

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 8

INFORME PRINCIPAL
(ESTUDIO DEL PLAN MAESTRO)

JICA LIBRARY



J1137843(7)

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 8

**INFORME PRINCIPAL
(ESTUDIO DEL PLAN MAESTRO)**

AGOSTO 1997

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

SSS
JR.
97-099

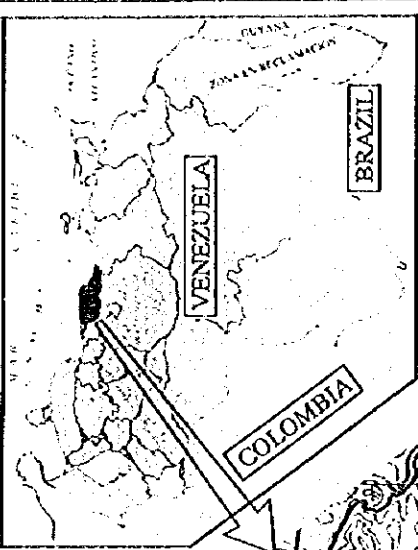


1137843(7)

**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**

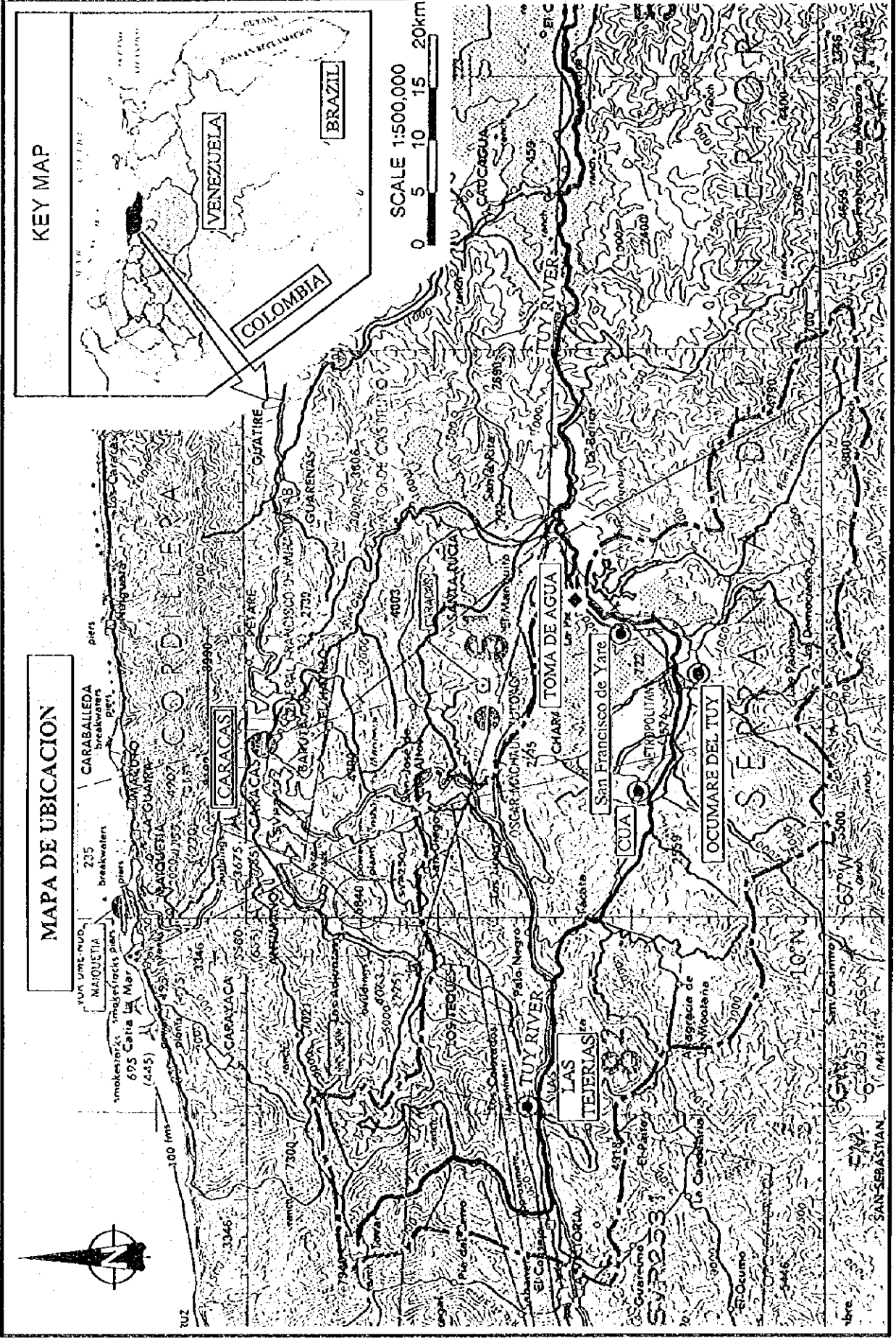
**US\$1.00 = Bs. 470 = ¥100.20
(A la fecha de Julio 16, 1996)**

KEY MAP



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

MAPA DE UBICACION



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 países.

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
International 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 Río 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 Río 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 Río 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 DEL PLAN MAESTRO

TABLA DE CONTENIDO

MAPA DE UBICACION

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1	Antecedentes	1-1
1.2	Objetivos del Estudio	1-2
1.3	Area del Estudio	1-2
1.4	Programa del Estudio y del Personal	1-2

CAPITULO 2 CONDICION ACTUAL Y RESULTADOS DEL ESTUDIO

2.1	Inventario de Fuentes de Contaminacion	2-1
2.1.1	Fabricas	2-1
2.1.2	Granjas Porcinas	2-2
2.1.3	Poblacion y Hogares	2-3
2.2	Analisis de la Calidad del Agua	2-4
2.2.1	Estandard de Calidad de Agua	2-5
2.2.2	Resultados de Analisis de Calidad de Agua en el Periodo de Estudio	2-5
2.2.3	Analisis de Calidad de Agua Utilizando los Resultados de Estudios Previos	2-10
2.3	Meteorologia e Hidrologia	2-11
2.3.1	Datos Disponibles	2-11
2.3.2	Clima General	2-11
2.3.3	Precipitacion	2-13
2.3.4	Escorrentia	2-14
2.4	Encuesta y Analisis del Agua Turbia	2-16
2.4.1	Causas de la Turbiedad del Agua	2-16
2.4.2	Turbiedad en la Cuenca del Rio Tuy	2-17

Tabla de Contenido

2.5	Descarga de la contaminación y Estudio del Mecanismo del Flujo	2-18
2.5.1	Tasa del Flujo de Contaminación Obtenida en Estudios Previos	2-18
2.5.2	Balance de la Contaminación del Agua	2-18
2.5.3	Análisis de la Contaminación por Medio de un Modelo de Simulación	2-20
2.6	Estudio Para Asegurar la Fuente de Abastecimiento de Agua	2-21
2.6.1	Represas/Reservorio Existentes y Estanques Reguladores	2-21
2.6.2	Estatus del Actual Proyecto Propuesto para el Desarrollo de Recursos de Agua	2-22
2.6.3	Posible Fuente de Abastecimiento en el Área de Estudio	2-23
2.7	Sistema de Monitoreo	2-23
2.7.1	Situación Actual del Sistema de Monitoreo de la Cuenca del Río Tuy	2-23
2.7.2	Situación Actual del Laboratorio	2-24
2.7.3	Problemas en el Actual Sistema de Monitoreo	2-25
2.8	Condición Actual del Sistema Abastecimiento de Agua en el Área Metropolitana de Caracas	2-26
2.8.1	Perfil del Sistema de Abastecimiento de Agua	2-26
2.8.2	Operación del Sistema de Abastecimiento de Agua	2-29
2.8.3	Problemas del Sistema Actual de Abastecimiento de Agua	2-30
2.8.4	Plan Futuro de Mejoramiento del Sistema	2-34
2.9	Situación Socioeconómica	2-34
2.9.1	Población	2-35
2.9.2	Economía	2-35
2.9.3	Presupuesto Público	2-36
2.9.4	Posición Financiera Actual de Fábricas y Cochineras en el Área de Estudio	2-38
2.9.5	Posición Financiera de las Organizaciones Hidráulicas	2-39
2.10	Plan Institucional	2-40
2.10.1	Organización Institucional	2-40

2.10.2	Políticas Ambientales Nacionales	2-46
2.10.3	Aspectos Legales e Institucionales Relacionados con la Cuenca del Río Tuy	2-48
2.10.4	Cumplimiento de las Leyes	2-49
2.11	Educación y Conciencia Pública	2-50
2.11.1	Dentro del campo de la Agencia del Río Tuy	2-50
2.11.2	Cooperación entre el Ministerio de Educación y el MARNR	2-51
2.11.3	Organizaciones No Gubernamentales Existentes (ONGs)	2-52
2.12	Aspecto Ambiental	2-52
2.12.1	Áreas bajo el Régimen de Administración Especial (ABRAE)	2-52
2.12.2	Condiciones Generales del Ambiente del Área de Estudio	2-53
2.12.3	Reglamento y Procedimiento para el Estudio del Impacto Ambiental	2-53
2.13	Proyectos Relacionados que están en marcha	2-55

