



01168 19  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

---

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE INGENIERIA  
CAMPUS MORELOS

**“ANALISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL  
TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES  
DE LA CIUDAD DE CHILPANCINGO, GRO.”**

**T E S I S**  
PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**MAESTRO EN INGENIERIA**  
**INVESTIGACION DE OPERACIONES**  
**O P C I O N : F I N A N Z A S**  
**P R E S E N T A :**  
**ING. CELIA PATRICIA TELLEZ TAPIA**



DIRECTOR DE TESIS: M.I. ARTURO FUENTES ZENON.

202550

JIUTEPEC, MOR.

JUNIO 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.

*A mis Padres y Hermanos  
a mis compañeros y amigos*

## *Agradecimientos:*

*Por haber hecho posible esta Tesis:*

A mis Asesores:

Ing. José Collí Misset  
M.I. Arturo Fuentes Zenón  
M.I. Javier Suárez Rocha  
Dr. Sergio Fuentes Maya  
Dr. Gabriel Sánchez Guerrero  
Dr. Ricardo Aceves García

A la División de Estudios de Posgrado  
Facultad de Ingeniería  
Campus Morelos  
M. Sc. Jorge Arturo Hidalgo Toledo  
M Sc. Hilda Guerrero García Rojas  
Sra. Ma. de Lourdes Pineda Córdoba  
Lic. Ma. de Lourdes Pineda Barba

Al Instituto Mexicano de Tecnología del Agua:  
Coordinación de Calidad del Agua  
Subcoordinación de Tratamiento de Aguas Residuales  
Dra. Gabriela Mantilla Morales

Coordinación de Desarrollo Profesional e Institucional  
M. C. Alfonso Olaiz y Perez  
Lic. Benito López Covarrubias



# INDICE

---

	<i>Pág</i>
<b>ÍNDICE</b>	<b>2</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>4</b>
<b>RESÚMEN</b>	<b>7</b>
<b>CAPITULO 1. GENERALIDADES</b>	<b>10</b>
1.1. ANTECEDENTES	11
1.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN	14
1.3. OBJETIVO DEL ESTUDIO	15
<b>CAPITULO 2. SITUACIÓN ACTUAL</b>	<b>16</b>
2.1. SITUACIÓN ACTUAL	18
2.2. MARCO LEGAL	19
2.3. ASPECTOS DE SALUD	20
2.4. ASPECTOS AGRÍCOLAS	21
2.5. TERRENOS NO AGRÍCOLAS	21
2.6. OTRAS MEDIDAS PARA OPTIMIZAR DE LA SITUACIÓN ACTUAL	22
<b>CAPITULO 3. SITUACIÓN CON PROYECTO</b>	<b>24</b>
3.1. PROYECTO	26
3.1.1. PLANTAS PAQUETES	28
3.1.2. PLANTA CENTRAL	32
3.2. SITUACIÓN CON PROYECTO	35
3.2.1. ORGANISMO OPERADOR DE AGUA POTABLE (CAPACH)	35
3.2.2. PREDIOS QUE ESTÁN AFECTADOS POR LAS AGUAS RESIDUALES	35
3.2.3. PREDIOS AGRÍCOLAS	35
3.2.4. ASPECTOS DE SALUD	36
<b>CAPITULO 4. DETERMINACIÓN DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS</b>	<b>37</b>
4.1. DETERMINACIÓN DE LOS BENEFICIOS	38
4.1.1. ORGANISMO OPERADOR DE AGUA POTABLE (CAPACH)	38
4.1.2. HABITANTES LOS PREDIOS NO AGRÍCOLAS	38
4.1.3. AGRICULTORES DE LA ZONA	39
4.1.3. BENEFICIOS POR CONCEPTO DE SALUD	40
4.2. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS	40
<b>CAPITULO 5. EVALUACIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO</b>	<b>41</b>
5.1. EVALUACIÓN SOCIAL	44
5.1.1. BENEFICIOS	44
5.1.2. COSTOS	44
5.1.3. EVALUACIÓN	44
5.2. EVALUACIÓN PRIVADA	45
5.2.1. EVALUACIÓN CON Y SIN FINANCIAMIENTO	45
5.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	46

<b>CAPITULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>47</b>
6.1. CONCLUSIONES	48
6.2. RECOMENDACIONES	49
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>50</b>
<b>REFERENCIAS DE PLANOS</b>	<b>53</b>
<b>ANEXO 1. MEMORIA DE CÁLCULO</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO 2. ACTUALIZACIÓN DE PRECIOS DE ANTEPROYECTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO POR MEDIO DE ÍNDICES</b>	<b>90</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
Figura 1.1. Circuito Ecoturístico Chilpancingo - Azul	11
Figura 1.2. Cuenca del río Huacapa - río Azul	12
Figura 1.3. Nueva Regionalización para el Manejo del Agua	12
Figura 2.1. Situación actual del Destino de las Aguas Residuales de la ciudad de Chilpancingo, Gro.	18
Figura 2.2. Descargas de Aguas Residuales en el río Huacapa	19
Figura 3.1. Ubicación de las Plantas Paquetes para el tratamiento de las aguas residuales	26
Figura 3.2. Ubicación de la Planta de Tratamiento Central para el tratamiento de las aguas residuales	27
Figura 3.3. Tren de Tratamiento Convencional para Aguas Residuales Municipales	27
Figura 3.4. Diagrama de Flujo de Proceso de Plantas Paquetes	29
Figura 3.5. Diagrama de Flujo de Proceso de la Planta Central	32
Figura 3.6. Situación con Proyecto	36
Figura 5.1. Análisis de Sensibilidad	46
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
Tabla 2.1. Cuadro Comparativo entre el Agua Residual Cruda de la ciudad de Chilpancingo y los Límites Máximos Permisibles (Ley Federal de Derechos, Art. 278 B)	14
Tabla 2.2. Número de Casos de las Enfermedades Hídricas Presentados en la ciudad de Chilpancingo en 1996	21
Tabla 2.3. Límites Máximos Permisibles para Contaminantes Básicos (NOM-001-ECOL-1996)	21
Tabla 4.1. Cuadro comparativo del beneficio neto anual en producción agrícola	39
Tabla 4.2. Costos de inversión, operación y mantenimiento para las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales	40
Tabla 5.1. Indicadores de rentabilidad social del proyecto	45
Tabla 5.2. Evaluación Sin Financiamiento	46
Tabla 5.3. Evaluación Con Financiamiento	46



# INTRODUCCION

---

**A** medida que la población ha crecido y desarrollado su economía, las demandas de agua han aumentado mientras que la oferta del medio natural permanece invariable, por lo que el manejo del recurso se ha hecho complejo y conflictivo, y se agrava por los fenómenos extraordinarios, como sequías e inundaciones, que demandan mayor regulación e infraestructura para su atención.

La política hidráulica en México está orientada a garantizar la disponibilidad de agua para satisfacer las necesidades de la población e impulsar el desarrollo de las actividades económicas, de manera compatible con las capacidades ambientales de cada región.

Los problemas y soluciones del sector hidráulico deben ser analizados desde los puntos de vista económico y social, además de los aspectos técnicos y ambientales, para que se logren propuestas viables.

La contribución al desarrollo integral sustentable del país, significa el uso eficiente del recurso, con un incremento de la productividad económica, social y ambiental del agua, para lograr que las futuras generaciones puedan contar con él. Es por eso necesario conocer el valor económico del agua, para racionalizar su uso y para el cuidado de los cuerpos receptores.

El bajo nivel de cobertura en los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento, se refleja en aspectos de salud pública. El Programa Hidráulico 1995 - 2000, dentro de sus objetivos considera avanzar en el saneamiento integral de cuencas, comenzando por aquéllas cuya contaminación produce mayores efectos negativos para la salud, la economía y el ambiente.

Con el Programa de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento se pretenden alcanzar niveles de cobertura de estos servicios que contribuyan al cuidado de la salud y calidad de vida de la población y al desarrollo de las comunidades, además de frenar el proceso actual de deterioro del medio ambiente por contaminación de origen doméstico.

La cuenca del río Huacapa - río Azul no escapa a la problemática descrita, donde se encuentran ubicadas importantes áreas boscosas de gran relevancia para la conservación de la diversidad biológica nacional y mundial, y para el suministro de agua a las poblaciones de Chilpancingo, Mochitlán y Quechultenango, Guerrero; como son las áreas forestales de Omiltemi, Acahuizotla y Coaxtlahuacan, en las que se incluyen monumentos naturales de gran belleza, como es el caso específico de las grutas de Juxtlahuaca.

El Gobierno del estado de Guerrero a través de la Secretaría de Fomento Turístico ha venido implementando acciones para impulsar el Programa Circuito Ecoturístico Chilpancingo Azul, el cual se encuentra inmerso dentro de la cuenca del río Huacapa - río Azul, que comprende una superficie de 105,000 hectáreas, con el que busca consolidar actividades turísticas con sentido ecológico, coadyuvando al desarrollo económico del Estado bajo la premisa de conservar los recursos naturales que sustentan su riqueza turística en el marco de una política de desarrollo sustentable.

A través del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua se elaboró un Plan Maestro Integral de saneamiento de la cuenca, denominado: "Plan Rector para el Desarrollo Sustentable de la Cuenca del río Huacapa - río Azul, Guerrero", para la protección ecológica y saneamiento ambiental tanto de comunidades urbanas como rurales que inciden en la calidad de la zona baja de la cuenca de interés turístico, además permitirá un adecuado uso, manejo y conservación de los recursos de la misma.

La ciudad de Chilpancingo es la principal fuente de contaminación en la cuenca, debido al crecimiento poblacional y a la falta de un adecuado sistema sanitario para el desalojo de las aguas servidas, las cuales son descargadas directamente en el río Huacapa y sus afluentes, agravando el ambiente y siendo un riesgo para la salud de la población. Las áreas de cultivo existentes aguas abajo del río son regadas con dichas aguas por lo que no se permite la siembra de cultivos más rentables. El río Huacapa se une al río Azul donde existen balnearios naturales que forman parte del circuito turístico.

Ante esta situación, se vió la necesidad de elaborar un análisis de factibilidad económica y financiera para poder determinar la mejor alternativa para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Chilpancingo, Gro.

En el presente trabajo se evalúan dos alternativas:

1. Construir una Planta de Tratamiento Central, que podría ubicarse aguas abajo del río Huacapa.
2. Construir "Plantas Paquetes", que debido a la geografía de la Ciudad se ubicarían en las barrancas afluentes del río Huacapa.

La Tesis se compone de seis capítulos:

Capítulo I. Generalidades. Se presenta una descripción de la zona de estudio y el origen del problema de contaminación de la Ciudad, así como las alternativas de solución que se consideran para la evaluación económica y financiera.

Capítulo II. Situación Actual. Se muestra la situación actual del destino de las aguas residuales de la ciudad de Chilpancingo, marco legal, aspectos de salud y agrícolas.

Capítulo III. Situación con Proyecto. Se presentan las alternativas técnicas propuestas para el tratamiento de aguas residuales (Plantas Paquetes y la Planta de Tratamiento Central), así como la situación que se tendría una vez construida

cualquiera de las alternativas mencionadas.

**Capítulo IV. Determinación de los Beneficios y Costos.** Se obtienen los beneficios y costos que implica el proyecto.

**Capítulo V. Evaluación Económica y Financiera.** Se realiza la evaluación económica y financiera del proyecto. Se emplearon los métodos de análisis cuantitativos para la evaluación de proyectos de inversión. Se consideraron los métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo como son: la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y el Valor Presente Neto (VPN), que permitieron determinar la rentabilidad del proyecto. El análisis financiero se realizó con financiamiento y sin financiamiento.

**Capítulo VI. Conclusiones y Recomendaciones.** Se concluye y proponen recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos.





## RESÚMEN

---

El proyecto Ecoturístico Chilpancingo Azul tiene como acción prioritaria la recuperación y preservación ecológica de la zona, así como su promoción turística.

La ciudad de Chilpancingo es la principal fuente de contaminación de la cuenca del río Huacapa - río Azul debido al crecimiento poblacional y la falta de un adecuado sistema sanitario para el desalojo de las aguas servidas las cuales se descargan directamente sobre el río Huacapa y sus afluentes, representando un riesgo para la salud de la población.

El sistema de alcantarillado de la Ciudad cubre actualmente el 82.4 % por ciento del área urbana.

Existe un área de cultivo de granos básicos con una extensión de aproximadamente 476 hectáreas que son regadas con dichas aguas, y debido a su calidad, no permite la siembra de cultivos más rentables.

El río Huacapa se une al río Azul donde existen balnearios naturales que forman parte del circuito Chilpancingo Azul.

Por lo tanto, si se trataran las aguas residuales generadas por la Ciudad, se disminuiría en gran medida la contaminación por fuentes puntuales.

De acuerdo a muestreos tomados en el río Huacapa, las descargas rebasan los límites máximos permisibles establecidos en la Ley Federal de Derechos. El Organismo Operador tiene como fecha límite el 1º de Enero del año 2000 para cumplir con la normatividad, estando obligado a construir un sistema de tratamiento de las aguas residuales de la ciudad.

Para solucionar la problemática actual, se realizó un análisis de factibilidad económica y financiera para la construcción de un sistema de saneamiento de aguas residuales de la ciudad de Chilpancingo, Gro. considerando dos alternativas:

a) Construir Plantas "Paquetes", las cuales tratarían las aguas residuales de la Ciudad una vez conducidas por los colectores marginales a las barrancas afluentes del río Huacapa. Las aguas tratadas se descargarán nuevamente al río Huacapa para su reuso en riego agrícola o se transportarían con pipas para el riego de jardines y camellones de la Ciudad.

b) Construir una Planta de Tratamiento Central, la cual trataría las aguas residuales de la Ciudad una vez conducidas por los colectores marginales aguas abajo del río Huacapa, a la altura del poblado de Petaquillas. Las aguas tratadas se descargarán nuevamente al río Huacapa para su reuso en riego agrícola.

Una vez que esté construida cualquiera de las opciones planteadas, se tendrían los siguientes beneficios:

1. La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Chilpancingo (CAPACH) estará liberada de pagar el adeudo acumulado que tiene con la CNA, no tendrá que pagar la cuota por derecho de descarga y la multa por desechar aguas residuales que no cumplen con la normatividad vigente.
2. Se mejoraría el medio ambiente
3. Se reduciría el riesgo de contraer enfermedades hídricas
4. Se obtendrían beneficios por producción agrícola permitiendo la siembra de cultivos más rentables

Para determinar la rentabilidad del proyecto se emplearon los métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y el Valor Presente Neto (VPN).

Las alternativas propuestas para el tratamiento de las aguas residuales cumplirán con las condiciones particulares de descarga exigidas por la Comisión Nacional del Agua, por lo que solamente se emplearon los costos de inversión, operación y mantenimiento de las Plantas Paquetes pues es la opción más barata.

Se emplearon dos puntos de vista para la evaluación: social y privado. El período de evaluación es de 12 años y la TMAR de 8 %.

**Evaluación Social.** Se obtuvieron los siguientes resultados:

CONCEPTO	PLANTAS PAQUETES	PLANTA CENTRAL
Valor Presente de los Beneficios (VPB)	100'049,071.51	100'049,071.51
Valor Presente de los Costos (VPC)	77'329,427.38	126,705,494.10
Relación Beneficio / Costo	1.29	0.79
Valor Presente Neto Social (VPNS)	22'719,644.13	-26,656,422.59
Tasa Interna de Retorno Social (TIRS)	14.64 %	2.64

**Evaluación Privada.** Se elaboraron los Estados Proforma del Organismo Operador considerando:

## 1. Plan Financiero. Modelo de Porcentaje de Ventas

### 2. Análisis de escenarios:

- Escenario inicial: Se supone que permanecerán constantes el porcentaje de ventas, los gastos de administración y venta
- Escenario 1: Se supone un incremento del 10 % en ventas y costos de operación
- Escenario 2: Se supone un incremento del 20 % en ventas y costos de operación, y una reducción del 50 % en los gastos de administración y ventas

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Escenario	Evaluación Sin Financiamiento		Evaluación Con Financiamiento	
	VPN (millones)	TIR ( % )	VPN (millones)	TIR ( % )
Inicial	75.5	100.2	42.4	73.9
1	75.8	100.4	42.9	74.2
2	83.8	104.1	50.9	78.8

**Análisis de Sensibilidad.** Se realizó una evaluación con diferentes tasas de rendimiento para determinar la variabilidad en los Costos y en la relación Beneficio / Costo:

TIR	Costo Agua T. (millones)	Cuota s/Fin. (\$/hab)	Cuota c/Fin. (\$/hab)	B/C	Costo Planta (millones)
-20,00%	7,0	4,2	8,2	3,9	90,6
-10,00%	6,9	4,2	8,3	2,78	90,4
0,00%	6,9	4,2	8,3	1,82	90,1
8,00%	5,9	5,7	10,4	1,29	77,3
10,00%	5,8	6,2	11,0	1,19	75,3
20,00%	5,2	8,6	14,0	0,83	68,4

# GENERALIDADES

---

En el primer capítulo se hace una breve descripción de la zona de estudio, el origen del problema, acciones de saneamiento que se han implementado en la zona de estudio y las alternativas de solución que se proponen en el presente trabajo:

## 1.1. Antecedentes

Se dan rasgos del Circuito Ecoturístico Chilpancingo - Azul, su ubicación geográfica y el origen del problema de contaminación ambiental que se tiene en la zona, y se mencionan las acciones de saneamiento que se han venido implementando por las dependencias gubernamentales.

## 1.2 Alternativas de Solución

Se presentan las alternativas que se proponen para tratar las aguas residuales de la ciudad de Chilpancingo, que se ha convertido en la principal fuente de contaminación de la zona. Las alternativas serán evaluadas desde el punto de vista económico y financiero para determinar la mejor.

## 1.3. Objetivo

Se presenta el objetivo general y específico del presente trabajo.

# CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

## 1.1. ANTECEDENTES

El circuito Ecoturístico Chilpancingo - Azul se encuentra ubicado en el centro del estado de Guerrero, el cual comprende los municipios de: Chilpancingo, Mochitlán, Quechultenango, Chilapa y Tixtla, donde se resaltan las bellezas naturales de la zona como lo son las grutas de Juxtiahuaca y el río Azul.

El medio ambiente se ha venido deteriorando con el paso del tiempo, por lo que el proyecto Ecoturístico tiene como acción prioritaria la recuperación y preservación ecológica de la zona, así como su promoción turística<sup>1</sup>.(Figura 1.1).

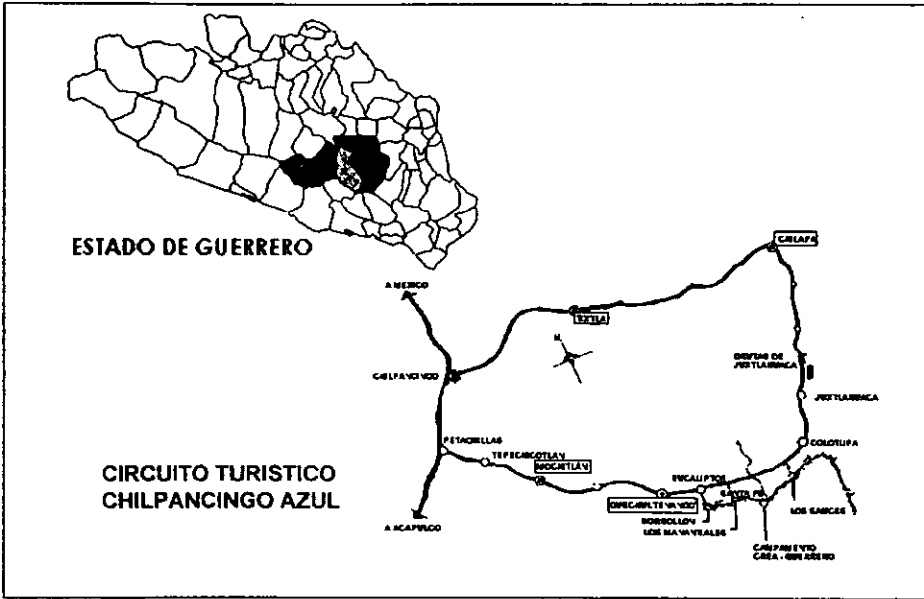


Figura 1.1. Circuito Ecoturístico Chilpancingo - Azul

<sup>1</sup> (ASÍ SOMOS, 1997)

La cuenca del río Huacapa – río Azul se localiza entre los 17°38' y 17°30' latitud norte y los 99°40' y 99°02' longitud oeste con un área de 105,000 Ha aproximadamente (Figura 1.2), perteneciente a la nueva Región Hidrológica No. V Pacífico Sur (Figura 1.3).

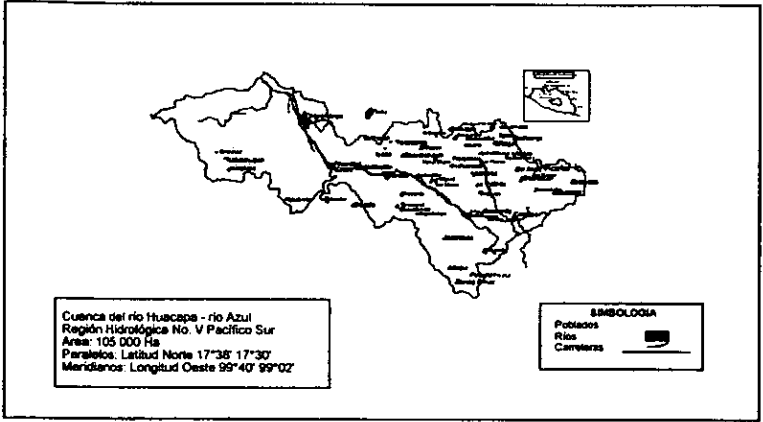


Figura 1.2. Cuenca del río Huacapa - río Azul

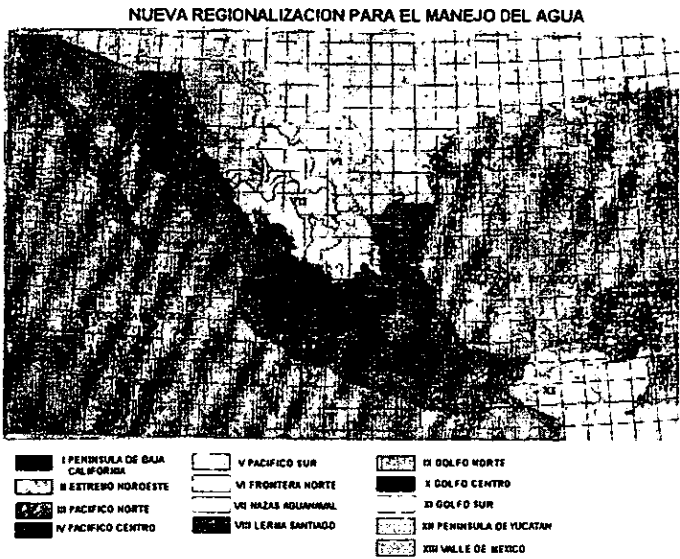


Figura 1.3. Nueva Regionalización para el Manejo del Agua

El circuito inicia y termina en la capital del Estado, Chilpancingo, se ubica a los 17°33' latitud norte y 99°30' longitud oeste, actualmente se ha convertido en la principal fuente de contaminación.

El río Huacapa constituye el drenaje natural del Valle de Chilpancingo. Hasta principios de los años setenta no presentaba problemas de contaminación en su suelo y sus aguas, pero debido al crecimiento poblacional y la falta de un adecuado sistema sanitario para el desalojo de las aguas servidas y recolección de residuos sólidos en el área urbana han afectado dicha vertiente, ya que en ella se descargan directamente las aguas residuales que son conducidas a cielo abierto representando un riesgo para la salud de la población, produciéndose además olores desagradables.

Perpendicularmente al río Huacapa se concentran los escurrimientos de 10 cañadas o barrancas, que también han agravado el aspecto ambiental del cauce hidráulico, ya que periféricamente existen asentamientos humanos con un alto índice de marginalidad y ningún tipo de servicio básico de saneamiento; se practica el fecalismo al aire libre; algunas letrinas existentes son conectadas a tubos que descargan directamente a las barrancas y al río Huacapa; así como las aguas residuales de la Ciudad, y las descargas del rastro, siendo también un receptor de grandes cantidades de basura.

Entre 1990 y 1992 a través del Programa Nacional de Solidaridad, se destinaron recursos para mejorar el entorno urbano del río Huacapa ejecutándose aproximadamente 1.6 km de obras en colectores marginales, revestimiento de concreto (canalización) y pavimentación de vialidades laterales.

En 1993 con el programa de las Cien Ciudades, se enfocaron las acciones específicas para el río Huacapa en el saneamiento total de la cuenca de la ciudad de Chilpancingo, dotando de servicios a las áreas que deterioran el ambiente ecológico, elaborando el estudio denominado: Saneamiento Integral de la Cuenca de la ciudad de Chilpancingo hasta el río Huacapa y su Encauzamiento, integrándose los siguientes proyectos ejecutivos:

- Encauzamiento y colectores marginales de 14 km del río Huacapa
- Redes de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario de 20 colonias populares
- Proyecto de 5 km de líneas de conducción de Agua Potable
- Encauzamiento de 10 barrancas que cruzan la Ciudad (30 km)
- Anteproyecto de Planta de Tratamiento
- 6 tanques de regularización de Agua Potable (1,000 m<sup>3</sup> de capacidad)

Con la construcción del encauzamiento y colectores marginales se pretende captar las aguas negras del sistema de alcantarillado sanitario de la Ciudad, que a través de igual número de plantas de tratamiento se mejore y recicle dicho líquido, con el propósito de ser utilizado en el riego de áreas y jardines públicos, y el excedente sin riesgo para la población, se vierta nuevamente al cauce.

