, frecuencia y costo de tratamiento de enfermedades atribuibles al contacto directo e indirecto con las aguas residuales municipales. Para conocer lo anterior se deberá realizar una encuesta a la población afectada y también para corroborar lo anterior, entrevistarse con el encargado de la jurisdicción sanitaria del lugar. También se requieren conocer los costos de la atención y tratamiento de las enfermedades, para lo cual se requiere de una entrevista con los médicos del lugar. Es importante también cuantificar el tiempo que permanecen enfermos los habitantes.
3. Descripción de la actividad productiva que utiliza el agua de un río que está contaminada por aguas residuales. Por ejemplo, si en la situación sin proyecto existen cierto número de agricultores que utilizan para el riego de sus parcelas el agua proveniente de un río, al cual es descargado un cierto caudal de aguas residuales, deberá conocerse lo siguiente:
 - Tipos de cultivos que siembran y cosechan, así como superficie sembradas (hectáreas).
 - Valor de la producción agrícola, para lo cual se requiere conocer el rendimiento en toneladas por hectárea y el precio medio rural en pesos por tonelada.
 - Costos de producción agrícola (semillas, fertilizantes, pesticidas, mano de obra, etc.), ya sea en pesos por tonelada o en pesos por hectárea.
 - Excedente económico agrícola en la situación sin proyecto, el cual se obtiene restando al valor de la producción agrícola el costo de la producción agrícola.

Con la finalidad de no atribuirle al proyecto costos y beneficios de manera ilegítima, se deberán proponer “medidas de optimización” de la situación actual. Estas medidas deberán ser de “bajo” costo de inversión, las cuales podrían ser por ejemplo, el desazolve de los cauces de los ríos que reciben la descarga de aguas residuales.

Con ello se obtiene la situación base optimizada (o situación sin proyecto), que es la que se debe comparar con la situación con proyecto. También se deberán tomar en cuenta los efectos de los proyectos que se encuentren en ejecución o con presupuesto asignado, que también modifiquen la situación sin proyecto.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En este capítulo se deberá describir física y operativamente el proyecto de PTAR municipales que se pretende llevar a cabo. Asimismo, deberán señalarse las alternativas técnicas de tratamiento de aguas residuales que se analizaron y cual fue la que se eligió. Para ello se recomienda calcular el costo anual equivalente (CAE) para cada alternativa, ya que hay soluciones para el tratamiento de las aguas que tienen diferentes costos de inversión, costos de operación y mantenimiento y distintas vidas útiles.

Se recomienda incluir la descripción del proyecto que se menciona en “Lineamientos para la elaboración y presentación de los análisis costo y beneficio de los programas y proyectos de inversión”, sección IV, numeral 8, apartado iii, del Manual de Normas Presupuestarias de la Administración Pública Federal de la SHCP.

3.1 Descripción física

Se deberán describir las características técnicas, costos de inversión, costos de operación y mantenimiento, así como vida útil de cada una de las alternativas para construir y operar una PTAR, que cumplan con la remoción de contaminantes exigida y permita cumplir con la normatividad ambiental vigente.

Se deberá realizar un resumen de las alternativas técnicas de solución con la información que se muestra en el Cuadro No. 1.

Cuadro 1. Análisis de alternativas de tipo de PTAR.

Alternativa técnica	Breve descripción técnica	Costo de inversión (\$)	Costo de operación (\$/año)	Costo de mantenimiento (\$/año)	Vida útil de la alternativa	Valor presente costos (VPC) (\$)	Costo Anual Equivalente (CAE)
1							
2							
3							

Fuente: Elaboración propia con base en información proporcionada por el Organismo Operador y Comisión Estatal de Aguas.

Si las alternativas técnicas de solución tienen diferente vida útil, deberá elegirse la que presente el menor Costo Anual Equivalente (CAE); y si las alternativas presentan la misma vida útil, deberá seleccionarse la alternativa que tenga el menor Valor Presente de Costos (VPC).

Asimismo, se recomienda incluir una figura o esquema donde se muestre la ubicación de la PTAR y su área de influencia.

3.2 Descripción operativa

En este apartado deberá describirse desde el punto de vista técnico la operación de la PTAR seleccionada en el punto anterior. Es decir, deberá señalarse la capacidad máxima de tratamiento de agua residual en litros por segundo, la calidad del efluente de la planta, si la PTAR se plantea opere por módulos, etc. También, deberá mostrarse gráficamente el origen de las aguas residuales, su trayecto por los colectores y emisor final, hasta la llegada a la PTAR que se desea construir.