CAPITULO 3 PROYECCION DE LA CALIDAD DEL AGUA

3.1	General	3-1
3.2	Proyección de las Condiciones Socioeconómicas	3-2
3.2.1	Patrón Básico de Proyección Poblacional e Industrial	3-2
3.2.2	Comparación de los Tres Patrones.....	3-3
3.2.3	Granjas Porcinas	3-5
3.2.4	Uso de la Tierra	3-5
3.2.5	Resultados de la Proyección	3-7
3.3	Proyección Base de la Contaminación	3-7
3.3.1	Contaminación Orgánica	3-8
3.3.2	Toxicos	3-9
3.3.3	Turbiedad.....	3-9

CAPITULO 4 IDENTIFICACION DE ASPECTOS CLAVES Y PROBLEMAS RELACIONADOS CON LA GERENCIAMIENTO AMBIENTAL

4.1	Calidad del Agua	4-1
4.1.1	Identificación de Aspectos Claves y Problemas	4-1

Tabla de Contenido

4.1.2	Fuente de Contaminacion y Distribucion Espacial .	4-2
4.1.3	Medidas Tecnicas ya Implementadas y su Status	4-5
4.2	Cantidad de Agua	4-8
4.2.1	Identificacion de Aspectos Claves y Problemas.....	4-8
4.2.2	Medidas Adoptadas	4-10
4.3	Medidas Institucionales ya Adoptadas y su Status	4-11
4.3.1	Leyes y Reglamentos	4-11
4.3.2	Gestion Organizacional y Operacional	4-13
4.3.3	Concientización Publica sobre el Ambiente	4-14
CHAPTER 5	POLITICAS PARA LA FORMULACION DEL PLAN MAESTRO	
5.1	Seleccion de los Objetivos	5-1
5.1.1	Programa a Corto Plazo	5-1
5.1.2	Programa a Mediano Plazo	5-2
5.2	Estrategia para la Aplicacion de las Contramedidas	5-3
5.2.1	Promocion de una Mayor Eficiencia de Remocion en las Industrias con Fortalecimiento del Sistema Juridico	5-3
5.2.2	Mejoramiento de la Eficiencia de Remocion en Aguas Residuales Domesticas	5-4
5.2.3	Introduccion de Medidas en el Rio para Mejorar la Calidd del Agua	5-4
5.2.4	Reduccion de la Turbiedad	5-5
5.2.5	Aseguramiento de la Cantidad de Agua	5-5
5.2.6	Fortalecimiento de las Medidas Institucionales	5-5
5.3	Analisis de Sensibilidad.....	5-6
CAPITULO 6	FORMULACION DEL PLAN MAESTRO	
6.1	Estudio y Seleccion de Medidas Aplicables y Optimas.....	6-1
6.1.1	Medidas Estructurales para el Mejoramiento de la Calidad de Agua	6-1
6.1.2	Aseguramiento de la Cantidad de Agua	6-12
6.1.3	Estudio sobre Medidas Institucionales	6-15
6.2	Formulacion del Proyecto	6-23
6.2.1	Priorizacion	6-23
6.2.2	Programa a Corto Plazo	6-24

6.2.3	Programa a Mediano Plazo	6-26
6.2.4	Proyectos Prioritarios	6-28
6.3	Plan de Implementacion en Fases y Estimacion de Costos ...	6-28
6.4	Evaluacion de Medidas Optimas	6-34
6.4.1	Solidez Tecnica.....	6-34
6.4.2	Evaluacion Financiera del Plan Maestro	6-35
6.4.3	Aceptabilidad Institucional y Social	6-41
6.5	Resumen del Plan Maestro	6-42

TABLAS

FIGURAS

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1.4-1	Miembros del Equipo de Estudio y el Panel de Consejeros	T-1
Tabla 2.1-1	Número de Fábricas y Empleados en los Municipios	T-2
Tabla 2.1-2	Inventario de las Principales Industrias Contaminantes en el Area de Estudio	T-3
Tabla 2.1-3	Inventario de las Granjas Porcinas	T-8
Tabla 2.1-4	Numero de Granjas Porcinas, Cerdos, y Cursos de Agua Receptores de las Aguas Residuales	T-10
Tabla 2.1-5	Comparacion del Numero de Granjas Porcinas y Cerdos entre los Años 1988 y 1996	T-11
Tabla 2.1-6	Población y Hogares en Ciudades y Localidades del Area de Estudio	T-12
Tabla 2.1-7	Población y Densidad Poblacional en Sub-cuencas (1995)	T-13
Tabla 2.1-8	Condiciones Sanitarias	T-14
Tabla 2.1-9	Porcentaje de Hogares con Servicio Sanitario en los Centros Poblados	T-15
Tabla 2.2-1	Normas de Calidad de Agua según Decreto No. 883	T-16
Tabla 2.2-2	Número de Sitios de Muestreo para el Análisis de la Calidad del Agua Durante el Estudio	T-17
Tabla 2.2-3	Resultados Previos de Metales Pesados en Aguas del Río Tuy.....	T-19
Tabla 2.3-1	Inventario de las Estaciones Hidrometeorológicas	T-20
Tabla 2.3-2	Características de las Subcuencas	T-21
Tabla 2.3-3	Caudal Medio Mensual del Río Tuy	T-22
Tabla 2.3-4	Caudal Medio Mensual del Río Ocumarito	T-24
Tabla 2.5-1	Tasa del flujo de Contaminación para Aguas Residuales Industriales	T-25
Tabla 2.6-1	Principales Características de los Embalses Existentes ...	T-26
Tabla 2.6-2	Principales Características de las Fuentes de Agua	T-28

Tabla 2.7-1	Parámetros y Métodos Analíticos Utilizados en el Laboratorio	T-29
Tabla 2.8-1	Historial y Futuro del Sistema de Abastecimiento de Agua del Area Metropolitana de Caracas	T-30
Tabla 2.8.2	Perfil del Sistema de Abastecimiento de Agua	T-31
Tabla 2.8.3	Causas de Suspensión de toma en Toma de Agua (1995)	T-32
Tabla 2.9-1	Población del Area de Estudio	T-33
Tabla 2.9-2	Número de Muestra Residencial por Rangos de Ingreso	T-35
Tabla 2.9-3	Estructura de Empleo del Año 1981	T-37
Tabla 2.10-1	Personal que conforma la Agencia de la Cuenca del Río Tuy	T-39
Tabla 2.10-2	Personal de la Oficina de Gerenciamiento de Miranda	T-39
Tabla 2.10-3	Número de Personal por Profesion en la Agencia de la Cuenca del Río Tuy	T-40
Tabla 2.10-4	Presupuesto de la Agencia de la Cuenca del Río Tuy para el año 1996	T-41
Tabla 2.10-5	Presupuesto Estimado para el Proyecto "Saneamiento Integral de la Cuenca del Río Tuy"	T-41
Tabla 2.10-6	Clasificación del Personal de Hidrocapital	T-42
Tabla 2.10-7	Presupuesto de Hidrocapital durante el Período 1993-1995	T-42
Tabla 2.10-8	Presupuesto Estimado de Hidrocapital para el año 1995	T-42
Tabla 2.10-9	El Sistema de Cargo por Uso de Agua	T-43
Tabla 2.10-10	Legislación Ambiental Venezolana	T-45
Tabla 2.10-11	Leyes relevantes para la Cuenca del Río Tuy	T-47
Tabla 2.10-12	Penalidades Establecidas en Varias Leyes.....	T-48
Tabla 3.3-1	Proyección de la Polución Base para la DBO	T-49
Tabla 4.1-1	Resumen de los Principales Resultados Asociados a la Calidad de Agua	T-50

Tabla de Contenido

Tabla 4.1-2	Producción de DBO y Carga del Efluente por Subcuenca y Fuente de Contaminación	T-52
Tabla 4.1-3	Producción de DBO y Carga del efluente por Subcuenca(1995)	T-53
Tabla 4.1-4	Tasa de Remoción Actual por Fuente de Polución.....	T-54
Tabla 4.1-5	Tasa de Remoción de Metales Pesados en las Industrias	T-55
Tabla 6.1-1	Costo para la Instalación de las Plantas de Tratamiento en las Industrias y en las Granjas Porcinas existentes	T-56
Tabla 6.1-2	Costo para la Instalación de las Plantas de Tratamiento en las Industrias a ser construidas hasta el 2002	T-57
Tabla 6.1-3	Costo para la Instalación de las Plantas de Tratamiento en las Industrias a ser construidas entre el 2002 y 2010....	T-58
Tabla 6.1-4	Costo de Instalación de Planta de Tratamiento para reducir Olor y Color en las Fabricas Existentes	T-59
Tabla 6.1-5	Comparación de los Costos en el Sistema Cloacal Integrado	T-60
Tabla 6.1-6	Relación entre Costo y Efectividad (Sistema Cloacal)	T-60
Tabla 6.1-7	Estimación del Volumen de Sólidos Suspendedos por Reforestación	T-61
Tabla 6.1-8	Capacidad y Costo del Tanque de Sedimentación de Arena	T-62
Tabla 6.1-9	Volumen de sedimento en el Tanque de Pre-tratamiento por un año	T-63
Tabla 6.1-10	Beneficio y Costo de Contramedida para la Turbiedad ...	T-64
Tabla 6.1-11	Costo Asociado al Sistema de Monitoreo	T-65
Tabla 6.3-1	Prioridad Economica	T-66
Tabla 6.5-1	Resumen del Plan Maestro	T-67

LISTADO DE FIGURAS

Fig. 1.4-1	Programa de Estudio	F-1
Fig. 1.4-2	Programa del Personal	F-2
Fig. 2.1-1	Distribución Número de Fábricas y Empleados por Fábricas de Alimentos y No-Alimentos	F-3