Con el proyecto Chilpancingo Azul, de 1995 a 1997 se atendieron en las poblaciones que comprende la zona en el programa de saneamiento y protección ecológica:

- Cloración
- Letrinización
- Rellenos sanitarios
- Fosas sépticas de tratamiento primario
- Lagunas de oxidación

## 1.2. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

La Comisión Nacional del Agua, Organismo Federal descentralizado de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, es la autoridad federal única para la administración del recurso, a través de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento<sup>2</sup>. En el Título Séptimo de dicha Ley, contempla la Prevención y Control de la Contaminación de las Aguas, teniendo a su cargo el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga que deben satisfacer las aguas residuales vertidas directamente en aguas y bienes nacionales, determinando los parámetros que deberán cumplir.

En el Título Octavo, Capítulo IV, Artículo 112, la explotación, uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de descargas de aguas residuales motivará el pago de derecho que establece la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua<sup>3</sup>, en el Capítulo XIV, Artículo 276, que es en este caso el río Huacapa.

La única alternativa legalmente viable para resolver el problema descrito en la ciudad de Chilpancingo, es la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales, que cumpla con las condiciones particulares de descarga.

En el mercado existen diferentes plantas de tratamiento de aguas residuales con distintas técnicas y costos, que permiten cumplir con las condiciones particulares de descarga exigidas por la Ley, además, debido a que la ciudad de Chilpancingo por su situación geográfica se encuentra dividida por barrancas afluentes del río Huacapa, se propone evaluar las siguientes alternativas:

- a) Construir plantas "paquetes", es decir, plantas modulares con tecnología de punta, para cada una de los aportes de estas barrancas, con la finalidad de reusar el agua tratada en el riego de jardines y camellones de la Ciudad
- b) Construir una planta de tratamiento central que trate toda el agua residual generada en la Ciudad, la cual se ubicaría aguas abajo del río Huacapa, a la altura del poblado de Petaquillas.

---

<sup>2</sup> (CNA, 1994)

<sup>3</sup> (CNA, 1997)



### **1.3. OBJETIVO DEL ESTUDIO**

Establecer la mejor alternativa factible desde el punto de vista económico y financiero para el tratamiento de las aguas residuales en la ciudad de Chilpancingo, Gro.

Teniendo como objetivo particular evaluar las alternativas de construcción de:

- Plantas Paquetes
- Planta de Tratamiento Central

# SITUACIÓN ACTUAL

---

En el presente capítulo se describe la situación que presenta actualmente la ciudad de Chilpancingo, en los siguientes aspectos:

## 2.1. Situación Actual

En esta sección se describe el destino de las aguas residuales de la ciudad y los problemas de contaminación que ocasiona.

## 2.2. Marco Legal

Se presenta la situación legal que enfrenta el Organismo Operador de Agua Potable ante la Comisión Nacional del Agua. Se dan los parámetros de calidad del agua de las aguas residuales que se descargan actualmente sobre el río Huacapa y se hace una comparación contra los límites máximos permisibles por la NOM-001-ECOL-1996.

## 2.3. Aspectos de Salud

Se presentan los registros de enfermedades hídricas de la población proporcionados por los Servicios Estatales de Salud.

## 2.4. Aspectos Agrícolas

Se presentan los límites máximos permisibles de contaminantes básicos en las descargas de aguas residuales para uso en riego agrícola, comparándolos con los parámetros de las aguas que actualmente se descargan y que son utilizadas en el riego de las áreas de cultivo.

## **2.5. Terrenos No Agrícolas**

Se mencionan los efectos que se han ocasionado en los terrenos no agrícolas.

## **2.6. Otras Medidas para Optimizar la Situación Actual**

Se mencionan otras medidas que pudieran ayudar a mejorar la situación actual.

## CAPÍTULO 2 SITUACIÓN ACTUAL

### 2.1. SITUACIÓN ACTUAL

El sistema de alcantarillado de la ciudad de Chilpancingo, Gro. cubre actualmente el 82.4 % por ciento del área urbana<sup>1</sup>. Dada la configuración topográfica de la Ciudad, los escurrimientos pluviales y del alcantarillado sanitario se dirigen hacia 10 barrancas donde se distribuye la mancha urbana, sus colectores principales descargan al cauce del río Huacapa con una aportación de aproximadamente 305 lps<sup>2</sup>, (Figura 2.1).

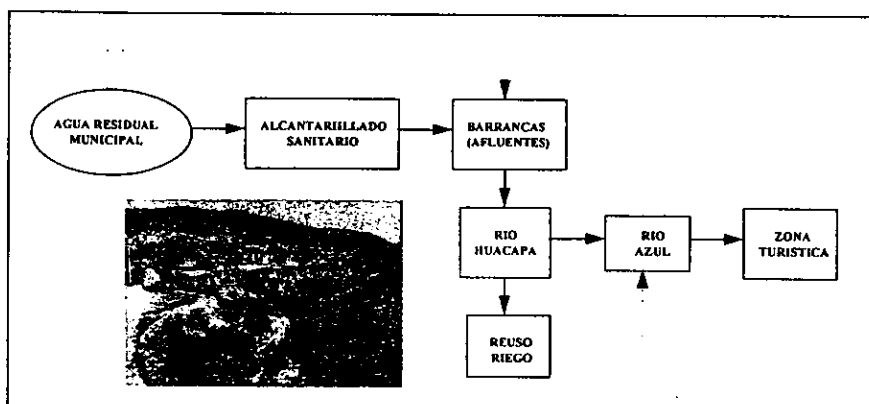


Figura 2.1. Situación Actual del Destino de las Aguas Residuales de la Cd. de Chilpancingo, Gro.

Sobre las márgenes del río Huacapa existen asentamientos humanos con un alto índice de marginalidad y ningún tipo de servicio básico de saneamiento, por lo que se practica el fecalismo al aire libre; existen algunas letrinas conectadas a tubos que descargan directamente a las barrancas y al río. Estos cuerpos se han convertido también en receptores de grandes cantidades de basura, haciendo que sus aguas se estanquen, aumenten los malos olores y la fauna nociva, esto los ha convertido en focos de infección y riesgo de enfermedades hídricas (amibiasis, giardiasis, etc.).

Aguas abajo del río Huacapa existen un área de cultivo de granos básicos con una extensión de aproximadamente 476 hectáreas, éstas son regadas con dichas aguas, y debido a su calidad, no permite la siembra de cultivos más rentables.

El río aumenta su caudal con los aportes de las aguas negras de las comunidades o asentamientos irregulares que se encuentran en sus márgenes. De los municipios

<sup>1</sup> (INEGI, 1990)

<sup>2</sup> (IMTA, 1997)

que descargan a la corriente principal, destaca el municipio de Chilpancingo de los Bravo con el 83 %, de aportación, Quechultenango 13% y Mochitlán 4% (Figura 1.3).

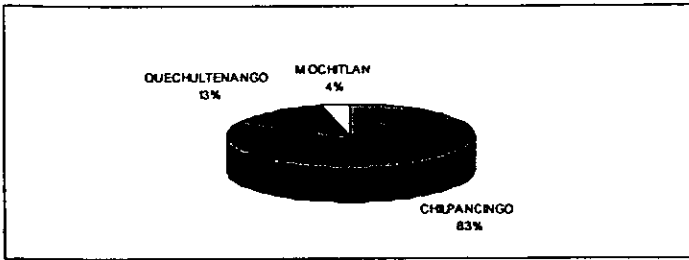


Figura 2.2.. Descargas de Aguas Residuales en el río Huacapa

De la aportación total del municipio de Chilpancingo de los Bravo, el 58 % le corresponde a la ciudad de Chilpancingo.

El río Huacapa se une al río Azul donde existen balnearios naturales que forman parte del circuito Chilpancingo, Azul.

Por lo tanto, si se trataran las aguas residuales generadas por la Ciudad, se disminuiría en gran medida la contaminación por fuentes puntuales.

## 2.2. MARCO LEGAL

En la Tabla 2.1 se presentan las concentraciones típicas promedio de contaminantes básicos, pH y coliformes fecales obtenidas en muestreos tomados en el río Huacapa<sup>3</sup>, se comparan en la misma Tabla con los límites máximos permisibles establecidos en la Ley Federal de Derechos (Artículo 278 B), los cuales son rebasados por el agua residual que se descarga actualmente en el río Huacapa.

PARÁMETRO	UNIDAD	AGUA RESIDUAL CRUDA (SITUACIÓN ACTUAL)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE (DESC. CUERPO RECEP. TIPO A)	DIFERENCIA
GRASAS Y ACEITES	mg/l	45.54	15	30.54
SST	mg/l	259.55	150	109.55
DBO	mg/l	214.00	150	64.00
NITRÓGENO TOTAL	mg/l		40	
pH		7.3	5-10	DENTRO DEL LÍMITE
COLIFORMES FECALES	NMP/100 ml	$5.12 \times 10^6$	1000	$5.11 \times 10^6$

Tabla 2.1. Cuadro Comparativo entre el agua residual cruda de la Cd. de Chilpancingo y los límites máximos permisibles (Ley Federal de Derechos, Art. 278B)

<sup>3</sup> (IMTA, 1997)

Debido al incumplimiento de las condiciones particulares de descarga exigidas por la Comisión Nacional del Agua a través de sus leyes, esta institución cobra una cuota anual por derecho de descarga a la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Chilpancingo (CAPACH).

El Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 11 de Octubre de 1996 y que reforma al publicado el 11 de Octubre de 1995 en el mismo diario, menciona que en el Distrito Federal, Estados y municipios usuarios de aguas nacionales y sus bienes públicos inherentes, no causarán el pago de los servicios de trámite y expedición de permiso de descarga de aguas residuales, así como los relativos a la inscripción en el Registro Público de Derechos de Agua, los usuarios que regularicen su situación administrativa ante la CNA. Asimismo, no se les aplicarán las sanciones previstas en la Ley de Aguas Nacionales o las que se deriven de algún ordenamiento de carácter fiscal, por no contar con los documentos mencionados.

Los usuarios que cuenten con títulos y permisos respectivos y se regularicen administrativamente, se les condona el pago de los derechos por el uso de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de descargas de aguas residuales causados hasta el 31 de Diciembre de 1994, extensiva hasta el 12 de Octubre de 1995, siempre y cuando a más tardar el 31 de Diciembre de 1996, los usuarios presenten a la CNA, sus programas de acciones para mejorar la calidad de las aguas residuales, ya sea mediante cambios en sus procesos productivos o acciones para el tratamiento de sus descargas. En este supuesto no se causarán además hasta el 31 de Diciembre de 1996.

El CAPACH, se adscribió al decreto mencionado con fecha 31 de Diciembre de 1996, presentando su programa de acciones, con fecha límite el 31 de Diciembre de 1997 para su cumplimiento. De acuerdo a la Ley Federal de Derechos, en sus Disposiciones Transitorias, Artículo Vigésimo tiene como fecha límite el 1o de Enero del 2,000 para no rebasar los límites máximos permisibles de descarga.

En resumen se puede decir que la Ley no le deja alternativa al organismo operador, ya que lo obliga no sólo a construir un sistema de tratamiento de aguas residuales, sino además, que dicho sistema cumpla con las condiciones particulares de descarga, porque de lo contrario se considera que infringe la Ley y no se liberaría de las sanciones que esta impone.

### **2.3. ASPECTOS DE SALUD**

La ciudad de Chilpancingo tiene una población de aproximadamente 113,841 habitantes<sup>4</sup>, la cual ve afectada su salud debido a la septicidad de las descargas de aguas residuales que son transportadas a cielo abierto en las barrancas y el río Huacapa, creando además problemas estéticos.

En la Ciudad se cuenta con centros de salud, que atienden a la población. En la Tabla 2.2 se muestra el número de casos anuales de enfermedades hídricas y su

---

<sup>4</sup> (Anexo 1)

costo por atención presentados la ciudad de Chilpancingo en 1996<sup>5</sup>

ENFERMEDADES	NO. DE CASOS
Amibiasis	3,506
Infecciones Intestinales	7,972
Shigelosis	168
Paratifoideas y otras Salmonelosis	486
Giardiasis	208
Intox. Alim. Bacteriana	126

Tabla 2.2. Número de casos -de las enfermedades hídricas presentadas en la Cd. de Chilpancingo en 1996

## 2.4. ASPECTOS AGRÍCOLAS

En la Norma Oficial Mexicana NOM-001-ECOL-1996, expedida el Lunes 6 de Enero de 1997 en el Diario Oficial de la Federación, se establecen los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. En la Tabla 2.3 se muestran los límites máximos permisibles para contaminantes básicos para un cuerpo receptor tipo A<sup>6</sup> (río) para uso en riego agrícola:

PARÁMETROS	Temperatura C	Grasas y Aceites (mg/l)	Materia Flotante (mg/l)	SS (m/l)	SST (mg/l)	DBO <sub>5</sub> (mg/l)	N Total (mg/l)	Fósforo Total (mg/l)
P.M.	N.A.	15	ausente	1	150	150	40	20
P.D.	N.A.	25	ausente	2	200	200	60	30

\* P.M. = Promedio mensual, P.D. = Promedio Diario, N.A. = No aplicable

Tabla 2.3. Límites máximos permisibles para contaminantes básicos

De acuerdo a los parámetros obtenidos de las aguas del río Huacapa, presentados en la Tabla anterior, los límites son rebasados, por lo que no debe permitirse su uso en riego agrícola, a menos que sea tratada para su uso.

## 2.5. TERRENOS NO AGRÍCOLAS

Los terrenos no agrícolas que están afectados por el paso de las aguas residuales tienen un valor comercial menor, sin embargo debido al proyecto de canalización del río Huacapa estos han ido incrementando su plusvalía.

<sup>5</sup> (SSA, Jurisdicción Sanitaria Centro, Chilpancingo, 1997)

<sup>6</sup> (Ley Federal de Derechos, Art. 278-A, 1997)

## **2.6. OTRAS MEDIDAS PARA OPTIMIZAR LA SITUACIÓN ACTUAL**

Existen medidas administrativas y acciones menores de optimización que son convenientes implementar para eliminar obvias ineficiencias en la situación actual. Ello además, permite no asignarle beneficios o costos que no son legítimamente atribuibles al proyecto.

Las propuestas de optimización son las siguientes:

1. Eliminar los desechos sólidos del cauce natural del río Huacapa y sus afluentes.
2. Mejorar el servicio de limpia y recolección de desechos sólidos en la zona

Los beneficios de estas medidas serían los siguientes:

1. Disminuir la proliferación de la fauna nociva
2. Disminuir los malos olores por la mejor circulación de las aguas

Como las propuestas para la optimización tienen beneficios difícilmente cuantificables, se hace el supuesto que la situación actual es igual a la situación con proyecto.

Para 1998 mediante el proyecto Chilpancingo - Azul, se tiene una propuesta de inversión a mediano plazo para el Saneamiento Ambiental y Protección Ecológica:

1. Recolección y tratamiento básico de basura:
  - Transportación, contenedores fijos y movibles, letreros, colectores fijos, relleno sanitario
2. Acciones Ecológicas:
  - Ordenamiento ecológico territorial, vigilancia de los ecosistemas, desarrollo social y educación ambiental, construcción de fosas sépticas
3. Rehabilitación y complementación de fuentes de conducción para sistemas de agua potable:
  - Localidades: Petaquillas, Tepechicotlán, Mochitlán, Coatomatitlán, San Miguel, San Martín, Quechultenango, Santa Fe, Colotlipa, Juxtlahuaca
4. Complementación del tratamiento en sistemas para agua potable:
  - Localidades: Chilpancingo, Petaquillas, Tepechicotlán, Mochitlán, Coatomatitlán, San Miguel, San Martín, Quechultenango, Santa Fe, Colotlipa, Chilapa, Tixtla
5. Estudio y proyecto de sistemas de alcantarillado
  - Localidades: Chilpancingo, Petaquillas, Tepechicotlán, Mochitlán, Coatomatitlán, San Miguel, San Martín, Quechultenango, Santa Fe, Colotlipa, Chilapa, Tixtla



**6. Plantas de tratamiento de aguas residuales:**

- Localidades: Petaquillas, Tepechicotlán, Mochitlán, Coatimatitlán, San Miguel, San Martín, Santa Fe

**7. Lagunas de oxidación**

- Localidades: Petaquillas, Tepechicotlán, Mochitlán

**8. Plan Maestro**

# SITUACIÓN CON PROYECTO

---

En este capítulo se presentan la situación que se tendría considerando la ejecución del proyecto.

## 3.1. Proyecto

Se hace una breve descripción de los trenes de tratamiento propuestos para las aguas residuales de la ciudad de Chilpancingo.

### 3.1.1. Plantas Paquetes

Se hace una descripción técnica de las Plantas Paquetes.

### 3.1.2. Planta Central

Se hace una descripción del anteproyecto para la Planta Central.

## 3.2. Situación con Proyecto

Para cada uno de los sectores de la sociedad se describe la situación que se tendría una vez construida cualquiera de las opciones planteadas para:

### 3.2.1. Organismo Operador de Agua Potable

En este caso es la Comisión de Agua Potable de Chilpancingo (CAPACH).

### 3.2.2. Predios afectados por las aguas residuales

Son los predios que han sido afectados por su cercanía a las zonas contaminadas por el paso de las aguas residuales.

### **3.2.3. Predios Agrícolas**

Las áreas de cultivo que son regadas con las aguas contaminadas del río Huacapa.

### **3.2.4. Aspectos de salud**

La población que ve afectada su salud.

## CAPÍTULO 3 SITUACIÓN CON PROYECTO

### 3.1. PROYECTO

Para solucionar la problemática actual, se realizó un análisis para la construcción de un sistema de saneamiento de aguas residuales de la ciudad de Chilpancingo, Gro. considerando dos alternativas:

- a) Construir Plantas "Paquetes"
- b) Construir una Planta de Tratamiento Central

Las plantas paquetes tratarán las aguas residuales de la Ciudad una vez conducidas por los colectores marginales a las barrancas afluentes del río Huacapa. Las aguas tratadas se descargarán nuevamente al río Huacapa para su reuso en riego agrícola o se transportarían con pipas para el riego de jardines y camellones de la Ciudad (Figura 3.1).

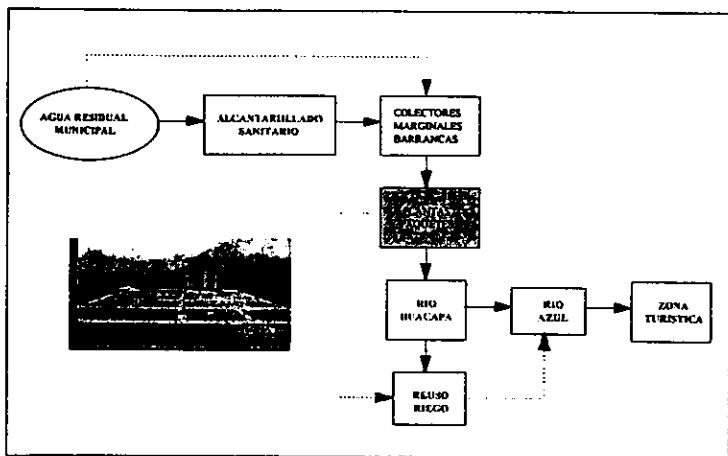


Figura 3.1. Ubicación de las Plantas Paquetes para el tratamiento de las aguas residuales

La Planta de Tratamiento Central tratará las aguas residuales de la Ciudad una vez conducidas por los colectores marginales aguas abajo del río Huacapa, a la altura del poblado de Petaquillas. Las aguas tratadas se descargarán nuevamente al río Huacapa para su reuso en riego agrícola.

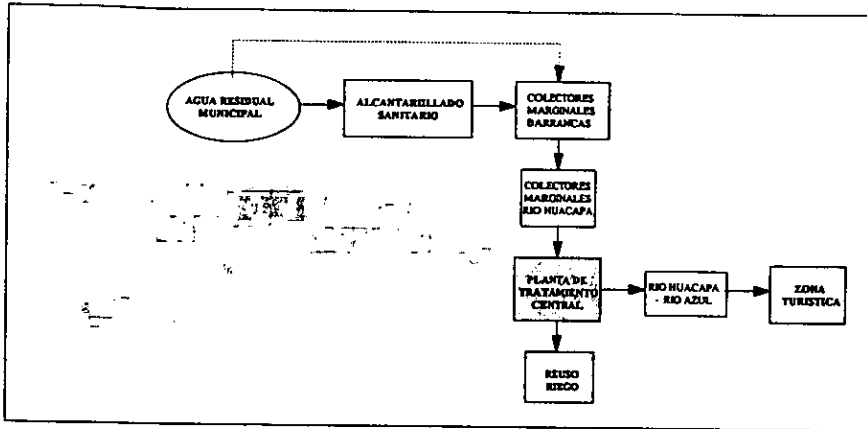


Figura 3.2. Ubicación de la Planta de Tratamiento Central para el tratamiento de las aguas residuales

El principal objetivo del tratamiento del agua residual es producir un efluente que pueda ser descargado sin causar daños al medio ambiente. Los contaminantes del agua residual pueden ser eliminados por medios físicos, químicos o biológicos. Con base en los contaminantes a ser eliminados, el número de procesos que pueden combinarse es ilimitado. En la Figura 3.3 se muestra el tren de tratamiento convencional para aguas residuales municipales, el cual se describe a continuación:

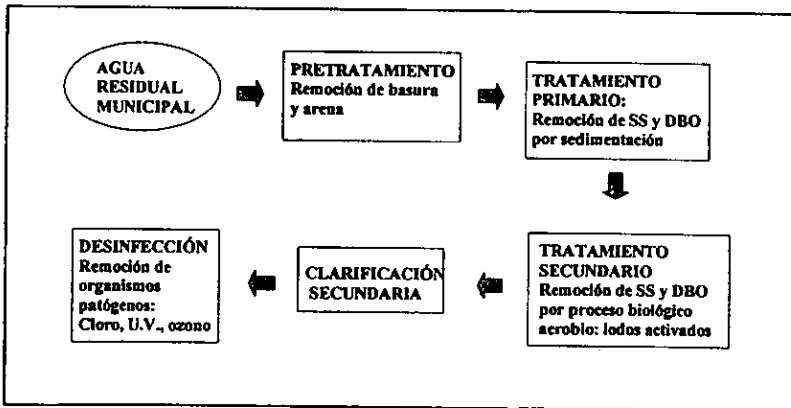


Figura 3.3. Tren de Tratamiento Convencional para Aguas Residuales Municipales

**Pretratamiento.** Tiene por objeto remover materiales que puedan dañar los equipos de la planta de tratamiento, tales como basura, arena, grava, etc.

**Tratamiento Primario.** Tiene por objeto remover sólidos suspendidos ligeros, principalmente de naturaleza orgánica, los cuales pueden ser removidos por sedimentación. Los sólidos colectados en los clarificadores primarios son enviados a estabilización por su alto contenido de materia orgánica.

**Tratamiento Secundario.** El objetivo principal es remover el DBO soluble que no es removido en el tratamiento primario y los sólidos suspendidos remanentes. El tratamiento puede ser aerobio o anaerobio. Cuando el tratamiento es aerobio, éste se efectúa mediante microorganismos, por lo que es necesario efectuar la remoción de lodos de desecho o purga del sistema, para mantener el equilibrio del mismo. Estos lodos también se envían a estabilización por su alto contenido de materia orgánica.

**Clarificación Secundaria.** El objetivo principal es remover el material celular (lodos biológicos) del agua tratada. El floculo que aquí se forma, es resultado de la agregación entre las bacterias y las partículas suspendidas en el agua.

**Desinfección.** El objetivo fundamental es remover los microorganismos patógenos que hayan sobrevivido al tratamiento de las aguas residuales.

**Tratamiento de Lodos.** Con el tratamiento de lodos se reduce su capacidad de descomponerse o fermentarse, es decir, se estabiliza reduciéndose el volumen a manejar.

### 3.1.1. Plantas Paquetes

Una de las alternativas que se proponen para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Chilpancingo son las Plantas Paquetes, es decir, plantas modulares que existen en el mercado, con tecnología de punta, para cada una de los aportes de las barrancas, con la finalidad de reusar el agua tratada en el riego de jardines, camellones y riego agrícola.

En el Anexo 1 se presenta un directorio de las empresas que fueron consultadas para la propuesta de plantas paquetes.

La plantas que diseña la empresa Emesa, se consideraron apropiadas para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad. Sus características son las siguientes:

**Planta de tratamiento LAOTSS.** Utiliza un proceso biológico de lodos activados (LA) teniendo las modalidades de aereación extendida u oxidación total (OT) así como mezcla completa, y sistema batch (SS).

En esta planta, el agua residual cruda (antes del tratamiento) entra a un reactor de aereación donde su contenido es mezclado y oxigenado por medio de grandes volúmenes de aire que se inyectan dentro del mismo tanque. Conforme las burbujas de aire se elevan hacia la superficie, transfieren oxígeno líquido al contenido en el tanque (Figura 3.4).

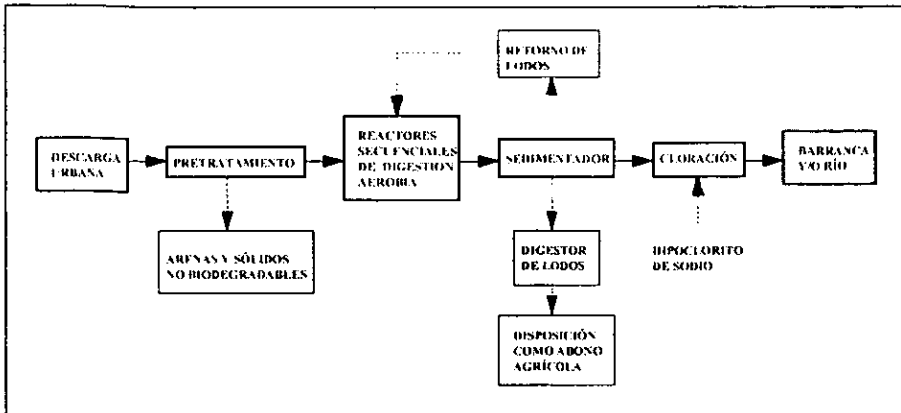


Figura 3.4. Diagrama de Flujo de Proceso de Plantas Paquetes

Las bacterias aeróbicas (lodo activado) viven y se desarrollan en presencia de oxígeno, sin producir malos olores y, al mismo tiempo que respiran “comen” todo el sustrato (descarga orgánica) que ha entrado en el reactor dando como resultado que el agua residual se convierta en líquidos y gases inofensivos, claros e inodoros.