4. SITUACIÓN CON PROYECTO

En este apartado se mencionará cuál será el uso de las aguas tratadas producto de la PTAR. Si el uso estuviera destinado para el riego agrícola deberá estimarse el excedente económico de la actividad agrícola en la situación con proyecto, es decir operando la PTAR. Para ello deberán realizarse entrevistas con los agricultores de la zona para conocer lo siguiente:

- Tipos de cultivos que sembrarían, así como superficie sembradas y cosechadas (hectáreas).
- Valor de la producción agrícola esperado, para lo cual se requiere conocer el rendimiento en toneladas por hectárea y el precio medio rural en pesos por tonelada.

- Costos de producción agrícola por tipo de cultivo (semillas, fertilizantes, pesticidas, mano de obra, etc.), ya sea en pesos por tonelada o en pesos por hectárea.
- Excedente económico agrícola en la situación con proyecto, el cual se obtiene restando al valor de la producción agrícola el costo de la producción agrícola.

Además de haber realizado el trabajo de campo para obtener la información anterior, ésta deberá validarse, de preferencia en las oficinas locales de la Secretaría de Agricultura Federal.

Por otro lado, en lo que se refiere a la incidencia de enfermedades de origen hídrico, deberán realizarse entrevistas con los médicos de la jurisdicción sanitaria en cuestión, para que estimen el tipo de enfermedades, así como la frecuencia y costo de su tratamiento en la situación con proyecto. Lo anterior deberá realizarse para una localidad o comunidad similar a la del proyecto, para así tener por asimilación la referencia de las enfermedades.

5. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

El propósito de este apartado es identificar, cuantificar y valorar los costos y beneficios sociales del proyecto en términos monetarios a lo largo de todo el horizonte de evaluación. Todos los flujos del proyecto deberán estar expresados en pesos constantes y en los cuadros deberá citarse la fecha en la que éstos están expresados.

5.1 Identificación, cuantificación y valoración de costos

a) Costos de inversión

Los costos de inversión incluyen los costos de adquisición e instalación de cada uno de los componentes de la planta de tratamiento de aguas residuales. Deberá presentarse un desglose de los componentes que integren la inversión (materiales, maquinaria, equipos, mano de obra calificada, semicalificada y no calificada). En caso de que el proyecto vaya a utilizar equipos y materiales de importación, deberán descontarse los aranceles que se generan por internarlos al país, así como el Impuesto al Valor Agregado (IVA).

b) Costos de operación y mantenimiento

Se deberán de considerar todos los costos de operación de la PTAR, como lo son: energía eléctrica para operar los equipos, insumos propios de la planta, así como la mano obra calificada, semi - calificada y no calificada.

5.2 Identificación, cuantificación y valoración de los beneficios

Los beneficios sociales que se obtienen por llevar a cabo un proyecto de construcción y operación de una PTAR, son los siguientes:

a) Incremento en el excedente neto de actividades productivas

Para cuantificar y valorar este beneficio se requiere estimar el excedente económico social de la actividad productiva en la situación sin proyecto y en la situación con proyecto.

Por lo general la contaminación de cuerpos de agua con aguas residuales municipales afecta algunas actividades productivas. Por ejemplo, en agricultura, si se está utilizando el agua para riego de cultivos, estos deben restringirse a granos forrajeros, lo que hace que el excedente económico privado y social de la actividad sea menor al que podría tenerse si el agua no estuviera contaminada. Asimismo, las actividades turísticas en un lago por ejemplo, podrían restringirse a deportes en los que no se tuviera contacto con el agua, etc.

Cualquiera que sea la actividad que se esté afectando con las aguas residuales municipales, para calcular el beneficio de un proyecto de tratamiento de dichas aguas, deberían realizarse los cálculos que se muestran en el Cuadro No. 2.

Cuadro 2. Cálculo del beneficio en actividades productivas.

Concepto	Situación sin proyecto	Situación con proyecto	Diferencia
Valor de la Producción	5,000	8,000	3,000
Costo de la Producción	3,000	4,000	1,000
Excedente Económico Privado y Social	2,000	4,000	2,000

El cálculo de la diferencia entre el excedente económico social con proyecto y sin proyecto representaría el beneficio del proyecto para cada año del horizonte de evaluación.

b) Disminución en el índice de enfermedades hídricas

En la situación sin proyecto, las aguas residuales municipales pueden generar un mayor índice de enfermedades hídricas cuando se tiene contacto físico con ella; o bien por las bacterias que arrastra el aire y que puede depositar en alimentos, bebidas y otros. En la situación con proyecto, el índice de estas enfermedades tendería a disminuir.