Fig. 2.1-2	Distribución de Cochineras y Cabezas de Cerdos	F-4
Fig. 2.1-3	Población Humana en el Area de Estudio	F-5
Fig. 2.2-1	Puntos de Muestreo en el Río Tuy y sus Tributarios	F-6
Fig. 2.2-2	Contaminación Orgánica en el Río Tuy	F-10
Fig. 2.2-3	Metales Pesados en el Río Tuy	F-11
Fig. 2.2-4	Turbiedad y SS del Río Tuy	F-12
Fig. 2.2-5	Otras Cualidades del Agua del Río Tuy	F-13
Fig. 2.2-6	Contaminación Orgánica en los Tributarios	F-14
Fig. 2.2-7	Turbiedad y SS en los Tributarios	F-15
Fig. 2.2-8	Otras Cualidades del Agua en los Tributarios	F-16
Fig. 2.2-9	Contaminación de las Fábricas de Productos No-Alimenticios	F-17
Fig. 2.2-10	Contaminación de las Fábricas de Productos Alimenticios	F-21
Fig. 2.2-11	Contaminación de las Granjas Porcinas	F-23
Fig. 2.2-12	Contaminación de las Aguas Residuales Domésticas	F-25
Fig. 2.2-13	Características del Agua en Observaciones Previas	F-27
Fig. 2.2-14	Cambios Históricos y Estacionales de BOD en el Río Tuy	F-28
Fig. 2.2-15	Cambios Estacionales del BOD en el Río Tuy y sus Tributarios	F-30
Fig. 2.3-1	Ubicación de Estaciones Meteorológicas e Hidrométricas	F-32
Fig. 2.3-2	Ubicación del Equipo Limnigrafo Instalado en el Area de Estudio durante el Estudio	F-33
Fig. 2.3-3	Clima en el Area de Estudio	F-34
Fig. 2.3-4	Precipitación Mensual Promedio	F-36
Fig. 2.3-5	Distribución de la Precipitación Diaria	F-37
Fig. 2.3-6	Precipitación Probable en Una Hora y 24 horas	F-38
Fig. 2.3-7	División de la Cuenca Hidrografica del Rio Tuy	F-39
Fig. 2.3-8	Perfil Longitudinal del Río Tuy y sus Tributarios	F-40
Fig. 2.3-9	Caudal Mensual del Río Tuy	F-41
Fig. 2.3-10	Caudal Promedio Anual y Mínimo Mensual Anual del Río Tuy en Toma de Agua	F-43

Tabla de Contenido

Fig. 2.3-11	Caudal del Río Tuy en San Antonio	F-44
Fig. 2.3-12	Caudal del Río Ocumarito en El Desecho	F-45
Fig. 2.4-1	Diagrama de Sólidos Suspendidos	F-46
Fig. 2.4-2	Curva de Duración de Sólidos Suspendidos	F-47
Fig. 2.5-1	Carga de Contaminación del Efluente DBO antes de la represa de captación de agua.....	F-48
Fig. 2.5-2	Carga de Contaminación del Efluente SS antes de la represa de captación de agua.....	F-49
Fig. 2.5-3	Flujograma del Análisis de Contaminación	F-50
Fig. 2.5-4	Producción y Carga de Contaminación de Efluentes	F-51
Fig. 2.5-5	Balance de Carga de DBO en el Río Tuy	F-52
Fig. 2.5-6	Balance de la Carga de Polución BOD (Actual).....	F-53
Fig. 2.6-1	Registros Cronológicos de la Operación Diaria de los Embalses Correspondientes	F-54
Fig. 2.8-1	Mapa del Suministro de Agua del Área Metropolitana de Caracas	F-56
Fig. 2.8.2	Diagrama del Sistema de Suministro de Agua para el Área Metropolitana de Caracas	F-57
Fig. 2.8-3	Trazado de la Planta de Pre-Tratamiento de la Estación de Toma (Toma de Agua)	F-58
Fig. 2.8-4	Captación Promedio Mensual de Aguas de los Sistemas Tuy I, II y III	F-59
Fig. 2.8-5	Volumen Promedio Diario de Agua Captado en Toma de Agua en 1995	F-60
Fig. 2.8-6	Causas de Suspensión en la Captación de Agua en Toma de Agua (1995).....	F-62
Fig. 2.8-7	Suspensión de Captación de Agua Debido a la Calidad del Agua	F-63
Fig. 2.10-1	Organigrama del Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables	F-64
Fig. 2.10-2	Organigrama de la Agencia de Cuenca del Río Tuy	F-65
Fig. 2.10-3	Organización Estructural General de Hidrocapital	F-66
Fig. 2.10-4	Estructura Organizacional del Sistema de Hidrocapital ..	F-67

Fig. 2.10-5	Programa de Mejoramiento de las Instalaciones de Tratamiento en la Compañía Ron Santa Teresa	F-68
Fig. 2.12-1	Áreas Bajo Régimen Administrativo Especial (A.B.R.E.)	F-69
Fig. 2.12-2	Procedimiento del EIA	F-70
Fig. 3.3-1	Proyección Base de la Contaminación	F-71
Fig. 4.1-1	Distribución Espacial de la Carga del Efluente DOB	F-72
Fig. 4.1-2	Distribución Espacial de las Fábricas de Productos No-Alimenticios	F-73
Fig. 4.1-3	Erosión de la Cuenca por Malla de 1 × 1 km.	F-74
Fig. 5.2-1	Aplicación Estratégica de Contramedidas	F-75
Fig. 6.1-1	Costo Unitario del Tratamiento de Aguas Residuales	F-76
Fig. 6.1-2	Áreas Cubiertas por el Sistema Planificado de Alcantarillado Público	F-77
Fig. 6.1-3	Flujograma del Proceso de Tratamiento de la Cloaca	F-78
Fig. 6.1-4	Balace de la Carga de Polución (año 2010).....	F-79
Fig. 6.1-5	Efecto y Costo del Tratamiento de Aguas Servidas por el Sistema de Cloacas	F-80
Fig. 6.1-6	Ubicación de Área de Reforestación y Tanque de Sedimentación de Arena	F-81
Fig. 6.1-7	Localización de Tanques de Sedimentación de Arena en los Tributarios	F-82
Fig. 6.1-8	Esbozo del Tanque de Sedimentación de Arena en los Tributarios y en las Tomas	F-83
Fig. 6.1-9	Plan de Cañerías desde la Captación hasta el Tanque de Sedimentación de Qda.Seca.....	F-84
Fig. 6.1-10	Relación Entre el Volumen de Reducción de SS y Costo Unitario	F-85
Fig. 6.1-11	Estaciones de Monitoreo Propuestas y Puntos de Muestras	F-86

Tabla de Contenido

Fig. 6.3-1	Programa de Implementación	F-87
Fig. 6.5-1	Medidas Propuestas en el Programa	F-88

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 : Oficina Central de Coordinación y Planificación de la
Presidencia de la República
- SINAIHME : Base de Datos de la Oficina de Hidrología y Meteorología,
MARNR
- ACRT : Agencia de La Cuenca del Río Tuy
- OCEI : Oficina Central de Información sobre Estadísticas
- CMA : Area Metropolitana de Caracas

2. ORGANIZACIONES INTERNACIONALES Y DEL GOBIERNO JAPONES

- JICA : Agencia de Cooperacion Internacional del Japón
- IBRD : Banco Internacional para la Reconstrucción y Desarrollo (Banco
Mundial)
- UNDP : Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas
- GTZ : Agencia de Cooperacion Técnica Alemana

3. UNIDADES DE MEDIDA

(Longitud)

mm: milímetro(s)

cm: centímetro(s)

m: metro(s)

km: kilómetro(s)

(Peso)

mg: miligramo(s)

g, gr: gramo(s)

kg: kilogramo(s)

ton: tonelada(s)

(Area)

mm²: milímetro(s) cuadrado(s)

cm²: centímetro(s) cuadrado(s)

m²: metro(s) cuadrado(s)

km²: Kilómetro(s) cuadrado(s)

ha: hectárea(s)

(Tiempo)

s, sec: segundo(s)

min: minuto(s)

h(hrs): hora(s)

d(dys): día(s)

y(s): año(s)

(Volumen)

cm³: centímetro(s) cúbico(s)

m³: metro(s) cúbico(s)

ℓ: litro(s)

(Concentración)

mg/ℓ: miligramo por litro

(Velocidad)

cm/seg, cm/s : centímetro por segundo

m/seg., m/s : metro por segundo

km/hr, km/h : kilómetro por hora

(Tensión)

kg/cm² : kilogramo por centímetro cuadrado

ton/m² : tonelada por metro cuadrado

(Caudal del Efluente)

ℓ/seg, ℓ/s : litro por segundo

$m^3/sec, m^3/s$:	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
---	---	-------------

Tabla de Contenido

US\$: Dólar estadounidense
Bs. : Bolívares venezolanos

5. TERMINOS EN ESPAÑOL

Municipio : Municipality
Parroquia : Parish
Qda.(Quebrada) : Intermittent stream

6. Otros

Art. : Artículo

CAPITULO 1 INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

La cuenca del Río Tuy tiene una área de 8.619 km². Abarca Caracas y el área inmediatamente al sur de Caracas, al norte de Venezuela central. Su flujo tiene generalmente una dirección de oeste a este. La Caracas Metropolitana está situada a lo largo de la Cuenca Alta de un afluente. De toda la cuenca, las corrientes alta y media del Río Tuy son de gran importancia, al ser la principal fuente de agua para el Area Metropolitana de Caracas.

