

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)
MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
REPUBLICA DE VENEZUELA

EL ESTUDIO SOBRE
EL PROGRAMA DEL MEJORAMIENTO AMBIENTAL
DE LA CUENCA ALTA Y MEDIA DEL RIO TUY

INFORME FINAL

VOLUMEN 9

INFORME PRINCIPAL
(ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y
DE PRE-FACTIBILIDAD)

JICA LIBRARY



J 1137844 (5)

AGOSTO 1997

CTI ENGINEERING CO., LTD.
KOKUSAI KOGYO CO., LTD.

SSS

JR

97-099

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

**MINISTERIO DEL AMBIENTE Y DE LOS RECURSOS NATURALES
RENOVABLES
REPUBLICA DE VENEZUELA**

**EL ESTUDIO SOBRE
EL PROGRAMA DEL MEJORAMIENTO AMBIENTAL
DE LA CUENCA ALTA Y MEDIA DEL RIO TUY**

INFORME FINAL

VOLUMEN 9

**INFORME PRINCIPAL
(ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y
DE PRE-FACTIBILIDAD)**

AGOSTO 1997

**CTI ENGINEERING CO., LTD.
KOKUSAI KOGYO CO., LTD.**

SSS
JR
97-099

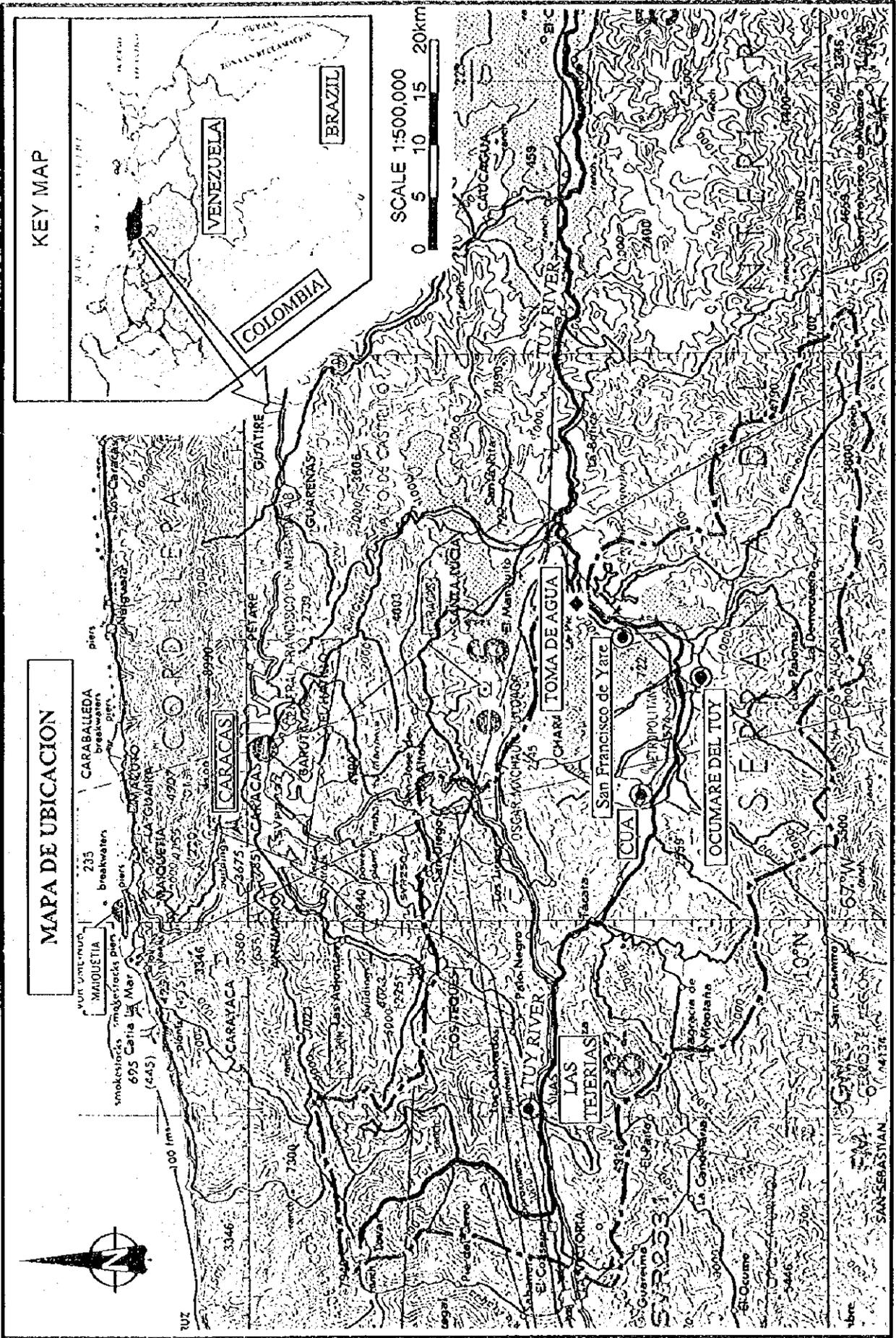


1137844 (5)

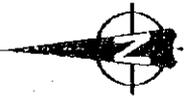
**LA ESTIMACION DEL COSTO ESTA BASADO EN EL
PRECIO DE JULIO 1996
Y EXPRESADO EN DOLARES AMERICANOS (US\$)
DE ACUERDO A LA SIGUIENTES TASAS DE CAMBIO**

US\$1.00 = Bs. 470 = ¥100.20

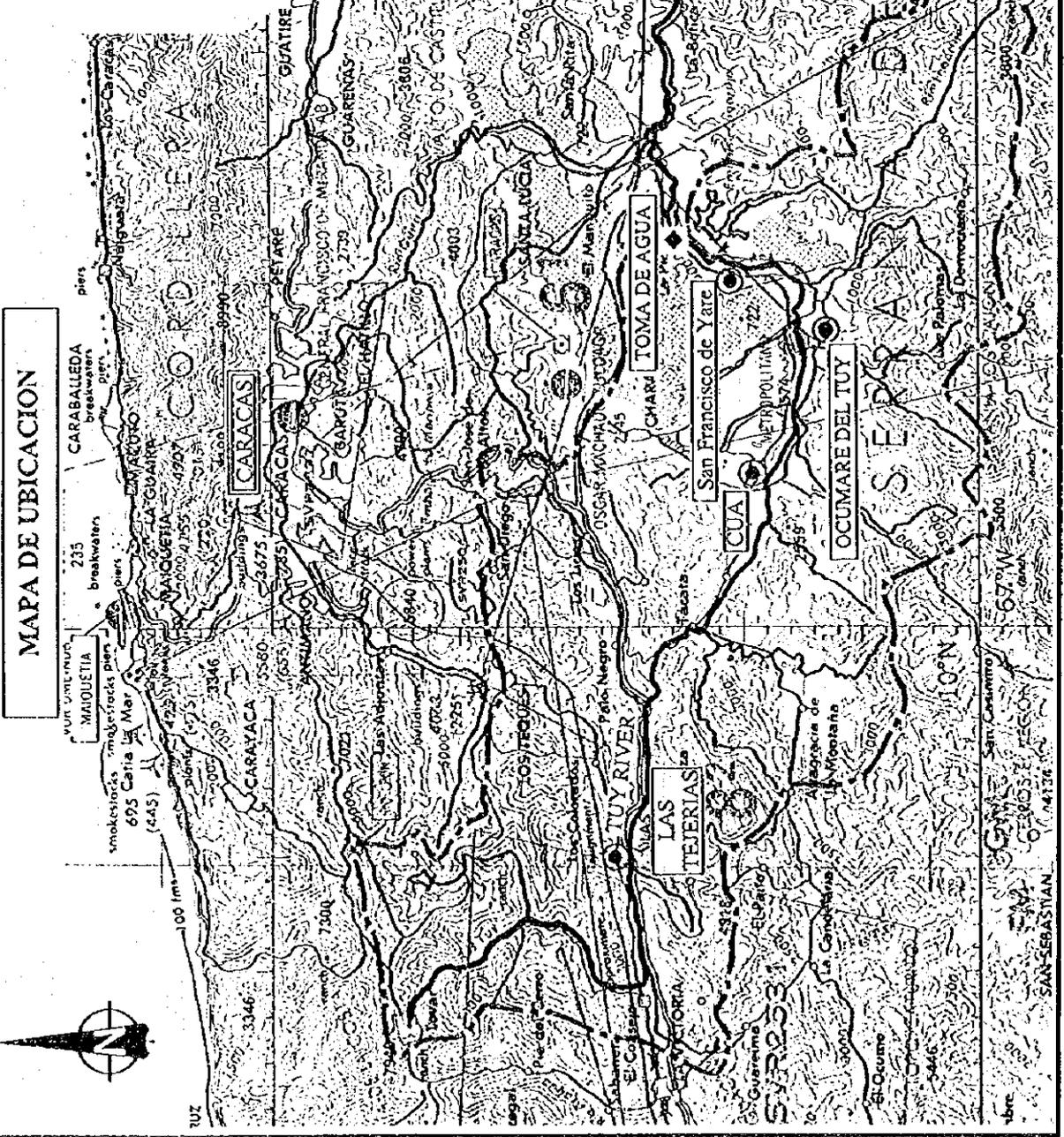
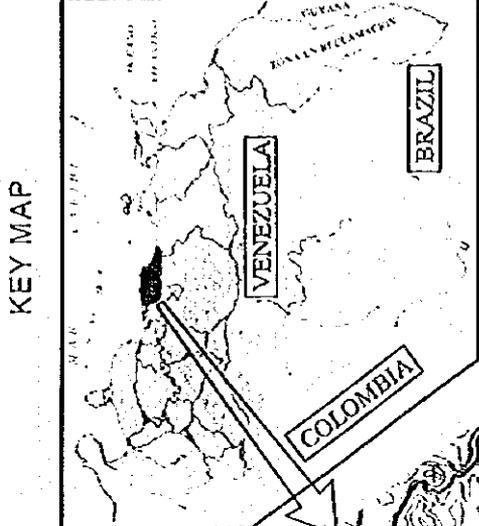
(A la fecha de Julio 16, 1996)



MAPA DE UBICACION



SCALE 1:500,000
0 5 10 15 20km



707
100 fm
67° W
SAN SEBASTIAN
74136

PREFACIO

En respuesta a una solicitud del Gobierno de la República de Venezuela, el Gobierno del Japón ha decidido realizar el Estudio sobre el Programa de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca Alta y Media del Rio Tuy y ha encargado el Estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA ha enviado a Venezuela un equipo de estudio liderado por el Ing. Yoshiharu Matsumoto, CTI Engineering Co., Ltd., y compuesto por miembros de CTI Engineering Co., Ltd. y Kokusai Kogyo Co., Ltd., en cuatro ocasiones entre Enero, 1996 y Junio, 1997.

El equipo ha intercambiado opiniones con las autoridades respectivas del Gobierno de la República de Venezuela, y ha realizado estudios de campo en el area de estudio. Luego de retornar a Japón, el equipo ha realizado estudios adicionales y ha preparado el presente informe.

Espero que el presente informe contribuya a la promoción del proyecto y aumentar las relaciones amistosas entre nuestros dos paises.

Deseo expresar mi sinceros agradecimientos a las autoridades respectivas del Gobierno de la República Venuezuela por la estrecha cooperación brindada al equipo de estudio.

Agosto 1997



KIMIO FUJITA
Presidente
Agencia de Cooperación
Internacional del Japón

Señor Kimio Fujita
Presidente
Agencia de Cooperación
Internacional del Japón
Tokyo, Japón

Agosto de 1997

Señor:

CARTA DE TRANSMISION

Tenemos el agrado de entregar el Informe Final sobre el Estudio del Programa de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca Alta y Media del Rio Tuy, Venezuela. El informe contiene las recomendaciones y sugerencias de las autoridades involucradas del Gobierno del Japón y de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), así como también la formulación del programa de mejoramiento ambiental para el área de estudio. También son incluidos los comentarios realizados por las autoridades respectivas del Gobierno de la República de Venezuela en ocasión de las discusiones técnicas sobre el Borrador del Informe Final.

El Informe Final presenta el Plan Maestro del Programa de Mejoramiento Ambiental de la Cuenca Alta y Media del Rio Tuy a los fines de asegurar un abastecimiento de agua potable con calidad de agua aceptable y para establecer un sistema permante de control de la polución. En vista de la urgencia y de la necesidad de mejorar la condición ambiental en el área de estudio, se han seleccionados los proyectos prioritarios los cuales demostraron ser técnicamente viables y financieramente factibles. Se recomienda que el Gobierno de la República de Venezuela promueva todos los proyectos prioritarios a la siguiente fase de implementación de proyecto en la brevedad posible.

Finalmente, queremos aprovechar esta oportunidad para expresar nuestra sincera gratitud al Gobierno del Japón, y en forma particular, a la JICA, al Ministerio de Relaciones Exteriores, al Ministerio de Construcción y otras oficinas involucradas. También queremos expresar nuestro profundo aprecio al Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables (MARNR), Agencia de la Cuenca del Rio Tuy, Oficina Central de Coordinación y Planificación de la Presidencia de la República (CORDIPLAN), HIDROCAPITAL y otras autoridades involucradas del Gobierno de la República de Venezuela por la estrecha cooperación y asistencia brindada al Equipo de Estudio del JICA durante el Estudio.

Sinceramente,


YOSHIHARU MATSUMOTO
Lider del Equipo
Equipo de Estudio del JICA

COMPOSICION DEL INFORME FINAL

- Volume 1:** Executive Summary
- Volume 2:** Main Report (Master Plan Study)
- Volume 3:** Main Report (Feasibility and Pre-Feasibility Study)
- Volume 4:** Supporting Report (I) (Sector A to E)
- Sector A: Water Quality Condition and Monitoring
 - Sector B: Existing Water Supply System
 - Sector C: Industrial and Piggery Wastewater Treatment
 - Sector D: Sewage Treatment
 - Sector E: Turbid Water Treatment
- Volume 5:** Supporting Report (II) (Sector F to J)
- Sector F: Securement of Water Quantity
 - Sector G: Institutional Aspect
 - Sector H: Construction Plan and Cost Estimate
 - Sector I: Socioeconomic Condition and Project Evaluation
 - Sector J: Environmental Aspect
- Volume 6:** Data Book
- Volume 7:** Resumen (Summary in Spanish)
- Volume 8:** Informe Principal: Estudio del Plan Maestro
(Main Report for Master Plan Study in Spanish)
- Volume 9:** Informe Principal: Estudio de Factibilidad y de Pre-Factibilidad
(Main Report for Feasibility and Pre-Feasibility Study in Spanish)

**EL ESTUDIO SOBRE
EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO AMBIENTAL
DE LA CUENCA ALTA Y MEDIA DEL RIO TUY**

INFORME PRINCIPAL

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y DE PRE-FACTIBILIDAD

TABLA DE CONTENIDO

MAPA DE UBICACION

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1	Generalidades	1-1
1.2	Componentes del Proyecto para el Estudio de Factibilidad y del Estudio de Pre-Factibilidad.	1-2
1.2.1	Componente del Proyecto para el Estudio de Factibilidad	1-2
1.2.2	Componentes del Proyecto para el Estudio de Pre-Factibilidad	1-3

**CAPITULO 2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE
INSTALACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO
EN INDUSTRIAS Y COCHINERAS**

2.1	Generalidades	2-1
2.2	Condition de Instalacion de Planta de Tratamiento	2-1
2.3	Estudio sobre losProcesos de Tratamiento Estandar	2-3
2.4	Estimacion de Costos para la Instalacion de Plantas de Tratamiento en las Industrias Existentes	2-6
2.5	Estimacion de Costo para las nuevas Industrias construidas hasta el año 2003	2-7
2.6	Evaluacion del Proyecto	2-7
2.6.1	Efecto de la Instalacion de la Planta de Tratamiento	2-7
2.6.2	Costo Necesario	2-7
2.6.3	Beneficios Esperados	2-7
2.6.4	Evaluacion Financiera	2-8

CAPITULO 3	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCION DEL TANQUE SEDIMENTACION DE ARENA EN TOMA DE AGUA	
3.1	Generalidades	3-1
3.2	Estudio Adicional de la Turbiedad	3-1
3.3	Ritmo de Eliminacion de Particula por medio del Tanque de Sedimentacion de Arena	3-2
3.4	Tamaño del Tanque Sedimentacion de arena	3-3
3.5	Estudio sobre las Propiedades del Diseño	3-3
3.6	Diseño Preliminar	3-4
3.7	Operacion y Mantenimiento	3-4
3.8	Estimacion de Costo y Plan de Construccion	3-4
3.9	Evaluacion del Proyecto	3-6
3.9.1	Efecto de la Construccion del Tanque Sedimentador de Arena	3-6
3.9.2	Analisis Economico	3-7
3.9.3	Analisis Financiero	3-8
CHAPTER 4	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL SISTEMA CLOACAL EN OCUMARE DEL TUY	
4.1	Generalidades	4-1
4.2	Perfil del Area Objetivo	4-1
4.2.1	El Area Objetivo Cubierto por Sistema Alcantarillado	4-1
4.2.2	Condiciones Generales del Area Objetivo	4-1
4.2.3	Futuro Desarrollo Urbano	4-2
4.3	Condicion Basica de Establecimiento del Sistema Cloacal ..	4-2
4.3.1	Volumen de Cloaca a ser Recolectada con el Plan de Sistema de Alcantarillado	4-2
4.3.2	Calidad de Agua Meta	4-6
4.4	Planificacion de la Planta de Tratamiento Cloacal	4-7
4.4.1	Condicion de Planificacion	4-7
4.4.2	Perfil del Proceso de Tratamiento Cloacal	4-8
4.5	Diseño Preliminar y Estimacion de Costo	4-8
4.6	Evaluacion del Proyecto	4-11
4.6.1	Efecto de la Construccion del Sistema Cloacal	4-11
4.6.2	Costo Necesario	4-12

	4.6.3	Beneficios Esperados	4-12
	4.6.4	Análisis Financiero	4-13
CHAPTER 5	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL SISTEMA CLOACAL EN LAS TEJERIAS		
	5.1	Generalidades	5-1
	5.2	Perfil del Area Objetivo	5-1
	5.2.1	Area Objetivo Cubierto por el Sistema de Alcantarillado	5-1
	5.2.2	Condicion General del Area Objetivo	5-1
	5.2.3	Consideracion de Futuro Desarrollo Urbano	5-2
	5.3	Condicion Basica de Establecimiento del Sistema Cloacal .	5-2
	5.3.1	Volumen de Cloaca a ser Recolectado con el Plan de Sistema de Alcantarillado	5-2
	5.3.2	Calidad de Agua Meta	5-5
	5.4	Planificacion de la Planta de Tratamiento Cloacal	5-6
	5.4.1	Condicion de Planificacion	5-6
	5.4.2	Perfil del Proceso del Tratamiento Cloacal	5-7
	5.4.3	Trabajo de Proteccion para la Preservacion del Medio Ambiente	5-7
	5.5	Diseño Preliminar y Estimacion de Costo	5-8
	5.6	Evaluacion del Proyecto	5-9
	5.6.1	Efecto de la Construccion del Sistema Cloacal	5-9
	5.6.2	Costo Necesario	5-10
	5.6.3	Beneficios Esperado	5-10
	5.6.4	Análisis Financiero	5-11
CHAPTER 6	REFORESTACION EN AREA PRIORITARIA		
	6.1	Generalidades	6-1
	6.2	Seleccion del Sitio de Reforestacion	6-1
	6.3	Plan de Operacion de la Reforestacion	6-1
	6.4	Plan de Mantenimiento y Proteccion	6-3
	6.5	Diseño Preliminar de las Instalaciones	6-4
	6.6	Estimacion del Costo	6-6
	6.7	Evaluacion del Proyecto	6-6
	6.7.1	Efecto de Reforestacion	6-6
	6.7.2	Costo Necesario	6-7
	6.7.3	Beneficio Esperado	6-7

	6.7.4 Analisis Financiero	6-8
CHAPTER 7	ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE MEDIDAS INSTITUCIONALES	
7.1	Provision de Leyes y Reglamentos	7-1
7.1.1	Generalidades	7-1
7.1.2	Incentivo Fiscal	7-1
7.1.3	Fondo Ambiental	7-3
7.1.4	Cargos por Polucion (PC)	7-5
7.1.5	Clasificacion y Estandares de Calidad de Agua para el Rio Tuy	7-6
7.2	Fortalecimiento de la Funcion de la Organizacion	7-7
7.2.1	Generalidades	7-7
7.2.2	Organizacion Propuesta para la Implementacion del Proyecto	7-8
7.3	Establecimiento del Fondo Ambiental	7-10
7.3.1	Necesidad del Fondo Ambiental	7-10
7.3.2	Funcion Propuesta	7-11
7.3.3	Organizacion	7-13
7.3.4	Instalaciones Necesarias y Equipamiento	7-15
7.3.5	Plan de Operacion	7-15
7.4	Establecimiento de un Programa de Educacion Ambiental ..	7-15
7.4.1	Antecedentes	7-15
7.4.2	Programa de Educacion Ambiental	7-16
7.4.3	Organizacion y Personal	7-17
7.4.4	Equipamiento y Materiales	7-17
7.4.5	Estimacion del Costo	7-17
7.5	Establecimiento del Sistema de Monitoreo	7-18
7.5.1	Generalidades	7-18
7.5.2	Condiciones de Monitoreo	7-19
7.5.3	Laboratorio	7-21
7.5.4	Personal para el Monitoreo	7-22
7.5.5	Equipamiento Necesario	7-23
7.5.6	Plan de Operacion y Mantenimiento	7-23
7.6	Evaluacion de Medidas Institucionales	7-23
7.6.1	Establecimiento del Fondo Ambiental	7-23
7.6.2	Establecimiento del Sistema de Monitoreo y del Sistema Educacion Publica	7-25