Este proceso es llamado también como “combustión húmeda”, ya que las bacterias realmente destruyen el sustrato presente en el agua residual usando oxígeno, y al igual que en una combustión los subproductos son agua y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

Después que el líquido tratado sale de el reactor de aereación, entra a un tanque de sedimentación el cual se encuentra en un reposo casi absoluto. Aquí, todas las colonias orgánicas que se encargaron de digerir lo contenido en el agua residual se sedimentan en el fondo del tanque y son regresadas al tanque de aereación para mantener una concentración óptima de bacterias en el tanque de aereación. Esta sedimentación produce un líquido sobrenadante claro, de alta calidad, el cual está listo para su disposición.

El líquido proveniente del sedimentador puede ser utilizado directamente para riego o disponer de él en cuerpos receptores. Si el agua no va a ser utilizada para riego o se requiere mucho tiempo de almacenamiento de agua tratada, ésta pasa a un sistema de desinfección (tratamiento terciario) con cloro para matar cualquier microorganismo patógeno o virus que pudiera haber sobrevivido a la digestión en el reactor aerobio.

**Funcionamiento Electromecánico.** Las plantas LAOTSS han sido diseñadas para trabajar automáticamente y con la mínima intervención del hombre. Toda la planta funciona con un solo motor acoplado a un soplador el cual suministra aire tanto para mezclado y oxigenación como para los equipos de bombeo.

Los bombes de retorno de lodos y natas utilizan sistemas neumáticos “air-lift” (bombeo con aire). No requiere equipo eléctrico adicional al motor principal. El

sistema evita el rompimiento de flóculos de bacteria formados al ser transferidos del sedimentador al reactor, por lo que la bacteria no muere en el rebombeo.

Toda la tubería de la planta es en acero galvanizado con lo cual se evita cualquier tipo de corrosión.

La planta es segura en sí misma, ya que es completamente cerrada ya sea con rejilla tipo Irwin o con barandales y pasamanos.

**Olores.** El sistema no produce malos olores. La biodigestión se lleva a cabo en un sistema aerobio en el cual se sintetiza principalmente agua y dióxido de carbono por lo cual no se crea un ambiente nocivo para la salud.

En contraposición a los sistemas anaerobios el sistema no tiene producción de ácido sulfhídrico ni mercaptanos causantes de los malos olores y enfermedades.

**Impacto Ambiental.** El sistema LAOTSS, es conocido como un sistema que reduce el impacto ambiental causado por la urbanización:

- El agua de desecho cumple con las normas establecidas por la CNA para descarga de aguas a ríos y lagos
- Debido al tiempo de aereación se llega a tener un 70 % de nitrificación por lo cual no se tiene el venenoso nitrito presente a la descarga, principal causante de la eutroficación de los lagos
- Al no presentarse gases tóxicos ni malos olores las áreas colindantes con la planta pueden ser utilizadas como áreas verdes o urbanas
- Debido a la aereación extendida y al flujo pistón el sistema de lodos activados tiene capacidad amortiguadora para sobrecargas sin por esto alterarse seriamente los parámetros de descarga
- El digestor aerobio con el que cuenta la planta sintetiza hasta donde es posible todos los lodos antes de ser desechados para que estos no sean causantes de problemas ambientales.

**Lodos de Desecho.** Los lodos de desecho son las bacterias que deben ser retiradas del sistema, debido a que las bacterias al consumir la descarga se reproducen. Las plantas LAOTSS están diseñadas para crear un mínimo de lodos de desecho.

Primero, la modalidad utilizada de aereación extendida tiene la finalidad de crear un sistema de respiración endógena o canibalismo que se da cuando ya no existe suficiente alimento para todas las bacterias.

Sería imposible diseñar una planta de tratamiento de aguas negras que no produjera lodos de desecho ya que se estaría trabajando en un sistema donde no existen la posibilidad de procrear las bacterias causantes de la degradación.

Las plantas LAOTSS mayores a 1 lps cuentan con un digestor aerobio externo para bio-sintetizar al máximo posible los lodos de desecho. La células (bacterias) causantes de la digestión del sustrato proveniente de las aguas residuales así como



los microorganismos presentes en el sustrato son aproximadamente 77 % orgánicos (biodegradable) y 23 % inorgánicos.

Las cáscaras (parte superficial) de las células son las consideradas como inorgánicas, por lo que al entrar las células en respiración endógena o "canibalismo" ya sea en la oxidación total, o en el digestor, dejan el residuo inorgánico presente y, al retirar estos productos inorgánicos se traen con ellos las bacterias que resten en el digestor.

Aún y cuando estos lodos no son nocivos y pueden ser utilizados como abono agrícola, es recomendable agregar cal para quemar virus o bacterias patógenas que hayan logrado sobrevivir.

Los lodos pueden ser retirados ya sea por pipa y, descargarlo como ayuda para rellenos sanitarios o, utilizarlo como mezcla para ayuda de abonos o compostas. La cantidad de lodos producidos en las plantas LAOTSS son:

- 4 g/kg de DBO<sub>5</sub> consumida. Base seca
- 100 ml/kg de DBO<sub>5</sub> consumida. Al digestor
- 40 g/kg de DBO<sub>5</sub> consumida. Lodo seco en filtro prensa

**Tratamiento Terciario. Cloro.** Se hace uso de un clorador para dosificar cloro líquido de entre 4 a 6 ppm. En un canal de cloración de flujo pistón en el que se tiene un tiempo de residencia mínimo de 30 min. con lo que se eliminan en un 95 % los coliformes que lograron sobrevivir a la digestión en los reactores LAOTSS.

Se utiliza cloro líquido por su fácil manejo, su amplia disponibilidad en el mercado, y su gran efectividad.

**Filtros (opcional).** Cuando se requiera calidad de agua superior - por ejemplo, DBO<sub>5</sub> menores a 5 ppm o 5 ppm de sólidos suspendidos totales- se requiere la instalación de filtros. Estos pueden ser por gravedad o presurizados.

Aún y cuando son más caros, son más recomendables los filtros presurizados ya que, a groso modo, requerirán de 10 veces menos área, son de limpieza automática y la descarga se puede regresar al reactor para ser procesada.

Si la calidad del efluente lo exige, se pueden instalar filtros de carbón en serie con los de arena.

**Mantenimiento.** El mantenimiento de las plantas LAOTTSS es sumamente sencillo, todo funciona a partir de un motor eléctrico acoplado con poleas y bandas a un soplador el cual reparte el aire requerido a toda la planta de tratamiento con tuberías de acero galvanizado.

Se utilizan bombas neumáticas "air lift" de pasos muy grandes y por lo tanto inatascables.

El mantenimiento es preventivo, se recomienda semanal y consiste en:

1. Engrasar y aceitar el soplador
2. Limpiar filtro soplador
3. Barrer la planta
4. Limpiar canal dentado
5. Verificar flujo de retornos
6. Limpiar pretratamiento

Anualmente se deberá:

1. Retirar una o dos pipas de lodos (según tamaño de la planta)
2. Pintar tuberías
3. Cambiar bandas del soplador

### 3.1.2. Planta Central

La planta de tratamiento central propuesta por la empresa Almex Ingeniería, S.A. tiene un nivel de tratamiento secundario, en base a filtros biológicos o percoladores, con desinfección y tratamiento de lodos (Figura 3.5).

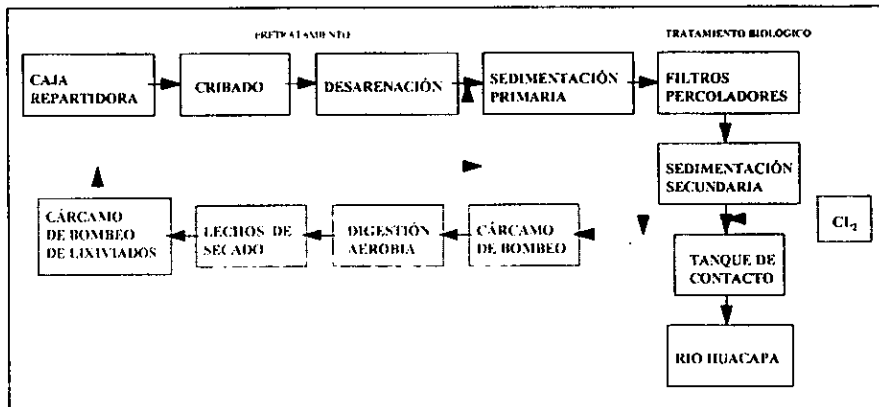


Figura 3.5. Diagrama de Flujo de Proceso de la Planta Central

El sistema en su conjunto, para el horizonte del proyecto, estará conformado por cinco módulos, con capacidad de 75 lps cada uno, cada módulo estará conformado por:

- a) Línea de Agua. En el pretratamiento, son tres módulos de desinfección y en la primera etapa, sedimentación primaria, tratamiento biológico, sedimentación secundaria y desinfección.
- b) Línea de Lodos. Digestión de lodos y lechos de secado

## **Proceso de Tratamiento:**

**1. Caja Repartidora.** Esta caja recibirá el total de las aguas residuales del sistema de captación de la ciudad.

**2. Pretratamiento.** Comprenderá las operaciones de cribado y desarenación simple, así como la medición de caudal, para la remoción de sólidos gruesos (basura) e inertes (arena, gravilla, etc.) y para el control del caudal de tratamiento respectivamente.

**2.1. Cribado.** Por medio de Rejillas.

**2.2. Desarenación.** Canal desarenador

**2.3. Control de velocidad.** Vertedor proporcional para control de velocidad y medición de caudal por descarga directa.

**3. Sedimentación Primaria.** Es una operación unitaria que se emplea en el tratamiento de aguas residuales, para remover partículas orgánicas e inorgánicas, que se encuentran en suspensión, por asentamiento gravitacional. Esta sedimentación es del tipo floculante, caracterizada por la interacción de las partículas en el transcurso del asentamiento, dando lugar a cambios de forma, tamaño, densidad y formación de flóculos. La eficiencia de la sedimentación es función de la carga hidráulica superficial y del tiempo de retención hidráulica en el sedimentador. Se emplearán 5 sedimentadores primarios.

## **4. Tratamiento Biológico.**

**4.1. Filtros Rociadores.** Los filtros rociadores corresponden a los sistemas de tratamiento biológicos aerobios con medio bio-oxidación fijo. El proceso de bio-oxidación se efectúa por el contacto de los microorganismos con el agua que fluye, en forma descendente, a través de lecho empacado contenido en un tanque, normalmente circular. El oxígeno se suministra en forma natural aprovechando los gradientes de temperatura y se difunde entre los espacios vacíos del medio de empaque. La eficiencia del proceso es función directa de las características del empaque, temperatura, profundidad del lecho y de la carga orgánica volumétrica. Las partes representativas de este tratamiento comprenden:

- Tanque contenedor del empaque
- Distribuidor rotatorio del agua residual
- Sistema de alimentación
- Medio de empaque
- Canales recolectores de fondo
- Canal y tubería de ventilación

El proceso requiere del auxilio de sedimentación primaria y secundaria, para reducir carga de sólidos y remover sólidos desprendidos, respectivamente. Se emplearán 5 filtros rociadores.

**5. Sedimentadores Secundarios.** Se emplearán 5 módulos de sedimentadores secundarios con forma circular, recolección mecánica de lodos y natas, alimentación central.

**6. Cloración.** Proceso químico de desinfección de las aguas residuales. Se destruyen los organismos patógenos por la acción oxidante del cloro que se ejerce sobre la materia celular. La desinfección requiere la dosificación suficiente de cloro para cubrir la demanda primaria para la oxidación del amoníaco, ácido sulfhídrico y formas reducidas de metales (Fe y Mn, entre otros), de manera que cubierta esta demanda se disponga de cloro libre para la oxidación de la materia celular y, resulte en el efluente una concentración de cloro residual, preestablecida. En estas condiciones, la eficiencia de la desinfección es función de la dosificación de cloro y del tiempo de contacto del medio agua-cloro.

## **7. Tratamiento de Lodos**

**7.1. Digestión aerobia.** Es un método alternativo para el tratamiento de lodos producidos por los diferentes procesos de tratamiento biológico. Conforme la materia orgánica disponible se termina, los microorganismos comienzan a consumir su propio protoplasma para obtener energía para el mantenimiento de las células (fase endógena). Solamente del 75 al 80 % de las células de los tejidos pueden ser oxidadas, del 20 al 25 % está formado por componentes inertes y orgánicos no biodegradables. Cuando se digieren aeróbicamente lodos activados o lodos de filtros biológicos mezclados con lodos primarios, toma lugar la oxidación directa de la materia orgánica en el lodo primario y la oxidación endógena de las células de los tejidos. Se emplearán 5 módulos de digestores rectangulares y dos aereadores.

**7.2. Lechos de Secado.** Se usan para deshidratar los lodos digeridos. el lodo se dispone sobre los lechos, en capas de 20 a 30 cm para su secado. La deshidratación del lodo ocurre por filtración del agua a través del medio filtrante y por la evaporación del agua de la superficie del lodo, con la luz solar. La filtración se lleva a cabo, generalmente, entre 1 a 2 días, dependiendo de las características del lodo y de la profundidad a la cual éste es puesto en los lechos. el tiempo de deshidratación, por evaporación, dependerá de las condiciones climatológicas. Los lodos resultantes tienen un contenido de humedad del 20 al 30 % y se podrán remover manual o mecánicamente. Se requiere un área de 530 m<sup>2</sup> para los lechos de secado.

**7.3. Cárcamo de bombeo de lodos.** Recibirá los lodos de los sedimentadores primarios y secundarios para elevarlos a los digestores aerobios, para su estabilización, y posteriormente disponer de carga hidráulica suficiente para que el lodo fluya por gravedad a los lechos de secado. Se emplearán 2 bombas sumergibles inatascables en operación y una en reserva para 20 lps.

**7.4. Cárcamo de bombeo de Lixiviados.** Recibirá los lixiviados o percolado de los lechos de secado para enviarlos al cárcamo de bombeo o al canal de eliminación de los sedimentadores primarios. Se empleará una bomba sumergible inatascable y una de reserva para 2 lps.

## **3.2. SITUACIÓN CON PROYECTO**

Se estima que una vez que esté construida cualquiera de las opciones planteadas, la situación con proyecto para cada uno de los sectores de la sociedad que son afectados por las aguas residuales será la siguiente:

### **3.2.1. Organismo Operador de Agua Potable**

A partir del momento en que se comience a construir la planta de tratamiento de aguas residuales (cualquiera de las alternativas descritas anteriormente), la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Chilpancingo (CAPACH) estará liberada de pagar el adeudo acumulado que tiene con la CNA<sup>1</sup>. Asimismo, ya no tendrá que pagar la cuota por derecho de descarga, ni tampoco la multa por desechar aguas residuales que no cumplen con la normatividad vigente.

Por otra parte, el CAPACH deberá cobrar una cuota por concepto de saneamiento de aguas residuales a los usuarios que tengan servicio de agua potable. Esta cuota le permitiría al organismo operador recuperar el monto de las inversiones y de los costos de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento que construya, de tal forma que su situación financiera con y sin la planta sería la misma.

### **3.2.2. Predios que están afectados por las aguas residuales**

Una vez que se construya la planta de tratamiento, los predios no agrícolas que se encuentren afectados por las aguas residuales (márgenes del río Huacapa), tendrán como beneficio la eliminación de los malos olores y la fauna nociva y se eliminaría el riesgo de contraer enfermedades hídricas por contacto físico de las personas con el agua.

### **3.2.3. Predios Agrícolas**

Con la construcción de la planta de tratamiento, se dejarían de regar las 476 hectáreas<sup>2</sup> con las aguas residuales beneficiando a los agricultores de la zona, ya que se podría cambiar el patrón de cultivos que actualmente son sembrados con granos básicos; de acuerdo con la construcción de los emisores de la planta de tratamiento, las aguas tratadas podrían conducirse a las zonas de cultivo. Los terrenos que actualmente son de temporal podrían ser de riego con agua tratada, lo que les permitiría sembrar cualquier tipo de cultivo.

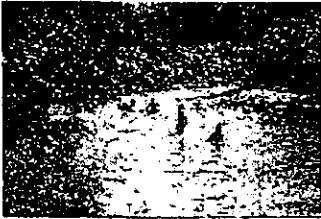
---

<sup>1</sup> (Antes que presentara su programa de acciones ante la CNA)

<sup>2</sup> (SAGAR, 1997)

### 3.2.4. Aspectos de Salud

Se esperaría que los habitantes que actualmente tienen algún tipo de contacto con las aguas residuales, una vez que sean tratadas, se elimine el riesgo de contraer enfermedades hídricas. De esta forma el gasto que actualmente se realiza para tratar a las personas que contraen dichas enfermedades se podría reducir considerablemente.



**TURISMO**



**PAGO DE  
DERECHOS**



**SALUD**



**MEDIO  
AMBIENTE**



**PRODUCCIÓN**

Figura 3.6 Situación con Proyecto



## **DETERMINACIÓN DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS**

---

En el presente capítulo se identifican, cuantifican y valoran los beneficios y costos que intervienen en la evaluación económica y financiera del proyecto

### **4.1. Determinación de los Beneficios**

Se determinan los beneficios que se obtendrían al construir la planta de tratamiento de aguas residuales para:

#### **4.1.1. Organismo Operador de Agua Potable**

#### **4.1.2. Habitantes en los Predios no Agrícolas**

#### **4.1.3. Agricultores de la Zona**

### **4.2. Determinación de los Costos**

Se determinan los costos de inversión, operación y mantenimiento de las alternativas propuestas para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Chilpancingo.

## CAPITULO 4

# DETERMINACIÓN DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS

### 4.1. DETERMINACIÓN DE LOS BENEFICIOS

Se estima que los beneficios de cualquiera de las alternativas de plantas de tratamiento serán los mismos, debido a que éstas permitirán cumplir con las condiciones particulares de descarga. Así, los beneficios del proyecto se identifican, cuantifican y valoran comparando la situación sin proyecto con la situación con proyecto en un horizonte de evaluación de 12 años.

En esta parte, se identificarán los beneficios para el organismo operador de agua potable, para los habitantes que viven en los predios no agrícolas afectados por las aguas residuales, para los agricultores de los terrenos agrícolas y los beneficios por concepto de salud.

#### 4.1.1. Organismo Operador de Agua Potable (CAPACH)

El organismo operador de agua potable tendría los siguientes beneficios:

- a) No tendría que pagar el adeudo acumulada con la CNA. Actualmente asciende a \$29'758,779.60 pesos
- b) No tendría que pagar la cuota por derecho de descarga de aguas residuales, es decir, eliminaría un pago anual de aproximadamente \$ 2'995,920.00 pesos.
- c) No tendría que pagar la multa por estar infringiendo la normatividad vigente sobre la calidad de las aguas residuales, con lo que se ahorraría \$ 275,000.00 pesos al año.
- d) Obtendría ingresos adicionales igual al valor actual de la inversión y de la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento que se construya. Ello debido a la aplicación de una cuota por saneamiento a los usuarios de agua potable y alcantarillado.

#### 4.1.2. Habitantes en los Predios No Agrícolas

Los habitantes de los predios no agrícolas (márgenes del río Huacapa) tendrían los siguientes beneficios:

- a) Eliminación de los malos olores de las aguas residuales
- b) Se mejoraría el paisaje y la imagen urbana



- c) Eliminación de la fauna nociva que actualmente se produce al paso y el estancamiento de las aguas residuales

Estos beneficios identificados son de difícil valoración, se puede emplear una aproximación de el incremento en el valor comercial de los predios. Así, en términos monetarios, el beneficio que obtendría la sociedad sería igual a la plusvalía de los terrenos.

#### 4.1.3. Agricultores de la Zona

Al construir la planta de tratamiento de aguas residuales, el beneficio sería el incremento en la productividad agrícola por cambio de cultivos al contar con agua de mejor calidad. Este beneficio se valora como la diferencia entre la rentabilidad de cultivos de hortalizas menos la rentabilidad de los cultivos actuales.

Para el cálculo de este beneficio se hicieron los siguientes supuestos:

- i) Se supone que un 50 por ciento de la tierra se seguirán sembrando los cultivos tradicionales para mantener los requerimientos de autoconsumo.
- ii) Se supone que los productores cuentan con el capital de trabajo suficiente para cambiar de cultivo.
- iii) Se supone que se sembrarán los cultivos que se producen actualmente en las zonas aledañas.

En el Anexo 1 se presenta la producción agrícola actual<sup>1</sup> en una superficie de 476 hectáreas de riego cuya producción asciende a \$ 4'253,912.80 pesos y se propone un nuevo patrón de cultivos<sup>2</sup> para la zona de influencia del proyecto que ascendería a \$ 15'426,263.4 pesos.

Comparando los beneficios netos anuales de la situación sin proyecto con los de la situación con proyecto se obtiene un beneficio de \$11'172,323.60 pesos. (Tabla 4.1).

SITUACIÓN	BENEFICIO NETO ANUAL DE LA PRODUCCIÓN
CON PROYECTO	15'426,236.4
SIN PROYECTO	4'253,912.8
DIFERENCIA (C/P - S/P)	11'172,323.6

Tabla 4.1. Cuadro comparativo del beneficio neto anual en producción agrícola

<sup>1</sup> (SAGAR, 1997)

<sup>2</sup> (Elaborada con base en información de SAGAR)

#### 4.1.4. Beneficios por concepto de salud

La población que es afectada por el paso de las aguas residuales tiene cierto índice de enfermedades hídricas, lo que hace que la sociedad tenga que gastar recursos en restaurar el estado de salud de las personas que se enferman. El beneficio por este concepto sería de aproximadamente \$2'879,420.00 pesos por año.

## 4.2. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS

Utilizando el sistema CAPDET-PC (Computer Assisted for Design and Evaluation of Wastewater Treatment Systems) se analizaron los costos de inversión, operación y mantenimiento para los trenes de tratamiento propuestos por el IMTA para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Chilpancingo (ver Anexo 1). En la Tabla 4.2 se comparan estos costos con el de la Planta Central y las Plantas Paquetes.

PLANTA	OPERACION (\$/AÑO)	MITO. (\$/AÑO)	ENERGIA (\$/AÑO)	MATERIALES (\$/AÑO)	QUIMICOS (\$/AÑO)	TOTAL O Y M (\$/AÑO)	INVERSION (\$)
CENTRAL	831920.0	418744.0	1799440.0	883560.0	175600.0	4109264.0	95737760.0
TREN 2	443248.0	169888.0	3633560.0	1008776.0	177864.0	5433336.0	169659120.0
TREN 3	462704.0	184088.0	4829712.0	1025920.0	177864.0	6680288.0	168600328.0
PAQUETE	20089.6	16001.6	2400989.0	5840.0	436248.0	2879168.2	55631791.2

Tabla 4.2. Costos de inversión, operación y mantenimiento para las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

Por lo tanto, para la evaluación económica y financiera se emplearán los costos de operación y mantenimiento de las Plantas Paquetes por ser menores.

**EVALUACIÓN ECONOMICA Y FINANCIERA**

---

En este capítulo se realiza la Evaluación Económica y Financiera del proyecto. Se emplearán los métodos de evaluación que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento (TIR) y el valor presente neto (VPN).

La construcción del sistema de saneamiento para la ciudad de Chilpancingo se puede evaluar desde el punto de vista social y desde el punto de vista privado para el organismo operador de agua potable.

**5.1. Evaluación Social**

Se determinará la rentabilidad social del proyecto

**5.1.1. Beneficios**

Se determinará el Valor Presente de los Beneficios

**5.1.2. Costos**

Se determinará el Valor Presente de los Costos

**5.1.3. Evaluación**

Se determinarán los indicadores económicos: VPN, TIR y B/C

## **5.2. Evaluación Privada**

Se determinará la rentabilidad del proyecto para el Organismo Operador de Agua Potable.

### **5.2.1. Evaluación con y sin Financiamiento**

Se determinarán los indicadores económicos de rentabilidad del proyecto con y sin financiamiento

## **5.3. Análisis de Sensibilidad**

Se hará un análisis de sensibilidad para poder evaluar cuánto se afecta la TIR ante cambios en determinadas variables del proyecto.

Escenario	VPN (millones)	TIR (%)
Inicial	75.5	100.2
1	75.8	100.4
2	83.8	104.1

Tabla 5.2. Evaluación Sin Financiamiento

Escenario	VPN (millones)	TIR (%)
Inicial	42.4	73.9
1	42.9	74.2
2	55.3	81.2

Tabla 5.3. Evaluación Con Financiamiento

Se observa que aún sin financiamiento, el proyecto tiene una rentabilidad muy alta, superando la TMAR. De acuerdo a los criterios establecidos, el proyecto debe aceptarse.

### 5.3. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

Con el análisis de sensibilidad se puede determinar cuánto se afecta la TIR ante cambios en determinadas variables del proyecto.

Se realizó una evaluación con diferentes tasas de rendimiento (ver Anexo 1) para determinar la variabilidad en los Costos y en la relación Beneficio / Costo. Se puede observar que a mayor tasa de rendimiento se incrementaría la cuota de saneamiento (con y sin financiamiento), en tanto que los costos de la planta de tratamiento, del agua tratada y la relación Beneficio / Costo disminuyen.

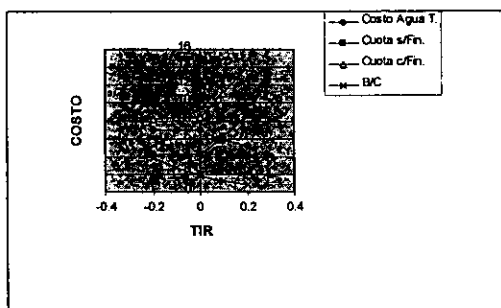


Figura 5.1. Análisis de Sensibilidad

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

---

De acuerdo con los resultados obtenidos de la evaluación económica y financiera del proyecto se concluye y se proponen recomendaciones para su ejecución.

### 6.1. CONCLUSIONES

Se hace un análisis comparativo de las alternativas propuestas para el tratamiento de las aguas residuales de la ciudad de Chilpancingo, Gro. y se concluye de acuerdo a los resultados obtenidos.