Administrativamente, las corrientes altas y medias del Río Tuy corresponden a los Estados Aragua y Miranda. En la parte alta de la cuenca se encuentran los centros urbanos de El Consejo y Las Tejerías (Estado Aragua); en la parte media Ocumare del Tuy, Cúa y Charallave pertenecientes al Estado Miranda.

En el margen derecho o al lado sur de la parte media del río, se demarcan los límites de un Parque Nacional; por lo tanto encontramos una menor población y las actividades con ella relacionadas que generan contaminación son por consiguiente menores. Los acueductos que suplen al Area Metropolitana de Caracas están construidos en esta zona.

Sin embargo, en la cuenca alta y al margen izquierdo de la corriente media, la situación es bastante diferente. Allí existen zonas industriales, con fábricas de pequeño y mediano tamaño como, destilerías de alcohol, fábricas de alimentos, fábricas de metales, criaderos de cochinos y asentamientos humanos con poblaciones que oscilan entre 5.000 a 60.000 habitantes.

Debido a las aguas residuales producidas por las fábricas, criaderos, centros urbanos la calidad del agua del Río Tuy se ha deteriorado. Adicionalmente la contaminación del agua ha empeorado como consecuencia de los sedimentos producidos por actividades artificiales como desarrollo urbano, canteras, deforestación, deteriorando las condiciones ambientales. La suma de todos estos factores ha afectado seriamente el suministro de agua para Caracas y su Area Metropolitana.

En un esfuerzo para enfrentar esta situación el Gobierno de Venezuela, creó, la Agencia de la Cuenca del Río Tuy; como también, la construcción de plantas de pre-tratamiento. Sin embargo los resultados no han sido los esperados.

Bajo estas circunstancias el Gobierno de Venezuela solicitó asistencia técnica del Gobierno de Japón; como resultado el Gobierno de Japón ha decidido conducir un Estudio sobre el Programa para Mejoramiento Ambiental de la Cuenca Alta y Media del Río Tuy (en adelante se denominará el Estudio).

El Estudio ha sido confiado a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), organismo oficial responsable de implementar los programas de cooperación técnica del Gobierno de Japón. JICA envió un Equipo de Estudio a principios de Febrero de 1996 y el Estudio ha sido completado en forma substancial.

El equipo de estudio ha realizado cuatro estudios de campo en Venezuela y cinco estudios en la oficina matriz de Japón. Este Informe Final presenta todos los resultados de los estudios realizados, incluyendo el Plan Maestro, el Estudio de Factibilidad para los proyectos prioritarios seleccionados para el mejoramiento de la calidad de agua, y el Estudio de Pre-Factibilidad para el aseguramiento de la cantidad de agua.

1.2 Objetivos de Estudio

Los objetivos del Estudio son:

- (1) Formular un Plan Maestro para el Mejoramiento Ambiental de la parte Alta y Media de la Cuenca del Río Tuy. Este consiste en dos etapas: un Programa a corto plazo y otro a mediano plazo, teniendo como meta el año 2010. Con la finalidad de suministrar agua potable y establecer un sistema sostenido de control de la contaminación.
- (2) Conducir un estudio de factibilidad para el o los proyectos identificados en el Plan Maestro.
- (3) Transferir a la contraparte tecnología sobre los métodos de planeación y su implementación.

1.3 Area de Estudio

El Estudio cubre la parte Alta y Media de la Cuenca del Río Tuy, específicamente entre El Consejo y la Toma de Agua, cerca a San Antonio. El área comprendida tiene una extensión de aproximadamente 1.900 km².

1.4 Programa del Estudio y del Personal

El Estudio se ha realizado a través de estudios de campo en Venezuela y estudios en la oficina matriz de Japón de acuerdo al programa presentado en la Fig.1.4-1. Los informes han sido presentados de acuerdo a lo indicado en esta figura y las reuniones con la Comisión de Supervisión fueron realizadas en el momento de presentarse estos informes. Dos Talleres fueron realizados, el primero a la mitad del periodo de Estudio y el segundo al final del Estudio.

La lista de los miembros del Equipo Supervisor de JICA es presentada en la Tabla 1.4-1. La movilización de los miembros del Equipo de Estudio se encuentra en el programa del personal Fig. 1.4-2.

CAPITULO 2 CONDICIONES ACTUALES Y RESULTADOS DEL ESTUDIO

2.1 Inventario de las Fuentes de Contaminacion

2.1.1 Fabricas

Listado de Fabricas

Apesar de existir un gran numero de fabricas (de pequenas a grandes), la cantidad podemos reducirla al tomar en cuenta solo aquellas que son fuente de contaminacion. Para este Estudio, fueron seleccionadas para el Muestreo del Inventario las siguientes:

- Fabricas grandes con mas de diez empleados. Se utilizo el Censo de 1991 de la OCEI (Oficina Central de Informacion Estadistica)
- Fabricas no incluidas en el Censo, pero que se consideran contribuyen a la contaminacion basado en estudios pasados.

La Tabla 2.1-1 categoriza las fabricas por tipo de industria y numero de empleados, en las ciudades y pueblos del Area de Estudio. El numero total de fabricas y empleados son 95 y 13.195 respectivamente.

Localizacion de las Fabricas

Como podemos observar las industrias estan concentradas en las principales ciudades de la Cuenca: Tejerias, Cua, Charallave y San Francisco de Yare. Tejerias y Charallave en especial presentan un mayor numero de empleados. (ver Fig.2.1-1).

Carga Contaminante

(1) Industrias Relacionadas con Alimentos

Las Industrias alimenticias, quienes producen contaminacion organica, son las mas numerosas y las que generan mayores empleos, para un total de de 23% de fabricas y un 31% de empleados. Productores de alcohol (basicamente ron) son los mayores empleadores: una fabrica en el consejo emplea 573 y otra en Ocumare del Tuy 440. En Charallave una fabrica de comidas y pasapalos tiene 691 empleados.

(2) Industrias No-Alimenticias

Textileras, fundidoras e industrias de auto-partes, quienes posiblemente descargan metales pesados; se encuentran en segundo lugar en relacion a la industria alimenticia en terminos de fabricas y numero de empleados. Una fabrica de baldosas de ceramica tiene un numero inusualmente alto de empleados, 1,039.

Otros posibles contribuyentes a la contaminacion son: las curtiembres quienes producen grandes cantidades de contaminacion organica y descargas de cromo,

fabricas de pinturas, productores de plasticos y fibra artificial, industrias de jabon y productos de limpieza, algunos fabricantes de quimicos, industrias de vidrio y fibra de vidrio. Estas, sin embargo, son pequenas en numero en comparacion con las mencionadas anteriormente.

Fabricas que posiblemente descargan quimicos inorganicos

CIU	Categoría Industrial	Quimicos Inorganicos	Numero de Fabricas (empleados)
32311	Teñido y acabado de cuero	CN,Pb,Cr6+	1(14)
32321	Industria para preparar teñido de cuero	CN,Pb,C6+	1(59)
35211	Manufactura de pintura y varnises	CdCN,Cr6+Hg	6(94)
35231	Manufactura de jabones y productos de limpieza	CN,Pb,Cr6+	7(87)
36201	Productos de fibra de vidrio	CN,Pb,Cr6++	2(87)
37201	Produccion de productos no ferrosos, metales y aleaciones	CN,Pb,Cr+	6(524)
38191	Manufactura de productos metalicos excl. para maquinarias	CN,Pb,Cr+	3(183)
38193	Plateado de metal	Cd,CN,Pb,Cr6+,As,Hg	7(833)
38431	Fabrica de partes automotrices	Cd,CN,Pb,Cr6+,As,Hg	1(296)
38433	Fabrica de repuestos para automobiles	Cn,Pb,Cr6+,As,	5(722)

Condiciones de Tratamiento

Durante el estudio del plan maestro, 40 fabricas fueron entrevistadas para obtener informacion sobre las instalaciones de tratamiento (ver Tabla 2.2-1).

Aunque todas las fabricas seleccionadas son consideradas de gran tamaño, un número significativo de ellas aun no cuentan con un sistema de tratamiento para aguas residuales(referirse a la Tabla 2.1-2). Doce de las fabricas seleccionadas estan relacionadas con el sector alimenticio, cuatro de las cuales no tienen ningun tipo de instalaciones de tratamiento. De las 28 restantes, 13 no usan ningun tipo de tratamiento y podrian estar descargando quimicos inorganicos.

Entre las 40 fabricas entrevistadas, tambien se incluyó a una arenera en Paracotos, quien posiblemente sea la mayor contribuyente de la turbiedad que presenta el Rio Tuy.

2.1.2 Granjas Porcinas

Listado de las Granjas Porcinas

Las mayores fuentes de contaminacion organica son estas granjas y las granjas de pollos; sin embargo todos los desperdicios de las granjas de pollos son utilizados como

fertilizantes. Por lo tanto la mayor fuente de contaminacion son las granjas porcinas. El listado de estas granjas esta en la Tabla 2.1-3.

Localizacion de las Granjas Porcinas

Las granjas se encuentran concentradas alrededor de algunas areas (ver Fig 2.1.2): Qda. Morocopo y Qda. Guayas en la cuenca alta contando con 20 criaderos y Ocumare de Tuy y Charallave en la cuenca media. Las granjas de la cuenca alta tienen una poblacion de animales total de 48,413 y su tamaño es mas grande que aquellas en la cuenca media donde 13 criaderos tienen una poblacion de 23,068, siendo estos datos del año 1996 (ver Tabla 2.1-4).