CHAPTER 8	EVALUACION GENERAL DE LOS PROYECTOS CONSIDERADOS EN EL ESTUDIO DE FACTIBILIDAD	
8.1	Beneficio Esperado	8-1
8.2	Analisis Economico	8-2
8.3	Evaluacion Financiera	8-2
CHAPTER 9	EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	
9.1	Generalidades	9-1
9.2	Construccion de Planta de Tratamiento Cloacal en Ocumare del Tuy	9-2
9.3	Construccion de Planta de Tratamiento Cloacal en Las Tejerías	9-4
9.4	Construccion del Tanque de Sedimentacion de Arena en la Captacion de Agua	9-6
9.5	Impacto Predecible y Medidas de Mitigacion	9-6
9.6	Plan de Gerenciamiento Ambiental	9-9
9.7	Plan de Monitoreo Ambiental	9-11
CHAPTER 10	ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CANTIDAD DE AGUA	
10.1	Planes Sujetos a Estudios de Pre-Factibilidad	10-1
10.2	Beneficio Unitario para el Aseguramiento de la Cantidad de Agua	10-1
10.3	Plan de Utilizacion del Rio Ocumarito	10-2
10.3.1	Datos Hidrologicos e Hidraulicos	10-2
10.3.2	Condicion Topografica y Geologica	10-2
10.3.3	Caracteristicas Reslatantes de las Estructuras e Instalaciones Existentes	10-3
10.3.4	Optimizacion del Plan de Desvio Ocumarito-Lagartijo	10-4
10.3.5	Optimizacion del Plan de Bombeo	10-8
10.3.6	Diseño Preliminar y Estimacion de Costo	10-10
10.4	Plan de la Represa de Guare.....	10-10
10.4.1	Condicion Topografica	10-11
10.4.2	Condicion Geologica	10-11
10.4.3	Uso de Tierra en Area del Reservorio	10-11
10.4.4	Datos Hidrologicos	10-12
10.4.5	Planes de Desarrollo Relacionados	10-12
10.4.6	Determinacion del Eje de la Represa	10-12

Tabla de Contenido

10.4.7	Confirmacion de la Curva H-A-V	10-13
10.4.8	Determinacion del Tipo de Represa	10-13
10.4.9	Estudio sobre Metodo de Desvio del Agua	10-14
10.4.10	Optimizacion de la Escala de Desarrollo	10-14
10.4.11	Diseno Preliminar y Estimacion de Costo	10-16
CHAPTER 11	CONCLUSION Y RECOMENDACION	
11.1	Conclusion	11-1
11.2	Recomendacion	11-1
ANEXO	POCEDIMIENTOS NECESARIOS PARA LLEGAR A LA FASE DE IMPLEMENTACION	

LISTA DE TABLAS

Table 1.1-1	Resumen del Plan Maestro.....	T-1
Table 2.1-1	Numero de Fabricas y Empleados en las Ciudades	T-3
Table 2.2-1	Condiciones de Tratamiento de Aguas Residuales en Fabricas y Cochineras	T-4
Table 2.2-2	Costo de Instalacion de la Planta de Tratamiento Existente	T-5
Table 2.3-1	Perfil de Especificacion y Composicion de la Planta de Tratamiento Estandar	T-6
Table 2.3-2	Costo de Instalacion de la Planta de Tratamiento Estandar	T-13
Table 2.4-1	Costo de Instalacion de Planta de Tratamiento en Fabricas	T-14
Table 2.4-2	Costo de Operacion y Mantenimiento de Fabricas	T-15
Table 2.5-1	Costo de Instalacion de Planta de Tratamiento para Fabricas recientemente construidas hasta 2003	T-16
Table 2.5-2	Costo de Operacion y Mantenimiento de las Fabricas recientemente construidas hasta 2003	T-17
Table 3.2-1	Volumen del Sedimento en el Tanque de Pre-tratamiento por un año	T-18
Table 4.2-1	Area de Tierra Utilizada en Ocumare del Tuy	T-19
Table 4.2-2	Poblacion de cada Localidad del Area Urbana de Ocumare	T-19
Table 4.2-3	Distancia de Cañerías Existentes	T-19
Table 4.3-1	Densidad Poblacional de acuerdo al Uso de Tierra en el area de Tratamiento de Ocumare	T-20
Table 4.3-2	Numero de Empleado y Descarga Industrial Proyectada en el Futuro (Ocumare del Tuy)	T-21
Table 4.3-3	Tasa de Flujo por Residente en Previos Estudios y Planes	T-22
Table 4.3-4	Tasa de Flujo de Diseño de Agua Residual domestico (Ocumare del Tuy)	T-23
Table 4.3-5	Tasa de Flujo de Diseño de Agua Residual Industrial (Ocumare del Tuy)	T-23
Table 4.3-6	Tasa de Flujo de Diseño en el Alcantarillado de Ocumare	T-23
Table 4.3-7	Calidad de Agua del Influyente a la Planta de Tratamiento (Ocumare del Tuy)	T-24
Table 5.2-1	Area de Tierra Utilizada en Las Tejerías	T-25
Table 5.2-2	Poblacion del Area Urbana de Las Tejerías	T-25
Table 5.2-3	Distancia de Cañerías Existentes.....	T-25

Tabla de Contenido

Table 5.3-1	Densidad Poblacional de acuerdo al Uso de Tierra en el area de tratamiento de Las Tejerías	T-26
Table 5.3-2	Numero de Empleado y Descarga Industrial Proyectada en el Futuro (Las Tejerías)	T-27
Table 5.3-3	Tasa de Flujo por Residente en Previos Estudios y Planes	T-28
Table 5.3-4	Tasa de Flujo de Diseño de Agua Residual Domestico (Las Tejerías)	T-29
Table 5.3-5	Tasa de Flujo de Diseño de Agua Residua Industrial (Las Tejerías)	T-29
Table 5.3-6	Tasa de Flujo de Diseño en el Alcantarillado de Las Tejerías	T-29
Table 5.3-7	Calidad de Agua del Influyente a la Planta de Tratamiento (Las Tejerías)	T-30
Table 6.2-1	Compartibilizacion del Area de Reforestacion	T-31
Table 6.2-2	Propietarios en el Area de Reforestacion	T-32
Table 6.3-1	Tres Especies Elejidas para la Reforestacion	T-33
Table 6.5-1	Vivero y Programa de Plantacion para la Reforestacion	T-34
Table 7.1-1	Revision Historica en Relacion a Incentivos Fiscals	T-35
Table 9.5-1	Impactos Adversos Predecibles y Medidas de Mitigacion.....	T-36
Table 9.6-1	Plan de Gerenciamiento Ambiental para la Instalacion de la Planta de Tratamiento Cloacal en Ocumare del Tuy y Las Tejerías	T-37
Table 9.6-2	Plan de Gerenciamiento Ambiental para la Construccion del Tanque de Sedimentacion de Arena en la Captacion del Agua	T-38
Table 9.7-1	Plan de Monitoreo Ambiental para la Instalacion de Planta de Tratamiento Cloacal en Ocumare del Tuy y Las Tejerías.....	T-39
Table 9.7-2	Plan de Monitoreo Ambiental para la Construccion del Tanque de Sedimentacion de Arena en la Captacion del Agua	T-40

Lista de Figuras

Fig. 1.1-1	Programa de Implementacion	F-1
Fig. 2.2-1	Condicion de Tratamiento en Fabricas y Cochineras Existentes ..	F-2
Fig. 2.3-1	Relacion entre la Descarga de Agua Residual y el Costo de Instalacion de la Planta de Tratamiento	F-3
Fig. 2.6-1	Balance de la Carga de Populacion (2010).....	F-6
Fig. 3.2-1	Profundidad el Sedimento en la Planta de Pre-Tratamiento	F-7
Fig. 3.2-2	Distribucion del Tamaño de Grano del Sedimento	F-8
Fig. 3.3-1	Curva de Eliminacion del Tanque Sedimentador de Arena.....	F-9
Fig. 3.5-1	Nivel de agua del Rio Tuy	F-10

Fig. 3.6-1	Diseño Preliminar del Tanqué Sedimentador de Arena	F-11
Fig. 4.2-1	Ubicacion del Area Objetivo.....	F-12
Fig. 4.2-2	Plan de Desarrollo Urbano del MINDUR	F-13
Fig. 4.4-1	Flujo del Proceso de Tratamiento Cloacal Propuesto	F-14
Fig. 4.4-2	Red de Alcantarillado (Principal Drenaje)	F-15
Fig. 4.4-3	Perfil de la Planta de Tratamiento Cloacal	F-16
Fig. 5.2-1	Ubicacion del Area Objetivo.....	F-17
Fig. 5.2-2	Plan de Desarrollo Urbano del MINDUR	F-18
Fig. 5.4-1	Flujo del Proceso de Tratamiento Cloacal Propuesto.....	F-19
Fig. 5.4-2	Red de Alcantarillado (Principal Drenaje)	F-20
Fig. 5.4-3	Perfil de la Planta de Tratamiento Cloacal.....	F-21
Fig. 6.2-1	Sitio Objetivo para la Reforestacion	F-22
Fig. 6.3-1	Plan de Plantacion	F-23
Fig. 6.3-2	Mapa Detallado del sitio de Reforestacion	F-24
Fig. 7.2-1	Organizacion Propuesta para la Implementacion del Proyecto	F-26
Fig. 7.3-1	Organizaciones Relacionadas al Fondo Ambiental	F-27
Fig. 7.5-1	Ubicacion del Sitio de Muestreo	F-28
Fig. 9.1-1	Procedimiento para EIA	F-30
Fig. 10.3-1	Concepto General del Plan de Utilization del Rio Ocumarito	F-31
Fig. 10.3-2	Plan y Perfil Piezometrico de la Cañeria de Tuy III	F-32
Fig. 10.3-3	Trazado del Plan de Bombeo Ocumarito-Tuy III	F-33
Fig. 10.3-4	Plano Estructural de la Estacion de Bombeo Ocumarito-Tuy III ..	F-34
Fig. 10.4-1	Mapa de Ubicacion de la Represa Propuesta de Guare	F-35
Fig. 10.4-2	Mapa Geologico del Sitio para la Represa Propuesta de Guare ...	F-36
Fig. 10.4-3	Curva H-A-V de la Represa Propuesta de Guare	F-38
Fig. 10.4-4	Plan de la Represa propuesta de Guare.....	F-39
Fig. 10.4-5	Seccion Estandard de la Represa Propuesta de Guare.....	F-40

ABREVIACIONES

1. AGENCIAS DEL GOBIERNO VENEZOLANO

MARNR	:	Ministerio del Ambiente y de los Recursos naturales Renovables
ODEPRI	:	Oficina de Desarrollo Profesional y Relaciones Internacionales
CORDIPLAN Presidencia	:	Oficina Central de Coordinación y Planificación de la de la República
SINAHIME	:	Base de Datos de la Oficina de Hidrología y Meteorología, MARNR
ACRT	:	Agencia de La Cuenca del Río Tuy
INOS	:	Instituto Nacional de Obras Sanitarias

2. ORGANIZACIONES INTERNACIONALES Y DEL GOBIERNO JAPONES

JICA	:	Agencia de Cooperacion Internacional del Japon
IBRD (Banco	:	Banco Internacional para la Reconstruccion y Desarrollo Mundial)
UNDP	:	Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas
GTZ	:	Agencia de Cooperacion Tecnica Alemana

3. UNIDADES DE MEDIDA

(Longitud)		(Peso)	
mm	: milímetro(s)	mg	: miligramo(s)
cm	: centímetro(s)	g, gr	: gramo(s)
m	: metro(s)	kg	: kilogramo(s)
km	: kilómetro(s)	ton	: tonelada(s)

(Area)		(Tiempo)	
mm ²	: milímetro(s)	s, sec	: segundo(s)

	cuadrado(s)		
cm ²	: centímetro(s)	min	: minuto(s)
	cuadrado(s)		
m ²	: metro(s)	h(hrs)	: hora(s)
	cuadrado(s)		
km ²	: Kilómetro(s)	d(dys)	: día(s)
	cuadrado(s)		
ha	: hectárea(s)	a(s)	: año(s)

(Volumen)

(Concentración)

cm ³	: centímetro(s)	mg/l	: miligramo por litro
	cúbico(s)		
m ³	: metro(s) cúbico(s)		
ℓ	: litro(s)		

(Velocidad)

cm/seg, cm/s	: centímetro por segundo
m/seg., m/s	: metro por segundo
km/hr, km/h	: kilómetro por hora

(Tensión)

kg/cm ²	: kilogramo por centímetro cuadrado
ton/m ²	: tonelada por metro cuadrado

(Descarga)

ℓ/seg, ℓ/s	: litro por segundo
------------	---------------------

Tabla de Contenido

- $m^3/sec, m^3/s$: metro cúbico por segundo
 $m^3/año, m^3/a$: metro cúbico por año

(Unidades Eléctricas)

- W : vatio(s)
kW : kilovatio(s)
MW : megavatio(s)
kWh : megavatio-hora
GWh : gigavatio-hora
V : voltio(s)
kV : kilovoltio(s)

(Calidad de Agua)

- DBO : Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO : Demanda Química de Oxígeno
OD : Oxígeno Disuelto
CE : Conductividad Eléctrica
TOC : Carbon Orgánico Total
SS : Sólidos Suspendidos
TN : Nitrógeno Total
PT : Fósforo Total
Pb : Plomo
Cr : Cromo
Cu : Cobre
Zn : Zinc

(Nota: otras unidades combinadas pueden ser construidas similarmente como se señala arriba)

4. TERMINOS MONETARIOS

¥ : Yen japonés

US\$: Dólar estadounidense

Bs. : Bolívares venezolanos

5. TERMINOS EN ESPAÑOL

Municipio : Municipality

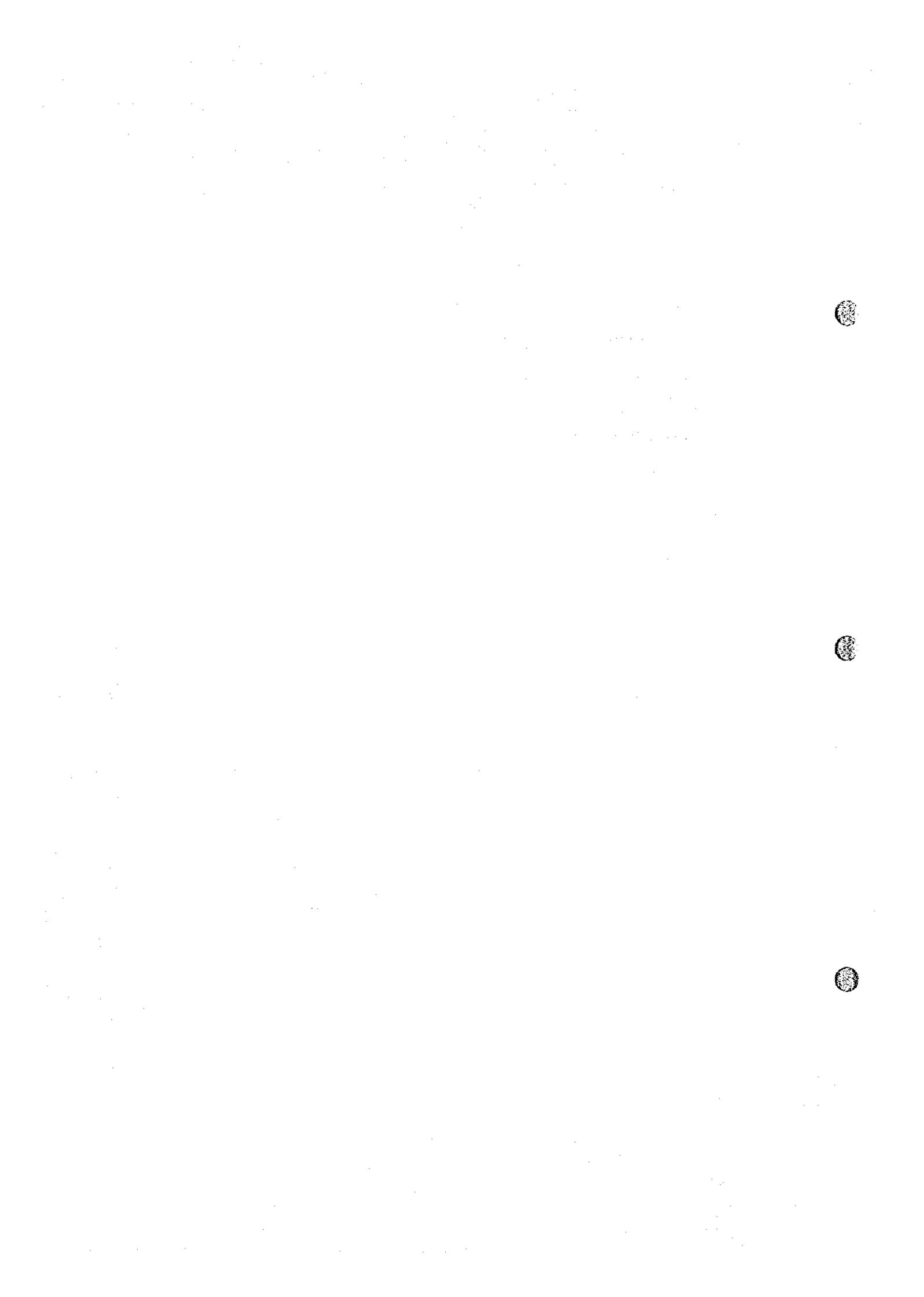
Parroquia : Parish

Qda.(Quebrada) : Intermittent stream

Ing. (Ingeniero) : Eng. (Engineer)

6. Otros

Art : Artículo



CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1 Generalidades

El Rio Tuy tiene una cuenca total de 8,619 km², abarcando a Caracas y el area inmediato al sur de Caracas en el norte central de Venezuela y corre generalmente de oeste a este. El Area Metropolitana de Caracas esta localizada a lo largo de la parte alta de un tributario. La parte alta y media del Rio Tuy juega un importante rol ya que es la mayor fuente de abastecimiento de agua municipal del area metropolitana de Caracas.

La calidad de agua del Rio Tuy ha sido deteriorada debido a las aguas residuales provenientes de las industrias, cochineras y del area urbana. Ademas, la condicion ambiental ha empeorado por los sedimentos producidos en actividades artificiales como ser desarrollo de las tierras, canteras de arena ribereñas y montañas devastadas. El agua poluido del Rio Tuy ha afectado seriamente el abastecimiento de agua del Area Metropolitana de Caracas.

A los efectos de manejar el problema ambiental del Rio Tuy, en primer lugar un Plan Maestro es formulado y el estudio de Factibilidad de los proyectos prioritarios que fueron seleccionados de los componentes del proyecto del Plan Maestro así como también el Estudio de Pre-Factibilidad para el desarrollo de recursos hidricos.

En el Plan Maestro, las condiciones actuales y futuras del ambiente son identificadas basadas en la investigacion de la condicion actual y su futura proyeccion. Para mejorar la condicion actual del medio ambiente y cotrarrestar el deterioro de la futura condicion ambiental, se propone una meta de dos alcances: programa a corto plazo y programa a mediano plazo.

Para alcanzar la meta, son examinadas varias medidas que consisten de medidas estructurales e institucionales y las que son optimas son seleccionadas. Para la formulacion del Plan Maestro, son tomados en cuenta componentes de proyecto compuestas por medidas optimas para los programas a corto y mediano plazo de acuerdo a sus prioridades. El Plan Maestro así formulado fue evaluado considerando los aspectos tecnicos y las posibilidades financieras de pago.

El perfil del Plan Maestro es presentado en la Tabla 1.1-1 y el programa de implementacion es presentado en la Fig. 1.1-1.

El presente informe del Estudio de Factibilidad presenta los resultados del Estudio de Factibilidad para los proyectos prioritarios seleccionados para el mejoramiento de la calidad de agua y del Estudio de Pre-Factibilidad para el desarrollo de los recursos hidricos.

1.2 Componentes del Proyecto para el Estudio de Factibilidad y del Estudio de Pre-Factibilidad

Los componentes del Proyecto para el Estudio de Factibilidad y del Estudio de Pre-Factibilidad son resumidos como sigue:

1.2.1 Componente del Proyecto para el Estudio de Factibilidad

Medidas Estructurales

(1) Mejoramiento de la calidad de agua

Para alcanzar la meta de calidad de agua, las siguientes medidas son adoptadas:

(a) Polución Organica

- Instalacion de plantas de tratamiento para las industrias existentes que no cumplen con las normas de calidad de agua.
- Instalacion de plantas de tratamiento para las nuevas industrias.
- Instalacion de plantas de tratamiento cloacal para las areas de Las Tejerías y Ocumare del Tuy.

La instalacion de planta de tratamiento cloacal para Las Tejerias es necesario para mejorar la calidad del agua en el punto Boca de Cagua, mientras la del Ocumare del Tuy es necesario para alcanzar la meta en la Toma de Agua.

(b) Toxicos

- Instalacion de plantas de tratamiento para las industrias existentes que no cumplen con las normas de calidad de agua.
- Instalacion de plantas de tratamiento para las nuevas industrias.