### 6.2. RECOMENDACIONES

Se proponen recomendaciones para la ejecución y seguimiento del proyecto.

## 2. Planta Central

### VENTAJAS:

- Tratamiento biológico
- Sistema de filtros rociadores
- Una sola planta
- Ubicación fuera de la ciudad

### DESVENTAJAS:

- Línea de conducción de aguas residuales
- Operación y mantenimiento especializado
- Mayor área requerida
- Mayor costo de inversión

## 6.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda hacer un estudio técnico comparativo con los diversos diseños de Plantas Paquetes existentes en el mercado para el tratamiento de las aguas residuales de la Ciudad de Chilpancingo, ya que difieren tanto en tamaño y sistema de tratamiento.

La construcción de la planta de tratamiento puede concesionarse a empresas privadas, de acuerdo con la Ley Nacional del Agua y su Reglamento, una vez hecha la licitación del proyecto.

Se debe realizar un proyecto ejecutivo donde se incluya un calendario de obra y un programa de inversiones.

Para optimizar la situación actual se recomienda a las autoridades de la ciudad hacer campañas de concientización de la población para que no se continúe arrojando basura a las barrancas y al Río Huacapa, así como mejorar los servicios de limpieza y recolección de los desechos sólidos de la zona.

Esto disminuiría en gran medida la proliferación de la fauna nociva, disminución de olores desagradables y se evitarían inundaciones por no dejar circular el agua en los cauces.



## BIBLIOGRAFÍA

---

1. Baca Urbina G., 1990, ***Evaluación de Proyectos, Análisis y Administración del Riesgo***, Ed. Mc Graw Hill, 2a. Edición
2. Blank Leland T., Tarquin Anthony J., 1992, ***Ingeniería Económica***, Ed. Mc Graw Hill, Tercera Edición
3. Centro de Investigación y Cultura de la Zona de la Montaña, 1993, ***El Huacapa: Recuerdos para la Historia***, Así Somos, Órgano Quincenal de Información Cultural, Año 3, 30 de Julio de 1993, Número 45
4. Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos, 1997, ***Evaluación Social a Nivel de Perfil de las Alternativas de Saneamiento de Aguas Residuales de la Ciudad de Fresnillo, Zacatecas***, CEPEP, Abril de 1997
5. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial, Gerencia de Construcción, Subdirección de Costos y Precios Unitarios, 1993, ***Especificaciones Generales para la Construcción de Sistemas de Agua Potable y Alcantarillado*** Comisión Nacional del Agua, 1994, ***Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento***
6. Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial, Gerencia de Normas Técnicas, 1994, ***Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Datos Básicos***, Libro V, 1a. Sección, Tema 1
7. Comisión Nacional del Agua, Gerencia Estatal en Guerrero, 1995, ***Programa Hidráulico Estatal 1995 - 2,000, Guerrero***
8. Comisión Nacional del Agua, 1997, ***Ley Federal de Derechos en Materia de Agua***
9. Coss -Bu, 1996, ***Análisis y Evaluación de Proyectos de Inversión***, Ed. Limusa, Noriega Editores, 2a. Edición, p. 68
10. Diario Oficial, Martes 11 de Octubre de 1995, p. 7
11. Diario Oficial, Lunes 6 de Enero de 1996
12. Diario Oficial, Viernes 11 de Octubre de 1996, p. 27



13. Facultad de Ingeniería, UNAM, **Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana**
14. Fuentes Zenón Arturo, 1994, **Un Sistema de Metodologías de Planeación**, UNAM
15. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Coordinación de Tecnología de Riego y Drenaje, Coordinación de Tratamiento y Calidad del Agua, Coordinación de Comunicación y Participación Social e Información, Mayo de 1997, **Términos de Referencia para la Elaboración del Proyecto: "Planeación para el Desarrollo Sostenible de la Cuenca del Río Huacapa - Río Azul, Guerrero del Circuito Ecoturístico"**
16. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Varios, 1977, **Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales**
17. INEGI, 1963, **VIII Censo General de Población-1960**, 8 de Junio de 1960, Estado de Guerrero, México
18. INEGI, 1971, **IX Censo General de Población 1970**, 28 de Enero de 1970, Estado de Guerrero, México
19. INEGI, 1983, **X Censo General de Población y Vivienda, 1980**, Estado de Guerrero, Vol. I, Tomo 12, México
20. INEGI, 1983, **X Censo General de Población y Vivienda, 1980**, Estado de Guerrero, Vol. II, Tomo 12, México
21. INEGI, 1990, **Guerrero, Resultados Definitivos, Datos por Localidad, XI Censo General de Población y Vivienda**
22. INEGI, 1993, **Cuaderno Estadístico Municipal: Chilpancingo, Estado de Guerrero**
23. INEGI, 1994, **GUERRERO, Resultados Definitivos, VII Censo Agrícola y Ganadero**, Tomo I, México
24. INEGI, 1994, **GUERRERO, Resultados Definitivos, VII Censo Ejidal**, México
25. Metcalf & Eddy, 1996, **Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y Reutilización**, Tomo 1 y 2, Ed. Mc Graw Hill
26. Ochoa Setzer Guadalupe A., 1996, **Administración Financiera 1**, Ed. Alhambra Mexicana Chain Nassir Sapag, Chain Reinaldo Sapag, **Preparación y Evaluación de Proyectos**, Ed. McGraw-Hill , Tercera Edición,
27. Pérez Reguera Alfonso, Martínez de Escobar, 1995, **Aplicación Práctica del Boletín B-10**, Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A.C., 5a. Edición, Junio de 1995

28. Ross Stephen A., Westerfield Randolph W., Jaffe Jeffrey F., **Finanzas Corporativas**, Ed. Irwin, Tercera Edición
29. Semarnap- CNA, 1995, **Programa Hidráulico 1995 - 2000**
30. SEMARNAP, 1996, **Diario Oficial**, Segunda Edición, Martes 24 de Diciembre de 1996
31. Weston J. Fred., Copeland Thomas E., 1994, **Finanzas en Administración**, Ed. Mc Graw Hill, Vol. 1 y 2, Tercera Edición



## REFERENCIAS DE PLANOS

---

Del Proyecto Ejecutivo de Rehabilitación y Ampliación de la Red Sanitaria de la Ciudad de Chilpancingo, Gro., Comisión Nacional del Agua, Subdirección General de Infraestructura Hidráulica Urbana e Industrial:

1. Usos del suelo y reservas para el crecimiento urbano, Plano No. 2.1, Esc. 1:10,000
2. Red primaria de drenaje, Plano No. 2.3, Esc. 1:10,000
3. Densidad de población, Plano No. 2.4, Esc. 1:10,000
4. Estudio Hidrológico, Plano No. 2.5, Esc. 1:10,000
5. Revisión de la Red de Drenaje Sanitario, Diciembre de 1990, Esc. 1:2,000
6. Disposición final de alcantarillado, Diciembre de 1990, Esc. 1:2,000

Del proyecto: Saneamiento Integral Chilpancingo Río Huacapa, Gro., del Gobierno del Estado:

7. Colectores laterales de agua residual, Noviembre de 1993
8. Planta, perfil y proyecto de colectores de agua residual, Noviembre de 1993
9. Encausamiento Río Huacapa, tramo existente, Noviembre de 1993
10. Plano: alcantarillado Pluvial, Interceptores, Chilpancingo, Gro., SAHOP, SC.9.133-32B, Zona Centro

ANEXO

1

# MEMORIA DE CÁLCULO



# INDICE

	<i>Pág</i>
1. PERÍODO DE DISEÑO	57
2. POBLACIÓN PROYECTO	57
3. APORTACIÓN DE AGUAS RESIDUALES	63
4. CALIDAD DEL AGUA	65
5. ASPECTOS DE SALUD	65
6. PRODUCCION AGRÍCOLA	66
7. EMPRESAS CONSULTADAS QUE CONSTRUYEN PLANTAS DE TRATAMIENTO	66
8. COSTOS DE INVERSIÓN PARA LAS PLANTAS PAQUETES	70
9. PAGO DE DERECHO POR USO O APROVECHAMIENTO DE BIENES DEL DOMINIO PUBLICO DE LA NACIÓN COMO CUERPOS RECEPTORES DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES	70
10. TRENES DE TRATAMIENTO PROPUESTOS POR EL IMTA	74
11. FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES	75
12. ESTADOS FINANCIEROS DEL CAPACH (1996, 1997)	75
13 ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA Y DE FLUJO DE EFECTIVO	75
14. ANÁLISIS DE ESCENARIOS	75

**INDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Población Proyecto para Chilpancingo, Gro.	59
Figura 2. Cuencas Hidrológicas de Chilpancingo	62
Figura 3. Trenes de Tratamiento Propuestos para las Aguas Residuales de la Cd. de Chilpancingo	74

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Datos de población censal de la Ciudad de Chilpancingo, Gro.	58
Tabla 2. Población proyecto para Chilpancingo, Gro.	58
Tabla 3. Obtención de datos de proyecto	60
Tabla 4. Densidad de población, Chilpancingo, Gro., 1990	62
Tabla 5. Población proyecto (año 2,010) para Chilpancingo, Gro.	63
Tabla 6. Volúmen de aportación de 28 Barrancas de la cuenca de Chilpancingo	64
Tabla 7. Volúmen de aportación para Plantas Paquetes	64
Tabla 8. Calidad del agua del río Huacapa	65
Tabla 9. Número de casos y costo de las enfermedades hídricas presentadas en la Ciudad de Chilpancingo en 1996	65
Tabla 10. Patrón de cultivos de la zona de influencia del proyecto	67
Tabla 11. Patrón de cultivos propuesto para la zona de influencia del proyecto	68
Tabla 12. Directorio de empresas que construyen plantas de tratamiento	69
Tabla 13. Costos de inversión, operación y mantenimiento de plantas paquetes	71
Tabla 14. Cuota por Derecho de Descarga (Coliformes Fecales)	72
Tabla 15. Cuota por Derecho de Descarga (Potencial Hidrógeno)	72
Tabla 16. Cuota por Derecho de Descarga (Contaminantes Básicos)	72
Tabla 17. Adeudo acumulado del CAPACH por derecho de descarga	73
Tabla 18. Flujo de Costos y Beneficios Sociales	76
Tabla 19. Balance General del CAPACH (1996, 1997)	78
Tabla 20. Estado de Resultados del CAPACH (1996, 1997)	80
Tabla 21. Hoja de Balance Proforma	81
Tabla 22. Estado de Resultados Proforma y Flujo de Efectivo Sin Financiamiento	82
Tabla 23. Estado de Resultados Proforma y Flujo de Efectivo Con Financiamiento	85
Tabla 24. Análisis de Sensibilidad	88

# ANEXO 1

## MEMORIA DE CÁLCULO

### 1. PERÍODO DE DISEÑO

El período de diseño es el intervalo durante el cual se estima que la obra por construir llega a su nivel de saturación, el cual debe ser menor que la vida útil de los elementos del sistema.

Los períodos de diseño se vinculan a los aspectos económicos, que están en función del costo del dinero, es decir, de las tasas de interés real, (costo del dinero en el mercado menos la inflación). Se deben considerar los flujos de efectivo que el Organismo Operador habrá de pagar por las obras. La selección del período de diseño habrá de atender tanto al monto de las inversiones en valor presente como a los flujos de efectivo.

De acuerdo al Manual de Diseño de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Libro V, se tiene un período de diseño de 5 a 10 años para las Plantas de Tratamiento, con vida útil de la obra civil de 40 años y del equipo electromecánico de 15 a 20 años.

Se considera un período de diseño de 12 años para las plantas de tratamiento propuestas, (teniendo como límite el año 2010).

### 2. POBLACIÓN PROYECTO

La población de proyecto es la cantidad de personas que se espera tener en una localidad al final del período de diseño del sistema. Esta población futura se estima para cada grupo demográfico a partir de datos censales históricos, las tasas de crecimiento, los planes de desarrollo urbano, su característica migratoria y las perspectivas de su desarrollo económico.

La planta de tratamiento para la Ciudad de Chilpancingo se proyectará para el año 2,010, por lo tanto, es necesario determinar su población proyecto para el mismo año.

Se empleará el método de ajuste por mínimos cuadrados<sup>1</sup> en el cual se ajustan los resultados de censos anteriores, a una recta o curva, de tal modo que los puntos pertenecientes a éstas, difieran lo menos posible de los datos observados. Es necesario considerar el modelo matemático que mejor represente el comportamiento de los datos de los censos históricos de población (lineal, exponencial, logarítmica o potencial).

---

<sup>1</sup> (CNA,1994)

Existe el coeficiente de correlación "r" para determinar qué tan acertada fue la elección de la curva o recta de ajuste a los datos de los censos, con un rango de variación de -1 a +1 y conforme su valor absoluto se acerque más a 1 el ajuste del modelo a los datos será mejor.

Se mencionan a continuación varios modelos de ajuste:

1. Lineal.  $P = a + bt$
2. Exponencial.  $P = a e^{bt}$
3. Logarítmico.  $P = a + b(\ln t)$
4. Potencial.  $P = a t^b$

Donde:

P = Población proyecto

a, b = Coeficientes

t = Año de diseño

Se cuenta con información de población censal proporcionada por INEGI, de los 4 últimos censos (1960<sup>2</sup>, 1970<sup>3</sup>, 1980<sup>4</sup>, 1990<sup>5</sup>).

AÑO	POBLACIÓN (hab)
1990	97,165
1980	67,498
1970	36,193
1960	18,022

Tabla 1. Población de la Cd. de Chilpancingo, Gro.  
Censos de Población y Vivienda, INEGI

En la siguiente tabla se da la población proyecto obtenida para los años 1997, 2007 y 2010, con el método de mínimos cuadrados:

AJUSTE	1997	2007	2010	r
Lineal	113841	140714	148776	0.9939692393
Exponencial	158592	279807	331766	0.9909952568
Logarítmico	113591	140097	148022	0.9937694642

Tabla 2. Población Proyecto para la Cd. de Chilpancingo, Gro.

<sup>2</sup> (INEGI, 1963)

<sup>3</sup> (INEGI, 1971)

<sup>4</sup> (INEGI, 1983)

<sup>5</sup> (INEGI, 1991)



### POBLACION PROYECTO: CHILPANCINGO, GRO.

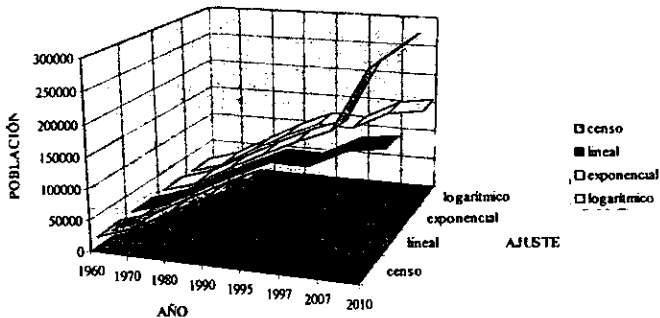


Figura 1. Población Proyecto para la Cd. de Chilpancingo, Gro.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se considera que el modelo lineal es el que mejor se ajusta a los datos de población históricos, por lo tanto la población proyecto para el año 2010 es de 148,776 habitantes.

Como una de las alternativas a considerar para el tratamiento de las aguas residuales de la Cd. de Chilpancingo, Gro., es el tratamiento por medio de plantas "paquetes", las cuales se ubicarían en cada uno los arroyos afluentes del río Huacapa; es necesario determinar la población proyecto para cada subcuenca.

De acuerdo al Plano de Estudio Hidrológico<sup>6</sup> (Ver Figura 2), del Proyecto Ejecutivo de Rehabilitación y Ampliación de la Red Sanitaria de la Cd. de Chilpancingo, Gro., la cuenca principal se subdivide en 43 subcuencas, en las cuales se distribuirá la población proyecto obtenida anteriormente, con la densidad de población mostrada en el Plano de Densidad de Población, realizándose el siguiente procedimiento (Ver Tabla 3):

1. Obtención del área total por subcuenca en hectáreas, (obtenida del Plano de Estudio Hidrológico)
2. Obtención del porcentaje de área poblada por subcuenca (obtenida del Plano de Densidad de Población)

<sup>6</sup> (CNA, 1990)

**ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO  
DE AGUAS RESIDUALES DE LA CD. DE CHILPANCINGO, GRO.  
TABLA 3. DATOS DE PROYECTO**

No.	Área Tot.		Área Poblada		Densidad Población				Área Poblada						Población			TOT. (hab)	DOT. (lps)	APORTAC.		
	(ha)	%	(ha)	%	A	B	C	R	(ha)				%			A	B			C	(m3/día)	
									A	B	C	R	TOT.	A	B							C
1	101.1	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0		
2	82.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0		
3	35.8	10.0	3.6	0	100	0	0	0.0	3.6	0.0	0.0	3.6	0.0	0.9	0.0	0	495	0	495	1.7	1.4	118.8
4	42.3	40.0	16.9	0	10	90	0	0.0	1.7	15.2	0.0	16.9	0.0	0.4	4.5	0	234	1202	1438	5.0	4.0	344.8
5	90.0	60.0	54.0	0	50	40	10	0.0	27.0	21.6	5.4	54.0	0.0	7.0	6.4	0	3741	1707	5448	18.9	15.1	1307.5
6	92.0	60.0	55.2	0	30	20	50	0.0	16.6	11.0	27.6	55.2	0.0	4.3	3.3	0	2295	872	3167	11.0	8.8	760.1
7	64.5	100.0	64.5	0	45	20	35	0.0	29.0	12.9	22.6	64.5	0.0	7.5	3.8	0	4022	1019	5041	17.5	14.0	1209.8
8	51.5	100.0	51.5	0	80	0	20	0.0	41.2	0.0	10.3	51.5	0.0	10.7	0.0	0	5709	0	5709	19.8	15.9	1370.2
9	78.3	100.0	78.3	60	30	0	10	47.0	23.5	0.0	7.8	78.3	4.7	6.1	0.0	3249	3253	0	6502	22.6	18.1	1560.5
10	192.3	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
11	73.0	100.0	73.0	95	0	0	5	69.4	0.0	0.0	3.7	73.0	7.0	0.0	0.0	4799	0	0	4799	16.7	13.3	1151.8
12	164.3	50.0	82.1	80	0	10	10	65.7	0.0	8.2	8.2	82.1	6.6	0.0	2.4	4547	0	649	5196	18.0	14.4	1247.0
13	401.0	10.0	40.1	0	100	0	0	0.0	40.1	0.0	0.0	40.1	0.0	10.4	0.0	0	5557	0	5557	19.3	15.4	1333.7
14	118.0	70.0	82.8	80	10	0	10	66.1	8.3	0.0	8.3	82.8	6.7	2.1	0.0	4573	1145	0	5718	19.9	15.9	1372.3
15	64.5	100.0	64.5	45	50	5	0	29.0	32.3	3.2	0.0	64.5	2.9	8.3	1.0	2009	4469	255	6733	23.4	18.7	1615.9
16	189.8	100.0	189.8	50	30	20	0	94.9	56.9	38.0	0.0	189.8	9.6	14.7	11.2	6566	7888	2999	17453	60.6	48.5	4188.7
17	101.0	40.0	40.4	90	10	0	0	36.4	4.0	0.0	0.0	40.4	3.7	1.0	0.0	2516	560	0	3076	10.7	8.5	738.2
18	184.3	30.0	55.3	100	0	0	0	55.3	0.0	0.0	0.0	55.3	5.6	0.0	0.0	3825	0	0	3825	13.3	10.6	918.0
19	130.5	30.0	39.2	80	0	20	0	31.3	0.0	7.8	0.0	39.2	3.2	0.0	2.3	2168	0	619	2787	9.7	7.7	668.9
20	523.8	60.0	314.3	50	10	40	0	157.1	31.4	125.7	0.0	314.3	15.9	8.1	37.1	10874	4354	9932	25160	87.4	69.9	6038.4
21	223.8	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
22	47.5	30.0	14.3	0	40	60	0	0.0	5.7	8.6	0.0	14.3	0.0	1.5	2.5	0	790	676	1466	5.1	4.1	351.8
23	107.8	20.0	21.6	40	0	60	0	8.6	0.0	12.9	0.0	21.6	0.9	0.0	3.8	597	0	1022	1619	5.6	4.5	388.8
24	149.3	40.0	59.7	90	5	5	0	53.7	3.0	3.0	0.0	59.7	5.4	0.8	0.9	3718	414	236	4368	15.2	12.1	1048.3
25	53.0	40.0	21.2	100	0	0	0	21.2	0.0	0.0	0.0	21.2	2.1	0.0	0.0	1467	0	0	1467	5.1	4.1	352.1
26	90.0	40.0	36.0	90	10	0	0	32.4	3.6	0.0	0.0	36.0	3.3	0.9	0.0	2242	499	0	2741	9.5	7.6	657.8
27	46.0	80.0	36.8	50	50	0	0	18.4	18.4	0.0	0.0	36.8	1.9	4.8	0.0	1273	2550	0	3823	13.3	10.6	917.5
28	19.3	100.0	19.3	30	70	0	0	5.8	13.5	0.0	0.0	19.3	0.6	3.5	0.0	400	1867	0	2267	7.9	6.3	544.1
29	30.0	100.0	30.0	80	20	0	0	24.0	6.0	0.0	0.0	30.0	2.4	1.6	0.0	1661	831	0	2492	8.7	6.9	598.1
30	92.8	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
31	60.0	80.0	48.0	100	0	0	0	48.0	0.0	0.0	0.0	48.0	4.9	0.0	0.0	3322	0	0	3322	11.5	9.2	797.3
32	78.8	80.0	63.0	30	20	0	50	18.9	12.6	0.0	31.5	63.0	1.9	3.3	0.0	1308	1746	0	3054	10.6	8.5	733.0
33	164.8	5.0	8.2	0	100	0	0	0.0	8.2	0.0	0.0	8.2	0.0	2.1	0.0	0	1141	0	1141	4.0	3.2	273.8
34	92.3	90.0	83.0	40	0	10	50	33.2	0.0	8.3	41.5	83.0	3.4	0.0	2.4	2298	0	656	2954	10.3	8.2	709.0
35	62.3	10.0	6.2	40	0	0	60	2.5	0.0	0.0	3.7	6.2	0.3	0.0	0.0	172	0	0	172	0.8	0.5	41.3
36	122.8	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
37	67.5	60.0	40.5	50	0	50	0	20.3	0.0	20.3	0.0	40.5	2.0	0.0	6.0	1401	0	1600	3001	10.4	8.3	720.2
38	27.1	100.0	27.1	40	0	60	0	10.8	0.0	16.2	0.0	27.1	1.1	0.0	4.8	748	0	1282	2031	7.1	5.6	487.4
39	106.5	40.0	42.6	60	0	40	0	25.6	0.0	17.0	0.0	42.6	2.6	0.0	5.0	1769	0	1346	3115	10.8	8.7	747.6
40	112.3	20.0	22.5	60	0	40	0	13.5	0.0	9.0	0.0	22.5	1.4	0.0	2.6	932	0	710	1642	5.7	4.6	394.1
41	140.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
42	324.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
43	154.8	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0	0.0	0.0	0.0
<b>Tot</b>	<b>6161.7</b>		<b>1886.0</b>					<b>988.9</b>	<b>386.8</b>	<b>338.9</b>	<b>170.8</b>	<b>1886.0</b>				<b>68435</b>	<b>53560</b>	<b>26782</b>	<b>148777</b>	<b>618.8</b>	<b>413.3</b>	<b>35706.6</b>



3. Obtención del área poblada por subcuenca (en ha) que es igual al porcentaje de área poblada por subcuenca multiplicada por el área total de cada subcuenca)

4. Distribución de densidad de población por subcuenca (en %), de acuerdo a su clasificación:

En el Plano de Densidad de Población se tienen tres rangos (A, B, C) y una área de reserva ecológica (R):

Rango (hab/ha)	(%)	Simbología
210-250	46	A
110-200	36	B
50-100	18	C
Reserva Ecológica		R

Tabla 4. Densidad de Población para la Cd. de Chilpancingo, Gro., 1990

Suponiendo que no se ha tenido un considerable crecimiento en el área poblada de la ciudad, se proyectarán estos porcentajes de densidad de población para obtener la población proyecto del año 2,010.

5. Obtención del área poblada por subcuenca en ha, según su tipo de densidad de población (A, B, C, R), que es igual al porcentaje de densidad de población por subcuenca multiplicada por el área poblada de cada subcuenca en ha

6. Obtención del área total poblada por subcuenca en ha, que es igual a la suma de las áreas de cada subcuenca según su tipo de densidad de población (A, B, C)

7. Obtención del porcentaje de área poblada según su densidad de población, obtenida con la siguiente relación:

$$\% \text{ Area Poblada} = \frac{\text{Area poblada por subcuenca segun densidad} \times 100}{\text{Area total de cada Densidad de Poblacion}}$$

8. Obtención de la población en habitantes por subcuenca según su tipo de densidad (A, B, C), que es igual al porcentaje de área poblada por subcuenca según su densidad por el área poblada en ha según su tipo de densidad (A, B, C). Considerando la población proyecto para el año 2,010 como el 100 % del área poblada, se obtiene:

Tipo de Densidad	Area Poblada (%)	Población (hab)
A	46	68437
B	36	53559
C	18	26780
TOTAL	100	148776

Tabla 5. Población Proyecto para el año 2010

9. Obtención de la Población Total en habitantes por subcuenca, que es igual a la suma de los habitantes de cada tipo de densidad de población por subcuenca (A, B, C).

### 3. APORTACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

La aportación de Aguas Residuales es el volumen diario de agua residual entregado a la red de alcantarillado. Se considera como un porcentaje del valor de la dotación, ya que existe un volumen de líquido que no tributa a la red de alcantarillado, como el utilizado para el consumo humano, riego, jardines, lavado de coches, etc.

Se considerará como aportación de aguas negras el 80 % de la dotación de agua potable (en  $l \text{ hab}^{-1}d^{-1}$ ), considerando que el 20 % restante se consume antes de llegar a las atarjeas.

La dotación es la cantidad de agua asignada a cada habitante, considerando todos los consumos de los servicios y las pérdidas físicas del sistema, en un día medio anual.