Si comparamos la situacion actual a la de 1988, el numero de criaderos ha disminuido de 46 a 33, mientras que el numero de cerdos no ha cambiado demasiado, de 70,000 a 71,000, considerando todo el Area de Estudio (ver Tabla 2.1-5).

Condiciones de las Instalaciones de Tratamiento

En su mayoría los sistemas de tratamiento son lagunas, aun no tenemos claro que tan eficientemente funcionan. Sin embargo, de acuerdo a nuestras informaciones, muchos de estos criaderos no descargan sus desperdicios directamente en la corriente de agua, los utilizan para irrigacion o los arrojan en campo abierto. Trienta por ciento (30%) de las granjas en la cuenca alta no descargan desperdicios, en comparacion del 23% en la cuenca media (refierase a la Tabla 2.1-3).

2.1.3 Poblacion y Hogares

Distribucion Espacial de la Poblacion

De acuerdo a los datos de poblacion de OCEI, la poblacion en el Area de Estudio se encuentra concentrada en ciertas grandes ciudades de Las Tejerias (23,819), Charallave (59,939), C y Las Mercedes (62,836) y Ocumare de Tuy y Colonia Mendoza (76,880). (ver tabla 2.1-6)

La poblacion y area por sub-cuencas in 1995 fueron estimadas basado en los datos de poblacion de OCEI-1990 y considerando la tasa de crecimiento estandar poblacional obtenido en este estudio (ver Tabla 2.1-7 y Fig. 2.1-3).

Las sub-cuencas de Charallave (143,185), Ocumare del Tuy (95,399) y Las Tejerias (41,887) tienen grandes poblaciones que causan la contaminacion del agua principalmente por los desperdicios domesticos.

Condiciones de Tratamiento

En general, las siguientes son las condiciones observadas en relacion del tratamiento de las aguas residuales en los hogares de la cuenca:

- Tratamiento individual por medio de tanques septicos y toiletts de descarga, pero descargas directas de otras aguas residuales.

Capítulo 2

- Sistemas de alcantarillado conectados directamente a los tributarios o al Río Tuy; sin plantas de tratamiento.
- Otros

El porcentaje de hogares conectados al sistema de alcantarillado es de un 78% en el Estado Miranda y 75% en el Estado Aragua. Entre las ciudades grandes de la cuenca donde hay sistema de alcantarillado están: La Mora, El Consejo, Las Tejerías, en la cuenca alta. Cua, Charallave, Ocumare de Tuy y San Francisco de Yare en la cuenca media. (refiérase a las Tablas 2.1-9 y 2.1-10)

Además, existen siete sistemas de alcantarillado con planta de tratamiento para las comunidades locales, como señalamos en la tabla que sigue:

Sistema de Tratamiento para las Aguas Residuales Domésticas

No	Localización	Tipo de Tratamiento	Habilidad de Tratamiento (m ³ /día)	Cuerpo de Agua (Destinatario)	Status
1	La Mora	Laguna de Oxidación	800	C. Tiquirito	No conectado al alcantarillado
2	El Consejo	Laguna de Oxidación	600	C. Tiquirito	No conectado al alcantarillado
3	Las Tejerías	Laguna de Oxidación	800	R. Tuy	No conectado al alcantarillado
4	La Estrella (Charallave)	Tratamiento Biológico	2,100	Qda. Charallave	Operando
5	Vallecito (Charallave)	Tratamiento Biológico	500	Qda. Charallave	Operando
6	Ave María (S. F. de Yare)	Tratamiento Biológico	1,500	R. Tuy	Parada
7	Terraza de Cua	Tratamiento Biológico	800	Qda. Cua	Operando

Entre las plantas de tratamiento tres están localizadas en la cuenca alta y cuatro en la cuenca media. Los sistemas de la cuenca alta consisten de lagunas de oxidación para tratar las aguas residuales de las áreas residenciales vecinas. Sin embargo, no todas las aguas residuales son recolectadas por el sistema de alcantarillado, debido a tuberías dañadas y/o las lagunas no están funcionando actualmente. Las últimas, para viviendas colectivas y donde se utiliza plantas de tratamiento biológico están operativas, menos un sistema.

2.2 Análisis de la Calidad del Agua

En esta sección se discutirá la calidad del agua del Río Tuy. En el siguiente orden: (1) Patrón aplicado a la calidad del agua del Río Tuy (2) Resultados de los análisis de la calidad del agua realizados en el estudio (3) Resultados de los análisis de la calidad del agua realizados en estudios anteriores.

2.2.1 Estandar de Calidad de Agua

De acuerdo a los "Estandares para la clasificacion y control de calidad de cuerpos de agua y liquidos residuales o descargas" en el Decreto No. 883 (Diciembre 18, 1995), la clasificacion general del agua es la siguiente:

Tipo	Descripcion
Tipo 1	Agua para el uso domestico e industrial el cual requiere calidad potable, sin embargo, cualquiera parte de un product o sub-producto para humanos o que esten en contacto con este.
Sub-tipo 1A	Agua que puede ser adaptada para su uso con solo la adicion de desinfectantes in terminos de saneamiento.
Sub-tipo 1B	Agua que puede ser adaptada por medio de tratamiento convencional tales como coagulacion, floculacion, filtracion y cloridizacion.
Sub-tipo 1C	Agua que puede ser adaptada por procesos de potabilizacion no convencionales.
Tipo 2	Agua para uso agricola y ganadero.
Tipo 3	Agua salda o relacionada con el mar destinada al crecimiento y la explotacion de moluscos para ser comidos crudos.
Tipo 4	Agua para baños; deportes acuaticos, deporte, pezca comercial o de subsistencia.
Sub-tipo 4A	Agua para el contacto total humano.
Sub-tipo 4B	Agua para el contacto parcial humano.
Sub-tipo 5	Agua para uso industrial que no requiere agua bebible.
Tipo 6	Agua para la navegacion y generacion de poder.
Tipo 7	Agua para transporte, dilucion y dispersion de contaminantes sin que produzca interferencia con el ambiente adjacente.

El tipo de agua normalmente aplicado al Rio Tuy es Sub-tipo 1B del Tipo 1, cuyas cualidades precisas se enumeran in la Tabla 2.2-1, comparando con las del Tipo 2 y los limites para la descarga. Mas adelante en esta Seccion, "el standard", particularmente significa calidad de agua standard para el Sub-tipo 1B.

2.2.2 Resultados de Analisis de Calidad de Agua en el Periodo de Estudio

Estado de los Analisis de Calidad de Agua

De acuerdo a los resultados de el estudio previo, la contaminacion del Rio Tuy es causada mayormente por fabricas y las granjas porcinas, aguas domesticas residuales y sedimentacion de la cuenca. Los contaminantes estan clasificados en cuatro; sustancias organicas, toxicos, turbiedad y otros.

Con el fin de confirmar el estado de contaminacion del Rio Tuy, una serie de analisis de la calidad del Rio Tuy se realizaron en la forma siguiente:

(1) Parametros de los Analisis

Los parametros para el analisis, para este estudio, fueron seleccionados de aquellos comunmente utilizados para determinar contaminantes (ver Tabla 2.2-1).

(2) Sitios de Muestreo y Tiempos del Muestreo

Los sitios de muestreo fueron seleccionados tomando en consideración los siguientes puntos de vista:

- Para examinar el balance de los contaminantes: El Río Tuy y sus tributarios.
- Para confirmar la fuente contaminante: Aguas residuales de fabricas, granjas porcinas y hogares.

Cada lugar de muestreo fue seleccionado de aquellos utilizados en Estudios anteriores con el fin de comparar los resultados previos y los puntos claves y así examinar el balance de contaminación en el Río Tuy. El número de sitios de muestreo esta enumerado en la Tabla 2.2-2 y cada ubicacion del sitio esta señalado en la Fig. 2.2-1.

El muestreo y observaciones en sitio, incluyen mediciones de descarga en cada uno y se realizaron una vez durante este periodo del estudio.

Resultados de los Analisis de la Calidad del Agua

(1) Calidad del Agua del Río Tuy

(a) Estado de la Contaminacion Organica

El estado de la contaminación organica es basicamente identificada por medio de los indices de oxigeno disueltos (OD), La demanda bioquimica de oxigeno (BOD) y de la demanda quimica de oxigeno (COD). Los valores de estos indices se encuentran en la Fig. 2.2-2.

En la Fig. 2.2-2, el estado de la contaminación organica con una concentración de BOD de 720 mg/l es severa en la parte alta y gradualmente mejora a un BOD de 32mg/l hacia la parte baja. Se presume que esta severa contaminación organica se origina de las aguas residuales de las fabricas ubicadas en la parte alta, en especial en la cuenca del Cano Tiquirito y la Qda. Guayas, mientras la mejora en las partes bajas se atribuyen a las descargas de la represa de Ocumarito y el efecto purificador del Río Tuy, en el punto R5, llamado Boca de Cagua y el punto R6 llamado "Tazon.". La BOD en la toma de agua se reduce a 7mg/l luego del balance de la liberación de contaminación BOD y el efecto purificador en las partes bajas.

(b) Situación de la Contaminación por Metales Pesados

Esta contaminación la podemos identificar por los metales T - Cr, T -Pb, T -Cu, T -Zn, etc. Los resultados de los analisis los encontraran en la Fig. 2.2-3. Los resultados de los analisis de los metales pesados no son criticos excepto los obtenidos en Ra, R5 y R8, los cuales presentan resultados por encima de los limites permitidos para T-Cr.