(c) Turbiedad

- Instalacion de plantas de tratamiento para las industrias existentes que no cumplen con las normas de calidad de agua.
- Instalacion de plantas de tratamiento para las nuevas industrias.
- Reforestacion en el area de Qda. Maitana.

(2) Aseguramiento de la cantidad de agua

Entre los componentes del proyecto para asegurar la cantidad de agua, los siguientes componentes para reducir la frecuencia en la provision de agua debido al olor, color y turbiedad, fueron analizados en el Estudio de Factibilidad.

- Instalacion de plantas de tratamiento en las industrias que descargan efluentes relacionados con el olor y color.

- Construcción de tanque de sedimentación de arena en el punto de Toma de Agua.

Medidas Institucionales

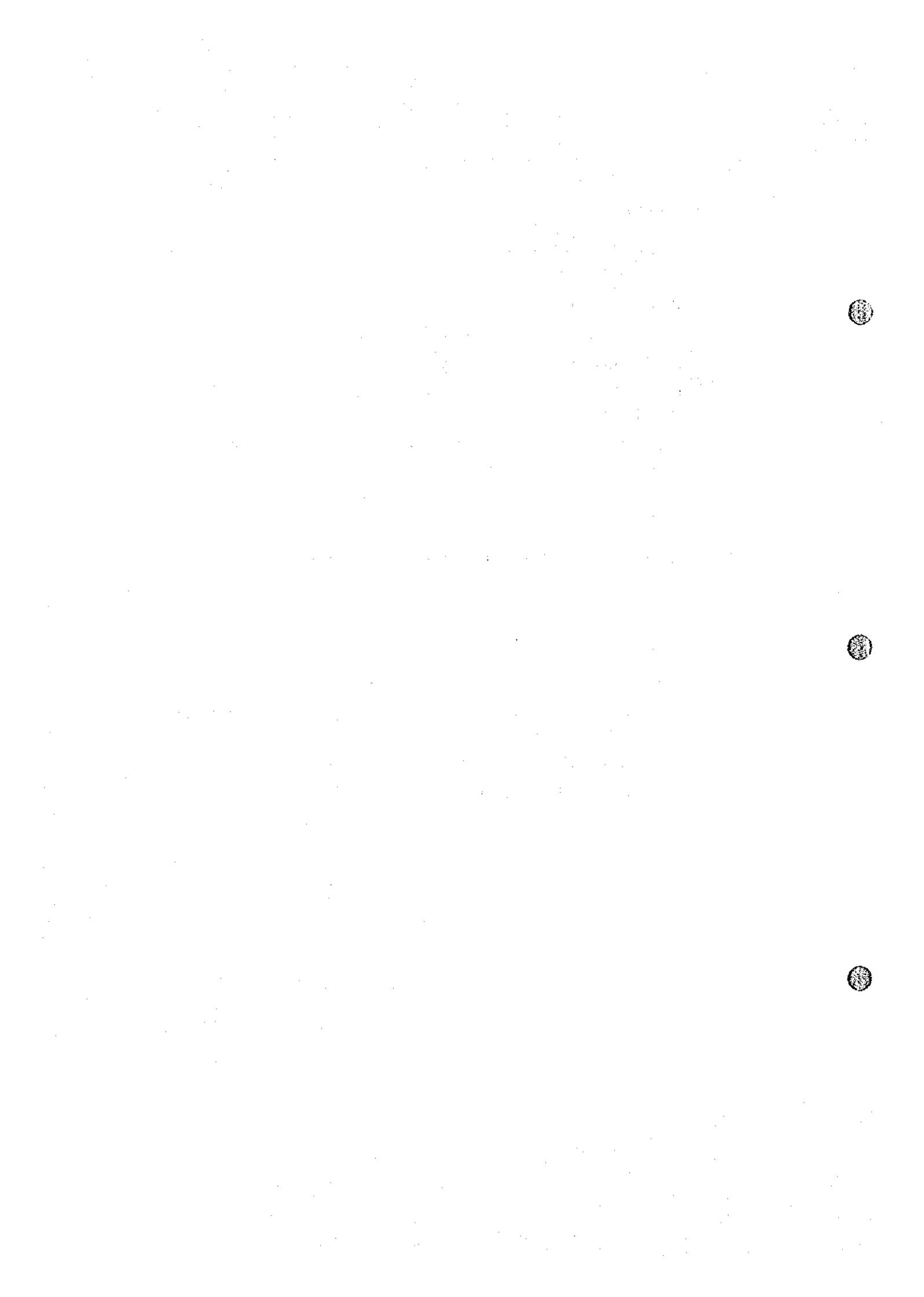
En general, las siguientes medidas institucionales son esenciales para alcanzar los objetivos del Programa a Corto Plazo:

- Provisión de leyes y reglamentos.
- Fortalecimiento de las funciones de la organización.
- Establecimiento del sistema de monitoreo y aplicación de leyes y reglamentos.
- Establecimiento del fondo ambiental y su uso para asistir a las industrias y Cochineras.
- Imposición de los cargos por contaminación a las fábricas y cochineras que no cumplan con el estándar de calidad de agua.
- Establecimiento de un programa de educación para promover la conciencia pública.

1.2.2 Componentes del Proyecto del Estudio de Pre-Factibilidad

El estudio de pre-factibilidad es realizado para los siguientes componentes del proyecto para asegurar la cantidad de agua de 2.0 m³/s.

- Desviación de la corriente de Sucuta
- Canal de interconexión Ocumarito -Lagartijo
- Canal de interconexión Ocumarito -Lagartijo junto con la construcción de la Represa en el El Peñón
- Construcción del sistema de bombeo de Ocumarito-Tuy III
- Construcción de la Represa Guare



CAPITULO 2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD SOBRE INSTALACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO EN INDUSTRIAS Y COCHINERAS

2.1 Generalidades

En el estudio del Plan Maestro, un inventario de industrias y cochineras fue preparado basado en las siguientes informaciones: (1) Censo de OCEI en 1990, (2) listado de industrias y cochineras registradas en la Agencia del Tuy y (3) otras informaciones por medio de investigacion de campo . Eventualmente, un inventario de 103 industrias y 33 cochineras fue ordenado clasificando por categorias de industria y sus localizaciones. El inventario incluye numero de empleados (referirse a la Tabla 2.1-1).

En este estudio de factibilidad, es reexaminado la condicion de instalacion de una planta de tratamiento en cada industria y cochinera para identificar los siguientes puntos: (1) porcentaje de industrias y cochineras con planta de tratamiento de agua residual, (2) porcentaje de industrias y cochineras que cumplen totalmente con las normas de calidad de agua para su, (3) proceso basico de las plantas de tratamiento planificados y (4) costo para instalar y mantener una planta de tratamiento.

Basado en la informacion de arriba, las industrias y cochineras son clasificadas en forma general en varios grupos, en la cual procesos similares de tratamiento de agua residual pueden ser aplicados. Para cada grupo, es examinado una planta de tratamiento estandar que cumpla con las normas de calidad de agua y con el necesario costo para su instalacion y mantenimiento.

Luego es estimado en forma aproximada el costo de instalacion de una planta de tratamiento de agua residual para cada industria y cochinera que no cumple con las normas de calidad de agua en el presente, y esto es realizado basado en el costo de la planta de tratamiento estandar. Ademas es estimado el costo necesario para la instalacion de plantas de tratamiento de aguas residuales para las industrias a ser construidas en el futuro hasta el ano 2003.

Estos costos son requeridos para promocionar las medidas de tratamiento de aguas residuales en las industrias y cochineras. Los costos son asumidos por los duenos de las industrias y cochineras. Ademas los costos son usados para la formulacion del fondo ambiental propuesto, el cual es utilizado cuando los duenos de las industrias y cochineras tienen problemas financieros para instalar las plantas de tratamiento.

2.2 Condicion de instalacion de la Planta de Tratamiento

Para investigar las condiciones de instalacion de una planta de tratamiento, fueron seleccionados al azar del inventario 38 industrias de 103 y 10 cochineras de 13, en adicion a las 27 industrias y 3 cochineras investigadas en la etapa del estudio del Plan Maestro. Como resultado de la investigacion de las 65 industrias y 13 cochineras, las siguientes condiciones fueron clarificados:

- (1) La condición de instalación en las industrias y cochineras es dividida en forma general en tres casos: (1) las que satisfacen las normas de calidad de agua, (2) las que no satisfacen las normas de calidad de agua aun teniendo plantas de tratamiento instaladas, y (3) las que no tienen plantas de tratamiento (referirse a Tabla 3.1-2).

Los tres casos son como sigue:

Caso	Número de Industrias(Nos.)	Porcentaje (%)
Industrias que satisfacen la norma de calidad de agua	25	38
Industrias que no satisfacen la norma a pesar de que tienen instalados plantas de tratamiento	5	8
Industrias que no tienen instalados una planta	35	54
Cochineras que satisfacen la norma de calidad de agua	2	15
Cochineras que no satisfacen la norma a pesar de que tienen instalados plantas de tratamiento	8	62
Cochineras que no tienen instalados planta de tratamiento	3	23

- (2) Las plantas de tratamiento en las industrias y cochineras en el presente pueden ser clasificadas en forma general en los siguientes procesos:
- (a) Proceso de tratamiento biológico para reducir alta concentración de sustancias bio-orgánicas que son fácilmente removibles
 - (b) Proceso biológico seguido de proceso de tratamiento físico-químico para reducir mediana concentración de sustancias bio-orgánicas.
 - (c) Proceso de tratamiento físico-químico para reducir sustancias químicas y orgánicas difíciles de ser removidas.
 - (d) Proceso físico-químico seguido de proceso de tratamiento biológico para reducir metales y sustancias orgánicas.
 - (e) Proceso de tratamiento físico físico-químico para reducir metales
 - (f) Proceso de tratamiento físico-químico para reducir sólidos en suspensión de origen no orgánico (SS)
 - (g) Idem (a)

En general, los procesos de tratamiento arriba mencionados, son aplicados a las siguientes categorías de industrias y los costos de instalación son mostrados en la siguiente tabla (ver Tabla 2.2-2):

Proceso	Categoría de industrias	Número de Industrias y Cochineras por categorías*	Costos de Instalación (miles US\$)		
			Industrias de Gran Escala	Industrias de Mediana Escala	Industrias de Pequeñas Escala
(a)	Industrias de alimentos	6	345 - 1,002	104	64 - 117
(b)	Textileras	4	390 - 420	no hay dato	132-160
(c)	Industria Química	6	267 -465	82 -200	30 -76
(d)	Curtiembres	3	no hay dato	no hay dato	47
(e)	Metalurgicas	7	156	40 - 175	31 - 122
(f)	Canteras de arena	3	no hay dato	no hay dato	15
(g)	Cochineras	13	no hay dato	1.2-28	no hay dato

*Entre las industrias y cochineras investigadas , solo aquellas que satisfacen las normas de calidad de agua

En cuanto al costo de operacion and mantenimiento, el siguiente porcentaje al costo de instalacion es obtenido:

Proceso	Categoría de industrias	Costo O&M (%)
(a)	Industrias de alimentos	2.85
(b)	Textileras	4.98
(c)	Industria Química	5.87
(d)	Curtiembres	5.10
(e)	Metalurgicas	5.50
(f)	Canteras de arena	5.20
(g)	Cochineras	5.20

2.3 Estudio sobre los Procesos de Tratamiento Estandar

En base a la condicion actual de instalacion de las plantas de tratamiento arriba mencionado, son examinados los procesos de tratamiento estandar para varios casos a los efectos de estimar los costos de instalacion de las plantas de tratamiento.

Clasificacion de Industrias para examinar los Procesos de Tratamiento Estandar

Como se ha identificado mediante la investigacion, los procesos de tratamiento para las industrias y cochineras actuales son clasificados en forma general en siete (7) casos. En relacion a esto, los procesos de tratamiento estandard son examinados para los 7 casos mencionados.

(1) Tratamiento Biologico que es aplicado a (a) industria de alimentos

Tratamiento biologico es utilizado para reducir la alta concentracion (DBO 2,000 - 4,000mg/l) de sustancias bio-organicas, principalmente producidas por las industrias de alimentos. Un proceso de tratamiento biologico tipico es el proceso de lodos activados con aireacion prolongada.

La configuracion de los tanques de tratamiento: un tanque de rejillas, un tanque de aireacion, un tanque de sedimentacion y un tanque de cloracion. Un tanque de sedimentacion primaria no es necesario por la poca cantidad de solido.

El proceso de tratamiento estándar de este tipo es mostrado en Tabla 2.3-1(1/7).

(2) Proceso Biológico seguido de tratamiento físico-químico que es aplicado a (b) textiles

Este tratamiento es utilizado para reducir mediana concentración de sustancias bio-orgánicas, principalmente producidas por las industrias textiles. Generalmente, es adecuado el método estándar de lodo activado. En vista de que la carga de BOD es mediana, sedimentación primaria es efectivo. El pH no es neutro por lo que se requiere la neutralización como pre-tratamiento.

La configuración de los tanques de tratamiento: un rejillado, neutralización, sedimentación primaria, aireación, sedimentación final y cloración.

El proceso de tratamiento estándar de este tipo de planta es mostrado en Tabla 2.3-1(2/7).

(3) Tratamiento físico-químico que es aplicado a (c) industria química

En la industria química, principalmente son producidos sustancias como ser aceite con compuestos químicos, pinturas y resinas sintéticas. El método de tratamiento físico-químico es apropiado para este caso debido a los compuestos orgánicos biodegradables; un tanque de almacenamiento es efectivo para la equalización del caudal y reducción del alto contenido de SS, seguido por floculación.

La configuración de los tanques de tratamiento: un rejillado, almacenamiento, neutralización, floculación, acondicionamiento químico, sedimentación. Los tanques de almacenamiento y sedimentación deben permitir proceso de tratamiento de larga duración.

El proceso de tratamiento estándar de este tipo de planta es mostrado en Tabla 2.3-1(3/7).

(4) Tratamiento físico-químico seguido de tratamiento biológico que son aplicados a Curtiembres

Este proceso de tratamiento es utilizado para reducir metales y sustancias orgánicas que son principalmente producidos en la industria de curtiembre. Es requerido el tratamiento tanto para las sustancias orgánicas como para el cromo. m is required. El tratamiento es para reducir la valencia del cromo de 6+ a 3+, seguido de neutralización, floculación y proceso biológico (método de lodo activado).

La configuración de los tanques de tratamiento: reducción química, neutralización, floculación, sedimentación para tratamiento de cromo. La otra combinación para las sustancias orgánicas es la que consiste de aireación, sedimentación y cloración.

Esta es la configuración general recomendada para las curtiembres, aunque, se debe llevar en cuenta que los factores locales referentes a las características de la cloaca pueden modificar esta recomendación.

El proceso de tratamiento estándar de este tipo de planta es mostrado en Tabla 2.3-1(4/7).

(5) Tratamiento físico-químico que es aplicado a (e) metalúrgicas

Este proceso de tratamiento es utilizado para remover metales que son principalmente producidos en las industrias metalúrgicas. El tratamiento de floculación es apropiado para la remoción de tales metales pesados.

La configuración de los tanques de tratamiento: almacenamiento, neutralización, floculación, sedimentación. Dos tipos de sedimentos son recogidos, uno es del tipo suspendido en el tanque de almacenamiento y el otro del tipo floculado.

El proceso de tratamiento estándar de este tipo de planta es mostrado en Tabla 2.3-1(5/7).

(6) Tratamiento físico-químico aplicado a (f) canteras de arena

Este proceso de tratamiento es utilizado para remover sólidos suspendidos inorgánicos (SS) que son principalmente producidos en las canteras de arena. La sedimentación natural no puede alcanzar la condición requerido por el estándar de SS menor a 80 mg/l; por lo que se aplica la floculación para la remoción.

La configuración de los tanques de tratamiento: equalización del caudal, acondicionamiento químico, floculación y sedimentación.

El proceso de tratamiento estándar de este tipo de planta es mostrado en Tabla 2.3-1(6/7).

(7) Tratamiento Biológico aplicado a cochineras

El tratamiento biológico es en general el mismo al que es aplicado para las industrias de alimentos. Un proceso de tratamiento biológico típico es el de los lodos activados con aireación prolongada.

La configuración de los tanques de tratamiento: un tanque de rejillas, un tanque de aireación, un tanque de sedimentación y un tanque de cloración. Un tanque de sedimentación primaria no es necesario por la poca cantidad de sólido.

El proceso de tratamiento estándar de este tipo de tratamiento es mostrado en Tabla 2.3-1(7/7).

Estimación de Costo para la Planta de Tratamiento Estándar

Basado en los procesos de tratamiento estándar, son estimados los costos de las plantas de tratamiento estándar para los siete casos asumiendo la magnitud de las industrias y cochineras en tres casos: (1) industria y cochineras de gran escala, (2) industria y cochineras de mediana escala y (3) industria y cochineras de pequeña escala. La escala de las industrias y cochineras son expresadas por el volumen de sus descargas.

Tabla 2.3-2 muestra la estimación de costo por procesos de tratamiento estándar.

Fig. 2.3-1 muestra la relación entre el costo y el volumen de descarga de aguas residuales de acuerdo a las entrevistas y la estimación de costo para las plantas de tratamiento estándar. De estas figuras se nota, de que el costo de la planta de tratamiento estándar aproximadamente coincide con el valor promedio de los costos actuales de plantas de tratamiento obtenido de las entrevistas.

2.4 Estimación de Costos para la Instalación de Plantas de Tratamiento en las Industrias Existentes

Basado en los costos de las plantas de tratamiento estándar, pueden ser estimados los costos para la instalación de plantas de tratamiento en las industrias y cochineras existentes multiplicando el costo de una planta de tratamiento estándar por el número de industrias existentes. Ya que las industrias que cumplen con las normas de calidad de agua no necesitan instalar nuevas plantas de tratamiento, la estimación de costo es hecho solo para las industrias que no cumplen con las normas de calidad de agua.

Como se ha mencionado anteriormente, entre las industrias y cochineras existentes con planta de tratamiento, los porcentajes de los mismos que no cumplen con las normas son del 8% y 6% y el porcentaje de industrias y cochineras que no tienen plantas de tratamiento son del 54% y 59% respectivamente.

En relación a esto, el costo para la instalación de plantas de tratamiento en las industrias y cochineras es calculado de la siguiente manera;

- Para las industrias con plantas de tratamiento que no cumplen con las normas de calidad de agua, se adopta el 50 % del costo de la planta de tratamiento estándar considerando su escala.
- Para las industrias que no tienen plantas de tratamiento, se adopta el 100 % del costo de la planta de tratamiento estándar considerando la escala de las industrias.
- El costo de O&M es calculado multiplicando el porcentaje de costo de O&M por el costo de instalación.

Los costos totales para la instalación de plantas de tratamiento en las industrias y cochineras existentes son US\$9,750,000 y US\$1,253,900, mientras que los costos anuales de O&M son US\$480,000 y US\$65,203. Las Tablas 3.1-6 y 3.1-8 muestran la estimación del costo.

2.5 Estimación de Costo para las nuevas Industrias construidas hasta el año 2003

El número de nuevas industrias construidas en la cuenca es estimado en el Estudio del Plan Maestro. Basado en el número de industrias por categoría industrial, el costo total y el costo anual de O&M necesario para las plantas de tratamiento de las nuevas industrias construidas son estimados en US\$8,900,000 y US\$442,000. La estimación de costo es mostrado en las Tablas 2.5-1 y 2.5-2.

2.6 Evaluación del Proyecto

2.6.1 Efecto de la Instalación de la Planta de Tratamiento

Como se ha identificado en el Plan Maestro en lo que se refiere a aspectos claves y problemas, las aguas residuales de las fabricas y cochineras es la principal causa de la contaminación del río Tuy en lo que respecta a contaminación orgánica, tóxicos y turbiedad. Esta condición de contaminación del río da como resultado a una desfavorable calidad ambiental como ser la pérdida de la vida acuática del río, color marrón grisáceo de aspecto sucio del agua con olor desagradable e inestable fuente para el suministro de agua además de elevar el costo de tratamiento.

Estas condiciones pueden ser aminoradas con la instalación de plantas de tratamiento.

2.6.2 Costo Necesario

El costo estimado sobre la base de la planta de tratamiento estándar es como sigue:

(1) Costo Inicial

(Unidad: miles US\$)

Item	Costo Financiero
Total	23,817

El periodo de implementación propuesto es desde la mitad del año 2000 hasta fines del año 2003. El costo es distribuido en proporción al plazo de tiempo.

(2) Costo de O&M

(Unit: US\$ miles)

Item	Costo Financiero
Total	1,057

El costo de O&M es asumido a ser incurrido comenzando en el año 2004.

2.6.3 Beneficios Esperados

En general, algunos de los beneficios esenciales que derivan de la implementación de proyectos de mejoramiento ambiental son difíciles de evaluar en términos monetarios. Aquí es presentado el beneficio de una manera descriptiva:

Beneficio Directo

Como beneficio directo de la instalación de planta de tratamiento en las fabricas y cochineras, los siguientes son considerados:

- La BOD de 45.3 ton/día en el area es reducida por efecto de la instalacion de plantas de tratamiento en las fabricas y cochineras. Esto corresponde a un 43% de reduccion contra el total de 105.4 ton/día en el area. De esta forma la calidad del agua es mejorada como para alcanzar la meta del programa a corto plazo. (Referirse a la Fig.2.6-1).
- El mejoramiento de la calidad de agua trae como consecuencia una mejor calidad ambiental del rio Tuy: la calidad actual del agua de color intenso y de mal olor sera cambiado a un agua con menos color y olor.
- La remocion de sustancias productoras de BOD y turbiedad ayudara a decrecer el numero de suspensiones en la captacion debido al color, olor y turbiedad. Ademas ayudara a reducir los costos de operacion y mantenimiento para el tratamiento del agua.
- El agua del Rio Tuy puede ser usado como fuente de suministro seguro con menos coliforme, cloro y metales pesados para el abastecimiento de agua del Area Metropolitana de Caracas.