En el Manual de Normas de Proyecto para Obras de Aprovechamiento de Agua Potable en Localidades Urbanas de la República Mexicana<sup>7</sup>, se considera una dotación de  $300 l \text{ hab}^{-1}d^{-1}$  de acuerdo a la población proyecto obtenida y al clima templado de la Cd. de Chilpancingo, Gro.

En la Tabla 3 se obtuvieron los volúmenes de dotación y aportación para cada subcuenca, con una dotación total de 516.6 lps y una aportación de 413.3 lps.

Como puede observarse en el plano de Estudio Hidrológico de la cuenca de Chilpancingo, algunas subcuencas pertenecen al mismo arroyo, por lo que se sumaron sus valores obtenidos. Subcuencas sumadas: (6,10), (9,12), (11,13), (15,17), (16,18), (30,31), (32,33), (34,35), (36,37), obteniéndose los volúmenes de aportación para las 28 barrancas de la cuenca (Tabla 6).

Haciendo un análisis de la disposición final de alcantarillado, se proponen 10 sitios para la ubicación de las plantas paquetes para el tratamiento de aguas residuales, sumando las subcuencas: (1,2,3,4,6,10), (7,8), (9,12), (11,13,14), (15,17), (16,18),

<sup>7</sup>(UNAM, )

**Tabla 6. Volúmen de Aportación de 28 Subcuencas hidrológicas**

Subc.	Pob. (hab)	DOT. (lps)	APORTACION	
			(lps)	(m3/día)
1	495.4	1.7	1.4	118.9
2	1436.0	5.0	4.0	344.6
3	1465.4	5.1	4.1	351.7
4	1467.2	5.1	4.1	352.1
5	1618.2	5.6	4.5	388.4
6	1641.7	5.7	4.6	394.0
7	2031.2	7.1	5.6	487.5
8	2266.8	7.9	6.3	544.0
9	2492.3	8.7	6.9	598.2
10	2741.1	9.5	7.6	657.9
11	2786.2	9.7	7.7	668.7
12	3001.4	10.4	8.3	720.3
13	3115.3	10.8	8.7	747.7
14	3126.7	10.9	8.7	750.4
15	3167.0	11.0	8.8	760.1
16	3321.9	11.5	9.2	797.3
17	3823.0	13.3	10.6	917.5
18	4195.4	14.6	11.7	1006.9
19	4367.9	15.2	12.1	1048.3
20	5041.1	17.5	14.0	1209.9
21	5448.0	18.9	15.1	1307.5
22	5708.9	19.8	15.9	1370.1
23	5717.7	19.9	15.9	1372.2
24	9808.4	34.1	27.2	2354.0
25	10356.0	36.0	28.8	2485.4
26	11697.8	40.6	32.5	2807.5
27	21277.7	73.9	59.1	5106.7
28	25160.3	87.4	69.9	6038.5
<b>Total</b>	<b>148776.0</b>	<b>516.6</b>	<b>413.3</b>	<b>35706.2</b>

**Tabla 7. Volúmen de Aportación para Plantas Paquetes**

No. Sitio	Sub- cuenca	APORTACION		PLANTAS-PAQUETES		
		(lps)	(m3/día)	Capac. (lps)	Cant.	Total (lps)
1	1-4,6,10	29	2531.0	30	1	30
2	7,8	30	2580.0	30	1	30
3	9,12	32	2807.5	30	1	30
4	11,13,14	45	3857.8	30, 15	1, 1	45
5	15,17	27	2354.2	30	1	30
6	16,18	59	5106.7	30	2	60
7	19,20	78	6707.3	30, 25, 20	1, 1, 1	75
8	21-29	56	4858.3	30, 25	1, 1	55
9	30-39	52	4509.6	30, 25	1, 1	55
10	40-43	5	394.1	5	1	5
<b>Total</b>		<b>413.3</b>	<b>35706.5</b>	<b>415</b>	<b>16</b>	<b>415</b>

(19-20), (21-29), (30-39), (40-43), obteniéndose los volúmenes de aportación de la Tabla 7.

#### 4. CALIDAD DEL AGUA

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental para su adecuado tratamiento y posterior reuso.

Se tomaron muestras de agua del río Huacapa por personal de la Subcoordinación de Tratamiento de Aguas Residuales del IMTA, para determinar la calidad del agua, los cuales fueron procesados en el laboratorio del mismo Instituto, se muestran a continuación los datos promedio:

PARAMETRO	
DQO (mg/l)	570
DBO <sub>5</sub> (mg/l)	214
N-NH <sub>3</sub> (mg/l)	11.2
N-NO <sub>3</sub> (mg/l)	1.103
N-NO <sub>2</sub> (mg/l)	0.066
SST (mg/l)	259.55
Coliformes Totales (NMP/100ml)	5.12 x 10 <sup>8</sup>
Temperatura ( C)	25.8
pH	7.3
Grasas y Aceites (mg/l)	45.54

Tabla 8. Calidad del Agua del Río Huacapa

#### 5. ASPECTOS DE SALUD

La Ciudad de Chilpancingo tiene una población de aproximadamente 113,841 habitantes, la cual ve afectada su salud debido a la septicidad de las descargas de aguas residuales que son transportadas a cielo abierto en las barrancas y el río Huacapa, creando además problemas estéticos.

En la ciudad se cuenta con centros de salud, que atienden a la población. En la Tabla 2.2 se muestra el número de casos anuales de enfermedades hídricas y su costo por atención presentados la Ciudad de Chilpancingo en 1996<sup>8</sup>

ENFERMEDADES	NO. DE CASOS	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Amibiasis	3,506	230	806,380
Infecciones Intestinales	7,972	230	1,833,560
Shigelosis	168	230	38,640
Paratifoideas y otras Salm-	486	250	121,500
Giardiasis	208	230	47,840
Intox. Alim. Bacteriana	126	250	31,500
TOTAL			2,879,420

Tabla 9. Número de Casos y Costo de las Enfermedades Hídricas presentadas en la Ciudad de Chilpancingo en 1996

<sup>8</sup> (SSA, Jurisdicción Sanitaria Centro, Chilpancingo, 1997)

## **6. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

Se proporcionan en la Tabla 10 el patrón de cultivos de la zona de influencia del proyecto correspondientes a los municipios de Chilpancingo de los Bravo, Mochitlán y Quechultenango, los cuales son regados con aguas contaminadas del Río Huacapa, se tiene un área de riego de 476 hectáreas.

En la Tabla 11 se propone un patrón de cultivos para la misma zona, considerando que se regarían con las aguas tratadas por la planta de tratamiento, mejorando considerablemente la producción.

## **7. EMPRESAS CONSULTADAS QUE CONSTRUYEN PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

Se mencionan en la Tabla 12 las empresas que fueron consultadas para la obtención de costos de inversión, operación y mantenimiento para el análisis de alternativas del tratamiento de las aguas residuales de la Ciudad de Chilpancingo:



TABLA 10. PATRÓN DE CULTIVOS PARA LA ZONA DE INFLUENCIA

MUNICIPIO	UNIDAD DE RIEGO	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (HA)	RENDIMIENTO (TON/HA)	PRECIO MEDIO RURAL (\$)	PRODUCCIÓN	
						(TON)	(\$)
CHILPANCINGO	CHILPANCINGO	MAIZ	6	3.5	1500	21.0	31500.0
		SORGO FORRAJERO	3	50.0	160	150.0	24000.0
CHILPANCINGO	PETAQUILLAS	MAIZ	24	3.3	1500	79.2	118800.0
		SORGO FORRAJERO	3	50.0	160	150.0	24000.0
		JITOMATE	10	14.0	2000	140.0	280000.0
CHILPANCINGO	TEPECHICOTLÁN	MAIZ	57	4.0	1500	228.0	342000.0
		FRJOL	25	1.1	5000	27.2	136000.0
		ALFALFA	6	50.0	1000	300.0	300000.0
		SORGO FORRAJERO	4	60.0	160	240.0	38400.0
QUECHULTENANGO	QUECHULTENANGO	MAIZ	95	2.6	2000	246.5	493050.0
		FRJOL	81	0.7	5000	57.5	287550.0
		CACAHUATE	1	1.0	3000	1.0	3000.0
		SANDÍA	9	10.0	2000	90.0	180000.0
		SORGO FORRAJERO	8	40.0	160	320.0	51200.0
		AGUACATE	5	8.0	2500	40.0	100000.0
		FRUTALES	5	8.0	2000	40.0	80000.0
QUECHULTENANGO	COLOTLIPA	MAIZ	16	2.7	1600	43.0	68812.8
		FRJOL	10	0.7	5000	7.0	35000.0
		AGUACATE	2	8.0	3000	16.0	48000.0
		MANGO	1	8.0	1000	8.0	8000.0
QUECHULTENANGO	JUXTLAHUACA	MAIZ	22	3.2	1500	70.4	105600.0
		FRJOL	15	0.6	5000	9.0	45000.0
		CAÑA	25	60.0	700	1500.0	1050000.0
MOCHITLÁN	MOCHITLÁN	MAIZ	20	3.5	1200	70.0	84000.0
		FRJOL	10	0.8	5000	8.0	40000.0
		CHILE	2	5.0	3000	10.0	30000.0
		SANDÍA	3	8.0	5000	24.0	120000.0
		AGUACATE	2	8.0	3000	16.0	48000.0
		MANGO	5	8.0	1000	40.0	40000.0
		CAÑA	1	60.0	700	60.0	42000.0
		TOTAL			476		

TABLA 11. PATRÓN DE CULTIVOS PROPUESTOS PARA LA ZONA DE INFLUENCIA

MUNICIPIO	UNIDAD DE RIEGO	CULTIVO	SUPERFICIE COSECHADA (HA)	RENDIMIENTO (TON/HA)	PRECIO MEDIO RURAL (\$)	PRODUCCIÓN	
						(TON)	(\$)
CHILPANCINGO	CHILPANCINGO	MAIZ	3	3.5	1500	10.5	15750.0
		SORGO FORRAJERO	1.5	50.0	160	75.0	12000.0
		JITOMATE	1.5	14.0	2000	21.0	42000.0
		FRIJOL	3	1.1	5000	3.3	16500.0
CHILPANCINGO	PETAQUILLAS	MAIZ	12	3.3	1500	39.6	59400.0
		SORGO FORRAJERO	1.5	50.0	160	75.0	12000.0
		JITOMATE	5	14.0	2000	70.0	140000.0
		FRIJOL	18.5	1.1	5000	20.4	101750.0
CHILPANCINGO	TEPECHICOTLAN	MAIZ	28	4.0	1500	112.0	168000.0
		FRIJOL	12	1.1	5000	13.1	65280.0
		ALFALFA	3	50.0	1000	150.0	150000.0
		SORGO FORRAJERO	2	60.0	160	120.0	19200.0
		JITOMATE	47	14.0	5000	658.0	3290000.0
QUECHULTENANGO	QUECHULTENANGO	MAIZ	50	2.6	2000	129.8	259500.0
		FRIJOL	41	0.7	5000	29.1	145550.0
		CACAHUATE	0.5	1.0	3000	0.5	1500.0
		SANDÍA	5	10.0	2000	50.0	100000.0
		SORGO FORRAJERO	4	40.0	160	160.0	25600.0
		AGUACATE	2.5	8.0	2500	20.0	50000.0
		FRUTALES	2.5	8.0	2000	20.0	40000.0
		JITOMATE	98.5	14.0	5000	1379.0	6895000.0
QUECHULTENANGO	COLOTLIPA	MAIZ	8	2.7	1600	21.5	34406.4
		FRIJOL	5	0.7	5000	3.5	17500.0
		AGUACATE	1	8.0	3000	8.0	24000.0
		MANGO	0.5	8.0	1000	4.0	4000.0
		SANDÍA	5	10.0	2000	50.0	100000.0
		JITOMATE	9.5	14.0	5000	133.0	665000.0
QUECHULTENANGO	JUXTLAHUACA	MAIZ	11	3.2	1500	35.2	52800.0
		FRIJOL	7.5	0.6	5000	4.5	22500.0
		CAÑA	12.5	60.0	700	750.0	525000.0
		JITOMATE	31	14.0	5000	434.0	2170000.0
MOCHITLÁN	MOCHITLÁN	MAIZ	10	3.5	1200	35.0	42000.0
		FRIJOL	5	0.8	5000	4.0	20000.0
		CHILE	1	5.0	3000	5.0	15000.0
		SANDÍA	1.5	8.0	5000	12.0	60000.0
		AGUACATE	1	8.0	3000	8.0	24000.0
		MANGO	2.5	8.0	1000	20.0	20000.0
		CAÑA	0.5	60.0	700	30.0	21000.0
		JITOMATE	21.5	14.0	5000	301.0	1505000.0
		TOTAL			476		

Tabla 12. Directorio de Empresas Constructoras de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

**DEGREMONT DE MEXICO, S.A. DE C.V.**

Bahía de Santa Bárbara No. 157  
Col. Anzures  
11300 México, D.F.  
Patrice Keime Presidente  
Tel. 260-4621  
Fax: 260-1377

**DITESCOR, S.A. DE C.V.**

Río Mixcoac No. 36-302  
Col. Actipan  
03940 México, D.F.  
Juan C. Carrón  
Gerente de Proyectos  
Tel. 524-6115  
Fax: 524-8316

**OTV MEXICO, S.A. DE C.V.**

Darwin No. 68, 6o. piso  
Col. Anzures  
11590 México, D.F.  
Phillipe Lambert  
Director General  
Tel. 254-1423  
Fax: 254-1423

**INGENIERIA DEL MEDIO AMBIENTE,**

**S.A. DE C.V.**  
Arq. Ricardo Acasuso Pérez  
Agricultura 83  
Escandón  
11800, México, D.F.  
Tel. 515-66-19  
Fax: 271-91-42

**YO EKOFIN AB**

Contacto en México :  
P.J. Ensio, S.A. de C.V.  
Av. Río Mayo 1406, esq. Río Pánuco  
Col. Vista Hermosa  
Cuernavaca, Mor.  
62290 México  
Carlos Navarrete  
Coordinador de Ventas  
Tel. (73) 22-63-42  
Fax: (73) 16-3355

**SERVICIOS INDUSTRIALES FAGAS,**

**S.A. DE C.V.**  
Aspérgulas No. 16  
Col. San Clemente  
01740 México, D.F.  
Lena Pombo  
Coordinación  
Tel. 635-4865/4866  
Fax: 635-4937

**EMESA**

Ing. J.A. Bibiesca  
Tabachin 78,  
Col. Bellavista,  
Cuernavaca, Mor.  
Tel. 13 02 27  
13 02 54  
Fax: 13 78 09

**INTEMA, S.A. DE C.V.**

Pilares 15-2  
Col. del Valle  
03100, México, D.F.  
Tel. 575-55-73

**ATLATEC, S.A. DE C.V.**

Ing. Rafael Forseck Rodríguez  
Av. Parque Chapultepec 66-4o. P  
México, D.F.  
Tel. 576-69-99  
358-96-58

**KROFTA**

Callejón Bugambitias No. 1208 No.4  
(Esq. Pablo Neruda)  
Guadalajara, Jal.  
Tel. (013) 642-83-36  
Fax: (013) 641-97-66

ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

## **8. COSTOS DE INVERSIÓN PARA LAS PLANTAS PAQUETES**

De acuerdo a los volúmenes de aportación seleccionados en la Tabla 7, se obtuvieron los costos de inversión, operación y mantenimiento de las plantas paquetes. En la Tabla 13 se obtienen estos costos proporcionados por el grupo Emesa. Se tiene un costo de inversión de \$ 55'631,791.2 y costo de Operación y Mantenimiento de \$ 2,879,168.2.

## **9. PAGO DE DERECHO POR USO O APROVECHAMIENTO DE BIENES DEL DOMINIO PUBLICO DE LA NACIÓN COMO CUERPOS RECEPTORES DE LAS DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES**

De acuerdo al Capítulo XIV, Artículo 276 de la Ley Federal de Derechos<sup>9</sup>, Están obligados a pagar por uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales, las personas físicas o morales que descarguen en forma permanente, intermitente o fortuita aguas residuales en ríos, cuencas, causes, vasos, etc., que en este caso las aguas residuales de la Ciudad de Chilpancingo que descargan al río Huacapa.

La Comisión de Agua Potable y Alcantarillado de Chilpancingo (CAPACH), cuenta con Título de Concesión, con un volumen declarado de descarga de agua residual de 5'991,840 m<sup>3</sup>/año (1'497,960 m<sup>3</sup> trimestrales), y está obligada a pagar este derecho.

En el Artículo 278 de la misma Ley, se causará el derecho de acuerdo al tipo de cuerpo receptor en donde se realice la descarga, conforme al volumen de agua descargada y los contaminantes vertidos, en lo que rebasen los límites máximos permisibles previstos en la misma Ley.

Según el Artículo 278-A, el río Huacapa se considera como cuerpo receptor tipo "A".

Se compararán los valores correspondientes a los límites máximos permisibles por cada contaminante indicado en la Tabla I del Artículo 278 B, Título II, con el determinado en el muestreo y análisis de calidad del agua descargada, en caso de que las concentraciones sean superiores a dichos límites, se causará el derecho, por el excedente del contaminante correspondiente.

Para coliformes fecales, si la descarga presenta un valor que supere el límite máximo permisible de 1,000 como número más probable (NMP) de coliformes fecales por cada 100 mililitros, se causará el derecho conforme a las disposiciones del mismo Capítulo.

Para el potencial Hidrógeno (pH), si la descarga presenta un valor superior a 10 o inferior a 5 unidades, se causará el derecho conforme a las disposiciones del mismo capítulo.

---

<sup>9</sup>(CNA, 1997)

Tabla 13. Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento de Plantas Pequeñas

MODELO LAOTSS	CAPACIDAD POR PLANTA		CANT.	COSTO UNIT. PLANTA	COSTO TOTAL PLANTAS	COSTO UNIT. OBRA CIVIL	COSTO OBRA CIVIL	AREA UNITARIA	AREA REQ.	COSTO TERRENO	POT. INST.	POT. UTIL.	KW-H UTIL.	COSTO KW-H	LODO @ 3 MESES	MANEJO LODOS	CLORO (12% Appm)	M.O.	REFAC.
	(lps)	(m3/día)		(\$)	(\$)	(\$)	(\$)	(m2)	(m2)	(\$)	(HP)	(HP)		(\$/día)	(t)	(\$/día)	(g/día)	(\$/día)	(\$/día)
500	5.0	432.0	1	477,430.0	477,430.0	296,400.0	296,400.0	180.0	180.0	630.0	15	12	8.9	89.7	450	0.5	14.4	3.4	1.0
1500	15.0	1296.0	1	916,240.0	916,240.0	855,000.0	855,000.0	520.0	520.0	1,820.0	40	34	25.3	197.6	1350	1.8	43.2	3.4	1.0
2000	20.0	1728.0	1	1,100,802.0	1,100,802.0	1,154,250.0	1,154,250.0	800.0	800.0	2,800.0	50	41	30.5	238.3	1800	2.1	57.6	3.4	1.0
25000	25.0	2160.0	3	1,100,802.0	3,302,406.0	1,282,500.0	3,847,500.0	950.0	2850.0	9,975.0	75	85	145.3	1,133.1	6750	7.9	216.0	10.3	3.0
3000	30.0	2592.0	10	1,100,802.0	11,008,020.0	1,524,750.0	15,247,500.0	1,100.0	11000.0	38,500.0	100	85	633.3	4,939.4	27000	31.7	864.0	34.4	10.0
<b>TOTAL</b>			<b>16</b>		<b>16,803,898.0</b>		<b>21,400,650.0</b>		<b>15350.0</b>	<b>63,726.0</b>	<b>280</b>	<b>237</b>	<b>843.3</b>	<b>6,578.1</b>	<b>37350</b>	<b>43.8</b>	<b>1,195.2</b>	<b>85.0</b>	<b>16.0</b>

INVERSIÓN:	COSTO (\$)	
Planta	16,803,898.0	
Obra Civil	21,400,650.0	
Iva (15%)	5,730,882.2	38,204,548.0
Supervisión y Administración (10%)	4,393,523.0	43,935,230.2
Imprevistos (15%)	7,249,313.0	48,328,753.2
Terreno	53,725.0	55,578,068.2
<b>Total</b>		<b>65,631,791.2</b>

OPERACIÓN:	(\$/día)	(\$/año)
Energía Eléctrica	6,578.1	2,400,989.0
Manejo de Lodos	43.8	16,001.6
Cloración	1,195.2	436,248.0
Personal	55.0	20,089.6
Refacciones	16.0	5,840.0
<b>Total</b>	<b>7,888.1</b>	<b>2,679,168.2</b>

A	B	C	D
CONCENTRACIÓN PROMEDIO (CPC EN UNIDADES)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CUOTA CONFORME A TIPO DE CUERPO RECEPTOR	MONTO A PAGAR SI A>B (VOLUMEN)X(C)
5.12 X 10 <sup>5</sup>	1,000 (NMP)/100 ml	0.5	748,980

Tabla 14. Cuota por Derecho de Descarga (Coliformes Fecales)

A (ART. 278-B.II.LFD)	B	C	D
CONCENTRACIÓN PROMEDIO (CPC EN UNIDADES)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CUOTA	MONTO
7.3	DE 5 A 10	0	0

Tabla 15. Cuota por Derecho de Descarga (Potencial Hidrógeno)

A (ART.278-B.LFD)	B (ART.278-B.LFD)	C (ART.278-B.II.TABLA I,LFD)	D SI B>C	E
CONTAMINANTE	CONCENTRACIÓN PROMEDIO (CPC) mg/l	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE mg/l	(B-C)X(0.001) kg/m <sup>3</sup>	CARGA DE CONTAMINANTES EN Kg (D)X(VOLUMEN TRIMESTRAL)
GRASAS ACEITES Y	45.54	15	0.03054	45,747.7
SST	259.55	150	0.10955	164,101.5
DBO	214.00	150	0.064	95,869.4

F	G	H	I	J
INDICE DE INCUMPLIMIENTO (B-C)/C	CUOTA (ART. 278-C,TABLA III,LFD)	(E)X(G)	(ART. 278-C.III,LFD) FACTOR SEGÚN CUERPO RECEPTOR	MONTO (H)X(I)
2.036	1.99	91,037.9	0.56	158.5
0.73	1.53	251,075.3	0.56	437.9
0.43	1.33	127,506.4	0.56	222.4

Tabla 16. Cuota por Derecho de Descarga (Contaminantes Básicos)

El contribuyente estará obligado a pagar únicamente el monto que resulte mayor para el trimestre que corresponda.

Por lo tanto el CAPACH pagará por Coliformes Fecales un monto de \$748,980.0 pesos trimestrales, es decir, \$2'995,920.0 pesos anuales.

En la Tabla 17 se obtiene el adeudo acumulado que tiene el CAPACH por derecho de descarga desde 1991, el cual asciende a \$ 29'758,779.6 pesos.

Tabla 17. Adeudo Acumulado del CAPACH por Derecho de Descarga

Nº	TRIMESTRE	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	TARIFA (\$)	IMPORTE (\$)	FACTOR ACTUAL	VALOR ACTUAL	RECARGO (%)	IMPORTE (\$)	TOTAL (\$)
991	E/M	1,497,960.0	0.05	74,898.0	3.1821	238,332.9	189.72	452,165.2	690,498.2
	A/J	1,497,960.0	0.05	74,898.0	3.0862	231,150.2	182.97	422,935.5	654,085.7
	J/S	1,497,960.0	0.05	74,898.0	3.0080	225,293.2	176.22	397,011.6	622,304.8
	O/D	1,497,960.0	0.05	74,898.0	2.8347	212,313.4	169.47	359,807.5	572,120.8
992	E/M	1,497,960.0	0.05	74,898.0	2.7238	204,007.2	164.97	336,550.6	540,557.8
	A/J	1,497,960.0	0.05	74,898.0	2.6640	199,528.3	160.47	320,183.0	519,711.3
	J/S	1,497,960.0	0.05	74,898.0	2.6084	195,363.9	155.97	304,709.1	500,073.1
	O/D	1,497,960.0	0.05	74,898.0	2.5324	189,671.7	151.47	287,295.7	476,967.4
993	E/M	1,497,960.0	0.0635	95,120.5	2.4664	234,605.1	144.47	338,934.0	573,539.1
	A/J	1,497,960.0	0.0635	95,120.5	2.4247	230,638.6	136.37	314,521.8	545,160.4
	J/S	1,497,960.0	0.0635	95,120.5	2.3826	226,634.0	129.17	292,743.1	519,377.2
	O/D	1,497,960.0	0.0635	95,120.5	2.3446	223,019.4	122.67	273,577.9	496,597.4
994	E/M	1,497,960.0	0.0689	103,209.4	2.3028	237,670.7	116.73	277,433.0	515,103.7
	A/J	1,497,960.0	0.0703	105,306.6	2.2692	238,961.7	109.92	262,666.7	501,628.4
	J/S	1,497,960.0	0.0713	106,804.5	2.2328	238,473.2	101.02	240,905.6	479,378.8
	O/D	1,497,960.0	0.0713	106,804.5	2.1901	233,912.6	93.16	217,913.0	451,825.7
995	E/M	1,497,960.0	0.0735	110,100.1	1.9121	210,522.3	84.16	177,175.6	387,697.9
	A/J	1,497,960.0	0.0735	110,100.1	1.6477	181,411.9	77.30	140,231.4	321,643.2
	J/S	1,497,960.0	0.0935	140,059.3	1.5562	217,960.2	68.30	148,866.8	366,827.1
	O/D	1,497,960.0	0.0935	140,059.3	1.4412	201,853.4	59.30	119,699.1	321,552.5
996	E/M	1,497,960.0	1.5	2,246,940.0	1.3302	2,988,879.6	50.30	1,503,406.4	4,492,286.0
	A/J	1,497,960.0	1.5	2,246,940.0	1.2499	2,808,450.3	42.12	1,182,919.3	3,991,369.6
	J/S	1,497,960.0	1.75	2,621,430.0	1.1971	3,138,113.9	33.12	1,039,343.3	4,177,457.2
	O/D	1,497,960.0	1.75	2,621,430.0	1.1285	2,958,283.8	24.12	713,538.0	3,671,821.8
997	E/M	1,497,960.0	0.5	748,980.0	1.0687	800,434.9	19.56	156,565.1	957,000.0
	A/J	1,497,960.0	0.5	748,980.0	1.0385	777,815.7	12.43	96,682.5	874,498.2
	J/S	1,497,960.0	0.5	748,980.0	1.0079	754,896.9	4.48	33,819.4	788,716.3
	O/D	1,497,960.0	0.5	748,980.0		748,980.0		748,980.0	748,980.0
TOTAL					19,347,178.1		11,160,580.5	29,768,779.6	

## 10. TRENES DE TRATAMIENTO PROPUESTOS POR EL IMTA

En la siguiente figura se muestran los trenes de tratamiento propuestos para el saneamiento de las aguas residuales de la ciudad de Chilpancingo, los cuales fueron evaluados con el sistema CAPDET-PC (Computer Assisted Procedure for Design and Evaluation of Wastewater Treatment Systems), de la empresa Hydromantis, Inc, desarrollado por el US Army Corps of Engineers y el US Environmental Protection Agency, que es un programa para la designación y evaluación del tratamiento de agua residuales.