Para calcular el número de casos de enfermedades hídricas que son legítimamente atribuibles a las aguas residuales municipales, se utiliza el método de asimilación, el cual consiste en comparar el índice de estas enfermedades en una zona que no está afectada por aguas residuales, con el mismo índice en una zona que tenga ese problema. Es conveniente, que las zonas que se comparen sean semejantes en cuanto a nivel de ingresos y otras condiciones como: disposición de drenaje, agua potable, electricidad, pavimentación, etc.

Una vez que se tenga identificado el número de casos de enfermedades hídricas legítimamente atribuibles a las aguas residuales, se estimará el costo del tratamiento para que las personas recuperen su estado de salud. En el Cuadro No. 3 se muestra el cálculo del beneficio por disminución en el índice de enfermedades hídricas.

Cuadro 3. Cálculo del beneficio por disminución en el índice de enfermedades hídricas.

Concepto Enfermedad	Costo de tratamiento \$	Valor del tiempo por visitas al medico \$	Costo por dejar de asistir al trabajo o escuela \$	Suma \$
---------------------	-------------------------	-------------------------------------------	----------------------------------------------------	---------

Para el cálculo de este beneficio, se requiere saber el tipo de enfermedad, pues el costo del tratamiento puede ser diferente, el número de visitas al médico y el tiempo que tardan las personas en realizar dichas visitas; además del salario promedio de las personas afectadas. En caso de que los afectados sean menores de edad, su tiempo se valorará con el salario promedio de las actividades alternativas que ellos podrían realizar.

c) Postergación de inversiones en agua potable

En el caso de que un proyecto de tratamiento de aguas residuales se defina

además, como un proyecto de reutilización de las aguas tratadas, se generará un beneficio que permitirá postergar inversiones en agua potable.

La reutilización de agua tratada, lo que permite es que la demanda por agua potable disminuya y eso hará que la ampliación de este servicio se pueda postergar por uno o varios periodos. El beneficio será igual al valor de la inversión en agua potable multiplicado por la tasa social de descuento. En el Cuadro No. 4 se muestra un ejemplo.

Cuadro 4. Cálculo del beneficio por postergación de inversiones en agua potable.

Concepto	Horizonte de evaluación				
	5	6	7	8	...
Situación sin proyecto	I_1	I_2	-	-	...
Situación con proyecto	-	-	I_1	I_2	...
Beneficio	$I_1 r^*$	$I_1 r^* + I_2 r^*$	$I_2 r^*$		

Como puede observarse en el Cuadro No 3, en la situación sin proyecto, se prevén inversiones en agua potable en los años 5 y 6 del horizonte de evaluación, las cuales se postergan en la situación con proyecto para los años 7 y 8, debido a que se utiliza el agua tratada por el proyecto. Así, el beneficio en el año 5 sería igual a la inversión en ese año por la tasa social de descuento; en el año 6, sería igual a la inversión en el año 5 más la inversión del año 6, multiplicado por la misma tasa; y finalmente, el beneficio en el año 7, sería igual a la inversión del año 6 multiplicado por la tasa. En este ejercicio se supone que la tasa social de descuento es constante en el horizonte de evaluación.

d) Disminución de malos olores y fauna nociva

Este beneficio se puede suponer intangible o bien asignándole el valor de el menor costo de evitarlos (aplicación de la segunda regla de oro). El costo por evitarlos podría ser el entubamiento de las aguas residuales hasta el cuerpo receptor.

5.3 Criterio de evaluación

El criterio de rentabilidad que deberá calcularse será el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Rendimiento (TIR).

6. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD Y RIESGOS

Se deberá de realizar un análisis de sensibilidad unidimensional de las variables más significativas en el cálculo de los beneficios y del VAN. También deberá realizarse un análisis de sensibilidad considerando un incremento en los costos de inversión de uno o más de los componentes del proyecto.