(c) Turbiedad

Los resultados para la turbiedad se encuentran en la Fig. 2.2-4. La turbiedad y los solidos suspendidos en el Rio Tuy, no son serios a excepcion del punto R8; el cual es atribuido a las descargas de las canteras de arena a lo largo del Rio.

El efecto purificador del Rio entre R5 y R6 el cual se el cual se deriva de los analisis de Dbo no son aparentes en los resultados para turbiedad y SS. Esto podria ser consecuencia de las particulas solidas de las areneras en este trecho que sobre pasa el efecto purificador.

El muestreo fue realizado en la epoca de sequia por lo tanto las diferencias estacionales sugieren que diferentes resultados se observaran en la epoca lluvia.

(d) Otros

Entre los otros indices, el grupo de los fecales fueron tambien analizados y los resultados se encuentran en la Fig. 2.2-5. Los resultados de los coliformes estan por encima de los limites, por lo tanto esta contaminacion es considerada seria.

(2) Calidad del Agua de los Tributarios

(a) Situacion de la Contaminacion Organica

Los tributarios que parecen tener influencia en el balance de contaminacion del Rio Tuy fueron seleccionado para ser muestreados. Un conjunto de resultados es señalado en la Fig. 2.2.-6.

A juzgar por los resultados, los tributarios de las cuencas altas son severamente contaminados como los valores de BOD de 840 mg/l en Caño Tiquirito y 1,740 mg/l en Qda. Guayas revelan, mientras los de las partes bajas cuyo BOD in el rango de 10 a 20 mg/l no se considera como severamente contaminado y algunos son lo suficientemente limpios para ser usados como fuente surtidora de agua.

(b) Estado de la Contaminacion de Metales Pesados

Todos los valores observados of indice de contaminacion metalica estan dentro del limite permisible del estandard, y, de esta manera, la contaminacion de metales pesados no es seria.

(c) Turbiedad

La Turbicidad in los tributarios no es excesiva por el estandard (ver Fig. 2.2-7) excepto en un tributario: Qda. Maitana donde existe una arenera liberando agua altamente pantanosa. La turbicidad de Qda. Maitana es 15,000NTU, aunque la limitacion no es especificridada en el estandard. Sin embargo, la influencia de una gran cantidad de sustancias puede ser

debilitada por el efecto purificador in estos caños del Tuy River como se provo por el echo de que la turbicidat del Rio Tuy despues de la confluencia con Qda. Maitana no aumenta significativamente.

(d) Otros

Entre las otros indices analizados el coliforme total es algo en la mayoria de los tributarios y todos los valores exceden el limite del estandard (ver Fig. 2.2-8).

(3) Calidad del Agua en las Fabricas

Las fabricas de la cuenca estan divididas en dos categorias: fabricas relacionadas o no con las industria alimenticia. Las aguas residuales emitidas por estas fabricas tienen las siguiente cualidades:

(a) Fabricas No-Alimenticias

Entre las fabricas no-alimenticias en la cuenca, las consideradas que que producen una mayor contaminacion son: las textileras, industrias de metales, areneras y curtiembres.

Los resultados de la calidad de las aguas residuales de estas fabricas se encuentran en la Fig. 2.2-9 y se explican a continuacion:

- La descarga de contaminantes organicos emitidos por estas fabricas estan por encima de el patron establecido el cual es de 350 mg/l para las fabricas que descargan en el sistema de alcantarillado y 60 mg/l para las que descargan directamente en el rio. En el muestreo realizado en 17 fabricas, 5 de ellas que descargan directamente en el rio su indice es mayor al 60 mg/l y de aquellas que descargan en el sistema de alcantarillado 2 de ellas estan por encima de los 350 mg/l. Para el COD, las muestras de nueve fabricas tenían valores superiores a 350 mg/l; mientras otras dos que descargan en el sistema de alcantarillado tienen valores por encima de los 900 mg/l, que es el limite.
- Los niveles de metales pesados en los chorros de descarga de las fabricas en el Rio Tuy son severas de acuerdo a los resultados, en tres casos, dos de T-Cr y una por T-Hg eran mas altos que el patron.
- En general la contaminacion por turbicidat no es severa salvo en el caso de las areneras. En contraste, los valores SS en 11 de 17 fabricas estan por encima del limite del patron de 80 mg/l para aquellas que descargan directamente en el rio y en las muestras de dos fabricas se encontro que estan por encima del patron establecido de 400 mg/l para aquellas que descargan en el sistema de alcantarillado.

- Los valores del PH en las muestras de cinco fabricas estan por fuera de los patrones establecidos; mientras que los niveles de nitrogeno en siete fabricas estaban por encima del patron.

(b) Fabricas Alimenticias

En este region los mayores contribuyentes a la contaminacion de Rio Tuy son: las destilerias, procesadoras de carne y fabricas de refrescos.

Los resultados de la calidad de las aguas residuales para estas fabricas se encuentran en la Fig 2.2-10. Las siguientes observaciones se desprenden de estos resultados:

- Los contaminantes organicos predominan en las aguas residuales de estas fabricas. El BOD va de 5 mg/l a 7,000 mg/l. De diez fabricas, seis descargan aguas residuales por encima del patron de calidad (60mg/l) para fabricas que descargan directamente en el rio y cinco violaban el patron (350 mg/l) para aquellas que descargan en el sistema de alcantarillado. Una situacion similar podemos observar para el COD.
- En general el estado de turbiedad no es tan grave de acuerdo a los valores observados. Sin embargo, los valores para el SS de las muestras de 8 de 10 fabricas se encuentran por encima del patron (80 mg/l) mientras que los resultados de otras muestras estaban por encima del patron (400 mg/l).

(4) Calidad del Agua de las Granjas Porcinas

En el caso de las fabricas que producen productos relacionados con la industria de alimentos; estas se caracterizan por la descarga de contaminantes organicos como lo resumimos a continuacion (ver Fig. 2.2-11).

- Los contaminantes organicos son predominantes en las muestras de aguas residuales tomadas, siete de ocho criaderos presentan descargas contaminantes en el rio por encima del patron establecido para el BOD (60mg/l) y los muestreos de cinco criaderos que descargan en el sistema de alcantarillado estan por encima de los 350 mg/l. Los resultados de los valores para COD, todos se encontraron por encima de los 350 mg/l.
- La turbidez y los SS, en los datos analizados, son muy altos. Los datos de siete criaderos analizados, quienes descargan directamente en el rio, estan por encima del patron (80 mg/l) y las muestras de cinco criaderos quienes descargan en el sistema de alcantarillado estan por encima del patron de 400 mg/l.

(5) Calidad del Agua de los Residuos Domesticos

Las aguas domesticas residuales fueron observadas en el punto donde son descargadas en los rios. Se concluyo que el patron para descargas directamente al rio se debia aplicar. El estado de la contaminacion del agua se describe a continuacion (refierase a la Fig. 2.2-12).

- De los resultados se desprende que la contaminación orgánica es dominante. Los valores BOD en cinco puntos observados estaban por encima del patrón, aunque los valores COD en todos los puntos estaban dentro del patrón.
- La turbidez es alta dentro de los valores observados para los SS; cuatro de nueve puntos están por encima del patrón de 80 mg/l.

2.2.3 Análisis de la Calidad del Agua Utilizando los Resultados de Estudios Previos

Análisis de la calidad del agua fueron realizados una vez durante este estudio. Por lo tanto las tendencias generales no pueden ser deducidas de estos resultados. Para identificar las tendencias se examinaron los resultados de estudios previos para revelar más sobre el estado de la contaminación, nos concentramos en los cambios estacionales e históricos de las condiciones de contaminación.

Cambios Estacionales e Históricos en Toma de Agua

En el Río Tuy la calidad del agua ha sido analizada varias veces y existen datos del BOD en la Toma de Agua para los años: 1968, 1985, 1990 y 1996; las cifras se encuentran en la Fig. 2.2-13 y 2.2-14. En estas cifras podemos reconocer las siguientes condiciones contaminantes:

- Cambios anuales de 1985 al 1995: Hasta 1985 la condición contaminante ha empeorado debido a un incremento en la contaminación de la cuenca. Luego podemos observar un mejoramiento de 1985 al 1995 (ver Fig. 2.2-14) En especial podemos observar un increíble mejoramiento a partir de Diciembre de 1995, cuando se fortaleció la inspección para el control de descargas contaminantes ilegales (Fig. 2.2-14). Por lo tanto presumimos que esta mejora es el resultado de los esfuerzos para reducir la contaminación por parte de las agencias correspondientes.
- No hay una diferencia marcada en los valores promedio del BOD, entre la época de verano y la de lluvias, aunque los datos disponibles son limitados. Sin embargo valores altos del BOD se observan en la época de lluvias; el valor máximo alcanzado en esta estación es de 50 mg/l, mientras que en la época de verano es de 35 mg/l. (ver Fig. 2.2-14).
- La fluctuación de los valores BOD es relativamente alta, como se puede detectar aun durante periodos cortos. De acuerdo a los datos de 1985, los valores fluctuaron entre 15 mg/l en Agosto 14 a 50 mg/l en Agosto 28. La causa de esta fluctuación podemos atribuirla a una inundación ocurrida en ese tiempo.
- Además de la relativamente estable condición de contaminación mencionada anteriormente, podemos observarla igualmente en los datos de las épocas de lluvia y verano de 1990 y 1995.

Estado de Contaminacion en la Cuenca del Rio Tuy

Se realizaron cinco analisis del agua simultaneamente en varios puntos en la parte alta y baja; dos veces en Abril 1989 y una vez en Abril 1991, Diciembre 1995, Enero 1996 y Febrero 1996 (ver Fig. 2.2-15).