El Tren 1 es el propuesto por la empresa Almex Ingeniería a base de filtros percoladores, el Tren 2 es con lodos activados y el Tren 3 es con aereación extendida.

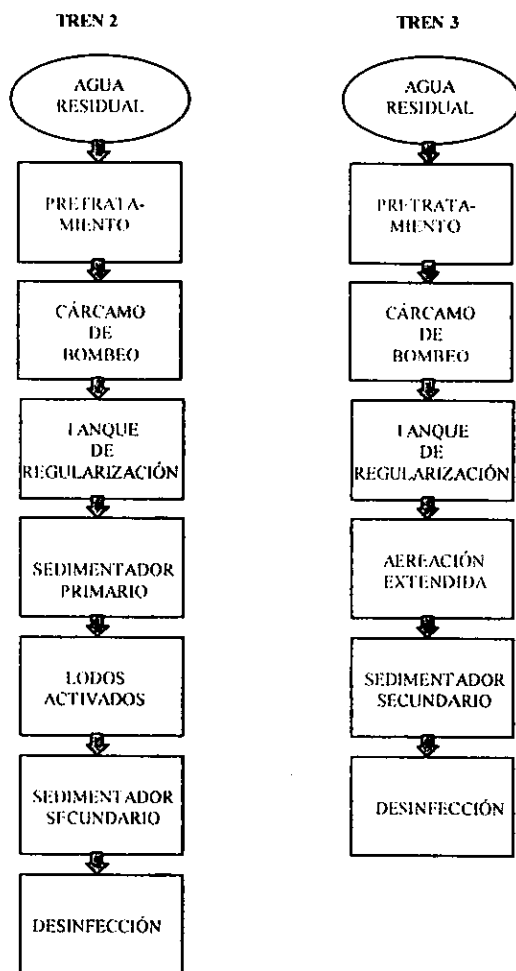


Figura 3. Trenes de Tratamiento Propuestos para las Aguas Residuales de la Cd. de Chilpancingo, Gro.



## **11. FLUJO DE COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES**

Se presenta en la Tabla 18 el Flujo de Costos y Beneficios Sociales determinados para realizar la evaluación social del proyecto.

## **12. ESTADOS FINANCIEROS DEL ORGANISMO OPERADOR DE AGUA POTABLE**

Se presenta en las Tablas 19 Y 20 los Estados Financieros del Organismo Operador de Agua Potable (CAPACH) de los dos últimos ciclos contables (1996 y 1997).

## **13. ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA**

Se presentan en las Tablas 21, 22 y 23 los Estados Proforma y los Flujos de Efectivo del Proyecto para la evaluación económica y financiera del proyecto con y sin financiamiento.

## **14. ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD**

Se presenta en la Tabla 24 los resultados obtenidos del análisis de sensibilidad.

Tabla 18. Flujo de Costos y Beneficios Sociales (Plantas Paquetes)  
Horizonte de Evaluación: 12 años

Tasa social de descuento anual  
Años 1997 - 2010 8%

C O N C E P T O	1998 0	1999 1	2000 2	2001 3	2002 4	2003 5	2004 6	2005 7	2006 8	2007 9	2008 10	2009 11	2010 12
<b>BENEFICIOS</b>													
Ahorro en atención médica por enfermedades hídricas		2,879,420.00	2,951,405.50	3,025,190.84	3,100,820.40	3,178,340.91	3,257,799.44	3,339,244.42	3,422,725.53	3,508,293.67	3,596,001.01	3,685,901.04	3,778,048.56
Beneficios por mayor producción agrícola		7,820,826.52	7,820,826.52	9,496,475.06	9,496,478.06	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60
Beneficio Total	0.00	10,700,046.52	10,772,032.02	12,521,665.70	12,597,298.46	14,350,664.51	14,430,123.04	14,511,568.02	14,595,049.13	14,680,617.27	14,768,324.61	14,858,224.64	14,950,372.16
<b>COSTOS</b>													
Inversión planta de tratamiento	55,631,791.20												
Costos de operación y mbo.		2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20
Costos Totales	55,631,791.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20	2,879,168.20
Flujo de Efectivo	-55,631,791.20	7,820,878.32	7,892,863.82	9,642,497.50	9,718,127.26	11,471,496.31	11,550,954.84	11,632,399.82	11,715,880.93	11,801,449.07	11,889,156.41	11,979,056.44	12,071,203.96

B/C = 1.29

VAB = 100,048,971.51  
VAC = 77,329,437.38  
VANP = 22,719,544.13  
TIRP = 14.84

VA enfermedades hídricas = 24,392,673.78  
VA producción agrícola = 76,648,297.73

Tabla 10.1. Flujo de Costos y Beneficios Sociales (Planta de Tratamiento Central)  
Horizonte de Evaluación: 12 años

Tasa social de descuento anual  
Años 1997 - 2010 8%

CONCEPTO	1998 0	1999 1	2000 2	2001 3	2002 4	2003 5	2004 6	2005 7	2006 8	2007 9	2008 10	2009 11	2010 12
<b>BENEFICIOS</b>													
Ahorro en atención médica por enfermedades hídricas		2,879,420.00	2,951,405.90	3,025,190.84	3,100,820.40	3,178,340.91	3,257,799.44	3,339,244.42	3,422,725.53	3,508,293.87	3,598,001.01	3,688,901.04	3,778,049.56
Beneficios por mayor producción agrícola		7,820,826.52	7,820,826.52	9,496,475.06	9,496,475.06	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60	11,172,323.60
Beneficio Total	0.00	10,700,046.52	10,772,032.02	12,521,665.70	12,597,295.46	14,350,664.51	14,430,123.04	14,511,568.02	14,595,049.13	14,680,617.27	14,768,324.61	14,858,224.64	14,950,372.16
<b>COSTOS</b>													
Inversión planta de tratamiento	95,737,780.00												
Costos de operación y mtto.		4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00
Costos Totales	95,737,780.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00	4,109,264.00
Flujo de Efectivo	-95,737,780.00	6,590,782.52	6,662,768.02	8,412,401.70	8,488,031.46	10,241,400.51	10,320,859.04	10,402,304.02	10,485,785.13	10,571,353.27	10,659,060.61	10,748,960.64	10,841,108.16

VAB = 100,048,071.81  
VAC = 126,706,494.10  
VANP = -26,658,422.59  
TIRP = 2.94

B/C = 0.79

VA enfermedades hídricas = 24,392,873.78  
VA producción agrícola = 78,656,397.73

COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE CHILPANCINGO

Tabla 19. BALANCE GENERAL

ACTIVO	1,996	1,997	Diferencia
<b>Activo Circulante</b>			
Caja	5,620.0	6,800.0	1,180.0
Bancos	(471,513.2)	366,075.3	837,588.4
Inversiones en valores	0.0	0.0	0.0
Depósitos en garantía	0.0	10,000.0	10,000.0
Deudores por servicios de agua	51,993,368.2	10,733,012.5	(41,260,355.7)
Deudores por servicio de alcantarillado	822,877.9	0.0	(822,877.9)
Deudores por servicio de agua potable	1,449.8	0.0	(1,449.8)
Deudores diversos	4,504,545.6	2,100.0	(4,502,445.6)
Deudores por gastos a comprobar	19,311.9	9,168.6	(10,143.4)
Funcionarios y empleados	2,650.0	7,784.8	5,134.8
Almacén	775,469.7	777,501.7	2,032.0
Anticipo a proveedores	361,612.7	11,091.0	(350,521.7)
Anticipo a contratistas	0.0	0.0	0.0
Anticipo a destajistas por mano de obra	0.0	0.0	0.0
Usuarios adeudo a CAPACH	0.0	51,675,468.0	51,675,468.0
Anticipo Impuesto sobre la renta	0.0	2,345.7	2,345.7
Documentos por cobrar	3,968.4	2,818.0	(1,150.3)
Iva por acreditar	2,783,484.9	996,061.6	(1,787,423.3)
Crédito al salario	511,894.8	405,871.4	(106,023.4)
<i>Total activo circulante</i>	<i>61,314,740.8</i>	<i>65,006,098.4</i>	<i>3,691,357.6</i>
<b>Activo fijo</b>			
Terrenos	30,987.8	30,987.8	0.0
Edificios	252,080.7	155,981.0	(96,099.6)
Equipo de transporte	310,996.3	1.0	(310,995.3)
Equipo de oficina	157,706.2	114,702.1	(43,004.1)
Colecciones científicas y libros	5.3	0.0	(5.3)
Equipo de bombeo	435,253.0	278,811.7	(156,441.3)
Maquinaria, herramientas y accesorios	83,483.6	1.0	(83,482.6)
Aparatos e instalaciones eléctricas	29,352.2	17,122.2	(12,230.0)
Subestaciones eléctricas	4,038.3	1.0	(4,037.3)
Radio	42,659.3	5,293.0	(37,366.3)
Semoviente	12.0	0.0	(12.0)
Captaciones	7.2	0.0	(7.2)
Obras de operación de agua potable	6,194,684.3	4,875,009.9	(1,319,674.4)
Obras de operación y alcantarillado	1,800.1	1,050.1	(750.0)
Depreciación acumulada	0.0	0.0	0.0
Depreciación edificios	(93,999.0)	(6,499.8)	87,499.2
Depreciación equipo de transporte	(318,536.5)	0.0	318,536.5
Depreciación equipo de oficina	(90,557.1)	(7,443.3)	83,113.8
Depreciación equipo de bombeo	(154,687.1)	(23,141.7)	131,545.4
Depreciación maquinaria, herramienta y accesorios	(125,989.7)	0.0	125,989.7
Depreciación aparatos e instalaciones eléctricas	(11,740.8)	(1,426.8)	10,314.0
Depreciación subestaciones eléctricas	(14,941.4)	0.0	14,941.4
Depreciación radio	(126,696.6)	(397.0)	126,299.6
Depreciación obras de operación de agua potable	(1,268,052.0)	(203,141.7)	1,064,910.3
Depreciación obras de operación de alcantarillado	(720.0)	(39.5)	680.5
<i>Total activo fijo</i>	<i>5,337,146.1</i>	<i>5,236,871.0</i>	<i>(100,275.1)</i>

**Activo Diferido**

Pagos anticipados	509.1	0.0	(509.1)
<i>Total activo diferido</i>	509.1	0.0	(509.1)

<b>Total de Activo</b>	66,652,395.9	70,242,969.4	3,590,573.5
------------------------	--------------	--------------	-------------

**PASIVO Y CAPITAL****Pasivo Corto Plazo**

Proveedores	156,458.0	853,062.9	696,604.9
Acreedores diversos	1,498,588.9	70,798.6	(1,427,790.3)
Documentos por pagar	8,506.5	363,355.5	354,849.0
Acreedores Pronasol 97 Federal Estatal	0.0	21,525.9	21,525.9
Comisiones y cobranzas	(25.6)	0.0	25.6
Depósito en garantía	3,653.0	0.0	(3,653.0)
Impuesto por pagar	173,172.1	51,590.5	(121,581.6)
Cuotas por pagar	16,257.0	31,544.3	15,287.3
Préstamos	1,394,706.6	2,538,306.0	1,143,599.4
Iva por pagar	4,463,021.5	202,707.6	(4,260,313.9)
<i>Total pasivo a corto plazo</i>	7,714,338.0	4,132,891.4	(3,581,446.7)

**Pasivo Largo Plazo**

Documentos por pagar largo plazo	5,557,337.4	0.0	(5,557,337.4)
Inversión federal amortizable	74,737.2	0.0	(74,737.2)
<i>Total pasivo largo plazo</i>	5,632,074.6	0.0	(5,632,074.6)

**Pasivo Diferido**

Facturación emitida	47,628,346.4	10,733,012.5	(36,895,333.8)
Anticipo de usuarios	30,195.1	45,788.0	15,592.9
<i>Total pasivo diferido</i>	47,658,541.5	10,778,800.5	(36,879,740.9)

<b>Total Pasivo</b>	61,004,954.1	14,911,691.9	(46,093,262.2)
---------------------	--------------	--------------	----------------

**Capital**

Patrimonio	0.0	57,462,353.0	57,462,353.0
Aportación Gobierno Federal	3,563.1	0.0	(3,563.1)
Aportación Gobierno del Estado	4,182.5	0.0	(4,182.5)
Aportación Gobierno Municipal	115,552.9	0.0	(115,552.9)
Aportación usuarios	854,870.4	0.0	(854,870.4)
Otras aportaciones	250,605.9	0.0	(250,605.9)
Cancelación aprobada	1,754.0	0.0	(1,754.0)
Resultado del ejercicio anterior	5,326,479.2	0.0	(5,326,479.2)
Resultado del ejercicio	(909,566.1)	(2,131,075.5)	(1,221,509.5)
<i>Total capital</i>	5,647,441.8	55,331,277.5	49,683,835.7

<b>Total Pasivo y Capital</b>	66,652,395.9	70,242,969.4	3,590,573.5
-------------------------------	--------------	--------------	-------------

**COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE CHILPANCINGO**  
**Tabla 20. ESTADO DE RESULTADOS**

<b>INGRESOS</b>	<b>1,996</b>	<b>% Ventas</b>	<b>1,997</b>	<b>% Ventas</b>	<b>Diferencia</b>
Aportación del Gobierno del Estado	1,861,064.0	15.6	0.0	0.0	(1,861,064.0)
Aportación del Gobierno Federal	531,123.0	4.4	0.0	0.0	(531,123.0)
Aportación del Gobierno Municipal	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ingreso por servicio de agua	9,018,905.8	75.4	9,885,171.8	93.7	866,266.0
Ingreso por servicio de alcantarillado	60.6	0.0	0.0	0.0	(60.6)
Ingreso por conexiones de agua potable	207,607.1	1.7	124,916.3	1.2	(82,690.8)
Ingreso por recargos	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ingreso por conexiones de alcantarillado	68,191.2	0.6	86,667.5	0.8	18,476.3
Ingreso por reparación de medidores	43.5	0.0	0.0	0.0	(43.5)
Ingreso por excavación	71,935.9	0.6	104,733.5	1.0	32,797.6
Ingreso por venta de materiales	151,181.4	1.3	90,458.8	0.9	(60,722.5)
Ingreso por venta de pipas de agua	11,255.0	0.1	134,842.6	1.3	123,587.6
Ingreso por productos financieros	3,179.3	0.0	17,029.8	0.2	13,850.4
Ingreso por venta de activo fijo	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ingreso por reconexión	695.6	0.0	0.0	0.0	(695.6)
Otros ingresos	34,287.5	0.3	27,091.9	0.3	(7,195.6)
Ingreso por actualización de datos	0.0	0.0	7,096.9	0.1	7,096.9
Ingreso por derecho de conexión a la red	0.0	0.0	72,218.4	0.7	72,218.4
<b>Total de ingresos</b>	<b>11,959,530.0</b>	<b>100.0</b>	<b>10,550,227.5</b>	<b>100.0</b>	<b>(1,409,302.4)</b>
<i>Ingreso Bruto</i>	<i>11,959,530.0</i>	<i>100.0</i>	<i>10,550,227.5</i>	<i>100.0</i>	<i>(1,409,302.4)</i>
<b>Gastos de operación</b>					
Gastos de operación	8,027,942.4	67.1	9,329,206.6	88.4	1,301,264.2
Gastos de administración	3,974,420.2	33.2	3,107,027.4	29.4	(867,392.8)
Gastos de Financiamiento	0.0	0.0	103,914.5	1.0	103,914.5
Gastos de capital (PRONASOL)	866,733.5	7.2	0.0	0.0	(866,733.5)
Gastos de venta o comercialización	0.0	0.0	141,154.6	1.3	141,154.6
<b>Total Gastos de Operación</b>	<b>12,869,096.0</b>	<b>107.6</b>	<b>12,681,303.1</b>	<b>120.2</b>	<b>(187,793.0)</b>
Utilidad antes de otros ingresos y gastos	(909,566.1)	(7.6)	(2,131,075.5)	(20.2)	(1,221,509.5)
<b>Pérdida Neta</b>	<b>(909,566.1)</b>	<b>(7.6)</b>	<b>(2,131,075.5)</b>	<b>(20.2)</b>	<b>(1,221,509.5)</b>

**COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE CHILPANCINGO**  
**Hoja de Balance Proforma**

**Estado Inicial**

Activo Circulante	65,006,098.43	Pasivo	14,911,691.92
Activo Fijo	60,868,662.19	Capital	55,331,277.50
<b>Total Activo</b>	<b>125,874,760.62</b>	<b>Total P y C</b>	<b>70,242,969.42</b>
		Financiamiento Externo	55,631,791.20

**COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE CHILPANCINGO**  
**Hoja de Balance Proforma**

**Escenario 1**

Activo Circulante	71,506,708.27	Pasivo	16,402,861.11
Activo Fijo	60,868,662.19	Capital	55,331,277.50
<b>Total Activo</b>	<b>132,375,370.46</b>	<b>Total P y C</b>	<b>71,734,138.61</b>
		Financiamiento Externo	60,641,231.85

**COMISIÓN DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE CHILPANCINGO**  
**Hoja de Balance Proforma**

**Escenario 2**

Activo Circulante	78,007,318.12	Pasivo	17,894,030.30
Activo Fijo	60,868,662.19	Capital	55,331,277.50
<b>Total Activo</b>	<b>138,875,980.31</b>	<b>Total P y C</b>	<b>73,225,307.80</b>
		Financiamiento Externo	65,650,672.50

Tabla 21. Hoja de Balance Proforma

Tabla 22.1. Estado de Resultados Proforma y Flujo de Efectivo Sin Financiamiento  
Horizonte de Evaluación: 12 años

Escenario Inicial

Tasa privada de descuento anual  
Años 1998 - 2010 8%

CONCEPTO	1998 0	1999 1	2000 2	2001 3	2002 4	2003 5	2004 6	2005 7	2006 8	2007 9	2008 10	2009 11	2010 12
Inversión planta de tratamiento	55,631,791.2												
<b>INGRESOS</b>													
Ventas		10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5
Ahorro en la multa acumulada con la CNA		29,756,779.6											
Ahorro en la cuota por derecho de descarga de aguas residuales		2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0
Ahorro en el pago de la multa por infringir la normatividad sobre calidad de aguas residuales		275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0
Ingresos por el cobro del saneamiento de las aguas resid.		10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7
Beneficio fiscal		36,718,982.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ingreso Total		90,558,139.0	24,062,377.2	24,062,377.2	24,062,377.2	24,062,377.2	24,062,377.2	24,062,377.2	24,062,377.2	24,062,377.2	24,062,377.2	24,062,377.2	24,062,377.2
<b>COSTOS</b>													
Costos Operación		9,329,206.8	9,329,206.8	9,329,206.8	9,329,206.8	9,329,206.8	9,329,206.8	9,329,206.8	9,329,206.8	9,329,206.8	9,329,206.8	9,329,206.8	9,329,206.8
Costos de O y M de P. de T.		2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2
Costos Totales		12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8
Utilidad Marginal		78,349,764.2	11,874,002.4	11,874,002.4	11,874,002.4	11,874,002.4	11,874,002.4	11,874,002.4	11,874,002.4	11,874,002.4	11,874,002.4	11,874,002.4	11,874,002.4
<b>GASTOS</b>													
Administración		3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4
Venta		141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6
Total de Gastos		3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9
Utilidad Bruta		75,101,582.3	8,625,820.5	8,625,820.5	8,625,820.5	8,625,820.5	8,625,820.5	8,625,820.5	8,625,820.5	8,625,820.5	8,625,820.5	8,625,820.5	8,625,820.5
I.S.R. (34 %)		25,534,536.0	2,932,779.0	2,932,779.0	2,932,779.0	2,932,779.0	2,932,779.0	2,932,779.0	2,932,779.0	2,932,779.0	2,932,779.0	2,932,779.0	2,932,779.0
Utilidad Neta		49,567,044.3	5,693,041.5	5,693,041.5	5,693,041.5	5,693,041.5	5,693,041.5	5,693,041.5	5,693,041.5	5,693,041.5	5,693,041.5	5,693,041.5	5,693,041.5
Depreciación		55,873,681.0	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8
Flujo de Efectivo =	-55,631,791.2	105,440,925.3	5,935,131.3	5,935,131.3	5,935,131.3	5,935,131.3	5,935,131.3	5,935,131.3	5,935,131.3	5,935,131.3	5,935,131.3	5,935,131.3	5,935,131.3

VPN = 76,213,718.3  
TIR = 100.2

VP Costo de Planta, O y M. = \$77,329,427.4  
CUOTA ANUAL SANEAMIENTO = \$69.0 / hab  
CUOTA MENSUAL = \$5.7 / hab  
COSTO AGUA TRATADA = \$5.9 / m<sup>3</sup>



Tabla 22.2. Estado de Resultados Proforma y Flujo de Efectivo Sin Financiamiento  
Horizonte de Evaluación: 12 años

Escenario 1

Tasa privada de descuento anual  
Años 1999 - 2010 8%

CÓNC EPTO	1998 0	1999 1	2000 2	2001 3	2002 4	2003 5	2004 6	2005 7	2006 8	2007 9	2008 10	2009 11	2010 12
Inversión planta de tratamiento	55,631,791.2												
<b>INGRESOS</b>													
Ventas		11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3
Ahorro en la multa acumulada con la CNA		29,758,779.6											
Ahorro en la cuota por derecho de descarga de aguas residuales		2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0
Ahorro en el pago de la multa por infringir la normatividad sobre calidad de aguas residuales		275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0
Ingresos por el cobro del saneamiento de las aguas resid.		10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7
Beneficio fiscal		36,716,982.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Ingreso Total</b>		91,613,161.7	25,137,400.0	25,137,400.0	25,137,400.0	25,137,400.0	25,137,400.0	25,137,400.0	25,137,400.0	25,137,400.0	25,137,400.0	25,137,400.0	25,137,400.0
<b>COSTOS</b>													
Costos Operación		10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3
Costos de O y M de P. de T		2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2
<b>Costos Totales</b>		13,141,295.5	13,141,295.5	13,141,295.5	13,141,295.5	13,141,295.5	13,141,295.5	13,141,295.5	13,141,295.5	13,141,295.5	13,141,295.5	13,141,295.5	13,141,295.5
<b>Utilidad Marginal</b>		78,471,866.3	11,996,104.5	11,996,104.5	11,996,104.5	11,996,104.5	11,996,104.5	11,996,104.5	11,996,104.5	11,996,104.5	11,996,104.5	11,996,104.5	11,996,104.5
<b>GASTOS</b>													
Administración		3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4
Verza		141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8
<b>Total de Gastos</b>		3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9	3,248,181.9
<b>Utilidad Bruta</b>		75,223,684.3	8,747,922.6	8,747,922.6	8,747,922.6	8,747,922.6	8,747,922.6	8,747,922.6	8,747,922.6	8,747,922.6	8,747,922.6	8,747,922.6	8,747,922.6
I.S.R. (34 %)		25,576,052.7	2,974,293.7	2,974,293.7	2,974,293.7	2,974,293.7	2,974,293.7	2,974,293.7	2,974,293.7	2,974,293.7	2,974,293.7	2,974,293.7	2,974,293.7
<b>Utilidad Neta</b>		49,647,631.7	5,773,628.9	5,773,628.9	5,773,628.9	5,773,628.9	5,773,628.9	5,773,628.9	5,773,628.9	5,773,628.9	5,773,628.9	5,773,628.9	5,773,628.9
Depreciación		55,873,881.0	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8
<b>Flujo de Efectivo =</b>	<b>-55,631,791.2</b>	<b>105,521,512.7</b>	<b>6,015,718.7</b>	<b>6,015,718.7</b>	<b>6,015,718.7</b>	<b>6,015,718.7</b>	<b>6,015,718.7</b>	<b>6,015,718.7</b>	<b>6,015,718.7</b>	<b>6,015,718.7</b>	<b>6,015,718.7</b>	<b>6,015,718.7</b>	<b>6,015,718.7</b>

VPN = 78,776,048.0  
TIR = 100.4

Tabla 22.3. Estado de Resultados Proforma y Flujo de Efectivo Sin Financiamiento  
Horizonte de Evaluación: 12 años