Beneficio Indirecto

Se espera los siguientes beneficios indirectos:

- Como resultado del mejoramiento de la calidad ambiental, seran apreciados los valores del estado a lo largo del curso del rio.
- Las enfermedades de origen hidrico seran reducidas.
- La cuenca del Rio Tuy sera apreciado desde el punto de vista turistico.
- Los valores existentes de la Cuenca del Rio Tuy seran apreciados.

2.6.4 Evaluacion Financiera

La evaluacion financiera de la instalacion de plantas de tratamiento en fabricas y cochineras no es discutida en esta seccion pero si en la seccion 7.6.1 relacionado a Establecimiento del Fondo Ambiental.

La instalacion de plantas d tratamiento en fabricas y cochineras seran realizados por los propietarios con recursos propios sea ello externo o interno. Para ayudar a la instalacion de las plantas, se propone establecer el fondo ambiental. Por lo tanto, con el fondo ambiental se asegura la viabilidad financiera para la instalacion de plantas de tratamiento en fabricas y cochineras. El punto a ser discutido es sobre la capacidad de los propietarios para el repago del prestamo hecho al Fondo Ambiental.

Esto es discutido en la seccion de Establecimiento del Fondo Ambiental.

CAPITULO 3 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CONSTRUCCION DEL TANQUE DE SEDIMENTACION DE AREANA EN TOMA DE AGUA

3.1 Generalidades

En el Estudio del Plan Maestro, fue seleccionado como medida optima la construccion de un tanque o laguna de sedimentacion de arena en la Toma de Agua para remover la turbiedad del agua.

En el presente Estudio de Factibilidad, se efectua un estudio mas detallado sobre la efectividad y propiedades de diseno del tanque de sedimentacion de arena, basado en datos adicionales obtenidos del sitio como ser materiales de sedimento y resultados de investigacion topografica.

3.2 Estudio Adicional de la Turbiedad

Las propiedades del sedimento del Rio Tuy fueron examinados en el presente estudio de factibilidad para confirmar la efectividad del propuesto tanque de sedimentacion de arena. Ademas de esto, se ha recogido muestras de sedimentos y se ha medido su profundidad en los tanques de pre-tratamiento. Otras muestras de aguas turbias del Rio Tuy fueron recogidas en frente de la captacion y se ha analizado en el laboratorio los solidos sedimentados.

La Fig. 3.2-1 muestra la profundidad del sedimento y puntos de muestreo en los cinco tanques de pre-tratamiento (un tanque fue limpiado). El sedimento en cada tanque de pre-tratamiento forman una superficie lisa y plana para los 20 m desde la entrada hasta la salida.

Las muestras fueron sometidas a analisis mecanico y de humedad. La humedad esta en el rango de 76 a 124%, y es mas alto hacia la salida.

La Fig.3.2-2 muestra el resultado del analisis mecanico. El tamaño del sedimento esta en el rango de 0.008 mm a 0.04 mm y las particulas finas aumentan hacia la salida.

Para comparar las curvas de granulidad de sedimento del tanque de pre-tratamiento y de los solidos suspendidos del Rio Tuy, se calcula el grano medio de sedimento del tanque de pre-tratamiento con el volumen de sedimento, porcentaje de humedad y curva de granulidad de cada muestra. Las dos curvas de granulidad obviamente son semejantes una con la otra, como se ve en la Fig. 3.2-2.

La Tabla 3.2-1 muestra el tiempo de limpieza actual y el volumen de sedimento depositado en el tanque de pre-tratamiento en 1996. El volumen de sedimento total fue de 117,000 m³/ano y el volumen de captacion promedio fue de 3.2 m³/seg. Si el volumen promedio de captacion aumenta a 5.6 m³/seg., el volumen de sedimento aumentara a 204,750 m³/ano asumiendo que no cambia la turbiedad.

3.3 Ritmo de Eliminación de Partícula por medio del Tanque de Sedimentación de Arena

Para la evaluación del tanque de sedimentación de arena, es esencial confirmar el ritmo de eliminación de partícula (E). El ritmo de eliminación es calculado en el siguiente procedimiento.

- El rastro de una partícula que cae es expresado en el vector de velocidad horizontal de la corriente v y la velocidad de caída w ;
- Cuando la velocidad de caída desde una entrada a una salida es nombrado como w_o , la partícula de w ($< w_o$) totalmente sedimenta. Luego, el ritmo de eliminación E de partícula de w ($< w_o$) es expresado como la razón de w/w_o ;

Si el tiempo de detención t_o de partícula en el tanque es reflejado como L/v , entonces la relación del volumen que entra Q al tanque y w es como se expresa en la siguiente ecuación:

$$w_o = \frac{h_o}{t_o} = \frac{h_o}{L/v} = \frac{Q}{LB} = \frac{Q}{A}$$

donde

L : Longitud del tanque de sedimentación

B : Anchura del tanque de sedimentación

h_o : Profundidad del tanque de sedimentación

A : Área de la superficie de agua del tanque de sedimentación

- La partícula eliminada en el tanque de sedimentación no es relativo a la profundidad del área de superficie de agua del tanque de sedimentación. El ritmo de eliminación E de partícula que tiene una velocidad de caída w es expresado en la siguiente ecuación.

$$E = \frac{h}{h_o} = \frac{wt_o}{wt_o} = \frac{w}{w_o} = \frac{w}{Q/A}$$

donde

t_o : tiempo de sedimentación

La velocidad de caída de una partícula es calculada por la Fórmula de Stokes, y la Fig. 3.3-1 muestra la relación entre el tamaño de partícula y la velocidad de caída.

$$w = \left(\frac{1}{18} \cdot \frac{\rho_s - \rho}{\mu w_o} \cdot g \right)^{1/2} \nu^{-1/2} d^2$$

donde

ρ : Densidad del agua

ν : Coeficiente de viscosidad cinemática

d : Diámetro

3.4 Tamano del Tanque de Sedimentacion de Arena

El ritmo de eliminacion de partícula E , cuya velocidad de caída es w , esta expresado en la formula de arriba y ello estara sujeto al volumen de captacion (Q) y al area de superficie de agua (A) del tanque de sedimentacion.

El estudio recientemente hecho por HIDROCAPITAL propone que el volumen maximo de diseno en la captacion sea de 8.72 m³/seg mediante el incremento de la capacidad de bombeo por medio de 8 bombas. En el informe sobre "*Incremento de la Extraccion de la Toma II de San Antonio en el Rio Tuy, y Compensacion en el Embalse Quebrada Seca, Edo.Miranda*" se menciona que los volúmenes de descarga en epoca seca, de lluvia y promedio son de 2.93 m³/s, 6.42 m³/s y 5.61 m³/s, respectivamente.

Luego, el ritmo de eliminacion E es calculado para areas diferentes de superficie de agua (A) del tanque de sedimentacion. Como resultado, la Fig. 3.3-1 muestra la curva del ritmo de eliminacion para cada tamano de tanque de sedimentacion. De acuerdo a esta figura, la eficiencia aumenta en proporcion al tamano del tanque de sedimentacion. Sinembargo, el espacio disponible en el sitio esta limitado y sobre la curva de eficiencia el punto de quiebre es de $A=5,000 \text{ m}^2$ (referirse a Fig.3.6-1). Bajo esta condicion, el tamano del tanque de sedimentacion es decidido en $5,000 \text{ m}^2$.

3.5 Estudio sobre las Propiedades del Diseño

Para diseñar la captacion del tanque de sedimentacion de arena, es necesario establecer el nivel maximo y normal del agua en el punto de captacion del tanque de sedimentacion de arena.

La Cuenca del Rio Tuy no tiene un plan concreto para el control de inundacion hasta ahora. En este plan se propone que la capacidad del tanque de sedimentacion de arena sea disenada para inundacion con periodo de retorno de 10-anos. De acuerdo al resultado de estudio previo, la descarga de inundacion Q con periodo de retorno de 10-anos es de 525.3 m³/seg. (el informe de "*Impacto Morfologico del Traslase de Aguas del Lago de Valencia al Rio Tuy*" (Lopez, J. L., 1992).

Los niveles maximo y normal de agua son calculados como sigue:

- El nivel de agua, que es calculado por la ecuacion de sobreflujo, en la presa de captacion es el punto de partida para la parte de arriba,
- El nivel de agua en la captacion del tanque de sedimentacion de arena es calculado a 5 secciones transversales en la parte de arriba de la actual presa por la ecuacion de flujo no uniforme.

Los niveles maximo y normal de agua son calculados en EL. 136.3 m y EL. 133.3 m, como esta en la Fig. 3.5-1. Las propiedades de diseno del tanque de sedimentacion de arena estan mostradas en la Tabla 3.5-2.

3.6 Diseño Preliminar

La captación del tanque de sedimentación de arena está localizada a 650 m arriba de la actual presa de captación. La condición topográfica determina 50 m de ancho y 100 m de largo para el tanque de sedimentación de arena.

El tanque debería ser más profundo que 3 m para reducir la velocidad de la corriente, y 1 m de profundidad asegura un volumen de almacenamiento de sedimento de una semana.

El fondo del tanque debería tener una inclinación de $I=1/240$ que se necesita para producir la velocidad de sedimentación brusca del sedimento.

La Fig. 3.6-1 muestra el diseño preliminar.

3.7 Operación y Mantenimiento

El nivel de agua de EL. 132.8 m controla el volumen de captación, el cual es tan alto como en la actual presa de captación. Cuando el nivel de agua es más bajo que EL. 132.8 m, la válvula de captación de la estación de bombeo se estrangulará para reducir el volumen de captación.

Para limpiar el tanque de sedimentación de arena, serán operadas las compuertas de entrada y de salida. Si la cantidad de sedimento llega a la capacidad de almacenamiento, entonces la compuerta de entrada es cerrada y la compuerta de salida es abierta para drenar el sedimento. Luego de que el tanque se vacíe, la compuerta de entrada es abierta ligeramente para que el sedimento sea expulsado afuera. La operación de la compuerta es requerida aproximadamente 3 veces al mes.

3.8 Estimación de Costo y Plan de Construcción

Los principales ítems de construcción son: el tanque sedimentador de arena, caneria de acero, puente para caneria y puente de concreto para mantenimiento ver Fig.)

El sitio propuesto para el tanque sedimentador de arena está situado sobre el margen del río Tuy y así es propenso a las fluctuaciones del nivel del agua del río. Por lo tanto, el método de construcción es un factor muy importante que incide en la estimación del costo. Debido a la condición del sitio y los factores que influyen en las técnicas de construcción aplicados en Venezuela (ver Sector H para más detalle) se asumió en el estudio preliminar la utilización del método de trinchera.

También fue asumido que la construcción del sedimentador de arena sea construido en época seca para reducir problemas asociados con la suba del río.

Programa de Implementation del Tanque Sedimentador de Arena			
Actividad	1999	2000	2001
Trabajos Civiles			
-Preparacion del sitio			
-Excavacion			
-Estructura			
Puentes			
Instalacion de caneria			
Prueba & operacion			

Nota: Fina linea representa etapa del diseno detalado, licitacion y obtencion, y la linea gruesa a la etapa de suministro/construccion

Capítulo 3

El costo estimado es descripto en mas detalle en el Sector H. El costo estimado esta grandemente influenciado por el costo de construccion de la superestructura de concreto (42% del costo total). Para reducir la influencia de variacion del Bolivar los costos son calculados en dolares americanos (US\$ 1=Bs.470). Como la mayor parte de los materiales pueden ser conseguidos en Venezuela los componentes externos son considerados despreciables. El costo estimado tambien incluye 25 % de adicionales para cubrir costos de contingencia fisica y otros.

Estimacion de Costo del Tanque Sedimentador de Arena

Item	costo (\$)
Preparacion del Sitio	9450
Excavacion y relleno	375,000
Construccion de la estructura	3,275,162
Puentes	181,960
Instalacion de canerias	953,264
Compuerta y rejillas	201,600
Total	6,245,545

Nota: El Costo de tierra no es incluido porque el sitio corresponde a Hidrocapital

La operation y mantenimiento fue calculado en \$17,000 por ano que incluye la operacion de las compuertas de vaciado y la mano de obra.

3.9 Evaluacion del Proyecto

En esta seccion son realizados los analisis economicos y financieros. Los valores y condiciones que son aplicados o relevantes a ambos analisis son mostrados abajo:

(1) Costo Inicial	US\$6,245 (en miles)
(2) Costo de O & M	US\$17 (en miles)
(3) Periodo de Implementacion	1999 a 2001
(4) Vida util	Equipamiento Electro-Meanico: 15 años Estructuras de Ingenieria Civil y otras instalaciones: 40 años

3.9.1 Efecto de la Construccion del Tanque Sedimentador de Arena

El principal objetivo de la construccion del tanque sedimentador de arena en Toma de Agua es reducir la turbiedad del agua tomada del rio tuy para el abastecimiento. Este proyecto trae como consecuencia la reduccion en la suspension debido a alta turbiedad y reduccion del costo de operacion y mantenimiento en la planta de pre-tratamiento.

3.9.2 Análisis Económico

Estimación de Costo Económico

(1) Costo Inicial

(Unit: US\$ miles)

Item	Costo Financiero	Factor de Conversion	Costo Economico
Total	6,245	(0.904)	5,616

El costo es distribuido en años de acuerdo al programa de implementación.

(2) Costo de O&M

(Unit: US\$ miles)

Item	Costo Financiero	Factor de Conversion	Costo Economico
Total	17	(0.765)	13

El costo de O&M es asumido que será incurrido comenzando en el 2003.

Estimación de Beneficios Económicos

Los beneficios corresponden a la eliminación de la turbiedad. Dos clases de beneficios son esperados que sucedan con el proyecto como se muestra abajo:

(Unit: US\$ miles)

Item	Beneficios Financieros	Factor de Conversion	Beneficios Economicos
(1) Reducción en la suspensión de captación de agua	485	0.87	422
(2) Reducción de productos químicos para el Pre-tratamiento	238	0.96	228
(3) Eliminación de necesidad de limpieza del sedimentador con máquina pesada	96	0.83	80
(4) Reducción de suspensión en la captación debido a los sedimentos depositados	127	0.87	110
Total	946		840

El beneficio económico total de US\$840 mil será anualmente realizado con el proyecto.

Los beneficios comenzarán en 2003.

Analisis Economico

En el analisis economico, se asume que la vida del proyecto es de 30 años luego de su implementacion y que el costo de oportunidad de capital es 12 %.

Usando los valores de costo beneficio mostrados en la Tabla 3.3.1 del Sector I del Informe de Soporte, los siguientes criterios economicos son dados:

NPV (US\$ miles)	B/C	EIRR
279	1.07	12.9%

La tabla de arriba muestra que, EIRR es de 12.9% o sea 0.9% mas alto que el costo de oportunidad de capital. Por lo tanto se considera que el proyecto es economicamente factible.

3.9.3 Analisis Financiero

Dos tipos de analisis financieros son realizados. Uno es el analisis de disponibilidad de pago y el otro corresponde a la proyeccion de los estados financieros. Abajo se muestran los valores y condiciones usados en ambos casos.

Beneficiario

Ultimo Beneficiario	Beneficiario Directo
Residencias del AMC	HIDROCAPITAL

El beneficiario directo del proyecto es HIDROCAPITAL. Pero, los ultimos beneficiarios son los clientes de HIDROCAPITAL que estan en el AMC (Area Metropolitana de Caracas). Los clientes seran representados por las residencias.

Fuente de Financiacion, Terminos de Prestamo y Pagador del Costo

Fuente Externa	Presupuesto del Gobierno	Terminos de prestamo	Pagador del Costo
100%		ver abajo*	Beneficiario

* Razon de interes anual: 6%, periodo de gracia: 3 anos, periodo de repago: 15 anos

El costo de O&M y el costo de repago sera pagados por los beneficiarios.

Capacidad Financiera de los Beneficiarios

Item	No. de Residencias en el AMC	Ingreso/Residencia/Mensual	Ingreso residencial total/año
Valor Estimado en 1997	843,371	US\$496	US\$5,019,744miles
Razon de crecimiento anual	1.81%	2%	3.85%

Item	Ingreso de HIDROCAPITAL
Valor Estimado en 1997	US\$ 74,701 miles
Razon de crecimiento anual	2%

Analisis de Disponibilidad de Pago

Esto es un analisis para juzgar y determinar si los beneficiarios son capaces de soportar el costo del proyecto.

(1) Pagador del Costo = Residencias del AMC

Se revela que en los 14 anos desde 2003 a 2016 las residencias del AMC cargaran anualmente US\$784 miles en promedio.

Pago mensual como Porcentaje del Ingreso de Residencias del AMC	Pago mensual correspondiente por Residencia del AMC en 1997
0.010%	US\$0.05 o Bs.24

En el presente ellos pagan el 1.1 % de su ingreso por el consumo de agua. La nueva adiccion es considerada no afectar indebidamente sus presupuestos.

(2) Pagador del Costo = HIDROCAPITAL

Se revela que durante 14 anos desde 2003 a 2016 HIDROCAPITAL cargara anualmente US\$784 miles en promedio.

Pago Anual como Porcentaje de Ingreso de HIDROCAPITAL	0.82%
---	-------

En terminos de porcentaje de ingreso, HIDROCAPITAL anualmente pagara 0.820% de su ingreso a una agencia externa. Esto parece no ser una obligacion pesada.

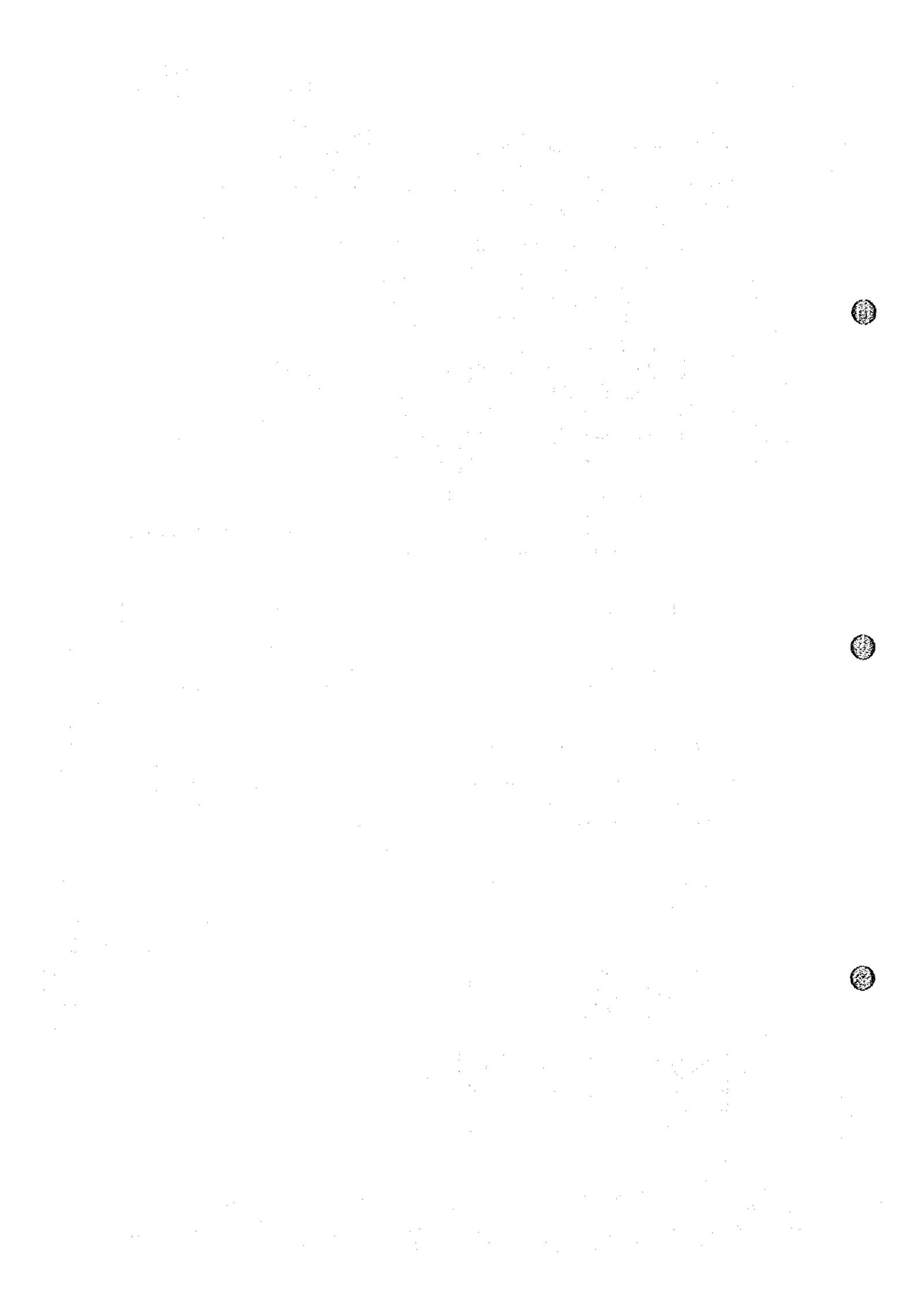
Proyeccion de los Estados Financieros

Los estados financieros (estado de ingreso, estado de fondos y hoja de balance) del proyecto son proyectados sobre la condicion de que la entidad financiera sea HIDROCAPITAL quien ha de recaudar suficientes fondos de las residencias del AMC para hacer que el proyecto sea financieramente factible.