Apesar que los datos son limitados, podemos notar que las características de la contaminación actual no ha variado notablemente, el patron general es que el BOD aumenta en la parte alta y declina en la parte baja, como consecuencia de un increíble efecto purificados observado a lo largo del Rio Tuy.

Metales Pesados en el Rio Tuy

Los metales pesados de Cadmium, Chromium, Plomo, Zinc, Hierro, cobre, Manganeso y Niquel en el agua del Rio Tuy fue medida varias veces en los ultimos diez años.

La tabla 2.3-3 muestra los casos en que la concentración de Cadmium, Chromium y plomo exceden el limite dado en el patron, Decreto Tipo 1-B, para los ultimos 10 años..

2.3 Meteorologia e Hidrologia

2.3.1 Datos Disponibles

El inventario de las estaciones de meteorologia e hidrologia dentro y alrededor del area de estudio se dan en la Tabla 3.3-1. La localizacion de las estaciones donde fueron recopilados, los datos se tabularon de la forma siguiente:

Tipo de Estacion	Organizacion			Total
	SM	MA	AC	
Climatologia	1	1	-	2
Pluviografia	-	10	-	10
Pluviometrica	-	-	1	1
Hidrometrica	-	15	-	15

Nota: SM: Estacion Aeronautica Metereologica; MA: MARN; AC: Agencia de la Cuenca del Rio Tuy

El equipo instalo tres calibradores automaticos de niveles de agua en los sitios señalados en la Fig. 3.3-2.

Las condiciones observadas, recopilacion de datos, mantenimiento y operacion de cada estacion es investigada y recojida en "*Sistema de Control de los Recursos Hidricos en la Cuenca Alta y Media del Rio Tuy, Septiembre 1995, GTZ*". Podemos resumirla asi.

2.3.2 Clima General

Las condiciones climatológicas del Area de Estudio se muestran en la Fig. 2.3-3 y a continuación mencionaremos las Características del clima:

Temperatura

La temperatura media mensual es casi constante a través del año. La diferencia entre los meses es pequeña; mucha más pequeña que la fluctuación diaria de la temperatura. Las variaciones en la altitud son más pronunciadas que la variación horizontal, la cual es constante. La temperatura en la Cuenca media del área de estudio, Cua-Tovar a Santa Teresa es en promedio aproximadamente de 26 grados, mientras en las zonas montañosas Colonia Tovar y Agua Fría es de 15 a 17 grados (Cuenca Alta)

La variación entre las temperatura máximas y mínimas es muy pequeña ± 1 a 2 grados de la temperatura promedio tanto en las zonas montañosas como en las llanuras. En cualquiera de las dos encontramos que las temperaturas máximas ocurren en Mayo y las mínimas en Enero.

Húmeda Relativa

La variación de la húmeda relativa se encuentra ilustrada en la Fig.2.3-3. En la Colonia Tovar, con una elevación de 1,435 m, la humedad relativa es ligeramente más alta que aquella de las tierras bajas en Cua-Tovar y Santa Teresa con una variación aproximada de alrededor de un 80% a 90%. En las tierras relativamente bajas de Cua-Tovar y Santa Teresa los cambios van de un 70% a un 80%.

La relación de los patrones de humedad relativa y las precipitaciones son claros en todas las estaciones. Aumentan en Mayo, el inicio de la época de lluvias y son más bajos en Marzo.

Vientos

Los datos sobre la media de la velocidad de los vientos en el área de estudio, solo están disponibles para la Colonia Tovar. De acuerdo a estos, no hay variaciones obvias durante el año. Son ligeramente más altos de enero a marzo, alrededor de 3.3-3.5 km./hora y los más bajos en noviembre en 2.5 km./hora.

La dirección predominante de los vientos en la Colonia Tovar es NO a NNO de enero a febrero y SSE a ESE de mayo a diciembre. En Cua-Tovar los vientos de ENE-ESE predominan a lo largo del año.

Evaporación

La evaporación anual es alta, aproximadamente 1,700 a 2,100 mm en las tierras bajas. La evaporación mensual va entre 180-250 mm en la época de sequía y de 110-150 mm en la época de lluvias. La variación de mes a mes tiene su punto más alto en marzo, cuando finaliza la época seca, con valores más altos hasta mayo. Declina cuando comienza la temporada de lluvias.

2.3.3 Precipitaciones

Precipitaciones Anuales

La distribución de las precipitaciones en el Área de Estudio y su promedio anual y el de mes a mes se encuentra en la Fig.3.3-4. El promedio de las precipitaciones anuales va de 800 a 1,000 mm. En los valles planos de las áreas de Cua-Tovar a Santa Teresa, son relativamente más altas, alrededor de 1,100 mm. Son menores en las zonas montañosas al norte y al sur. Las precipitaciones en los valles de El Consejo, Las Tejerías, Paracotos y Charallave son las más bajas: alrededor de 800 mm.

No es muy claro el efecto de la altitud a excepción de la zona montañosa del norte, inclusive aquí no es muy marcado. El efecto geomorfológico, como la localización de la Cuenca tiene una mayor incidencia en la cantidad anual de precipitaciones.

Precipitaciones Mensuales

Las precipitaciones mensuales se incrementan en mayo y continúan hasta noviembre o diciembre en todas las estaciones de la Cuenca. Aunque hay algunas variaciones de acuerdo a la localización, la estación de lluvias va de mayo a diciembre y la de verano el resto del año.

El patrón de las precipitaciones en Venezuela podemos dividirlo en dos; (1) el patrón de los llanos que tiene el máximo de ocurrencia en los meses de sol-alto y un mínimo de sequía en los meses de sol-bajo y (2) el patrón semi-anual que en el curso de el año completa dos oscilaciones entre húmeda y seca. El patrón de los llanos es el característico de toda el área central de Venezuela, mientras el patrón semi-anual es el que prevalece en las zonas costeras.

Cuando comparamos lo anterior a los patrones del área de estudio, la distribución de las tierras bajas al este de Cua, es similar al patrón completo de los llanos. Las áreas de las parte occidental, El Consejo y al norte, presentan algunas influencias del patrón semi-anual con dos puntos pico en el año.

Aproximadamente el 95% de las precipitaciones anuales se concentran de mayo a diciembre. La estación seca es muy diferente de enero a marzo, casi no presenta lluvias.

Precipitaciones Diarias

La distribución de las precipitaciones diarias de las estaciones representativas se encuentran en la Fig. 2.3-5. El número de días de lluvias en 1984 fue de 132 (4.4 meses) en Las Tejerías y aproximadamente 170 (5.7 meses) en la Colonia Tovar, Cua-Tovar, Río Arriba y Santa Teresa. Las precipitaciones en la época de lluvias es usualmente de 5-10 mm por día.

Duración Probable de la Intensidad de las Precipitaciones a Corto Plazo

En la Fig. 2.3-6 se presenta en un período probable de dos años, 1-hora y 24 horas de precipitaciones calculadas para cada estación en el área de estudio. Las precipitaciones en el área de estudio se caracterizan por concentrarse en períodos cortos de tiempo.

2.3.4 Escorrentía

Morfología del Río

La división de la zona de captación de la Cuenca para la mayoría de los tributarios se presenta en la Fig. 2.3-7, y el perfil longitudinal del Río Tuy y de sus principales tributarios en la Fig. 2.3-8. El Río presenta: área de captación, longitud del Río, por tributario y se encuentran esta información resumida en la Tabla 2.3-2. La zona de captación del Río Tuy en la Toma de Agua de San Antonio es de 2,162 km² mientras la longitud total del Río es de 129 km.

Descarga de la Escorrentía

Los datos del curso del Río utilizados en el estudio actual son los siguientes:

- Confirmación del agua disponible en la Toma de Agua de San Antonio.
- Desarrollo de los tributarios como fuente de suministro de agua.

Los datos disponibles para las descargas de agua, con suficientes o adecuados periodos de observación son limitados, como lo señalamos en el punto 2.3.1

(1) Descargas en el Río Tuy (Toma de Agua)

(a) Datos Disponibles

Como se discutió en la Sección 2.3.1, los datos a continuación son los disponibles para las descargas en la corriente principal del Río Tuy.

Localización	C.A. (Km ²)	Periodo de Observación
Had Barrios	248	1941 - 77
Had Tazon	1,180	1941 - 77
San Antonio	1,843	1989 - 92

(b) Tendencia Histórica Mensual y Promedio Anual de Descarga

La descarga en San Antonio incluye suministro de la Represa de Camatagua a través de la Represa de Ocumarito. Igualmente el suministro de Had Tazon se utilizara para discutir las descargas del Río Tuy en la Cuenca Media. En la Fig. 2.3-9 se ilustra el promedio mensual, descargas máximas y mínimas del Río Tuy en la Had Barrios (248 km²) y Had Tazon (1,180 km²) durante un periodo de 37 años de 1941 al 77. Estos valores para un periodo de 20 años se encuentran en la Tabla 2.3-3.

En ambas estaciones vemos una pronunciada tendencia de decrecimiento como consecuencia de la intervención humana en el balance del agua. En la Fig. 2.3-10 se encuentra los cambios históricos en la forma de un promedio anual del Río Tuy en el punto de Toma de Agua, donde podemos apreciar la tendencia a disminuir que presenta el Río. Sin embargo esta tendencia es menos acentuada que la que se presento en los 40's y 50's.