7. CONCLUSIONES

Este apartado deberá exponer las principales conclusiones del estudio de evaluación. Es decir, se concluirá indicando en qué año conviene iniciar con las obras y cuándo deberá comenzar a operar el sistema de abastecimiento de agua potable. Asimismo, se deberán señalar las recomendaciones del estudio, como podría ser obtener con mayor detalle los costos de inversión del proyecto, ya que un cambio de estas cifras pudiera modificar la conclusión del momento óptimo de inversión. Otra posibilidad es analizar diferentes tipos de tratamiento, pues mientras mayor sea la calidad de agua del efluente, será mayor su costo. Esto debe conducir a concluir en cuál es el tipo de tratamiento socialmente rentable. Finalmente se deberán mencionar las principales limitaciones del estudio de evaluación.

8. EJEMPLO

Ejercicio: Cálculo de los excedentes económicos agrícolas en las situaciones sin y con proyecto

Con la finalidad de explicar cómo se realiza el cálculo de los beneficios sociales de un proyecto de PTAR, cuando el uso del agua tratada es para riego agrícola, a continuación se presenta un caso hipotético donde un organismo operador de agua potable de cierto municipio está interesado en llevar a cabo obras de saneamiento de aguas residuales.

El Organismo Operador de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de cierto municipio, desea construir y operar una PTAR. De acuerdo con dicho organismo, el agua tratada sería utilizada por agricultores para el riego de hortalizas que no se consumen crudas.

El monto de inversión total asciende a aproximadamente 300.0 millones de pesos y los costos de operación y mantenimiento serían de alrededor de 25.0 millones de pesos por año. Con la PTAR se podrían regar hasta 10,000 hectáreas. Las situaciones sin y con proyecto, en lo que se refiere a la actividad agrícola en la zona de influencia de la planta, es la que se muestra en el cuadro siguiente:

Concepto	Situación S/PTAR	Situación C/PTAR
Tipo de cultivo	Granos forrajeros (sorgo)	Hortalizas
Rendimiento (ton./ha)	10.0	12.0
Precio (\$/ton.)	1,000	1,500
Costo de producción (\$/ha.)	1,000	2,000

Por otro lado, se sabe que si se construye y opera la PTAR, la tasa de incorporación de los agricultores al proyecto sería de 50% para el año 1 y 100% para el año 2. La tasa social de descuento es del 10% anual. Suponga que el único beneficio social que se lograría sería el incremento en el excedente económico agrícola, que la planta dura para siempre y que no existen precios mentirosos. Calcule el VAN social del proyecto PTAR.

Solución:

Excedente en la situación S/P:

$$\begin{aligned} \text{Valor de la producción agrícola (VPA)} &= \text{Precio} \times \text{Rendimiento} \\ &= 1,000 \text{ \$/ton} \times 10 \text{ ton/ha} \\ &= 10,000 \text{ \$/ha} \end{aligned}$$

$$\text{Costo de la producción agrícola (CPA)} = 1,000 \text{ \$/ha}$$

$$\text{Excedente S/P} = \text{VPA} - \text{CPA} = 10,000 - 1,000 = 9,000 \text{ \$/ha}$$

Excedente en la situación C/P:

$$\begin{aligned} \text{Valor de la producción agrícola (VPA)} &= \text{Precio} \times \text{Rendimiento} \\ &= 1,500 \text{ \$/ton} \times 12 \text{ ton/ha} \\ &= 18,000 \text{ \$/ha} \end{aligned}$$

$$\text{Costo de la producción agrícola (CPA)} = 2,000 \text{ \$/ha}$$

$$\text{Excedente C/P} = \text{VPA} - \text{CPA} = 18,000 - 2,000 = 16,000 \text{ \$/ha}$$

Beneficio social del proyecto = Incremento del excedente económico agrícola
 = Excedente C/P – Excedente S/P
 = 16,000 – 9,000 = 7,000 \$/ha = Inc. excedente

Flujo de beneficios y costos (millones de pesos)

CONCEPTO	Año 0	Año 1	Año 2 al infinito
<i>Costos</i>			
Inversión	-300.0		
Oper y Mtto		-25.0	-25.0
<i>Beneficios</i>			
Inc. Excedente		+35.0	+70.0
Flujo Neto	-300.0	+10.0	+45.0

VAN social = $-300.0 + [10.0/(1.10^1)] + [(45.0/0.1) \times (1/1.10^1)]$
 = $-300.0 + 9.090 + 409.09$
 = + 118.18 millones de pesos > 0, como el VAN es positivo el proyecto sería rentable socialmente.



Bibliografía

Metodología de Proyectos de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Ministerio de Planificación y Cooperación (MIDEPLAN). División de Planificación, Estudios e Inversión, de Chile. Dirección electrónica: <http://bip.mideplan.cl>