La Tabla 3.3.4 del Sector I del Informe de Soporte muestra los estados financieros anuales del proyecto para 20 anos desde 1999 hasta 2018. La Tabla de abajo destaca los estados financieros.

Pago mensual como Porcentaje de Ingreso de Residencias del AMC	Pago mensual correspondiente por Residencia del AMC en 1997
0.0145%	US\$0.072 or Bs.34

Relacion Neta de Ganancia	Relacion de Capital de Trabajo a Total Activo	Relacion de Ingreso por cobro a Total Activo
41.6%	10.2%	7.4%



CAPITULO 4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL SISTEMA CLOACAL EN OCUMARE DEL TUY

4.1 Generalidades

En el Estudio del Plan Maestro, el mejoramiento del sistema cloacal incluyendo la construcción de la planta de tratamiento cloacal es seleccionado entre los proyectos prioritarios para el estudio de factibilidad.

En este estudio de Factibilidad, es realizado el estudio detallado poniendo énfasis en los puntos siguientes basados en los datos adicionalmente recolectados y los resultados de la investigación topográfica: (1) volumen de aguas servidas a ser recibidas por la planta de tratamiento cloacal, (2) propiedades de diseño de la planta de tratamiento cloacal, (3) costo de construcción y diseño preliminar y (4) evaluación del proyecto.

4.2 Perfil del Area Objetivo

4.2.1 El Area Objetivo cubierto por Sistema de Alcantarillado

El area objetivo incluyen las areas urbanas de Ocumare del Tuy, Piloncito, y Santa Barbara, correspondiendo con el area objetivo de un estudio de desarrollo urbano hecho por el Ministerio de Desarrollo Urbano (MINDUR). El estudio de MINDUR tambien incluye los centros de Sucuta y Las Yaguas localizadas en la parte de abajo de la planta de tratamiento cloacal propuesta. Estos centros, sin embargo, no estan incluidas en el area meta de este estudio. (Referirse a Fig.4.2-1.)

4.2.2 Condiciones Generales del Area Objetivo

Condicion del Uso de la Tierra

Existen tres tipos de uso de tierra en el area objetivo: residencial, comercial e industrial. De estos las zona residencial y comercial tiende a estar localizado cerca del centro de las areas urbana a lo largo de la costa del rio en su lado derecho, mientras la zona industrial generalmente son localizados a lo largo de la costa del rio en su lado izquierdo.

De acuerdo al plan de MINDUR, se propone que en el futuro la zona residencial y comercial sea desarrollada en ambas direcciones de sur y norte. La Fig. 4.2-2 muestra el futuro uso de tierra basado en este plan de desarrollo, y Tabla 4.2-1 muestra el presente y futuro uso de tierra. Por el año 2010, las areas comerciales y residenciales son pronosticadas a ser expandidas de 700 a 2,350 hectareas, ocupando 65% del area urbana. Por otro lado, el area industrial se expandira de 191 a 576 ha., mientras que las areas destinadas a agricultura y bosques decreceran de 2,600 a 500 ha.

Poblacion

En la Tabla 4.2-2 son mostradas la poblacion del año 1990 del area objetivo como es presentada por OECD y las poblaciones futuras de 2003 y 2010 como son estimadas en la parte de Estudio del Plan Maestro del presente estudio de JICA.

En la tabla se puede notar, que la poblacion cerca de 67,000 del año 1990 va a ser incrementado a 122,000 en el año 2003 y a 166,000 en el año 2010.

Sistema Actual

Un canal abierto actua como colector principal cubriendo la mayor parte del area urbana actual con una longitud total de 62.75 km. Sin embargo, la presente red cloacal naturalmente recibe tanto aguas servidas como aguas de lluvia y esta averiada en muchas partes. El sistema existente no es adecuado y deberia ser reemplazado (referirse a Tabla 4.2-3).

Los colectores secundarios tienen una densidad de distribucion de entre 70 m/ha y 140 m/ha. Como estos canos de cloaca tambien estan averiados en muchos lugares, no pueden ser utilizados en el sistema de alcantarillado propuesto. Por lo tanto, se lo deberia reemplazar.

4.2.3 Futuro Desarrollo Urbano

La planta de tratamiento cloacal propuesta para Ocumare del Tuy esta disenada para tratar aguas residuales domesticas y efluentes industriales para el ano meta de 2003. A parte de esto, es tambien necesario que el sistema de alcantarillado sea gradualmente expandido para abastecer el futuro incremento de carga de polucion debido al incremento de la poblacion e industria luego del ano 2003. Por lo tanto, se examina tambien el plan de sistema de alcantarillado para la meta a mediano plazo del ano 2010.

4.3 Condicion Basica de Establecimiento del Sistema Cloacal

4.3.1 Volumen de Cloaca a ser Recolectada con el Plan de Sistema de Alcantarillado

Cloaca Objetivo

La cloaca a ser recolectada por el sistema de alcantarillado esta compuesta de aguas residuales domesticas e industriales. Tambien es estimado a que habra alguna infiltracion de agua subterranea. En el caso de aguas residuales de origen industrial, se asume que el sistema de alcantarillado recolecta aguas residuales que cumplen con los estandares nacionales de calidad de agua.

Tamano del Area Objetivo

El area objetivo a ser cubierto por el sistema de alcantarillado son los tres centros urbanos mencionado arriba: Ocumare del Tuy, Piloncito, y Santa Barbara, cubriendo un area de 3,636 hectareas (referirse a Tabla 4.3-1).

Poblacion el Area Objetivo**(1) Poblacion Total en el Area Objetivo**

La poblacion en el area objetivo es calculado basado en el porcentaje de residencias localizadas en los centros urbanos con respuestas a los que estan en el area total del municipio.

El numero de residencias fue calculado utilizando fotografias aereas de 1/25,000 y mapas topograficas de 1/5,000. Los porcentajes son como sigue:

Nombre de Municipalidad	Porcentaje de Residencias (%)	Poblacion en el Area Objetivo	
		2003	2010
Ocumare del Tuy	95	106,129	144,386
Piloncito	70	5,220	7,102
Santa Barbara	90	2,786	3,789

(2) Distribucion Espacial de la Poblacion

Para decidir la red del alcantarillado, la distribucion espacial de la poblacion es determinada de la siguiente manera

(a) Ocumare del Tuy

Se asume que la poblacion en Ocumare del Tuy ha de ser distribuido basado en el siguiente uso de tierra del area urbana: (1) area comercial, (2) area residencial actual, y (3) area residencial futura

La densidad de la poblacion de acuerdo al uso de tierra es calculado como sigue:

- La poblacion en el area commercial es calculado asumiendo la densidad poblacional de 300 personas/ha para el año 2003 y 350 personas/ha para el año 2010, en concordancia con plan de desarrollo urbano de MINDUR.
- La poblacion en el area residencial actual es calculado asumiendo la densidad poblacional de 90 personas/ha en 2003 y 120 personas/ha en el año 2010.
- La poblacional en area residencial futuro es calculado deduciendo la poblacion de las areas comercial y residencial actual de la poblacion total.

(b) Piloncito y Santa Barbara

Ya que el uso de tierra en Piloncito y Santa Barbara es principalmente residencial la poblacion es generalmente distribuida en las areas residenciales actual y futura. En relacion a esto, se asume en que las areas residenciales actuales la densidad poblacional corriente

permanecera constante y el incremento futuro de la población ocurriera en las áreas residenciales futuras.

Aunque existan poblaciones en las áreas con otros usos de tierra tales como área industrial, de bosque, de agricultura, la población en estas áreas no son consideradas por la baja densidad poblacional.

La Tabla 4.3-2 muestra la distribución espacial de la población.

Numero de Industrias

El número de industrias en las proyecciones actuales y futuras son mostradas en las Tablas 2.1-1 y 2.5-1 del Capítulo 2. Se asume que todas las industrias son localizadas en las zonas industriales y que descargan aguas residuales dentro de los límites de estándar de calidad de agua y de esta forma el sistema de alcantarillado recolectará todas las aguas residuales de las industrias. Con respecto al volumen de aguas residuales industriales, ello es calculado basado en el número de empleados de cada industria. Los números de empleados se pueden ver en la Tabla 4.3-3.

Volumen de Diseño de Aguas Residuales

(1) Agua Residual Doméstico

El volumen de agua residual doméstico es calculado con la siguiente ecuación:

$$\text{Volumen de diseño de agua residual doméstico} = \text{Tasa de flujo de contaminante per capita} \times \text{población}$$

Aquí la tasa de flujo de contaminante es definido como volumen de contaminante unitario descargado por una persona en un día. La tasa de flujo de contaminante es decidido de la siguiente manera basado en datos recolectados (referirse a Tabla 4.3-4):

- La tasa de flujo de contaminante en 1995 adoptó el valor usado en el estudio de "Actualización, en 1994" (No. C en Tabla 4.3-4)
- La tasa de flujo de contaminante en 2010 adoptó el valor promedio de tres estudios. (No. A, B, y C en Tabla 4.3-4)
- La tasa de flujo de contaminante en 2003 adoptó el valor medio entre 1995 and 2010

La tasa de flujo de contaminante así obtenido es mostrado en la tabla de abajo:

Año	Tasa de Flujo de contaminante (l/cap/day)
1995	238
2003	287
2010	330

El volumen de diseño de agua residual doméstico (volumen máximo diario de cloaca) es calculado multiplicando la tasa de flujo de contaminante por la población. Sin embargo, para diseñar la planta de tratamiento cloacal, es

necesario tomar en cuenta fluctuaciones diarias del agua residual domestico, volumen medio diario de cloaca y maximo horario. En general, estos valores son presumidos basados sobre la *relacion* al volumen maximo diario de cloaca. Ya que la *relacion* no es disponible en Venezuela, se adopta lo utilizado en Japon asumiendo que el patron de actividades diarias de la gente de Venezolana no es substancialmente diferente a la de los Japoneses.

Las *relaciones* de medio diario y maximo horario al maximo diario son 0.7 y 1.5, respectivamente. (Medio diario: Maximo diario: Maximo horario = 0.7 : 1.0 : 1.5; referirse a Tabla 4.3-6).

(2) Agua Residual Industrial

El agua residual industrial es calculada de la siguiente manera:

Agua Residual Industrial de Diseno = No. de Empleados por sector industrial × Tasa de Flujo de Descarga por Empleado

Donde, la tasa de flujo de descarga es definido como volumen de agua residual unitaria descargada desde una fabrica por dia y por empleado.

La tasa de flujo de descarga por sectores industriales aplicado en Venezuela esta mostrado en la Tabla 4.3-3.

El agua residual industrial es mostrado en la Tabla 4.3-7. La *relacion* de medio diario y maximo horario al maximo diario, el cual es necesario para el diseno de la planta de tratamiento cloacal, es adoptado de lo que se usa comumente en Japon:

- Medio diario : Maximo diario : Maximo horario = 1 : 1 : 2

(3) Agua subterranea

El agua subterranea se infiltra en el sistema de alcantarillado atravez de las juntas y ropturas. El volumen de infiltracion de agua subterranea es asumido a ser 15 % del agua residual domestico. El agua subterranea solo es considerado para el calculo de agua residual de volumen maximo horario, pero no para el medio diario y maximo diario.

(4) Volumen total de Agua Residual

El volumen total de agua residual consistente de agua residual domestico, agua residual industrial e infiltration esta mostrado en la Tabla 4.3-8. El valor medio diario es usado para el diseno del tratamiento de lodos en el proceso de tratamiento cloacal, el maximo diario para el diseno de tratamiento de agua residual, y el maximo horario para el diseno del tanque de sedimentacion y bomba.

4.3.2 Calidad de Agua Meta

Calidad de Agua Influyente

(1) Calidad de Agua Residual Domestico

La calidad de agua residual domestico influente es calculado de la siguiente manera:

$$\text{Calidad de agua (mg/l)} = \text{Carga de Polucion (mg/day)} / \text{Volumen de agua residual (l/day)}$$

Aqui, la carga de polucion es calculado aplicando la DBO en la siguiente ecuacion.

$$\text{Carga de Polucion DBO} = \text{Tasa de flujo de Polucion DBO (g/cap/dia)} \times \text{poblacion}$$

En esta ecuacion, la tasa de flujo de polucion DBO es 54 g/persona/día la cual fue derivado de previos estudios.

(2) Calidad de Agua Residual Industrial

La calidad de agua residual industrial influente es asumido estar dentro del estandar de calidad de agua para fabricas: DBO<350 (mg/l)

(3) Calidad de Agua Influyente a la Planta de Tratamiento Cloacal

Basado en el volumen total de agua residual y la carga DBO del agua residual domestico e industrial, en la Tabla 4.3-9 es asumido la calidad de agua influente a la planta de tratamiento cloacal.

Calidad de Agua Meta descargada desde la Planta de Tratamiento Cloacal

Como se muestra en la Tabla 4.3-9, la calidad de agua influente a la planta de tratamiento cloacal es estimado a alrededor de 150 mg/l en el año 2010. Por otro lado, para alcanzar la calidad de agua meta del año 2010, se requiere reducir la carga de polucion DBO en Ocumare del Tuy en un 90% en concordancia con los resultados del modelo RIOS de analisis de calidad de agua.

Consecuentemente, la calidad de agua meta descargada desde la planta de tratamiento cloacal es fijado en 15 mg/l de DBO, correspondiendo al 10 % de la DBO influente.

4.4 Planificación de la Planta de Tratamiento Cloacal

4.4.1 Condición de Planificación

Sitio de la Planta de Tratamiento Cloacal

El sitio para la planta de tratamiento cloacal es decidido considerando la disponibilidad de suficiente espacio abierto cerca de Ocumare del Tuy y la ventaja geográfica para la recolección de la cloaca desde la cuenca.

Área Disponible para la Construcción de la Planta de Tratamiento Cloacal

El área disponible para la construcción de la planta de tratamiento cloacal es localizado en un sitio aproximado de 40 hectáreas. Ya que el área es baja, es posible su inundación, por lo que se propone un dique de protección alrededor de la planta de tratamiento cloacal.

Método de Tratamiento Cloacal

En el Estudio del Plan Maestro, cuatro métodos alternativos de tratamiento cloacal fueron examinados; (1) método de laguna de estabilización, (2) método de proceso con lodos activados, (3) método de proceso simplificado con lodos activados y (4) el método de filtro por contacto (Trickling filter method). Finalmente, el método de filtro por contacto fue seleccionado por la simplicidad de su mantenimiento, aunque este tipo de sistema requiere un área relativamente grande.

En el estudio de factibilidad, la conveniencia de este sistema es reexaminado tomando en cuenta los incrementos en la futura población y la disponibilidad de tierra en el distrito de Ocumare del Tuy para la planta de tratamiento cloacal.

La reexaminación proporciona las siguientes conclusiones:

- De las proyecciones de la futura población para el 2010 se concluye que la población será 2.5 mayor que el de 1990, por lo tanto, es deseable aplicar un método que requiera menos espacio, aun cuando el método requiera mayor trabajo de mantenimiento. Así, el método de proceso con lodos activados es propuesto a que sea aplicado en el futuro.
- Sin embargo, en las etapas de inicio, un método de bajo mantenimiento es preferible por la falta de experiencia en Venezuela en relación a la operación y mantenimiento de plantas de tratamiento cloacal. Para la cantidad de población actual la necesidad de espacio no es muy crítica.
- Entre los métodos de bajo mantenimiento el método de filtro por contacto es preferido, por su flexibilidad tanto para tratar influentes cargas variables de contaminación como para recuperarse de entradas accidentales de tóxicos.

Consecuentemente, se propone que el método de filtro por contacto sea aplicado desde el comienzo hasta el 2003 y desde aquí gradualmente cambiar hacia el método de procesos con lodos activados para abastecer la demanda del futuro incremento poblacional. (Referirse a Fig.4.4-1.)

Red del Sistema de Alcantarillado

En este estudio la red del alcantarillado propuesto por MINDUR es adoptado con menores modificaciones debido a las diferentes localizaciones propuestas para las plantas de tratamiento. (referirse a Fig. 4.4-2).

Estacion de Bombeo

En general, el uso de colectores por gravedad son preferibles, pero las condiciones geograficas a menudo no lo permiten. En este caso, es necesario proporcionar una bomba para recolectar la cloaca. En el caso de Ocumare del Tuy, una estacion de bombeo es necesario para recolectar la cloaca desde las areas localizadas en el lado opuesto del rio. El colector de cloaca es propuesto a que cruce el Rio Tuy por debajo del mismo y ser bombeada la cloaca a la planta de tratamiento.

4.4.2 Perfil del Proceso de Tratamiento Cloacal

El proceso de tratamiento cloacal esta perfilado como sigue (referirse a Fig. 4.4-3):

- La cloaca recolectada es transportada a un tanque de sedimentacion primario por medio de una bomba. En este tanque de sedimentacion, la arena y los sedimentos son depositados y removidos como lodo junto con la basura atrapada por medio de una camara de grava.
- El lodo es transportado a espesadores por gravedad y luego dispuestos.
- La cloaca es transportada a filtros primarios de alta velocidad para ser tratado.
- La cloaca circula entre el filtro primario de alta velocidad y el tanque primario de sedimentacion y luego es transportado a filtros secundarios de alta velocidad..
- Del tanque final de sedimentacion la cloaca tratada fluye a la camara de contacto de cloro para la cloracion.

La cloaca es finalmente descargado al Rio Tuy.

4.5 Diseño Preliminar y Estimacion de Costo

El sistema de alcantarillado consiste de la construccion de la planta de tratamiento cloacal y la red de colectores en Ocumare del Tuy. El esbozo de la Planta de Tratamiento cloacal puede ser visto en la Figure 4.4-3.

El lugar es facilmente accesible desde el Ocumare del Tuy y es relativamente plano. Sin embargo esta situado muy cerca de del Tuy y algunas veces se inunda la partes bajas. Ademas el lugar esta muy cubierto de vegetacion nativa por lo que debe ser removido antes de empezar los trabajos.

No se necesitan fundaciones especiales considerando la condicion del suelo y el peso ligero de las estructuras. Sin embargo para la construccion de la estacion principal de bombeo sera necesario usar algun metodo de desagote para la excavacion y construccion de las paredes a una profundidad estimada de 15 m.

La red de alcantarillado es muy grande. Las alcantarillas con junta de goma tiene diámetros que van desde 12" a 42". Hay un total de 221,550 m a ser instalados en Ocumare del Tuy. Se anticipa la dificultad de la instalación en la localidad debido a la falta de espacio.

Los trabajos de construcción de la planta de tratamiento cloacal han de comenzar a principios de 1998 y terminar en 3,5 años y ponerlo en marcha a mediados del 2001.

El diseño detallado para la instalación de alcantarillas es calculado comenzar a comienzos de 1998 y la instalación se espera terminar al fin del año 2003.

Programa de Implementación del Sistema de Alcantarillado de Ocumare del Tuy

Actividad	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Planta de tratamiento cloacal						
Adquisición de terreno						
Trabajos Civiles						
-Preparacion del sitio						
- Movimiento de tierra						
-Estructuras						
-Caneria interna						
Bombas						
Equipo de proceso						
Tanque de almacenamiento de Gas						
Estacion principal de bombeo						
Prueba y adiestramiento						
Red de Alcantarillado						
-Alcantarillas cerca de PTC						
-Alcantarillas del margen derech						
-Alcantarillas del margen iz.y S.						

Nota: Fina línea representa a la etapa de diseño detallado, licitacion y adquisicion. La linea gruesa es la etapa de suministro/construccion.

El costo estimado es descripto en mas detalle en el Sector H. La estimacion de costo es muy influenciado por el costo de equipos externos. Principalmente esto incluye el costo de equipos de los procesos y las bombas, y ocupa el 43% del costo de la PTC (Planta de Tratamiento Cloacal).

Los costos fueron estimados usando datos publicados trimestralmente y datos proporcionados por contratistas y proveedores que tienen experiencia en la realizacion de similares trabajos. Los costos fueron calculados en dolares americanos (US\$ = Bs.470).

Estimacion de Costo del Sistema de Alcantarillado de Ocumare del Tuy

Item	cost (US\$)
Adquisicion de terreno	1,500,000
Preparacion del sitio	165,535
Movimiento de tierra	230,439
Trabajo de ruta	48,862
Estructuras	3,032,946
Caneria interna	790,531
Suministro e instalacion de bombas	1,668,310
Filtros	428,132
Equipos del Proceso	2,285,000
Tanque de almacenamiento	160,000
Equipo de operacion y mantenimiento	305,000
Estacion de bombeo	248,167
Sub total	13,578,652
Red alcantarillado	13,184,481
Total	26,763,133
Operacion y Mantenimiento	341,409

4.6 Evaluacion del Proyecto

En esta seccion son realizados los analisis economico y financiero. Los valores y condiciones aplicados o que son relevantes a ambos analisis son mostrados abajo:

Costo Inicial	US\$26,764 miles
Costo de O&M	US\$341 miles
Periodo de Implementacion	1998 a 2001 para la planta de tratamiento 1998 a 2003 para el alcantarillado
Vida Util	Equipamiento Electro-Mecanico: 15 anos Estructuras de Ingenieria Civil y otras instalaciones: 40 anos

4.6.1 Efecto de la Construccion del Sistema Cloacal

Como se ha identificado en el Plan Maestro en lo que se refiere a aspectos claves y problemas, las aguas residuales de los centros urbanos es la principal causa de la contaminacion del rio Tuy en lo que respecta a contaminacion organica. Esta condicion de contaminacion del rio da como resultado a una desfavorable calidad ambiental como ser la perdida de la vida acuatica del rio, color marron grisaseo de aspecto sucio del agua con olor desagradable y proliferacion de coliformes lo cual es dañino a la salud publica, especialmente cuando el agua es suministrada para uso

Capítulo 4

doméstico. La contaminación también trae como consecuencia un inestable suministro de agua además de elevar el costo de tratamiento y mantenimiento de las instalaciones.