Escenario 2

Tasa privada de descuento anual

Años 1998 - 2010

8%

CONCEPTO	1998 0	1999 1	2000 2	2001 3	2002 4	2003 5	2004 6	2005 7	2006 8	2007 9	2008 10	2009 11	2010 12
Inversión planta de tratamiento	55,631,791.2												
<b>INGRESOS</b>													
Ventas		12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0
Ahorro en la multa acumulada con la CNA		29,758,779.6											
Ahorro en la cuota por derecho de descarga de aguas residuales		2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0
Ahorro en el pago de la multa por infringir la normatividad sobre calidad de aguas residuales		275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0
Ingresos por el cobro del saneamiento de las aguas resid.		10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7	10,261,229.7
Beneficio fiscal pago interés		36,716,962.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ingreso Total		92,668,184.5	26,192,422.7	26,192,422.7	26,192,422.7	26,192,422.7	26,192,422.7	26,192,422.7	26,192,422.7	26,192,422.7	26,192,422.7	26,192,422.7	26,192,422.7
<b>COSTOS</b>													
Costos Operación		11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9
Costos de O y M de P. de T.		2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2
Costos Totales		14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1
Utilidad Marginal		78,593,968.4	12,118,206.6	12,118,206.6	12,118,206.6	12,118,206.6	12,118,206.6	12,118,206.6	12,118,206.6	12,118,206.6	12,118,206.6	12,118,206.6	12,118,206.6
<b>GASTOS</b>													
Administración		1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7
Venta		70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3
Total de Gastos		1,624,091.0	1,624,091.0	1,624,091.0	1,624,091.0	1,624,091.0	1,624,091.0	1,624,091.0	1,624,091.0	1,624,091.0	1,624,091.0	1,624,091.0	1,624,091.0
Utilidad Bruta		76,969,877.4	10,494,115.6	10,494,115.6	10,494,115.6	10,494,115.6	10,494,115.6	10,494,115.6	10,494,115.6	10,494,115.6	10,494,115.6	10,494,115.6	10,494,115.6
I.S.R. (34 %)		26,169,758.3	3,567,999.3	3,567,999.3	3,567,999.3	3,567,999.3	3,567,999.3	3,567,999.3	3,567,999.3	3,567,999.3	3,567,999.3	3,567,999.3	3,567,999.3
Utilidad Neta		50,800,119.1	6,926,116.3	6,926,116.3	6,926,116.3	6,926,116.3	6,926,116.3	6,926,116.3	6,926,116.3	6,926,116.3	6,926,116.3	6,926,116.3	6,926,116.3
Depreciación		55,873,891.0	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8
Flujo de Efectivo =	-55,631,791.2	106,874,000.1	7,168,206.1	7,168,206.1	7,168,206.1	7,168,206.1	7,168,206.1	7,168,206.1	7,168,206.1	7,168,206.1	7,168,206.1	7,168,206.1	7,168,206.1

VPN = 83,617,920.4  
TIR = 104.1

Tabla 23. Estado de Resultados Proforma y Flujo de Efectivo Con Financiamiento  
Horizonte de Evaluación: 12 años

Escenario Inicial

Tasa privada de descuento anual

Años 1998 - 2010 6%

CONCEPTO	1998 0	1999 1	2000 2	2001 3	2002 4	2003 5	2004 6	2005 7	2006 8	2007 9	2008 10	2009 11	2010 12
Inversión planta de tratamiento	53,631,791.2												
<b>INGRESOS</b>													
Ventas		10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5	10,550,227.5
Ahorro en la multa acumulada con la CNA		29,758,779.6											
Ahorro en la cuota por derecho de descarga de aguas residuales		2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0
Ahorro en el pago de la multa por infringir la normatividad sobre calidad de aguas residuales		275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0
Ingresos por el cobro del saneamiento de las aguas resid.		18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9
Beneficio fiscal pago intereses		36,716,982.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ingreso Total		98,868,460.2	32,392,698.4	32,392,698.4	32,392,698.4	32,392,698.4	32,392,698.4	32,392,698.4	32,392,698.4	32,392,698.4	32,392,698.4	32,392,698.4	32,392,698.4
<b>COSTOS</b>													
Costos Operación		9,329,206.6	9,329,206.6	9,329,206.6	9,329,206.6	9,329,206.6	9,329,206.6	9,329,206.6	9,329,206.6	9,329,206.6	9,329,206.6	9,329,206.6	9,329,206.6
Costos de O y M de P. de T.		2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2
Costos Totales		12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8	12,208,374.8
Utilidad Marginal		86,660,085.4	20,184,323.6	20,184,323.6	20,184,323.6	20,184,323.6	20,184,323.6	20,184,323.6	20,184,323.6	20,184,323.6	20,184,323.6	20,184,323.6	20,184,323.6
<b>GASTOS</b>													
Administración		3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4
Venta		141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6	141,154.6
Financieros		13,572,371.2	12,448,999.8	11,327,628.4	10,205,257.0	9,082,885.6	7,960,514.2	6,838,142.8	5,715,771.4	4,593,400.1	3,471,026.7	2,348,657.3	1,226,285.9
Total de Gastos		16,820,553.1	15,698,181.7	14,575,810.3	13,453,438.9	12,331,067.5	11,208,696.2	10,086,324.8	8,963,953.4	7,841,582.0	6,719,210.6	5,596,839.2	4,474,467.8
Utilidad Bruta		69,838,532.3	4,486,141.9	5,608,513.3	6,730,884.7	7,853,256.1	8,975,827.4	10,097,998.8	11,220,370.2	12,342,741.6	13,465,113.0	14,587,484.4	15,709,856.8
I.S.R. (34 %)		23,745,441.0	1,525,268.2	1,906,894.5	2,288,500.8	2,670,107.1	3,051,713.3	3,433,319.6	3,814,925.9	4,196,532.1	4,578,138.4	4,959,744.7	5,341,351.0
Utilidad Neta		46,094,091.3	2,960,873.6	3,701,618.8	4,442,383.9	5,183,149.0	5,923,914.1	6,664,679.2	7,406,444.3	8,146,209.5	8,886,974.6	9,627,739.7	10,368,504.8
Depreciación		53,873,881.0	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8
Pago a capital		4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6
Flujo de Efectivo =	-53,631,791.2	97,331,969.7	-1,433,039.2	-692,274.0	48,491.1	789,256.2	1,530,021.3	2,270,786.4	3,011,551.5	3,752,316.7	4,493,061.8	5,233,846.9	5,974,612.0

VPN = 42,386,961.2

TIR = 73.9

VP Costo de Planta, Oy M. = \$77,329,427.4  
 CUOTA ANUAL SANEAMIENTO = \$124.6 / hab  
 CUOTA MENSUAL = \$10.4 / hab  
 COSTO AGUA TRATADA = \$5.9 / m<sup>3</sup>

Tabla 23.2. Estado de Resultados Proforma y Flujo de Efectivo Con Financiamiento  
Horizonte de Evaluación: 12 años

Escenario 1

Tasa privada de descuento anual  
Años 1998 - 2010 8%

CONCEPTO	1998 0	1999 1	2000 2	2001 3	2002 4	2003 5	2004 6	2005 7	2006 8	2007 9	2008 10	2009 11	2010 12
Inversión planta de tratamiento	55,631,791.2												
<b>INGRESOS</b>													
Ventas	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3	11,605,250.3
Ahorro en la multa acumulada con la CNA	29,758,779.6												
Ahorro en la cuota por derecho de descarga de aguas residuales	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0
Ahorro en el pago de la multa por infringir la normatividad sobre calidad de aguas residuales	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0
Ingresos por el cobro del saneamiento de las aguas resid.	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9
Beneficio fiscal	36,716,982.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Ingreso Total</b>	<b>99,823,482.9</b>	<b>33,447,721.2</b>	<b>33,447,721.2</b>	<b>33,447,721.2</b>	<b>33,447,721.2</b>	<b>33,447,721.2</b>	<b>33,447,721.2</b>	<b>33,447,721.2</b>	<b>33,447,721.2</b>	<b>33,447,721.2</b>	<b>33,447,721.2</b>	<b>33,447,721.2</b>	<b>33,447,721.2</b>
<b>COSTOS</b>													
Costos Operación	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3	10,262,127.3
Costos de O y M de P. de T	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2
<b>Costos Totales</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>	<b>13,141,295.5</b>
<b>Utilidad Marginal</b>	<b>86,782,187.5</b>	<b>20,306,425.7</b>	<b>20,306,425.7</b>	<b>20,306,425.7</b>	<b>20,306,425.7</b>	<b>20,306,425.7</b>	<b>20,306,425.7</b>	<b>20,306,425.7</b>	<b>20,306,425.7</b>	<b>20,306,425.7</b>	<b>20,306,425.7</b>	<b>20,306,425.7</b>	<b>20,306,425.7</b>
<b>GASTOS</b>													
Administración	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4	3,107,027.4
Venta	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8	141,154.8
Financieros	13,572,371.2	12,448,999.6	11,327,628.4	10,206,257.0	9,082,865.6	7,960,514.2	6,838,142.8	5,715,771.4	4,593,400.1	3,471,028.7	2,348,657.3	1,226,285.9	1,226,285.9
<b>Total de Gastos</b>	<b>18,820,553.1</b>	<b>15,698,181.7</b>	<b>14,575,810.3</b>	<b>13,453,438.9</b>	<b>12,331,067.5</b>	<b>11,208,696.2</b>	<b>10,086,324.8</b>	<b>8,963,953.4</b>	<b>7,841,582.0</b>	<b>6,719,210.6</b>	<b>5,596,839.2</b>	<b>4,474,467.8</b>	<b>4,474,467.8</b>
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>69,961,634.4</b>	<b>4,608,244.0</b>	<b>5,730,615.4</b>	<b>6,852,986.8</b>	<b>7,975,358.1</b>	<b>9,097,729.5</b>	<b>10,220,100.9</b>	<b>11,342,472.3</b>	<b>12,464,843.7</b>	<b>13,587,215.1</b>	<b>14,709,586.5</b>	<b>15,831,957.9</b>	<b>15,831,957.9</b>
I.S.R. (34 %)	23,786,955.7	1,566,803.0	1,948,409.2	2,330,015.5	2,711,621.8	3,093,228.0	3,474,834.3	3,856,440.6	4,238,046.9	4,619,653.1	5,001,259.4	5,382,865.7	5,382,865.7
<b>Utilidad Neta</b>	<b>46,174,678.7</b>	<b>3,041,441.0</b>	<b>3,782,206.1</b>	<b>4,522,971.3</b>	<b>5,263,736.4</b>	<b>6,004,501.5</b>	<b>6,745,266.6</b>	<b>7,486,031.7</b>	<b>8,226,796.8</b>	<b>8,967,562.0</b>	<b>9,708,327.1</b>	<b>10,449,092.2</b>	<b>10,449,092.2</b>
Depreciación	55,873,881.0	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8	242,069.8
Pago a capital	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6	4,635,982.6
<b>Flujo de Efectivo =</b>	<b>-55,631,791.2</b>	<b>97,412,577.1</b>	<b>-1,352,451.8</b>	<b>-611,686.7</b>	<b>129,078.5</b>	<b>889,843.6</b>	<b>1,610,806.7</b>	<b>2,351,373.8</b>	<b>3,092,138.8</b>	<b>3,832,904.0</b>	<b>4,573,869.2</b>	<b>5,314,434.3</b>	<b>6,055,199.4</b>

VPN = 42,948,287.8  
TIR = 74.2

Tabla 23.3. Estado de Resultados Proforma y Flujo de Efectivo Con Financiamiento  
Horizonte de Evaluación: 12 años

Escenario 2

Tasa privada de descuento anual  
Años 1998 - 2010 8%

CONCEPTO	1998 0	1999 1	2000 2	2001 3	2002 4	2003 5	2004 6	2005 7	2006 8	2007 9	2008 10	2009 11	2010 12
Inversión planta de tratamiento	55,631,791.2												
<b>INGRESOS</b>													
Ventas	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0	12,660,273.0
Ahorro en la multa acumulada con la CNA	29,768,779.8												
Ahorro en la cuota por derecho de descarga de aguas residuales	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0	2,995,920.0
Ahorro en el pago de la multa por infringir la normatividad sobre calidad de aguas residuales	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0	275,000.0
Ingresos por el cobro del saneamiento de las aguas resid.	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9	18,571,550.9
Beneficio fiscal	36,716,982.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Ingreso Total	100,978,505.7	34,502,743.9	34,502,743.9	34,502,743.9	34,502,743.9	34,502,743.9	34,502,743.9	34,502,743.9	34,502,743.9	34,502,743.9	34,502,743.9	34,502,743.9	34,502,743.9
<b>COSTOS</b>													
Costos Operación	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9	11,195,047.9
Costos de O y M de P. de T	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2	2,879,168.2
Costos Totales	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1	14,074,216.1
Utilidad Marginal	86,904,289.6	20,428,527.8	20,428,527.8	20,428,527.8	20,428,527.8	20,428,527.8	20,428,527.8	20,428,527.8	20,428,527.8	20,428,527.8	20,428,527.8	20,428,527.8	20,428,527.8
<b>GASTOS</b>													
Administración	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7	1,553,513.7
Venta	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3	70,577.3
Financieros	13,572,371.2	12,449,999.8	11,327,628.4	10,205,257.0	9,082,885.6	7,960,514.2	6,838,142.8	5,715,771.4	4,593,400.1	3,471,028.7	2,348,657.3	1,226,265.9	1,126,265.9
Total de Gastos	15,196,462.1	14,074,090.7	12,951,719.4	11,826,348.0	10,708,976.6	9,584,605.2	8,482,233.6	7,339,862.4	6,217,491.0	5,095,119.8	3,972,746.3	2,850,376.9	2,850,376.9
Utilidad Bruta	71,707,827.4	6,354,437.0	7,476,808.4	8,596,179.8	9,721,551.2	10,843,922.6	11,966,294.0	13,088,665.4	14,211,036.8	15,333,408.1	16,455,779.5	17,578,150.9	17,578,150.9
I.B.R. (34 %)	24,380,661.3	2,160,506.6	2,542,114.9	2,923,721.1	3,305,327.4	3,686,933.7	4,068,540.0	4,450,146.2	4,831,752.6	5,213,358.8	5,594,965.0	5,976,571.3	5,976,571.3
Utilidad Neta	47,327,166.1	4,193,928.4	4,934,693.6	5,672,458.7	6,416,223.8	7,156,988.9	7,897,754.0	8,638,519.1	9,379,284.3	10,120,049.4	10,860,814.5	11,601,579.8	11,601,579.8
Depreciación	55,673,881.0	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8	242,089.8
Pago a capital	4,635,982.8	4,635,982.8	4,635,982.8	4,635,982.8	4,635,982.8	4,635,982.8	4,635,982.8	4,635,982.8	4,635,982.8	4,635,982.8	4,635,982.8	4,635,982.8	4,635,982.8
Flujo de Efectivo =	-55,631,791.2	96,565,054.5	-199,964.4	540,800.6	1,261,565.9	2,022,331.0	2,783,066.1	3,503,861.2	4,244,626.3	4,985,391.5	5,726,156.6	6,466,921.7	7,207,686.8

VPN = 80,890,172.2  
TIR = 78.8

Tabla 24. Análisis de Sensibilidad

TIR	Costo Agua T. (millones)	Cuota s/Fin. (\$/hab)	Cuota c/Fin. (\$/hab)	B/C	Costo Planta (millones)
-20.00%	7.0	4.2	8.2	3.9	90.6
-10.00%	6.9	4.2	8.3	2.78	90.4
0.00%	6.9	4.2	8.3	1.82	90.1
8.00%	5.9	5.7	10.4	1.29	77.3
10.00%	5.8	6.2	11.0	1.19	75.3
20.00%	5.2	8.6	14.0	0.83	68.4

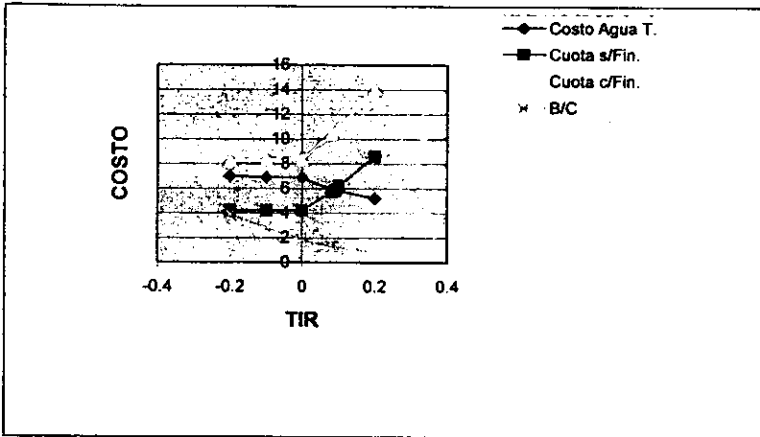
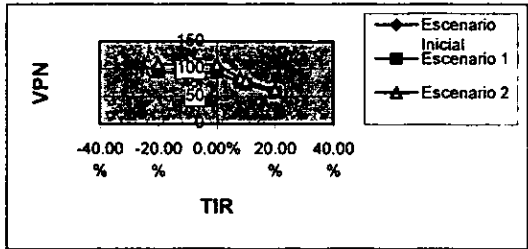
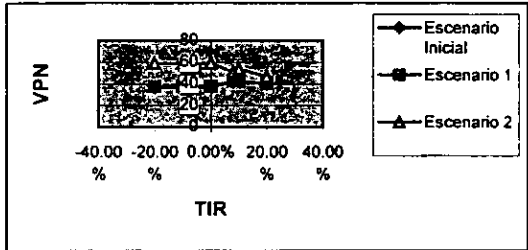


Tabla 24.1. Análisis de Sensibilidad

TIR	VPN (millones)		
	Escenario (Sin Financiamiento)		
	Inicial	1	2
-20.00%	93.9	94.9	108.9
-10.00%	93.6	94.6	108.5
0.00%	93.3	94.3	108.1
8.00%	75.2	75.8	83.8
10.00%	71.6	72.1	79.3
20.00%	57.3	57.6	61.8



TIR	VPN (millones)		
	Escenario (Con Financiamiento)		
	Inicial	1	2
-20.00%	36.5	37.6	59.1
-10.00%	36.7	37.7	59.09
0.00%	36.9	37.9	59.07
8.00%	42.4	42.9	50.9
10.00%	42.5	43	53.9
20.00%	39.9	40.2	46.7





**ANEXO 2**

**ACTUALIZACIÓN DE PRECIOS  
POR MEDIO DE INDICES**

**(ANTEPROYECTO DE PLANTA DE TRATAMIENTO)**



## ACTUALIZACIÓN DE PRECIOS POR MEDIO DE INDICES

Para la actualización del anteproyecto de la planta central propuesto por la empresa Almex Ingeniería S.A. se empleó el método de actualización por medio de índices, es decir, determinación de valores equivalentes por inflación.

El Banco de México publica mensualmente el Índice de Inflación que se registra en el país (Índice Nacional de Precios al Consumidor), que expresa el cambio porcentual en los precios de diversos artículos en dos momentos de tiempo.

Para obtener un valor equivalente se emplea la fórmula:

$$V.E. = V.H. \times (I.F. / I.H.)$$

Donde:

V.E. = Valor Equivalente

V.H. = Valor Histórico Equivalente

I.F. = Índice de Precios Fecha de Comparación

I.H. = Índice de Precios Histórico (Fecha de Adquisición o Aportación)

Que es igual a:

$$V.E. = V.H. \times F$$

$$F = \text{Factor} = I.F. / I.H.$$

Se actualizarán los precios unitarios de cada uno de los conceptos que intervienen en el anteproyecto, los cuales fueron precios de Junio de 1990 y se actualizó al mes de Septiembre de 1997.

Los índices de los meses correspondientes fueron:

$$\text{Septiembre 1997} = 224.36$$

$$\text{Diciembre 1990} = 67.16$$

Por lo tanto el factor de actualización es:

$$F = 224.36 / 67.16 = 3.34$$

**PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
PARA LA CD. DE CHILPANCINGO, GRO.  
CATALOGO DE CONCEPTOS**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	P. U. N\$ (Dic/90)	factor act.	P. U. N\$ (Sep/97)	IMPORTE
CD	<b>1. CAJA DE DISTRIBUCION O REPARTIDORA</b>						
CD-01	DESMONTE, DESENRAICE, DESHIERBE Y LIMPIA DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	16.0	6.7	3.34	22.38	358.05
CD-02	TRAZO Y NIVELACION PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA	m <sup>2</sup>	16.0	1.5	3.34	5.01	80.16
CD-03	EXCAVACION CON MAQUINARIA EN CUALQUIER MATERIAL, EXCEPTO ROCA	m <sup>3</sup>	6.0	15.0	3.34	50.10	300.60
CD-04	COMPACTACION AL 90 % DE LA PRUEBA PROCTOR	m <sup>3</sup>	3.0	11.1	3.34	37.07	111.22
CD-05	PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE FABRICADO EN OBRA, DE 5 cm DE ESPESOR, f <sub>c</sub> = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	0.6	305.0	3.34	1,018.70	621.41
CD-06	SUMINISTRO, FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO PARA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS: f <sub>c</sub> =250 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	4.4	515.0	3.34	1,720.10	7,568.44
CD-07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ESCALERAS DE VARILLA LISA, DE 3/4" DE DIAMETRO, INCLUYENDO FLETES Y ACARREOS	pza	1.0	1,000.0	3.34	3,340.00	3,340.00
CD-08	SUMINISTRO DE VALVULAS DE SECCIONAMIENTO TIPO MARIPOSA, INDUSTRIAL, CUERPO TIPO OBLEA, 35 cm DE DIAMETRO	pza	1.0	3,150.0	3.34	10,521.00	10,521.00
CD-09	SUMINISTRO DE VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO MARIPOSA, INDUSTRIAL, TIPO OBLEA, DE 61 cm DE DIAMETRO	pza	5.0	3,876.0	3.34	12,945.84	64,729.20
	<b>S U M A</b>						<b>87,630.08</b>

CR	<b>2. CANAL DE APROXIMACION Y CRIBADO</b>						
CR-01	DESMONTE, DESENRAICE, DESHIERBE Y LIMPIA DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	7.0	0.7	3.34	2.24	15.66
CR-02	TRAZO Y NIVELACION PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA	m <sup>2</sup>	7.0	1.5	3.34	5.01	35.07
CR-03	EXCAVACION CON MAQUINARIA EN CUALQUIER MATERIAL, EXCEPTO ROCA	m <sup>3</sup>	11.0	15.0	3.34	50.10	551.10
CR-04	COMPACTACION AL 90 % DE LA PRUEBA PROCTOR	m <sup>3</sup>	4.8	11.1	3.34	37.07	177.96
CR-05	PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE FABRICADO EN OBRA, DE 5 cm DE ESPESOR, f <sub>c</sub> = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	0.3	305.0	3.34	1,018.70	305.61
CR-06	SUMINISTRO, FABRICACION Y COLOCACION DE CONCRETO PARA CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS: f <sub>c</sub> =250 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	2.4	515.0	3.34	1,720.10	4,128.24
CR-07	COMPUERTA PARA DESVIO DE FLUJO DE 1/2" DE ESPESOR, LA CUAL SE ELABORA POR MEDIO DE UN VOLANTE Y TORNILLO SIN FIN, LA COMPUERTA CORRERA A BASE DE PERFIL C.	pza	3.0	1,010.0	3.34	3,373.40	10,120.20
CR-08	REJILLA CON CANASTA EN LA PARTE BAJA, LAS BRIDAS SERAN DE SOLERA DE 1 1/2" X 1/4". LOS ANGULOS PARA RIGIDIZAR SERAN DE 2" X 1/4" LA REJILLA SE LEVANTARA POR MEDIO DE UN MALACATE MANUAL	pza	3.0	3,310.0	3.34	11,055.40	33,166.20
	<b>S U M A</b>						<b>48,500.04</b>

**PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
PARA LA CD. DE CHILPANCINGO, GRO.  
CATALOGO DE CONCEPTOS**

CLAVE	CONCEPTO DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. U. N5 (Dic/90)	factor oct.	P. U. N5 (Sep/97)	IMPORTE
DE	<b>3. CANAL DESARENADOR</b>						
DE-01	DESMONTE, DESENRAICE, DESHIERBE Y LIMPIA DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	55.0	0.7	3.34	2.24	123.08
DE-02	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA	m <sup>2</sup>	55.0	1.5	3.34	5.01	275.55
DE-03	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA	m <sup>3</sup>	534.0	15.0	3.34	50.10	26,753.40
DE-04	COMPACTACIÓN AL 90 % DE LA PRUEBA PROCTOR	m <sup>3</sup>	23.0	11.1	3.34	37.07	852.70
DE-05	PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE FABRICADO EN OBRA, DE 5 cm DE ESPESOR, f <sub>c</sub> = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	3.0	305.0	3.34	1,018.70	3,056.10
DE-06	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS; f <sub>c</sub> =250 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	31.3	515.0	3.34	1,720.10	53,839.13
DE-07	VERTIDOR PROPORCIONAL DE PLACA DE ACERO DE 1/2" DE ESPESOR	pza	3.0	650.0	3.34	2,171.00	6,513.00
	<b>S U M A</b>						<b>91,412.96</b>

SP	<b>4. SEDIMENTADORES PRIMARIOS</b>						
SP-01	DESMONTE, DESENRAICE, DESHIERBE Y LIMPIA DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	870.0	0.7	3.34	2.24	1,946.89
SP-02	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA	m <sup>2</sup>	870.0	1.5	3.34	5.01	4,358.70
SP-03	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA	m <sup>3</sup>	4,160.0	15.0	3.34	50.10	208,416.00
SP-04	COMPACTACIÓN AL 90 % DE LA PRUEBA PROCTOR	m <sup>3</sup>	565.0	11.1	3.34	37.07	20,946.81
SP-05	PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE FABRICADO EN OBRA, DE 5 cm DE ESPESOR, f <sub>c</sub> = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	33.3	305.0	3.34	1,018.70	33,922.71
SP-06	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS; f <sub>c</sub> =250 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	413.0	515.0	3.34	1,720.10	710,401.30
SP-07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ESCALERAS DE VARILLA LISA, DE 3/4" DE DIAMETRO, INCLUYENDO FLETES Y ACARREOS	pza	6.0	1,000.0	3.34	3,340.00	20,040.00
SP-08	EQUIPO PARA SEDIMENTADOR PRIMARIO INCLUYENDO PUENTE, MECANISMO CENTRAL, BASE, MECANISMO DE TRANSMISION, ALARMA DE SOBRECARGA, BRAZOS ROTATORIOS Y VERTEDOR, PARA TANQUE CIRCULAR DE 16.8 m DE DIAMETRO	pza	3.0	165,000.00	3.34	551,100.00	1,653,300.00
SP-09	MECANISMO DESNATADOR, INCLUYENDO SUMINISTRO, INSTALACION Y FLETES	pza	3.0	23,000.00	3.34	76,820.00	230,460.00
SP-10	SUMINISTRO DE VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO MARIPOSA, INDUSTRIAL, TIPO OBLEA, DE 15 cm DE DIAMETRO	pza	3.0	1,700.00	3.34	5,678.00	17,034.00
	<b>S U M A</b>						<b>2,900,826.41</b>

**PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
PARA LA CD. DE CHILPANCINGO, GRO.  
CATALOGO DE CONCEPTOS**

CLAVE	CONCEPTO DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. U. N\$ (Dic/70)	factor ecl.	P. U. N\$ (Sep/97)	IMPORTE
FB	<b>5. FILTRO BIOLÓGICO</b>						
FB-01	DESMONTE, DESENRAICE, DESHERBE Y LIMPIA DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	4,446.40	0.7	3.34	2.24	9,950.15
FB-02	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA	m <sup>2</sup>	4,446.40	1.5	3.34	5.01	22,276.46
FB-03	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA	m <sup>3</sup>	15,264.00	15.0	3.34	50.10	764,726.40
FB-04	COMPACTACIÓN AL 90 % DE LA PRUEBA PROCTOR	m <sup>2</sup>	2,862.00	11.1	3.34	37.07	106,105.79
FB-05	PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE FABRICADO EN OBRA, DE 5 cm DE ESPESOR, f <sub>c</sub> = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	171.00	305.0	3.34	1,018.70	174,197.70
FB-06	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS; f <sub>c</sub> =250 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1,241.60	515.0	3.34	1,720.10	2,135,676.16
FB-07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VARILLA LISA DE 3/4" DE DIAMETRO INCLUYENDO FLETES Y ACARREOS	pza	6.00	1,000.0	3.34	3,340.00	20,040.00
FB-08	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL PARA FILTROS ROCIADORES A BASE DE GRAVAS GRUESAS, DE 2-3 1/2" DE DIAMETRO, INCLUYENDO PRIMER KM Y ACOMODO	pza	5,814.60	150.0	3.34	501.00	2,913,114.60
FB-09	SUMINISTRO, INSTALACION Y PRUEBA DE EQUIPO ROCIADOR A BASE DE CUATRO BRAZOS Y TORRE CENTRAL CON OPERACION HIDRAULICA	pza	3.00	42,000.0	3.34	140,280.00	420,840.00
FB-10	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COMPUERTAS DESLIZANTES DE 60 X 60 cm CON ACCESORIOS	pza	3.00	1,010.0	3.34	3,373.40	10,120.20
FB-11	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MECANISMO ELEVADOR CON CAPACIDAD DE CARGA DE 375 Kg	pza	3.00	125,000.0	3.34	417,500.00	1,252,500.00
FB-12	FABRICACION Y COLOCACION DE CANAL RECOLECTOR EN FILTRO ROCIADOR, A BASE DE FIERRO GALVANIZADO, CEDULA 10, INCLUYENDO SEPARADORES	m	12,386.00	10.0	3.34	33.40	413,692.40
FB-13	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE PVC, TIPO RD-26 INCLUYENDO PIEZAS ESPECIALES DE 20 cm DE DIAMETRO	m	227.00	15.0	3.34	50.10	11,372.70
	<b>S U M A</b>						<b>8,254,612.57</b>
SS	<b>6. SEDIMENTADORES SECUNDARIOS</b>						
SS-01	DESMONTE, DESENRAICE, DESHERBE Y LIMPIA DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	1,026.00	0.7	3.34	2.24	2,295.98
SS-02	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA	m <sup>2</sup>	1,026.00	1.5	3.34	5.01	5,140.26
SS-03	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA EN CUALQUIER MATERIAL EXCEPTO ROCA	m <sup>3</sup>	4,902.00	15.0	3.34	50.10	245,590.20
SS-04	COMPACTACIÓN AL 90 % DE LA PRUEBA PROCTOR	m <sup>2</sup>	565.00	11.1	3.34	37.07	20,946.81
SS-05	PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE FABRICADO EN OBRA, DE 5 cm DE ESPESOR, f <sub>c</sub> = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	40.00	305.0	3.34	1,018.70	40,748.00
SS-06	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS; f <sub>c</sub> =250 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	392.00	515.0	3.34	1,720.10	674,279.20
SS-07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VARILLA LISA DE 3/4" DE DIAMETRO INCLUYENDO FLETES Y ACARREOS	pza	6.00	1,000.0	3.34	3,340.00	20,040.00
SS-08	EQUIPO PARA SEDIMENTADOR SECUNDARIO INCLUYENDO PUENTE, MECANISMO CENTRAL, BASE, MECANISMO DE TRANSMISION, ALARMA DE SOBRECARGA BRAZO ROTATORIO Y VERTOR PARA TANQUE DE 18.3 m DE DIAMETRO	pza	3.0	187,500.00	3.34	626,250.00	1,878,750.00
SS-09	SUMINISTRO DE VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO MARIPOSA, INDUSTRIAL, TIPO OBLEA, DE 150 mm DE DIAMETRO	pza	3.0	10,750.00	3.34	35,905.00	107,715.00
	<b>S U M A</b>						<b>2,995,505.45</b>

**PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
PARA LA CD. DE CHILPANCINGO, GRO.  
CATALOGO DE CONCEPTOS**

CLAVE	CONCEPTO DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P. U. N\$ (Dic/90)	factor act.	P. U. N\$ (Sep/97)	IMPORTE
TC	<b>7. TANQUE DE CONTACTO CON CLORO</b>						
TC-01	DESMONTE, DESEÑRAICE, DESHIERBE Y LIMPIA DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	67.3	0.7	3.34	2.24	150.60
TC-02	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA	m <sup>2</sup>	67.3	1.5	3.34	5.01	337.17
TC-03	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA EN CUALQUIER MATERIAL, EXCEPTO ROCA	m <sup>3</sup>	1108.0	15.0	3.34	50.10	55,510.80
TC-04	COMPACTACIÓN AL 90 % DE LA PRUEBA PROCTOR	m <sup>3</sup>	118.0	11.1	3.34	37.07	4,374.73
TC-05	PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE FABRICADO EN OBRA, DE 5 cm DE ESPESOR, f <sub>c</sub> = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	2.6	305.0	3.34	1,018.70	2,648.62
TC-06	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS; f <sub>c</sub> =250 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	103.3	515.0	3.34	1,720.10	177,686.33
TC-07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PLACA VERTEDORA DE ACERO, COBRE 10, DE 2.3 m CON ACCESORIOS	pza	1.0	4,560.00	3.34	15,230.40	15,230.40
TC-08	SUMINISTRO Y COLOCACION DE ESCALERA DE VARILLA LISA DE 3/4" DE DIAMETRO INCLUYENDO FLETES Y ACARREOS	pza	2.0	1,000.00	3.34	3,340.00	6,680.00
TC-09	TANQUE PARA CLORO GAS DE UNA TONELADA DE CAPACIDAD, EQUIPO DE GUJA FIJA DE RIEL Y POLIPASTO PARA DOS TONELADAS	pza	12.0	7,700.00	3.34	25,718.00	308,616.00
TC-10	CLORADOR DE 500 lb/día, CON ACCESORIOS	pza	2.0	84,800.00	3.34	283,232.00	566,464.00
TC-11	SOPORTE CENTRAL Y DE SOPORTE DE PINO	pza	2.0	4,500.00	3.34	15,030.00	30,060.00
	<b>S U M A</b>						<b>1,167,758.66</b>

DA	<b>8. DIGESTOR AEROBIO</b>						
DA-01	DESMONTE, DESEÑRAICE, DESHIERBE Y LIMPIA DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	951.3	0.7	3.34	2.24	2,128.82
DA-02	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA	m <sup>2</sup>	951.3	1.5	3.34	5.01	4,766.01
DA-03	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA EN CUALQUIER MATERIAL, EXCEPTO ROCA	m <sup>3</sup>	3132.0	15.0	3.34	50.10	156,913.20
DA-04	COMPACTACIÓN AL 90 % DE LA PRUEBA PROCTOR	m <sup>3</sup>	522.0	11.1	3.34	37.07	19,352.63
DA-05	PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE FABRICADO EN OBRA, DE 5 cm DE ESPESOR, f <sub>c</sub> = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	36.6	305.0	3.34	1,018.70	37,284.42
DA-06	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS; f <sub>c</sub> =250 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	289.5	515.0	3.34	1,720.10	497,968.95
DA-07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VARILLA LISA DE 3/4" DE DIAMETRO, INCLUYENDO FLETES Y ACARREOS	pza	6.0	1,000.0	3.34	3,340.00	20,040.00
DA-08	AEREAADOR SUPERFICIAL DE ALTA VELOCIDAD, CON ANCLAS, POTENCIA TOTAL DE 75 hp Y CON ACCESORIOS	pza	1.0	175,000.0	3.34	584,500.00	584,500.00
DA-09	SUMINISTRO DE VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO MARIPOSA, INDUSTRIAL, CUERPO TIPO OBLEA, DE 100 mm DE DIAMETRO	pza	2.0	8,465.0	3.34	28,273.10	56,546.20
	<b>S U M A</b>						<b>1,379,500.23</b>

**PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
PARA LA CD. DE CHILPANCINGO, GRO.  
CATALOGO DE CONCEPTOS**

CLAVE	CONCEPTO DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	P. U. N\$ (Dic/90)	factor act.	P. U. N\$ (Sep/97)	IMPORTE
LS	<b>9. LECHOS DE SECADO</b>						
LS-01	DESMONTE, DESENRAÍCE, DESHIERBE Y LIMPIA DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	17225.0	0.7	3.34	2.24	38,546.11
LS-02	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA	m <sup>2</sup>	17225.0	1.5	3.34	5.01	86,297.25
LS-03	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA EN CUALQUIER MATERIAL, EXCEPTO ROCA	m <sup>3</sup>	7950.0	15.0	3.34	50.10	398,295.00
LS-04	COMPACTACIÓN AL 90 % DE LA PRUEBA PROCTOR	m <sup>3</sup>	398.0	11.1	3.34	37.07	14,755.45
LS-05	PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE FABRICADO EN OBRA, DE 5 cm DE ESPESOR, f <sub>c</sub> = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	662.5	305.0	3.34	1,018.70	674,888.75
LS-06	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS; f <sub>c</sub> =250 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	2935.3	515.0	3.34	1,720.10	5,049,009.53
LS-07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MATERIAL PARA LECHOS DE SECADOS A BASE DE GRAVAS GRUESAS Y FINA, ARENAS GRUESA Y FINA, INCLUYENDO PRIMER KM DE ACARREO Y ACOMODO	m <sup>3</sup>	9937.5	125.0	3.34	417.50	4,148,906.25
LS-08	SUMINISTRO, INSTALACION Y COLOCACION DE REJILLAS TIPO IRNING	m <sup>3</sup>	1197.0	215.0	3.34	718.10	859,565.70
LS-09	SUMINISTRO DE VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO MARIPOSA, INDUSTRIAL, CUERPO TIPO OBLEA, DE 75 mm DE DIAMETRO	pza	25.0	2750.0	3.34	9,185.00	229,625.00
	<b>S U M A</b>						<b>11,499,889.04</b>

CBL	<b>10. CARCAMO DE BOMBEO DE LODOS</b>						
CBL-0	DESMONTE, DESENRAÍCE, DESHIERBE Y LIMPIA DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	14.5	0.7	3.34	2.24	32.45
CBL-0	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA	m <sup>2</sup>	14.5	1.5	3.34	5.01	72.65
CBL-0	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA EN CUALQUIER MATERIAL, EXCEPTO ROCA	m <sup>3</sup>	30.0	15.0	3.34	50.10	1,503.00
CBL-0	COMPACTACIÓN AL 90 % DE LA PRUEBA PROCTOR	m <sup>3</sup>	10.0	11.1	3.34	37.07	370.74
CBL-0	PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE FABRICADO EN OBRA, DE 5 cm DE ESPESOR, f <sub>c</sub> = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	1.0	305.0	3.34	1,018.70	1,018.70
CBL-0	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS; f <sub>c</sub> =250 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	14.2	515.0	3.34	1,720.10	24,425.42
CBL-0	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VARILLA LISA DE 3/4" DE DIAMETRO, INCLUYENDO FLETES Y ACCESORIOS	pza	1.0	1,000.0	3.34	3,340.00	3,340.00
CBL-0	SUMINISTRO DE VALVULA DE SECCIONAMIENTO TIPO MARIPOSA, INDUSTRIAL, CUERPO TIPO OBLEA, DE 150 mm DE DIAMETRO	pza	3.0	1,750.0	3.34	5,845.00	17,535.00
CBL-0	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE RETENCION TIPO COLUMPIO DE 100 mm DE DIAMETRO, CLASE 125	pza	2.0	1,150.0	3.34	3,841.00	7,682.00
CBL-1	BOMBA SUMERGIBLE INATASCABLE, DE 5 hp, PARA OPERAR A UN GASTO DE 30 lps CONTRA UNA CDT DE 6 m, CON COLADOR, LUBRICACION DE AGUA	pza	2.0	15,400.0	3.34	51,436.00	102,872.00
CBL-1	SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS DE EXPULSION DE AIRE, DE 25 mm DIAMETRO, ROSCADOR, CLASE 125	pza	3.0	3,150.0	3.34	10,521.00	31,563.00
	<b>S U M A</b>						<b>190,414.95</b>

**PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
PARA LA CD. DE CHILPANCINGO, GRO.  
CATALOGO DE CONCEPTOS**

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANT.	P. U. N\$ (Dic/90)	factor act.	P. U. N\$ (Sep/97)	IMPORTE
BL	<b>11. CARCAMO DE BOMBEO DE LIXIVIADOS</b>						
BL-01	DESMONTE, DESENRAICE, DESHIERBE Y LIMPIA DEL TERRENO	m <sup>2</sup>	21.0	0.7	3.34	2.24	46.99
BL-02	TRAZO Y NIVELACIÓN PARA DESPLANTE DE ESTRUCTURA	m <sup>2</sup>	21.0	1.5	3.34	5.01	105.21
BL-03	EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA EN CUALQUIER MATERIAL, EXCEPTO ROCA	m <sup>3</sup>	64.0	15.0	3.34	50.10	3,206.40
BL-04	COMPACTACIÓN AL 90 % DE LA PRUEBA PROCTOR	m <sup>2</sup>	16.0	11.1	3.34	37.07	593.18
BL-05	PLANTILLA DE CONCRETO SIMPLE FABRICADO EN OBRA, DE 5 cm DE ESPESOR, f <sub>c</sub> = 100 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1.0	305.0	3.34	1,018.70	1,018.70
BL-06	SUMINISTRO, FABRICACIÓN Y COLOCACIÓN DE CONCRETO PARA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS, f <sub>c</sub> = 250 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	30.0	515.0	3.34	1,720.10	51,603.00
BL-07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE VARILLA LISA DE 3/4" DE DIAMETRO, INCLUYENDO FLETES Y ACCESORIOS	pza	1.0	1,000.0	3.34	3,340.00	3,340.00
BL-08	BOMBA SUMERGIBLE INATASCABLE DE 1 hp, PARA OPERAR A UN GASTO DE 2 lps, CONTRA UNA CDT DE 17 mm CON UN COLADOR Y LUBRICACION DE AGUA	pza	2.0	6,500.00	3.34	21,710.00	43,420.00
	<b>S U M A</b>						<b>103,333.49</b>

TA	<b>12. FONTANERIA</b>						
TA-01	TUBERIA DE ALIMENTACION, DE 61 cm DE DIAMETRO	m	20.0	189.00	3.34	631.26	12,625.20
TA-02	CAJA REPARTIDORA-SEDIMENTADOR PRIMARIO, DE 14"	m	478.0	189.00	3.34	631.26	301,742.28
TA-03	SEDEMENTADOR PRIMARIO-FILTRO BIOLÓGICO, DE 14"	m	253.0	198.00	3.34	661.32	167,313.96
TA-04	FILTRO BIOLÓGICO-SEDIMENTADOR SECUNDARIO, DE 14"	m	150.0	198.00	3.34	661.32	99,198.00
TA-05	SEDIMENTADOR SECUNDARIO-TANQUE DE CONTACTO CON CLORO, DE 14", 20" Y 28"	m	260.0	206.00	3.34	688.04	178,690.40
TA-06	TANQUE DE CONTACTO CON CLORO CUERPO RECEPTOR DE 30"	m	195.0	362.00	3.34	1,209.08	235,770.60
TA-07	SEDIMENTADOR PRIMARIO-CARCAMO DE LODOS, DE 4"	m	326.0	105.00	3.34	350.70	114,328.20
TA-08	SEDIMENTADOR SECUNDARIO-CARCAMO DE LODOS DE 4"	m	320.0	105.00	3.34	350.70	112,224.00
TA-09	DIGESTOR-CARCAMO DE BOMBEO, DE 4"	m	6.0	105.00	3.34	350.70	2,104.20
TA-10	DIGESTOR-LECHO DE SECADO	m	530.0	105.00	3.34	350.70	185,871.00
TA-11	LECHO DE SECADO-CAJA REPARTIDORA (LUXIVIADO)	m	798.0	55.00	3.34	183.70	146,592.60
TA-12	CAJA REPARTIDORA-CUERPO RECEPTOR (EXCEDENCIAS) DE 36 cm DE DIAMETRO	m	346.0	260.00	3.34	868.40	300,466.40
	<b>S U M A</b>						<b>1,857,126.84</b>

**PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
PARA LA CD. DE CHILPANCINGO, GRO.  
CATALOGO DE CONCEPTOS**

CONCEPTO		UNIDAD	CANT.	P. U. N\$ (Dic/90)	factor act.	P. U. 1997	IMPORTE
CLAVE	DESCRIPCION						
OA	<b>13. OBRAS ADICIONALES</b>						
OA-01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE MALLA CICLONICA	m	1,500.0	350.0	3.34	1,169.00	1,753,500.00
OA-02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE PUERTA DE MALLA CICLONICA	m <sup>2</sup>	12.0	500.0	3.34	1,670.00	20,040.00
OA-03	OFICINAS ADMINISTRATIVAS Y LABORATORIO	m <sup>2</sup>	50.0	1,250.0	3.34	4,175.00	208,750.00
OA-04	CENTRO DE CONTROL DE MOTORES	m <sup>2</sup>	9.0	900.0	3.34	3,006.00	27,054.00
OA-05	CASETA DE VIGILANCIA	m <sup>2</sup>	12.0	900.0	3.34	3,006.00	36,072.00
OA-06	CASETA DE CLORACION	m <sup>2</sup>	42.0	1,500.0	3.34	5,010.00	210,420.00
OA-07	SUBESTACION ELECTRICA	m <sup>2</sup>	20.0	1,100.0	3.34	3,674.00	73,480.00
OA-08	CARPEA ASFALTICA	m <sup>2</sup>	1,200.0	250.0	3.34	835.00	1,002,000.00
OA-09	BANQUETAS Y GUARNICIONES	m <sup>2</sup>	200.0	350.0	3.34	1,169.00	233,800.00
OA-10	JARDINERIA Y ORNATO	lote	1.0	80,000.0	3.34	267,200.00	267,200.00
OA-11	SUBESTACION ELECTRICA CON TRANSFORMADOR POT. 500 KVA. TRIFASICO, PARA 60 HA. VOLTAJES NOMINALES DE 13,800/440 V. CONEXION DELTA ESTRELLA, CAMBIADOR DERIV. EN EL LADO DE ALTA TENSION, ENFRIAMIENTO NORMAL OA. EN ACEITE. TERMINALES EN GARGANTA BAJA TENSION	lote	1.0	1,510,000.0	3.34	5,043,400.00	5,043,400.00
OA-12	ALUMBRADO INT. Y EXT. INCL. CABLES, TUBOS CONDUIT Y ASBESTO, LUMINARIAS, TABLEROS, APAGADORES, ACCESORIOS Y PLACAS	lote	1.0	125,000.0	3.34	417,500.00	417,500.00
	<b>S U M A</b>						<b>9,293,216.00</b>

LC	LINEA DE CONDUCCION PUENTE ICA-PLANTA DE TRATAMIENTO						
LC-01	DESPALME DE MATERIAL NO APTO EN LA FRANJA DE CONSTRUCCION EN LA LINEA	ha	1.9	941.6	3.34	3,144.98	5,975.47
LC-1.2	EXCAVACIONES						
LC-1.2	EXCAVACION EN CUALQUIER MATERIAL EXEPTO ROCA, EN EL TERRENO NATURAL PARA ALOJAR TUBERIA	m <sup>3</sup>	11,236.0	6.3	3.34	20.91	234,926.78
LC-1.3	RELLENOS						
LC-1.3	RELLENO COMPACTADO Y ACOSTILLADO	m <sup>3</sup>	3,932.0	5.5	3.34	18.40	72,335.90
LC-1.3	RELLENO A VOLTEO	m <sup>3</sup>	2,921.0	4.1	3.34	13.70	40,029.44
LC-1.4	CAMAS Y PLANTILLAS						
LC-1.4	PLANTILLA DE 20 cm DE ESPESOR CON MATERIAL TIPO "A" Y/O "B"	m <sup>2</sup>	562.0	13.5	3.34	45.09	25,340.58
LC-1.5	INSTALACION, JUNTEO Y PRUEBA DE TUBERIA	ml	3,171.3	25.5	3.34	85.17	270,099.62
LC-02	SUMINISTROS						
LC-2.1	SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBERIA DE 36" DE CONCRETO ARMADO	ml	3,171.3	750.0	3.34	2,505.00	7,944,106.50

	SUMA DE CONSTRUCCION Y ADQUISICIONES						8,592,814.3
	SUPERVISION Y ADMINISTRACION 10%						859,281.4
	SUBTOTAL						9,452,095.7
	IMPREVISTOS 15%						1,417,814.4
	<b>S U M A</b>						<b>10,869,910.1</b>



**PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
PARA LA CD. DE CHILPANCINGO, GRO.  
ESTIMADO DE COSTO DE LAS OBRAS DE LA PLANTA PRIMERA ETAPA**

CONCEPTO	IMPORTE (MILES)	FACTOR	IMPORTE (MILES)
	N\$ (Dic/90)	ACT.	N\$ (Sep/97)
a. CAJA DE DISTRIBUCION O REPARTIDORA	26.2	3.34	87.6
b. CANAL DE APROXIMACION Y CRIBADO	14.5	3.34	48.5
c. CANAL DESARENADOR	27.4	3.34	91.4
d. SEDIMENTADORES PRIMARIOS	868.5	3.34	2,900.8
e. FILTROS BIOLÓGICOS	2,471.4	3.34	8,254.6
f. SEDIMENTADORES SECUNDARIOS	896.9	3.34	2,995.5
g. TANQUE DE CONTACTO CON CLORO	349.6	3.34	1,167.8
h. DIGESTOR AEROBIO	413.0	3.34	1,379.5
i. LECHOS DE SECADO	3,443.1	3.34	11,499.9
j. CARCAMO DE BOMBEO DE LODOS	57.0	3.34	190.4
k. CARCAMO DE BOMBEO DE LIXIVIADOS	30.9	3.34	103.3
l. FONTANERIA	556.0	3.34	1,857.2
m. OBRAS ADICIONALES	2,782.4	3.34	9,293.2
<b>TOTAL</b>	<b>11,937.1</b>		<b>39,869.8</b>

**PROGRAMA DE INVERSIONES**

CONCEPTO	TOTAL (MILES N\$)	AÑOS		
		1998	1999	2000
LINEA DE CONDUCCION	8,592.8	8,592.8		
PLANTA DE TRATAMIENTO	66,590.2	28,608.1	24,622.15	13,360.00
1a. ETAPA	39,870.2	28,608.1	11,262.15	
2a. ETAPA	13,360.0		13,360.00	13,360.00
3a. ETAPA	13,360.0			
SUPERVISION Y ADMINISTRACION (10%)	7,518.3	3,720.1	2,462.25	1,336.0
IMPREVISTOS (15%)	12,405.1	6,137.9	4,062.78	2,204.4
TERRENO (18 HA)	631.3	631.3		
<b>TOTAL</b>	<b>95,737.8</b>	<b>47,690.2</b>	<b>31,157.19</b>	<b>16,900.4</b>

**PROYECTO: PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
PARA LA CD. DE CHILPANCINGO, GRO.  
PRESUPUESTO DESGLOSADO POR CONCEPTOS**

<b>CONCEPTO</b>	<b>IMPORTE (Dic/90) (MILES N\$)</b>	<b>FACTOR ACT.</b>	<b>IMPORTE (Sep/97) (MILES N\$)</b>
<b>1. CONSTRUCCION</b>			
a. OBRA CIVIL	6,295.8	3.34	21,028.0
b. EDIFICACION	536.4	3.34	1,791.6
c. OBRAS EXTERIORES	736.0	3.34	2,458.2
<b>SUBTOTAL</b>	<b>7,568.2</b>		<b>25,277.8</b>
<b>2. EQUIPO</b>			
a. PRETRATAMIENTO Y PRIMARIO	594.7	3.34	1,986.3
b. TRATAMIENTO SECUNDARIO	1,370.2	3.34	4,576.5
c. TRATAMIENTO DE LODOS	304.6	3.34	1,017.4
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2,269.5</b>		<b>7,580.1</b>
<b>3. OBRA ELECTROMECHANICA Y FONTANERIA</b>			
a. EQUIPAMIENTO Y ACCESORIOS	1,543.5	3.34	5,155.3
b. FONTANERIA	556.0	3.34	1,857.0
<b>SUBTOTAL</b>	<b>2,099.5</b>		<b>7,012.3</b>
<b>COSTO PRIMERA ETAPA</b>	<b>11,937.2</b>		<b>39,870.2</b>
<b>4. DOS MODULOS (2a. Y 3a. ETAPA)</b>	<b>8,000.0</b>	<b>3.34</b>	<b>26,720.0</b>
<b>SUBTOTAL</b>	<b>19,937.2</b>		<b>66,590.2</b>
<b>SUPERVISION Y ADMINISTRACION 10%</b>	<b>1,993.7</b>		<b>6,659.0</b>
<b>SUMA</b>	<b>21,930.9</b>		<b>73,249.3</b>
<b>IMPREVISTOS 15%</b>	<b>3,289.6</b>		<b>10,987.4</b>
<b>TOTAL</b>	<b>25,220.6</b>		<b>84,236.7</b>