Estas condiciones pueden ser aminoradas con la instalación de plantas de tratamiento.

Además, el agua residual sucia que corre en el canal abierto puede ser confinado en el drenaje propuesto para que la condición de limpieza pueda ser preservado en el centro urbano.

4.6.2 Costo Necesario

El costo estimado en base del diseño preliminar es como sigue:

(1) Costo Inicial

(Unit: US\$ miles)

Item	Costo Financiero
Total	26,764

El costo está distribuido en años de acuerdo al cronograma de implementación.

(2) Costo de O&M

(Unit: US\$ thousand)

Item	Costo Financiero
Total	341

El costo de O&M será incurrido comenzando en 2004.

4.6.3 Beneficios Esperados

En general, algunos de los beneficios esenciales que derivan de la implementación de proyectos de mejoramiento ambiental son difíciles de evaluar en términos monetarios. Aquí es presentado el beneficio de una manera descriptiva:

Beneficio Directo

Como beneficio directo de la construcción de la planta de tratamiento cloacal junto con la red de alcantarillado sanitario, los siguientes son considerados:

- La carga de producción BOD de 5.6 ton/día en total y originadas por las industrias y residuos domésticos del área es reducido por la instalación de la planta de tratamiento cloacal en Ocumare del Tuy. Esto corresponde a alrededor de 25% de reducción contra el total BOD del efluente de 22.4 ton/día de origen doméstico e industrial (referirse a Fig.4.6-1) De esta forma la calidad del agua es mejorada como para alcanzar la meta del programa a corto plazo.
- El agua del Río Tuy puede ser usado como fuente de suministro seguro con menos coliforme, cloro y metales pesados para el abastecimiento de agua del Área Metropolitana de Caracas.

- El mejoramiento de la calidad de agua trae como consecuencia una mejor calidad ambiental del río Tuy: la calidad actual del agua de color intenso y de mal olor será cambiado a un agua con menos color y olor.
- La remoción de sustancias productoras de BOD y turbiedad ayudara a decrecer el número de suspensiones en la captación debido al color, olor y turbiedad. Además ayudara a reducir los costos de operación y mantenimiento para el tratamiento del agua.

Beneficio Indirecto

Se espera los siguientes beneficios indirectos:

- Como resultado del mejoramiento de la calidad ambiental, serán apreciados los valores del estado a lo largo del curso del río.
- Las enfermedades de origen hídrico serán reducidas, especialmente en las poblaciones que consumen agua de pozos a lo largo del Río Tuy.
- La cuenca del Río Tuy será apreciada desde el punto de vista turístico.
- Los valores existentes de la Cuenca del Río Tuy serán apreciados.

4.6.4 Análisis Financiero

De acuerdo a la recomendación general del Banco Mundial, los cargos por uso de agua y alcantarillado como porcentaje del ingreso residencial debería ser hasta el 4% y 2% respectivamente. En el área de estudio, sin embargo, el cargo por alcantarillado se propone que sea hasta el 1% del ingreso residencial. Se asume que la voluntad de los residentes para pagar por el uso de alcantarillado no es más que el actual pago por el uso de agua, la cual actualmente está en un promedio del 1% del ingreso residencial. El porcentaje del costo inicial a ser prestado externamente y repagado por los pagadores del costo está determinado basándose en esta premisa.

Dos tipos de análisis financiero son realizados. Uno es el análisis de disponibilidad de pago y el otro corresponde a la proyección de los estados financieros. Abajo se muestran los valores y condiciones usados en ambos casos.

Contaminadores

Los contaminadores son las residencias, fábricas y cochineras localizadas en Ocumare del Tuy.

Fuente de Financiamiento, Términos de Préstamo y Pagador del Costo

Fuente externa	Presupuesto del Gobierno	Términos de préstamo	Pagador del costo
35%	65%	ver abajo*	Contaminadores

* Tasa de interés anual: 6%; período de gracia: 3 años; período de repago: 15 años

El costo de O&M y el costo inicial de inversión serán pagados por los contaminadores.

Capacidad Financiera de los Contaminadores

Item	No. de Residencias meta	Ingreso/residencia/Mes	Ingreso residencial total/año
Valor estimado en 1997	18,100	US\$507	US\$110,120 mil
Tasa de crecimiento anual	4.58%	2%	6.67%

Item	No. de Fabrica/Cochinera meta	Venta/Fabrica/cochinera/año	Venta total/año
Valor estimado en 1996	9 (F) 7 (C)	US\$5,662 mil (F) US\$234 mil (C)	US\$50,958 mil (F) US\$1,638 mil (C)
Tasa de crecimiento anual	6.26% (F) 0% (C)		6.26% (F) 0% (C)

Se asume que el 90% del costo de inversion inicial y el costo de O&M seran pagados por las residencias y el remanente 10% por las fabricas y cochineras conforme a sus respectivos indices de contribucion a la contaminacion de la cloaca.

Analisis de Disponibilidad de Pago

Esto es un analisis para juzgar y determinar si los beneficiarios son capaces de soportar el costo del proyecto.

Se revela que en los 14 años desde 2004 a 2017, la cantidad anual a ser cargado por todas las residencias seran de US\$1,523 mil.

Pago mensual como Porcentaje del Ingreso de Residencial	Pago mensual correspondiente por Residencia en 1997
0.69%	US\$3.498 or Bs.1,644

En terminos de porcentaje del ingreso residencial, cada residencia pagara mensualmente 0.69% de su ingreso como un adicional a la factura de agua. Esto significa US\$3.498 or Bs.1,644 en promedio para 1997.

En el presente ellos pagan el 1% de su ingreso por el consumo de agua. La nueva adiccion es considerada no afectar indebidamente los presupuestos de las residencias.

Igualmente, en el mismo periodo, la cantidad a ser anualmente soportado por todas las fabricas y cochineras seran US\$169 miles.

Pago Anual como Porcentaje de las Ventas de una Fabrica/Cochinera	Pago Anual correspondiente por Fabrica/Cochinera
0.16%	US\$9,059 (F) US\$374 (C)

En terminos de porcentaje de las ventas, cada fabrica/cochinera pagara anualmente 0.16% de sus ventas por el uso del alcantarillado. Esto significa US\$9,059 por una fabrica y US\$374 por una cochinera en promedio.

Proyección de los Estados Financieros

Los estados financieros (estado de ingreso, estado de fondos y hoja de balance) del proyecto fueron proyectados sobre la condición de que la entidad financiera sea la Agencia Tuy quien ha de recaudar suficientes fondos de las residencias para hacer que el proyecto sea financieramente factible.

La Tabla 3.4.3 muestra los estados financieros anuales del proyecto para 20 años desde 1998 a 2017. La Tabla de abajo destaca los estados financieros.

Pago mensual como porcentaje del Ingreso Residencial	Pago Mensual Correspondiente por Residencia en 1997
0.90%	US\$4.563 o Bs.2,145
Pago anual como porcentaje de las ventas de una Fabrica/Cochinera	Pago Mensual Correspondiente por Fabrica/Cochinera en 1997
0.17%	US\$9,625(F), o US\$398 (C)
Relacion de Capital de Trabajo a Total Activo	Relacion de Ingreso por cobro a Total Activo
11.1%	2.2%

Alternativas de Recuperacion del Costo

(1) Alternativa I

En esta alternativa el costo es pagado por los contaminadores, estos son, las residencias y las fabricas/cochineras ubicadas en Ocumare del Tuy.

En esta alternativa el 90% del costo de inversion inicial y de O&M son pagados por las residencias y el remanente 10% por las fabricas y cochineras conforme a sus respectivos indices de contribucion a la contaminacion de la cloaca.

Cuatro (4) casos representativos son considerados en relacion al porcentaje del costo a ser pagado por las residencias y fabricas/cochineras y los correspondientes cargos por uso de alcantarillado.

(Unidad: %)

Item	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Compartimiento del Costo Inicial por las residencias y fabricas/cochineras	100	50	35	0
Compartimiento del costo de O&M por las residencias y fabricas/cochineras	100	100	100	100
Cargo por uso de alcantarillado como porcentaje del ingreso residencial	2.07	1.13	0.90	0.54
Cargo por uso de alcantarillado como porcentaje de las ventas de las fabricas/cochineras	0.65	0.27	0.17	0.03

Tal como se muestra en la tabla de arriba, suponiendo que tanto el costo inicial como el costo de O&M sea totalmente recuperado de las residencias y las fabricas/cochineras, en este caso, las residencias preverán 2.07% de sus ingresos para el cargo por alcantarillado, y las fabricas/cochineras asignaran 0.65% de sus ventas para el mismo proposito.

Por otro lado, suponiendo que solo el costo de O&M es recuperado de las residencias y fabricas/cochineras, en este caso, las residencias preverán 0.54% de sus ingresos para el cargo por alcantarillado, y las fabricas/cochineras asignaran 0.03% de sus ventas para el mismo proposito.

El caso con letra en negrilla (Caso 3) es propuesto por el equipo de estudio de JICA.

(2) Alternativa II

En esta alternativa el costo es pagado por los contaminadores y beneficiarios. Los contaminadores son las residencias y fabricas/cochineras ubicadas en Ocumare del Tuy y los beneficiarios son las residencias del area metropolitana de Caracas.

En esta alternativa el 90% del costo de inversion inicial y de O&M son recuperados de las residencias de Ocumare del Tuy y del area metropolitana de Caracas y el remanente 10% de las fabricas y cochineras ubicadas en Ocumare del Tuy.

Cuatro(4) casos representativos son considerados en relacion al porcentaje del costo a ser pagado por las residencias y fabricas/cochineras y los correspondientes cargos por uso de alcantarillado.

(Unidad: %)

Item	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Compartimiento del Costo Inicial por las residencias y fabricas/cochineras	100	50	35	0
Compartimiento del costo de O&M por las residencias y fabricas/cochineras	100	100	100	100
Cargo por uso de alcantarillado como porcentaje del ingreso residencial	0.058	0.031	0.024	0.014
Cargo por uso de alcantarillado como porcentaje de las ventas de las fabricas/cochineras	0.65	0.27	0.17	0.03

Tal como se muestra en la tabla de arriba, suponiendo que tanto el costo inicial como el costo de O&M sea totalmente recuperado de las residencias y las

fabricas/cochineras, en este caso, las residencias preverán 0.058% de sus ingresos para el cargo por alcantarillado, y las fabricas/cochineras asignarán 0.65% de sus ventas para el mismo proposito.

Por otro lado, suponiendo que solo el costo de O&M es recuperado de las residencias y fabricas/cochineras, en este caso, las residencias preverán 0.014% de sus ingresos para el cargo por alcantarillado, y las fabricas/cochineras asignarán 0.03% de sus ventas para el mismo proposito.

Suponiendo que el 35% del costo inicial y el 100% del costo de O&M sean recuperados de las residencias y de las fabricas/cochineras, en este caso, las residencias preverán 0.024% de sus ingresos para el cargo por alcantarillado, y las fabricas/cochineras asignarán 0.17% de sus ventas para el mismo proposito.

(3) Alternativa III

Los beneficiarios pagan el costo. Los beneficiarios son las residencias del area metropolitana de Caracas

Cuatro(4) casos representativos son considerados en relacion al porcentaje del costo a ser recuperado de las residencias del area metropolitana de Caracas (AMC) y el correspondiente cargo por uso de alcantarillado.

(Unidad: %)

Item	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Compartimiento del Costo Inicial por las residencias del AMC	100	50	35	0
Compartimiento del costo de O&M por las residencias del AMC	100	100	100	100
Cargo por uso de alcantarillado como porcentaje del ingreso residencial	0.068	0.036	0.028	0.016

Tal como se muestra en la tabla de arriba, suponiendo que tanto el costo inicial como el costo de O&M sea totalmente recuperado de las residencias del area metropolitana de Caracas (AMC), en este caso, las residencias preverán 0.068% de sus ingresos para el cargo por uso de alcantarillado.

Por otro lado, suponiendo que solo el costo de O&M es recuperado de las residencias del AMC, en este caso, las residencias preverán 0.016% de sus ingresos para el cargo por uso de alcantarillado.

Suponiendo que el 35% del costo inicial y el 100% del costo de O&M sean recuperados de las residencias del AMC, en este caso, las residencias preverán 0.028% de sus ingresos para el cargo por uso de alcantarillado.

Facturación y Recolección de los Cargos por uso de Alcantarillado

La Agencia del Río Tuy es supuesto que ha de manejar los servicios de alcantarillado incluyendo facturación y recolección de los cargos por uso de alcantarillado. Sin embargo, en vista de que el volumen de descarga de cloaca corresponde al consumo del agua, para garantizar la eficiencia se propone que el cargo por alcantarillado sea añadido al cargo por uso de del agua como un porcentaje fijo, de tal manera que la factura utilizada actualmente para el agua sea utilizada como factura de agua y alcantarillado y que la misma sea recolectada por HIDROCAPITAL.

CAPITULO 5 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA EL SISTEMA CLOACAL EN LAS TEJERÍAS

5.1 Generalidades

En el Estudio del Plan Maestro, el mejoramiento del sistema cloacal incluyendo la construcción de la planta de tratamiento cloacal en las Tejerías es seleccionada entre los proyectos prioritarios para realizar el estudio de factibilidad.

En este estudio de factibilidad, se realiza el estudio detallado poniendo énfasis en los siguientes puntos basados en datos adicionales recolectados y resultados de estudio topográfico: (1) volumen de cloaca a ser recibido por la planta de tratamiento cloacal, (2) diseño de las propiedades de la planta de tratamiento, (3) costo de construcción y diseño preliminar y (4) evaluación de proyecto.

5.2 Perfil del Area Objetivo

5.2.1 Area Objetivo Cubierto por el Sistema de Alcantarillado

El area objetivo de este estudio es el area urbana de Las Tejerías. Esta area es la misma area cubierta por el plan de desarrollo urbano de MINDUR como se muestra en la Fig. 5.2-1.

5.2.2 Condicion General del Area Objetivo

Condicion del uso de la Tierra

Las condiciones actuales de uso de tierra del area objetivo son descritas como sigue: (1) el centro del area urbana ha sido desarrollado en el lado izquierdo del rio Tuy, (2) una gran supercarretera corre paralelo al rio Tuy, y (3) ya que el area esta localizada entre dos pendientes relativamente con inclinacion abrupta la direccion del desarrollo esta limitada. De acuerdo al plan de desarrollo de MINDUR el incremento de la futura poblacion ocurrira mayormente en el area urbana actual, incrementando la densidad poblacional, y alguna nueva expansion hacia afuera resultara de la conversion del bosque actual y de las tierras agricolas. (Referirse a Fig. 5.2-2.)

La composicion del presente y futuro uso de tierra es mostrado en la Tabla 5.2-1. De acuerdo a la tabla, el area residencial se incrementara de 190 a 280 ha, mientras que el area industrial es pronosticado a permanecer en 103 hectareas.

Poblacion

La poblacion del area objetivo en 1990 fue obtenido de un informe de OCEI y las futuras poblaciones de 2003 y 2010 fueron estimadas en la fase del Estudio del Plan Maestro, del presente estudio de JICA. La poblacion del area objetivo son mostrados en la Tabla 5.2-2. De la tabla se nota, que la poblacion de cerca de 20,000 en 1990 se incrementara a 27,000 en 2003 y 31,000 en 2010.

Sistema Actual de Alcantarillado

El sistema actual de alcantarillado, que cubre la mayor parte del área urbano actual, principalmente consiste de canales abiertos con longitud de 12.68 km. En forma similar a Ocumare del Tuy, la red actual del colector principal naturalmente recibe la cloaca y aguas de lluvia. El sistema propuesto es emplear sistemas separados para la cloaca y para las aguas de lluvia, por lo que el sistema actual no puede ser usado para el sistema de alcantarillado propuesto (referirse a Tabla 5.2-3).

Los colectores secundarios existentes tienen una densidad en el rango de 160 m a 170 m/ha. Sin embargo, estos colectores están averiados en diferentes lugares. La red del colector secundario actual, por lo tanto, no pueden ser usados en el sistema de alcantarillado propuesto. En este estudio, se propone reemplazarlos.

5.2.3 Consideración de Futuro Desarrollo Urbano

La planta de tratamiento cloacal propuesta en Las Tejerías es diseñada para tratar agua residual doméstico y efluente industrial para el año meta de 2003. A parte de esto, es necesario que el sistema de alcantarillado sea gradualmente expandido para resolver el incremento futuro de la carga de contaminantes debido al incremento poblacional e industrial luego del año 2003. Por lo tanto, es también examinado el plan del sistema de alcantarillado para el mediano plazo del año 2010.

5.3 Condición Básica de Establecimiento del Sistema Cloacal

5.3.1 Volumen de Cloaca a ser Recolectado con el Plan de Sistema de Alcantarillado

Cloaca Objetivo

La cloaca a ser recolectada por el sistema de alcantarillado es compuesta por agua residual doméstico e industrial. También se estima que habrá infiltración de agua subterránea. En el caso de agua residual industrial, se asume que el sistema de alcantarillado recolecta aguas residuales que cumplen con los estándares nacionales de calidad de agua.

Área Objetivo

El área objetivo cubierto por el sistema de alcantarillado es el área urbano de Las Tejerías, cubriendo un área de 495 ha (referirse a Tabla 5.3-1).

Población en el Área Objetivo

(1) Población Total en el Área Objetivo

La población en el área objetivo es calculado basado en el porcentaje de residencias localizadas en el área urbana con respecto a toda el área administrativa de Las Tejerías. El número de residencias en toda el área administrativa de Las Tejerías fue calculado utilizando fotografías aéreas de 1/25,000 y mapas topográficos de 1/5,000. Se determinó que la relación de

poblacion en el area urbana de Las Tejerias es 95% del area total administrativa.

(2) Distribucion Espacial de la Poblacion

Para decidir el trazado de la red del alcantarillado se asume la distribucion espacial de toda la poblacion de la siguiente manera:

- La densidad poblacional en las nuevas areas residenciales es asumido ser de 50 personas/ha en 2003 y de 70 personas/ha en el ano 2010.
- Se asume que el futuro incremento de la poblacion ha de ser absorbido dentro del presente area residencial.

La Tabla 5.4-2 muestra la distribucion espacial de la poblacion.

Numero de Industrias

El numero de industrias en las proyecciones actuales y futuras son mostradaas en las Tablas 2.1-1 y 2.5-1 del Capitulo 2. Se asume que todas las industrias son localizadas en las zonas industriales y que descargan agua residual dentro de los limites de estandares de calidad de agua y que en esta forma el sistema de alcantarillado ha de recibir el agua residual de las industrias. El volumen industrial de agua residual, es calculado basado en el numero de empleados de cada industria. La Tabla 5.3-3 muestra los numeros de empleados.

Volumen de Diseno de Agua Residual

(1) Agua Residual Domestico

El volumen de agua residual domestico es calculado de la misma forma que para el Ocumare del Tuy:

- Volumen de diseño de agua residual domestico = tasa de flujo de contaminante per capita \times poblacion
- Aqui la tasa de flujo de contaminante es definido como el volumen de contaminante unitario descargado por una persona en un dia. La tasa de flujo de contaminante es decidido de la siguiente manera basado en datos recolectados (referirse a Tabla 5.3-4):
- La tasa de flujo de contaminante en 1995 adoptod el valor usado en el estudio de "Actualizacion -----, en 1994" (No. C en Tabla 5.3-4):
- La tasa de flujo de contaminante en 2010 adopto el valor promedio de tres estudios. (No. A, B, y C en Tabla 5.3-4.)
- La tasa de flujo de contaminante en 2003 adopto el valor medio entre 1995 y 2010

La tasa de flujo de contaminante asi obtenido es mostrado en la siguiente tabla:

Year	Tasa de flujo de contaminante(l/persona/día)
1995	206
2003	256
2010	300

El volumen de diseño de agua residual doméstico (volumen de cloaca máximo diario) es calculado multiplicando la tasa de flujo de contaminante por la población. Para diseñar la planta de tratamiento cloacal, sin embargo, es necesario tomar en cuenta fluctuaciones diarias del agua residual doméstico, volumen de cloaca medio diario y máximo horario. En general, estos valores son presumidos basados sobre la *relacion* al volumen de cloaca máximo diario. Ya que la *relacion* no está disponible en Venezuela, se aplica el de Japón asumiendo que el patrón de actividades diarias de los Venezolanos no es sustancialmente diferente a la de los Japoneses.

Las *relaciones* de medio diario y máximo horario a máximo diario son 0.7 y 1.5, respectivamente (medio diario: máximo diario : máximo horario = 0.7 : 1.0 : 1.5; referirse a Tabla 5.3-6).

(2) Agua residual Industrial

El volumen de agua residual industrial es calculado de la siguiente manera:

Volumen de diseño de agua residual industrial = No. de empleados por sector industrial × tasa de flujo de descarga por empleado

La tasa de flujo de descarga por sectores industriales que es aplicado en Venezuela está mostrado en la Tabla 5.3.-3.

El agua residual industrial está mostrado en Tabla 5.3-8. La *relacion* de medio diario y máximo horario a el máximo diario, la cual es necesario para el diseño de una planta de tratamiento cloacal, es adoptado de lo que usa comúnmente en Japón:

- Medio diario : Máximo diario : Máximo horario = 1 : 1 : 2

(3) Agua subterránea

El agua subterránea se infiltra en el sistema de alcantarillado por las juntas y roturas. El volumen de infiltración de agua subterránea es asumido ser de 15% del agua residual doméstico. El agua subterránea es considerada solamente en el cálculo de agua residual de volumen máximo horario, pero no para el medio diario y máximo diario.

(4) Volumen total de Agua Residual

El volumen total de agua residual consistente de agua residual doméstico, agua residual industrial e infiltración es mostrado en Tabla 5.3-8. El valor medio diario es usado para el diseño del tratamiento de lodos en el proceso de tratamiento cloacal, el máximo diario para el diseño de tratamiento de agua

residual, y el máximo horario para el diseño del tanque de sedimentación y de la bomba.

5.3.2 Calidad de Agua Meta

Calidad de Agua Influyente

(1) Calidad de Agua residual Doméstico

La calidad de agua residual doméstico influente es calculado de la siguiente manera:

$$\text{Calidad de agua (mg/l)} = \text{Carga de Polución (mg/día)} / \text{Volumen de Agua Residual (l/día)}$$

Aquí, la carga de polución es calculado aplicando la DBO en la siguiente ecuación.

$$\text{La carga de polución DBO} = \text{tasa de flujo de carga de polución DBO (g/cap/día)} \times \text{población}$$

En esta ecuación, la tasa de flujo de polución DBO es 54 g/persona/día la cual fue derivado de estudios previos.

(2) Calidad de Agua Residual Industrial

La calidad de agua residual industrial influente es asumido estar dentro del estándar de calidad de agua para fábricas: DBO < 350 (mg/l)

(3) Calidad de Agua Influyente a la Planta de Tratamiento Cloacal

Basado en el volumen total de agua residual y la carga DBO correspondiente a agua residual doméstico e industrial, la calidad de agua influente a la planta de tratamiento es asumido en la Tabla 5.3-9.

Calidad de Agua Meta a ser Descargado de la Planta de Tratamiento Cloacal

Tal como se indica en la Tabla 5.3-9, la calidad de agua influente a la planta de tratamiento cloacal es estimada en alrededor de 230 mg/l para el año 2010. Por otro lado, para alcanzar la meta de calidad de agua por el año 2010, se requiere reducir la carga de polución DBO en Las Tejerías en un 90% conforme a los resultados del modelo RIOS de análisis de calidad de agua.

Consecuentemente, la calidad de agua meta a descargarse de la planta de tratamiento cloacal es fijada en 25 mg/l de DBO, correspondiendo al 10 % de la DBO del influente.

5.4 Planificación de la Planta de Tratamiento Cloacal

5.4.1 Condición de Planificación

Sitio de la Planta de Tratamiento Cloacal

El sitio de la planta de tratamiento cloacal es decidido considerando la disponibilidad de suficiente espacio abierto cerca de Las Tejerías y que sea geográficamente ventajosa para la recolección de la cloaca de la cuenca.

Área Disponible para la Construcción de la Planta de Tratamiento Cloacal

Existe un área adecuada cerca del centro de la localidad. El área ha sido propuesta para la construcción de una planta de tratamiento cloacal en estudios previos. El área disponible es de aproximadamente de 20 hectáreas y está situada junto al Tuy. El área también es bajo de manera que alrededor del sitio se propone un dique de protección contra inundación.

Método de Tratamiento Cloacal

En el Estudio del Plan Maestro, fueron examinados cuatro métodos alternativos de tratamiento cloacal: (1) método de laguna de estabilización, (2) método de proceso con lodos activados, (3) método de proceso simplificado con lodos activados, y (4) método de filtro por contacto (trickling filter method). Finalmente, el método de filtro por contacto fue seleccionado por la simplicidad de mantenimiento, aunque este tipo de sistema requiere un área relativamente grande.

Condiciones similares existen en Las Tejerías y en Ocumare del Tuy por lo tanto en el estudio de factibilidad, el método más adecuado es reexaminado considerando la población futura y la disponibilidad de tierra para la planta de tratamiento.

Las siguientes conclusiones son obtenidas:

- Similarmente a Ocumare del Tuy, en el principio es deseable introducir un método de mantenimiento bajo por la inexperiencia en cuanto a operación de plantas de tratamiento en Venezuela.
- Entre los métodos de mantenimiento bajo el método de filtro por contacto es preferido por la flexibilidad para tratar influentes variables de contaminación y por la propiedad de recuperarse ante la entrada accidental de tóxicos.
- Juzgando el hecho de que en el año 2010 habrá un incremento poblacional del solo 14 % desde 2003, es preferible construir todas las instalaciones de tratamiento con la capacidad de tratar el volumen de agua residual del año 2010 para evitar duplicar la inversión desde el comienzo.

Consecuentemente, se propone la aplicación del método de filtro por contacto al sistema de tratamiento cloacal de Las Tejerías. (Referirse a Fig. 5.4-1.)

Red Cloacal

En este estudio la red de alcantarillado propuesto por MINDUR es adoptado. (Referirse a Fig. 5.4-2.)

Estacion de Bombeo

En general, los colectores por gravedad son deseados. Sin embargo, limitaciones geograficas a menudo no lo permiten. En este caso, es necesario usar una bomba para recolectar la cloaca. El sitio de Las Tejerías necesita que alguna forma de bombeo sea utilizado.

5.4.2 Perfil del Proceso del Tratamiento Cloacal

El proceso de tratamiento cloacal es como sigue (referirse a Fig. 5.4-3):

- La cloaca recolectada es transportada a un tanque de sedimentación primario por medio de una bomba. En este tanque de sedimentación, la arena y los sedimentos son depositados y removidos como lodo junto con la basura atrapada por medio de una cámara de grava.
- El lodo es transportado a espesadores por gravedad y luego dispuestos.
- La cloaca es transportada a filtros primarios de alta velocidad para ser tratado.
- La cloaca es circulada entre el filtro primario de alta velocidad y el tanque primario de sedimentación y luego es transportado a filtros secundarios de alta velocidad.
- Del tanque final de sedimentación la cloaca tratada fluye a la cámara de contacto de cloro para la cloración del efluente.

La cloaca es finalmente descargo al Río Tuy.

5.4.3 Trabajo de Protección para la Preservación del Medio Ambiente

Para proteger al medio ambiente del deterioro, deberían ser tomadas las siguientes medidas:

Medida para evitar Reproducción de moscas en Filtro de Alta Velocidad

En el caso de aparición de moscas en el filtro de alta velocidad, se hace necesario el vertido de cloro en el filtro para la eliminación. Para este propósito, un clorador es suministrado.

Protección contra Olores desfavorables

Para protegerse del olor desfavorable, también es necesario el agregado de cloro en el punto de fuga del olor.

5.5 Diseño Preliminar y Estimación de Costo

El sistema de alcantarillado consiste de la construcción de la planta de tratamiento cloacal y de los colectores en Las Tejerías. El trazado de la planta puede ser visto en la Fig. 5.4-3.

El sitio seleccionado en el estudio es fácilmente accesible y relativamente plano. El suelo es aluvional por lo que se espera que la excavación no sea difícil. Sin embargo el sitio es susceptible a inundación por lo que se debería construir un dique de retención en la época seca del año.

No son requeridos trabajos de fundaciones especiales por la condición del suelo y porque las estructuras son relativamente livianas. Una losa de concreto dispuesto sobre una capa de 0.5 m de material granular ya es suficiente.

La red del alcantarillado es extensiva. Las alcantarillas están en el rango de 8" a 33" en diámetro (junta de goma). Hay 13,800 metros de alcantarillas primarios y 47,800 metros de alcantarillas secundarios.

Se ha estimado que se requerirá dos años y medio para construir la planta de tratamiento cloacal (STP) y tres años y medio para instalar la red de alcantarillas.

Programa de Implementación del Sistema de Alcantarillado en Las Tejerías					
	1999	2000	2001	2002	2003
PLANTA DE T.CLOACAL					
Trabajos Civiles	-----				
- Preparación del sitio		-----			
- Movimiento de tierra		-----			
- Estructuras		-----	-----		
- Cañerías			-----		
Bombas				-----	
Equipos de proceso				-----	
Tanque de Almac.de Gas			-----		
Prueba y entrenamiento					-----
RED DE ALCANTARILLAS	-----	-----	-----	-----	-----
- Reconexión de alcantarillas		-----	-----	-----	-----
- Alcantarillas		-----	-----	-----	-----

Nota: Las líneas finas representan a la fase de diseño detallado, licitación y adquisición; la línea gruesa es la fase de suministro/construcción.

La estimación del costo es descrito con más detalle en el Sector H. La estimación de costos son muy influenciados por el costo de equipamiento desde el exterior. Principalmente, esto incluye el costo del equipamiento para el proceso y las bombas, y ocupa el 41% del costo de la STP.

Los costos fueron estimados usando datos publicados trimestralmente y los datos proporcionados por contratistas y abastecedores quienes han realizado trabajos similares. Los costos fueron calculados en dolares americanos y la tasa usada fue de US\$1= Bs. 470.

Estimacion de Costo del Sistema de Alcantarillado en Las Tejerías

Item	costo (US\$)
Adquisición de tierra	1,064,000
Preparación del sitio	38,196
Movimiento de tierra	176,595
Trabajo en caminos	54,382
Estructuras	1,664,514
Cañerías	315,653
Abastecimiento e Instalación de Bombas	885,800
Filtros	228,005
Equipos del proceso	1,379,000
Almacenamiento de gas	120,000
Equipamiento para Operación y Mantenimiento	305,000
Sub-Total	7,788,930
Red de alcantarillas	3,579,537
Total	11,368,467
Operación y Mantenimiento	194,373

5.6 Evaluación del Proyecto

En esta sección es realizado el análisis financiero. Sin embargo, el análisis económico no es realizado por que los beneficios derivados de los proyectos ambientales de este tipo es difícilmente evaluado en términos monetarios. Los valores y condiciones aplicados o relevantes son mostrados abajo:

Costo Inicial	US\$11,368 mil
Costo de O&M	US\$194 mil
Periodo de Implementación	2000 a 2002 para la planta de tratamiento cloacal 2000 to 2003 para la red de alcantarillado
Vida Útil	Equipamiento Electro-Mecánico: 15 años Estructuras de Ingeniería Civil y otras Instalaciones: 40 años

5.6.1 Efecto de la Construcción del Sistema Cloacal

Como se ha identificado en el Plan Maestro en lo que se refiere a aspectos claves y problemas, las aguas residuales de los centros urbanos es la principal causa de la contaminación del río Tuy en lo que respecta a contaminación orgánica. Esta condición de contaminación del río da como resultado a una desfavorable calidad ambiental como ser la pérdida de la vida acuática del río, color marrón grisáceo de aspecto sucio del agua con olor desagradable, y proliferación de coliformes lo cual es dañino a la salud pública especialmente cuando el agua es suministrada para uso doméstico. La contaminación también trae como consecuencia un suministro inestable de agua además de elevar el costo de operación y tratamiento en las instalaciones.

Estas condiciones pueden ser aminoradas con la instalación de plantas de tratamiento. La instalación del sistema cloacal en Las Tejerías trae como efecto el mejoramiento de la calidad de agua especialmente en la cuenca alta.

Además, el agua residual sucio que corre en el canal abierto puede ser confinado en el drenaje propuesto para que la condición de limpieza pueda ser preservado en el centro urbano.

5.6.2 Costo Necesario

El costo estimado sobre la base del diseño preliminar es como sigue:

(1) Costo Inicial

(Unit: US\$ miles)

Item	Costo Financiero
Total	11,368

El costo esta distribuido en años de acuerdo al cronograma de implementación

(2) Costo de O&M

(Unit: US\$ miles)

Item	Costo Financiero
Total	194

El costo de O&M será incurrido comenzando en 2004.

5.6.3 Beneficio Esperado

En general, algunos de los beneficios esenciales que derivan de la implementación de proyectos de mejoramiento ambiental son difíciles de evaluar en términos monetarios. Aquí es presentado el beneficio de una manera descriptiva:

Beneficio Directo

Como beneficio directo de la construcción de la planta de tratamiento cloacal junto con la red de alcantarillado sanitario, los siguientes son considerados:

- La carga de producción de BOD de 3.4 ton/día en Boca de Cagua es reducido por efecto de la instalación de la planta de tratamiento cloacal en Las Tejerías. Esto corresponde a 77% de la carga total BOD del efluente de 4.4 ton/día originadas en las fábricas y residencias. De esta forma la calidad del agua es mejorada como para alcanzar la meta del programa a corto plazo. (Referirse a la Fig. 2.6-1).
- El mejoramiento de la calidad de agua trae como consecuencia una mejor calidad ambiental del río Tuy: la calidad actual del agua de color intenso y de mal olor será cambiado a un agua con menos color y olor.
- La remoción de sustancias productoras de BOD y turbiedad ayudará a decrecer el número de suspensiones en la captación debido al color, olor y turbiedad. Además ayudará a reducir los costos de operación y mantenimiento para el tratamiento del agua.

- El agua del Río Tuy puede ser usado como fuente de suministro seguro con menos coliforme, cloro y metales pesados para el abastecimiento de agua del Área Metropolitana de Caracas.

Beneficio Indirecto

Se espera los siguientes beneficios indirectos:

- Como resultado del mejoramiento de la calidad ambiental, serán apreciados los valores del estado a lo largo del curso del río.
- Las enfermedades de origen hídrico serán reducidas.
- La cuenca del Río Tuy será apreciada desde el punto de vista turístico.
- Los valores existentes de la Cuenca del Río Tuy serán apreciados.

5.6.4 Análisis Financiero

De acuerdo a la recomendación general del Banco Mundial, los cargos por uso de agua y alcantarillado como porcentaje del ingreso residencial debería ser hasta el 4% y 2% respectivamente. En el área de estudio, sin embargo, el cargo por alcantarillado se propone que sea hasta el 1% del ingreso residencial. Se asume que la voluntad de los residentes para pagar por el uso de alcantarillado no es más que el actual pago por el uso de agua, la cual actualmente está en un promedio del 1% del ingreso residencial. El porcentaje del costo inicial a ser prestado externamente y repagado por los pagadores del costo está determinado basándose en esta premisa.

Dos tipos de análisis financiero son realizados. Uno es el análisis de disponibilidad de pago y el otro corresponde a la proyección de los estados financieros. Abajo se muestran los valores y condiciones usados en ambos casos.

Contaminadores

Los contaminadores son las residencias, fábricas y cochineras localizadas en Las Tejerías.

Fuente de Financiamiento, Términos de Préstamo y Pagador del Costo

Fuente externa	Presupuesto del Gobierno	Términos de préstamo	Pagador del costo
20%	80%	ver abajo*	Contaminadores
* Tasa de interés anual: 6%; período de gracia: 3 años; período de repago: 15 años			

El costo de O&M y el costo inicial de inversión serán pagados por los contaminadores.

Capacidad Financiera de los Contaminadores

Item	No. de Residencias meta	Ingreso/residencia/Mes	Ingreso residencial total/año
Valor estimado en 1997	5,062	US\$494	US\$30,008 mil
Tasa de crecimiento anual	2.10%	2%	4.14%

Item	No. de Fabrica/Cochinera meta	Venta/Fabrica/cochinera/año	Venta total/año
Valor estimado en 1996	18 (F) 2 (C)	US\$5,662 mil (F) US\$234 mil (C)	US\$101,916 mil (F) US\$468 mil (C)
Tasa de crecimiento anual	5.57% (F) 0% (C)		5.57% (F) 0% (C)

Se asume que el 50% del costo de inversion inicial y el costo de O&M seran pagados por las residencias y el remanente 50% por las fabricas y cochineras conforme a sus respectivos indices de contribucion a la contaminacion de la cloaca.

Analisis de Disponibilidad de Pago

Esto es un analisis para juzgar y determinar si los beneficiarios son capaces de soportar el costo del proyecto.

Se revela que en los 14 años desde 2004 a 2017, la cantidad anual a ser cargado por todas las residencias seran de US\$347 mil.

Pago mensual como Porcentaje del Ingreso de Residencial	Pago mensual correspondiente por Residencia en 1997
0.75%	US\$3.705 or Bs.1,741

En terminos de porcentaje del ingreso residencial, cada residencia pagara mensualmente 0.75% de su ingreso como un adicional a la factura de agua. Esto significa US\$3.705 or Bs.1,741 en promedio para 1997.

En el presente ellos pagan el 1 % de su ingreso por el consumo de agua. La nueva adicion es considerada no afectar indebidamente los presupuestos de las residencias.

Igualmente, en el mismo periodo, la cantidad a ser anualmente soportado por todas las fabricas y cochineras seran US\$347 mil.

Pago Anual como Porcentaje de las Ventas de una Fabrica/Cochinera	Pago Anual correspondiente por Fabrica/Cochinera
0.18%	US\$10,192 (F) US\$421 (C)

En terminos de porcentaje de las ventas, cada fabrica/cochinera pagara anualmente 0.18% de sus ventas por el uso del alcantarillado. Esto significa US\$10,192 por una fabrica y US\$421 por una cochinera en promedio.

Proyección de los Estados Financieros

Los estados financieros(estado de ingreso, estado de fondos y hoja de balance) del proyecto fueron proyectados sobre la condición de que la entidad financiera sea la Agencia Tuy quien ha de recaudar suficientes fondos de las residencias para hacer que el proyecto sea financieramente factible.

La Tabla 3.5.3 muestra los estados financieros anuales del proyecto para 20 años desde 2000 a 2019. La Tabla de abajo destaca los estados financieros.

Pago mensual como porcentaje del Ingreso Residencial	Pago Mensual Correspondiente por Residencia en 1997
0.90%	US\$4.446 o Bs.2,090
Pago anual como porcentaje de las ventas de una Fabrica/Cochinera	Pago Mensual Correspondiente por Fabrica/Cochinera en 1997
0.22%	US\$12,456(F), o US\$515 (C)
Relacion de Capital de Trabajo a Total Activo	Relacion de Ingreso por cobro a Total Activo
11.2%	1.0%

Alternativas de Recuperación del Costo**(1) Alternativa I**

En esta alternativa el costo es pagado por los contaminadores, estos son, las residencias y las fabricas/cochineras ubicadas en Las Tejerías.

En esta alternativa el 50% del costo de inversion inicial y de O&M son pagados por las residencias y el remanente 50% por las fabricas y cochineras conforme a sus respectivos indices de contribucion a la contaminacion de la cloaca.

Cuatro (4) casos representativos son considerados en relacion al porcentaje del costo a ser pagado por las residencias y fabricas/cochineras y los correspondientes cargos por uso de alcantarillado.

(Unidad: %)

Item	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Compartimiento del Costo Inicial por las residencias y fabricas/cochineras	100	50	20	0
Compartimiento del costo de O&M por las residencias y fabricas/cochineras	100	100	100	100
Cargo por uso de alcantarillado como porcentaje del ingreso residencial	2.45	1.4	0.90	0.70
Cargo por uso de alcantarillado como porcentaje de las ventas de las fabricas/cochineras	0.73	0.39	0.22	0.15

Tal como se muestra en la tabla de arriba, suponiendo que tanto el costo inicial como el costo de O&M sea totalmente recuperado de las residencias y las fabricas/cochineras, en este caso, las residencias preverán 2.45% de sus ingresos para el cargo por alcantarillado, y las fabricas/cochineras asignarán 0.73% de sus ventas para el mismo proposito.

Por otro lado, suponiendo que solo el costo de O&M es recuperado de las residencias y fabricas/cochineras, en este caso, las residencias preverán 0.70% de sus ingresos para el cargo por alcantarillado, y las fabricas/cochineras asignarán 0.15% de sus ventas para el mismo proposito.

El caso con letra en negrilla (Caso 3) es propuesto por el equipo de estudio de JICA.

(2) Alternativa II

En esta alternativa el costo es pagado por los contaminadores y beneficiarios. Los contaminadores son las residencias y fabricas/cochineras ubicadas en Las Tejerías y los beneficiarios son las residencias del area metropolitana de Caracas.

En esta alternativa el 50% del costo de inversion inicial y de O&M son recuperados de las residencias de Las Tejerías y del area metropolitana de Caracas y el remanente 50% de las fabricas y cochineras ubicadas en Las Tejerías.

Cuatro (4) casos representativos son considerados en relacion al porcentaje del costo a ser pagado por las residencias y fabricas/cochineras y los correspondientes cargos por uso de alcantarillado.

(Unidad: %)

Item	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Compartimiento del Costo Inicial por las residencias y fabricas/cochineras	100	50	20	0
Compartimiento del costo de O&M por las residencias y fabricas/cochineras	100	100	100	100
Cargo por uso de alcantarillado como porcentaje del ingreso residencial	0.016	0.008	0.005	0.004
Cargo por uso de alcantarillado como porcentaje de las ventas de las fabricas/cochineras	0.73	0.39	0.22	0.15

Tal como se muestra en la tabla de arriba, suponiendo que tanto el costo inicial como el costo de O&M sea totalmente recuperado de las residencias y las fabricas/cochineras, en este caso, las residencias preverán 0.016% de sus ingresos para el cargo por alcantarillado, y las fabricas/cochineras asignarán 0.73% de sus ventas para el mismo proposito.

Por otro lado, suponiendo que solo el costo de O&M es recuperado de las residencias y fabricas/cochineras, en este caso, las residencias preverán 0.004% de sus ingresos para el cargo por alcantarillado, y las fabricas/cochineras asignarán 0.15% de sus ventas para el mismo proposito.

Suponiendo que el 20% del costo inicial y el 100% del costo de O&M sean recuperados de las residencias y de las fabricas/cochineras, en este caso, las residencias preverán 0.005% de sus ingresos para el cargo por alcantarillado, y las fabricas/cochineras asignarán 0.22% de sus ventas para el mismo proposito.

(3) Alternativa III

Los beneficiarios pagan el costo. Los beneficiarios son las residencias del area metropolitana de Caracas.

Cuatro(4) casos representativos son considerados en relacion al porcentaje del costo a ser recuperado de las residencias del area metropolitana de Caracas (AMC) y el correspondiente cargo por uso de alcantarillado.

(Unidad: %)

Item	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4
Compartimiento del Costo Inicial por las residencias del AMC	100	50	20	0
Compartimiento del costo de O&M por las residencias del AMC	100	100	100	100
Cargo por uso de alcantarillado como porcentaje del ingreso residencial	0.034	0.018	0.011	0.008

Tal como se muestra en la tabla de arriba, suponiendo que tanto el costo inicial como el costo de O&M sea totalmente recuperado de las residencias del area metropolitana de Caracas (AMC), en este caso, las residencias preveran 0.034% de sus ingresos para el cargo por uso de alcantarillado.

Por otro lado, suponiendo que solo el costo de O&M es recuperado de las residencias del AMC, en este caso, las residencias preveran 0.008% de sus ingresos para el cargo por uso de alcantarillado.

Suponiendo que el 20% del costo inicial y el 100% del costo de O&M sean recuperados de las residencias del AMC, en este caso, las residencias preveran 0.011% de sus ingresos para el cargo por uso de alcantarillado.

Facturacion y Recoleccion de los Cargos por uso de Alcantarillado

La Agencia del Rio Tuy es supuesto que ha de manejar los servicios de alcantarillado incluyendo facturacion y recoleccion de los cargos por uso de alcantarillado. Sinembargo, en vista de que el volumen de descarga de cloaca corresponde al consumo del agua, para garantizar la eficiencia se propone que el cargo por alcantarillado sea añadido al cargo por uso de del agua como un porcentaje fijo, de tal manera que la factura utilizada actualmente para el agua sea utilizada como factura de agua y alcantarillado y que la misma sea recolectada por HIDROCAPITAL

CAPITULO 6 REFORESTACION EN AREA PRIORITARIA

6.1 Generalidades

En el Estudio del Plan Maestro, la reforestacion es seleccionado entre los proyectos prioritarios para alcanzar la meta de turbiedad para las aguas del Rio Tuy.

En el presente Estudio de Factibilidad, se realiza un estudio mas detallado poniendo énfasis en la selección de los sitios para la reforestacion, operacion de la reforestacion y plan de mantenimiento, diseno preliminar, estimacion de costo y evaluacion del proyecto. Para realizar el estudio de factibilidad, se han recogido las informaciones atraves de reuniones con funcionarios del area de reforestacion tales como de ACRT, SEFORVEN y CONARE.

6.2 Seleccion del Sitio de Reforestacion

En el presente, SS es estimado en 900 mg/l contra el estandar de calidad de agua de 750 mg/l en el punto de toma de agua de San Antonio de Yare. Se estima que este valor aumentara a 960 mg/l en 2003 debido al desarrollo del lugar. Para prevenir el incremento de SS, la meta del programa a corto plazo es fijado a 920 mg/l. Por lo tanto, el incremento de 40 mg/l en 2003 sera reducido por la combinacion optima de medidas.

La reforestacion es seleccionada para los pastizales de pendientes pronunciadas en Qda.Maitana (3,400 ha.) la cual es mas efectivo en reducir la produccion de sedimentos de acuerdo al resultado de la Ecuacion Universal de Perdida de Suelo. Se espera que 22,080 m³ de solidos suspendidos sea reducido anualmente con la reforestacion de 3,400 ha.

Las areas de reforestacion son localizadas en 2 manzanas separadas. Su localizacion y area, llamada Qda.Santa Maria y Palo Negro son mostrados en la Tabla 6.2-1 y Fig. 6.2-1.

Estas 2 manzanas son localizadas en la zona de proteccion de la ciudad de Caracas establecida en 1972 por orden ministerial. De acuerdo a la orden, la expropiacion no es necesario para la implementacion de la reforestacion; solo se necesita el permiso de los duenos de tierra. La Tabla 6.2-2 muestra los duenos de tierra en el area de plantacion.

6.3 Plan de Operacion de la Reforestacion

Plan de Plantacion

El area de plantacion esta principalmente compuesto por un cinturon resistente al fuego y el area de reforestacion porque las areas de pastizales y deforestadas en el area de Estudio incidentalmente son quemadas en cada estacion seca. Desde el punto de prevencion de incendios, dos cinturonnes de arboles resistentes al fuego dispuestos a

ambos lados del camino forestal y con anchura de 20 m cada uno actuaran como corta incendio. En época seca el árbol del tipo siempre verde cuya humedad interior es superior al del árbol del tipo de hoja caduca es apropiado para su uso como árbol resistente al fuego. Un ejemplo es mostrado en Fig. 6.3-1.

Hay 2 formas de reforestación: la plantación simple y la plantación mixta. La plantación simple generalmente es usado para la producción de árboles, mientras que la plantación mixta es aplicado a proyecto de mejoramiento ambiental. El propósito de la reforestación en el Estudio es para el mejoramiento ambiental y control de erosión, y para ello se recomienda el plan de plantación mixta. Con la plantación mixta se espera las siguientes ventajas:

- La plantación mixta crea una cobertura vegetal de multi-capas la cual es deseable para la protección de la superficie del suelo contra el impacto de la lluvia y por ende la erosión.
- La plantación mixta proporciona un amplio rango de resistencia a insectos y enfermedades de la planta en comparación a la plantación tipo mono-cultivo.

Selección de Tipos de Árboles

Para el cinturón resistente al fuego y la plantación mixta, las siguientes características de los candidatos de tipos de árboles son mencionados. Esos tipos de árboles son listados en la Tabla 6.3-1.

- Tipos existentes comunes en y/o alrededor del área de estudio con capacidad de crecimiento en sitios degradados;
- Leguminosas para la fijación del nitrógeno y con ello mejorar la condición del suelo;
- De crecimiento rápido para formar una cobertura vegetal en el área en el menor tiempo posible; y
- De costo de plantita (de vivero) más caro que el del corte. Tipos para tala deberían ser limitados a fin de reducir el costo total del proyecto.

Para el cinturón resistente al fuego, árboles Cuji, siempre verde y de media resistencia al fuego son seleccionados y serán plantados a una distancia de 3 m x 3 m (1,110 árboles/ha) de acuerdo al tamaño del árbol.

Para la plantación mixta, árboles Gliriscidia sp y Bauhinia, más grandes que otros árboles, son seleccionados de la lista. La tasa de mezcla de dos árboles es uno a uno. En la plantación mixta será aplicado una distancia de plantación de 2.5 m x 3 m (1,334 árboles/ha)

El área meta de reforestación y la cantidad de plantitas requeridas están mostradas en la Tabla 6.2-1

Compartibilización

Los sitios de reforestación necesaria son localizadas en cinco manzanas separadas cuya área va de 639 ha a 2,675 ha. El área de plantación es dividido en

compartimientos de 100 a 300 ha para una mejor implementación y administración del plan considerando la capacidad humana de trabajo y las propiedades naturales.

El compartimiento de Qda. Santa María No. 2 es subdividido en sub-compartimientos de aproximadamente 200 ha que funcionarían como unidades con caminos de acceso existentes y propiedades naturales tales como arroyos y cordilleras que representan sus límites. Un ejemplo de un área dividido en compartimientos y adecuado para la reforestación es mostrado en la Fig. 6.3-2.

Plan de Vivero

Existe una estación de vivero inactivo de MARNR de 0.28 ha localizado en Qda la Virgen en la parte norte de Los Teques. Este vivero con las instalaciones para las plantitas será utilizado para la implementación, aunque la capacidad de este vivero es insuficiente y la condición topográfica ya no permite su ampliación. Por lo tanto, un nuevo vivero es una alternativa para las plantitas principales conservadas en pote. El nuevo vivero será construido en un lugar adecuado cerca del área de proyecto (referirse a sección 6.5).

Epoca de Plantación

La época de plantación depende de la humedad del suelo, la cual es crítica para las raíces. Así el período que va de Mayo (comienzo de la época lluviosa) a fines de Setiembre es preferible para plantación.

6.4 Plan de Mantenimiento y Protección

Esto incluye actividades tales como replantación, aplicación de fertilizantes y eliminación de malezas.

Replantación

Para asumir la meta de reducir la erosión superficial, se necesita hacer la replantación cuando las plantitas se marchitan en un cierto nivel. Cuando la tasa de mortalidad de las plantitas cultivadas es mayor al 10% la cual es generalmente aplicado en el plan de reforestación, se hará la replantación luego de los 2 a 3 meses de haberse plantado usando los mismos tipos.

Aplicación de Fertilizante

Para acelerar el crecimiento de la planta la cual es principalmente afectado por el pH, serán aplicados: materia orgánica y de ion, neutralización con cal para suelo ácido y fertilizante orgánico y químico. Para conocer la necesidad de neutralización y fertilizantes, fueron realizados en el área de plantación análisis de pH de suelo, medida de conductividad eléctrica y observación del suelo.

Un valor de pH entre 6 y 7 ha sido reportado para todo el área de plantación, lo que significa que el suelo tiende a ser ligeramente ácido y no necesita neutralización con cal.

Capítulo 6

La medida de conductividad eléctrica muestra la disolución del ion en el suelo y la necesidad de fertilizante. Los valores medidos están entre 0.2 y 1.3 ms/cm por lo que se necesita aplicar fertilizante en cantidad de diez (10) gramos de NPK.

De acuerdo a la observación del terreno, el área de plantación es arenoso y no contiene ninguna materia orgánica por lo que se aplicaran 50 gramos de fertilizantes orgánicos considerados como suficiente.

La aplicación de fertilizante será primeramente realizada durante la plantación de árboles. El fertilizante mezclado con el suelo de cobertura es puesto en el fondo del hoyo antes de la plantación. Si los árboles crecen en forma débil y lenta, una segunda aplicación de fertilizante será realizada después de la primera desmalezación.

Desmalezación

Para promover el crecimiento esperado de las plantitas, es necesario sacar las malezas que impiden el crecimiento de las plantitas entre los árboles plantados. Para ese propósito, el desmalezado preferentemente debería ser 2 meses después de la plantación y antes de aplicar el fertilizante. Será despejado un área mayor a 1.0 m de ancho alrededor del tronco del árbol.

Ganadería y Prevención de Fuego

La cría de ganados es común en el Área de Proyecto y esto puede dañar las plantaciones. Para proteger las plantaciones, una alambrada es efectiva pero su precio no es económico en el área. Por lo tanto se recomienda promover la educación pública sobre la reforestación y cooperación para mantener los ganados fuera de las plantaciones.

En el área de Estudio, el incendio de matorrales es peligroso para la reforestación por lo que se hace esencial la cooperación local cerca de las plantaciones. Así como en el caso de cría de ganados, la educación pública y el empleo de propagandas pueden ser más favorables para la prevención de incendios de bosques.

6.5 Diseño Preliminar de las Instalaciones

Vivero

Basado en los estándares de Venezuela, serán usados potes cuyas medidas son generalmente de 15 cm de largo y 10 cm de ancho. La vía de acceso será de 0.6 m de ancho y el ancho de la ruta será de 4 m. El área del vivero para el período de reforestación de 5 años, la cual requerirá 460,700 plantitas/año, es calculado como sigue:

Un pote de 15 cm de largo x 10 cm de ancho cuando es llenado con tierra tendrá un área cubierta de 78.5 cm^2 . Así, 127 potes/ m^2 de lecho de pote pueden ser acomodados. Serán requeridas 460,700 plantitas o potes y $467,000/127 \approx 3,630 \text{ m}^2$ serán para el lecho del pote. Es considerado un área de $1,280 \text{ m}^2$ para el lecho de semilla correspondiente al 20% del área de lecho de pote. Por lo tanto, las áreas para el lecho de pote y para el lecho de semilla será de $4,360 \text{ m}^2$. Un adicional de 20% del

area de lecho sera fijado hacia afuera para reserva. En consecuencia, el area total de lecho o area productivo sera de 5,230 m².

Areas no productivas como via de acceso, camino entre lechos, galpon para mezclado de suelo y compost, alambrado y proteccion, galpon de trabajo, galpon de herramienta, etc., seran de aproximadamente dos veces del area productivo. Por lo tanto, el area total del vivero sera de 15,690 m² o aproximadamente 1.57 ha para los 5 años.

MARNR tiene un vivero de 0.28 ha en Los Teques. Por lo tanto, un nuevo vivero de 1.3 ha tiene que ser construido. El sitio del vivero es elegido en terreno adyacente al lugar propuesto para la planta de tratamiento de aguas servidas de Las Tejerias, considerando los siguientes puntos:

- Accesibilidad para la facil mobilizacion del equipamiento y mano de obra.
- Requerimiento topografico la cual deberia ser plano y espacioso.
- Disponibilidad de agua para irrigacion, especialmente durante la epoca seca.
- Adaptabilidad climatica al area de reforestacion.

Camino Forestal

El camino existente en el area de reforestacion sera usado en lo maximo posible como camino forestal. Un nuevo camino forestal sera construida hasta donde la distancia del bosque al sitio de reforestacion sea de 1 km.

El plan para el camino forestal es la primera actividad que sera realizado antes de que la plantacion actual comienze. En el Area de Proyecto es estimado que la construccion de 1 km de camino forestal tomara como 5 semanas para la parte de mas de 8 % de gradiente y algo como 3 semanas para la parte plana.

Los caminos forestales seran construidas para proporcionar acceso adecuado a las areas requeridas para la reforestacion y para facilitar la operacion y mantenimiento. Los caminos forestales planificados seran conectadas a las rutas principales y secundarias como se muestra en la Fig. 6.3-1. La Tabla 6.2-1 muestra la total longitud de la ruta en las areas planificadas para la reforestacion. Cuando sea necesario, los caminos forestales planificados seran extendidos hasta cada unidad de trabajo.

La construccion del camino forestal y de la via de acceso seran implementado conforme a las siguientes especificaciones:

Ancho del lecho de la ruta	6.00 metros
Ancho de la via de movilidad	3.00 meters
Espesor de pavimento	0.2 meter
Material de pavimento	grava
Pendiente de pavimento	6%
Anchura de borde	1.5 metros (ea.)
Pendiente de borde	6%
Pendiente longitudinal	mas de 8% a 12%
Maximum radio de curvatura	30 metros

Plan de Plantacion

Esto incluye estaqueo, excavacion de hoyos y plantacion. El estaqueo deberia ser realizado para indicar los puntos de excavacion. Ello sera realizado despues de que el espacio sea decidido. Un hoyo para plantacion de 30 cm x 30 cm sera excavado. Los hoyos de menor tamaño que esto pueden impedir el desarrollo de la raiz. Sanas plantitas con un crecimiento vigoroso alrededor de 20 a 25 cm de alto seran plantados a lo largo de las lineas del contorno usando estacas de 30 cm.

El periodo de plantacion es programado en ser de 5 años comenzando en 1999 y 9 grupos son requeridos para cumplir con la plantacion de 1,170 ha/año, y cada grupo deberia estar compuesto de 23 personas para cubrir 1ha/día. La Tabla 3.5.4 representa el programa de plantacion.

6.6 Estimacion del Costo

La estimacion del costo incluye el costo de 1.3 ha. Para el vivero y actividades de reforestacion en Quebrada Santa Maria y Palo Negra, para mas detalle ver Sector H, seccion 3.6.

El vivero debe ser situado en el mismo sitio que la planta de tratamiento cloacal de las Tejerias por lo que el costo de tierra esta incluido en el costo estimado de la cloaca. La estimacion del costo para el vivero incluye el costo del sistema de irrigacion, lechos de plantacion, casas de vinilo, y trabajos civiles. En cuanto al costo estimado para la reforestacion incluye la construccion de caminos forestales, y la plantacion de varias variedades de plantas.

Actividad	Costo (US\$)
Nuevo vivero en Las Tejerías	190,268
Reforestacion en Qda. Santa Maria	2,431,348
Reforestacion en Qda. Palo Negra	725,103
Total	3,346,719

6.7 Evaluacion del Proyecto

Costo Inicial	US\$3,347 miles
Costo de O&M	Virtualmente no necesario
Periodo de Implementation	1998 para el vivero 1999 a 2003 para las operaciones de reforestacion
Vida Util	Equipamiento Electro-Mecanico: 15 años Estructuras de Ingenieria Civil y otras Instalaciones: 40 años

6.7.1 Efecto de la Reforestacion

Como se ha identificado en el Plan Maestro en lo que se refiere a aspectos claves y problemas, la erosion es la principal causa de la contaminacion del río Tuy en lo que respecta a turbiedad. Esta condicion de contaminacion del río da como resultado a una

desfavorable calidad ambiental como ser el color marron intenso del agua en la epoca de lluvia, inestable fuente para el suministro de agua y alto costo de tratamiento.

Estas condiciones pueden ser aminoradas con la instalacion de plantas de tratamiento.

Ademas, la reforestacion trae varios efectos positivos como la preservacion del ambiente.

6.7.2 Costo Necesario

El costo estimado sobre la base del diseno preliminar es como sigue:

(1) Costo Inicial

(Unit: US\$ miles)	
Item	Costo Financiero
Total	3,347

El costo esta distribuido en anos de acuerdo al cronograma de implementacion

(2) Costo de O&M

Debido a la naturaleza de los costos de O&M para el vivero y los trabajos de reforestacion, los mismos deben ser incluidos en el costo inicial.

6.7.3 Beneficio Esperado

En general, algunos de los beneficios esenciates que derivan de la implementacion de proyectos de mejoramiento ambiental son dificiles de evaluar en terminos monetarios. Aqui es presentado el beneficio de una manera descriptiva:

Beneficio Directo

Como beneficio directo de la reforestacion, los siguientes son considerados:

- La turbiedad en Toma de Agua es reducido de xx mg/l a xx mg/l por efecto de la reforestacion. De esta forma la turbiedad decrece como para alcanzar la meta del programa a corto plazo.
- El mejoramiento de la calidad de agua trae como consecuencia una mejor calidad ambiental del rio Tuy: la calidad actual del agua de color marron sera cambiado a un agua con menos color.
- La remocion de turbiedad ayudara a decrecer el numero de suspensiones en la captacion debido a la turbiedad. Ademas ayudara a reducir los costos de operacion y mantenimiento para el tratamiento del agua.

Beneficio Indirecto

Se espera los siguientes beneficios indirectos:

Capítulo 6

- Como resultado del mejoramiento de la calidad ambiental, serán apreciados los valores del estado a lo largo del curso del río.
- La cuenca del Río Tuy será apreciada desde el punto de vista turístico.
- Los valores existentes de la Cuenca del Río Tuy serán apreciados.

6.7.4 Análisis Financiero

Análisis de posibilidad de pago es realizado para juzgar y determinar si las organizaciones responsables serán capaces de soportar el costo del proyecto.

Organizaciones Responsables

Organizaciones Responsables
MARNR, Estado de Aragua y Estado de Miranda

Las organizaciones gubernamentales arriba señaladas son responsables por la preservación del medio ambiente natural y la reducción de la turbiedad del Río Tuy en la cuenca alta y media. La reforestación es uno de los medios efectivos y más lejano en alcanzar. Por lo tanto, se considera ser apropiado que las organizaciones soporten el costo de repago del proyecto.

Fuente de Financiamiento, Términos de Préstamo y Pagador del Costo

Fuente externa	Presupuesto del Gobierno	Términos de préstamo	Pagador del costo
100%	-	ver abajo*	Organizaciones Responsables

* Tasa de interés anual: 6%, período de gracia: 3 años, período de repago: 15 años

Capacidad Financiera de las Organizaciones Responsables

Item	MARNR	Estado de Miranda	Estado de Aragua	Total
Presupuesto Anual (US\$ miles) en 1996	210,000	133,300	143,500	486,800

La capacidad financiera combinada de las organizaciones responsables es de US\$486,800 miles en 1996. Esto es estimado en crecer a una tasa promedio anual del 4%.

Se revela que en los 14 años desde 2004 a 2017, la cantidad anual a ser soportada por las organizaciones serán de US\$383 miles.

Porcentaje del Presupuesto Anual a ser Asignado por las Organizaciones	Asignación de Presupuesto Correspondiente en 1996
0.048%	US\$234 mil

En términos de porcentaje de presupuesto anual a ser asignado por las organizaciones, ellos pagarán anualmente 0.048% de sus presupuestos. Esto corresponde a US\$234 mil en 1996. Esto no parece ser una carga pesada.