(c) Descargas Promedio Mensuales

Descargas Promedio Mensuales Specifica en el Rio Tuy

Estación	m ³ /s/100km ²												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
Hda. Barrios	0.11	0.08	0.08	0.12	0.23	0.36	0.37	0.44	0.42	0.40	0.35	0.19	0.27
Hda. Tazón	0.23	0.16	0.12	0.12	0.21	0.51	0.61	0.83	0.68	0.70	0.51	0.34	0.39

La descargas mensuales promedio en Toma de Agua están calculadas en las descargas específicas de Hda Tazon y se encuentran en la Tabla 2.3-3. Los valores mensuales promedio son:

Descargas Promedio Mensuales en el Rio Tuy

Estación	m ³ /s/100km ²												
	Ene	Feb.	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
San Antonio	4.34	2.91	2.14	2.22	3.89	9.49	11.27	15.31	12.60	12.93	9.39	6.29	7.19

Nota: Estas cifras están calculadas de acuerdo a las cifras específicas de Hda. Tazón

(d) Duración de la Corriente

Las descargas diarias de el Rio Tuy están disponibles en San Antonio. Se ha preparado una curva de duración para San Antonio y se encuentra en la Fig.2.3-11.

(2) Descargas en los Tributarios

Las descargas de los tributarios del Rio Tuy están disponibles para las siguientes estaciones:

(a) Datos Disponibles

Rio	Localización	C.A. (km ²)	Periodo de Observación
Guare	Rio Arriba	92.0	1978-93
Ocumarito	El Desecho	122.7	1960-67

(b) Descarga Promedio Mensual

Datos de Rio Arriba en el Rio Guare, un tributario del margen derecho que fluye en el Rio Tuy en el punto de Tacata, datos provenientes de observaciones están disponibles apartir de 1978, pero con muchos vacíos en la misma.

Se han utilizado los datos de El Desecho en el Rio Ocumarito, y las descargas promedio se presentan en la Tabla 2.3-4 y se ha trazado las descargas diarias y la curva de duración en la Fig. 2.3-12. Podemos resumir los promedios mensuales, así:

Descargas Promedio Mensual de el Rio Ocumarito

Estación	m ³ /s/100km ²												
	Ene	Feb.	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Oct	Nov	Dic	Año
El Desecho	0.84	0.61	0.42	0.31	0.55	1.49	2.71	3.78	3.02	1.95	1.49	1.42	1.56

Area de drenaje: 122.7 km²

2.4 Encuesta y Análisis del Agua Turbia

2.4.1 Causas de la Turbiedad del Agua

En la Cuenca del Río Tuy, hay en especial dos causantes de la turbiedad del agua, las aguas residuales producto de la actividad humana y la sedimentación causada parcialmente por la erosión; estas serán analizadas individualmente.

Aguas Residuales Producto de Actividades Humanas

Como identificamos en los análisis de la calidad del agua en la Sección 2.2, algunas fabricas descargan grandes cantidades de contaminantes orgánicos los cuales contienen sólidos suspendidos orgánicos (SS) y las canteras de arena descargan grandes cantidades de agua turbia al drenar la orilla de Río y al lavar la arena.

Las descargas de contaminación orgánica SS, la cual alcanza las 50 Ton/ida son básicamente detectadas en las partes altas, Caño Tiquirito y Qda. Guayas; mientras que los SS de las areneras son descargados en la parte media: Qda. Maitana y en el trecho a lo largo del Tuy entre el Conde y Colonia Mendoza.

Las cargas contaminantes son básicamente detectadas a lo largo del año. En la estación de verano, estas cargas contaminadas son parcialmente menores ya que por efecto de la poca corriente son depositadas en el lecho del Río y es entonces considerado el efecto purificador del Río. Como resultado, la turbiedad resultante de las actividades humanas es menor en el punto de Toma de Agua en la época de verano.

En contraste, durante la época de lluvia, los SS en la época aumentan, al ir recogiendo la carga contaminante retenida en el lecho de Río, mas aquella producida por las actividades diarias de las fabricas, es también cuando la corriente natural del Río también aumenta.

Es, como se sugirió en el punto 2.2, necesario examinar el estado de contaminación cuando las cargas contaminadas aumentan en la época de lluvias, pero vale la pena intentar un estimado básico, si asumimos que la Carga depositada durante la estación de sequía es descargada durante la época de lluvias cuando las corrientes del Río alcanzan determinado nivel. La descarga típica de la baja estación es de 1.9 m³/seg y el de noventa y cinco días es de 10.3 m³/seg.

Estación	Descarga Contaminant e SS de Fabricas (Ton/día)	Depositado en el lecho del rio (Ton/día)	Balance (Carga Contaminante en Toma de Agua) (Ton/día)	Descarga de Agua (m ³ /seg)	Calidad del Agua (mg/l)
Verano	159.1	130.6	28.5	1.9	174
Invierno	159.1	-130.6	289.7	10.3	326

Producción Natural de Sedimentos

Los sedimentos de la Cuenca generalmente consiste de tres tipos de componentes los cuales se clasifican de acuerdo al diámetro del grano y la relación de su volumen con

el Rio Tuy esta trazada empíricamente en la Fig. 2.4-1, en la cual se muestra la porción de cada sedimento depositado en las represas de los embalses y la siguiente tabla nos muestra las propiedades físicas de estas cargas.

Item	Sólidos Suspendidos		Carga en el Lecho de Río
	Carga en la Corriente	Carga Suspendida	
Diámetro (mm)	$d < 0.1$	$0.1 < d < 1$	$1 < d$
Volumen (%)	85	12	3
Porosidad	0.75	0.4	0.3

Los sólidos suspendidos están compuestos por los que Carga la corriente y la Carga suspendida. Es muy difícil determinar claramente la causa que produce cada Carga pero la Carga de corriente al ser una partícula fina se define mayormente como producto de la erosión natural de la superficie causada por lluvias y la Carga suspendida con un diámetro más grande por el colapso y erosión de la orilla. En este Estudio la Carga de la corriente es calculada por la Ecuación Universal de Perdida de suelos (USLE) y la de Carga suspendida por la tasa de volumen entre la Carga de corriente y la Carga suspendida.

El calculo preciso de la cantidad de sedimento depende de la complejidad del mecanismo de erosión de la superficie y para una estimación general técnicamente son adoptados dos metodos: (1) estimación basado en la ecuación experimental (USLE) y (2) estimación basado en datos observados en Had. Tazon y en el reservorio de Lagartijo.

Como resultado, la cantidad anual de solidos suspendidos originados en la cuenca es estimado en 221 (ton/km²/año)

2.4.2 Turbiedad en la Cuenca del Río Tuy

En las sub-secciones anteriores, los volúmenes de SS causantes de la turbiedad en la Cuenca del Río Tuy fueron examinados tal como es resumido a continuación:

- Carga de SS de las Fabricas: $159.1 \text{ (ton/día)} \times 300 \text{ (días)} = 47,730 \text{ (ton/año)}$
- Carga de SS de la Cuenca del Río: $221 \text{ (ton/km}^2\text{/año)} \times 2,162 \text{ km}^2 = 478,000 \text{ (ton/año)}$

Las diferencias entre las cargas de producción, con su producción y descargas son resumidas en la siguiente Tabla; el volumen total de la producción de SS provenientes de las actividades humanas son 1/8 de aquellas que provienen de la Cuenca del Río, por lo tanto se puede concluir que el mayor origen de los SS esta en la cuenca del río.

Fuente de las Descargas de SS	Tiempo de Producción	Descargas en la Estación de Verano	Descargas en la estación de Invierno
Actividades Humanas	A lo largo del año	La mayoría de la producción es descargada a lo largo del curso del Río	Todo la producción y emisiones son descargadas
Cuenca	Estación de Lluvias		Toda la producción es descargada

Además de lo anterior, la Fig.2.4-2 muestra la curva de duración de los SS en el punto de toma de agua. El total de los SS es la de la Cuenca del Río mas aquella producida por las actividades humanas. Este total de los SS debe estar por debajo del limite standard.

El 75% de las muestras tomadas de Cuenca del Río arrojo un resultado de SS igual a 900 mg/l y el de las fabricas 300 mg/l. Por lo tanto el actual SS del Río Tuy en el punto de captacion, no satisface el standard. Juzgando por los resultados se hace necesario el control de los desechos de las fabricas para aliviar el problema de la Carga de polucion (SS).

2.5 Descarga de la Contaminación y Estudio de Mecanismo del Flujo

2.5.1 Tasa del Flujo de Contaminación Obtenida en Estudios Previos

La tasa del flujo de contaminación, definido como la carga de producción de la contaminación por persona, un trabajador o un cerdo por día en este estudio, es necesario conocer para calcular la carga de contaminación del efluente descargado en el río Tuy. Las siguientes tasas del flujo de contaminación es obtenido basado en previos estudios y otros materiales de referencia

Fuente de contaminación	Tasa del flujo de contaminación en BOD	Materiales de referencia
Industria	Es mostrado en Tabla 2.5-1	CIU
Granjas porcinas	162 (g/cerdo/día)	PETA
Domestico	54 (g/persona/día)	Informe de SARETUY

2.5.2 Balance de la Contaminación del Agua

El balance de la carga de contaminación, fue uno de los puntos claves examinados en el Río Tuy y sus tributarios. El estudio se baso en exámenes de muestras, como también en, observación de las descargas contaminadas, realizados ambos, en el mismo lugar y al mismo tiempo.

La carga de contaminación del agua en cada punto clave se obtuvo, multiplicando el valor de la calidad del agua por el valor de las descargas observadas. Estos resultados se encuentran en las Fig. 2.5-1 y 2.5-2. Basados en estas cifras, obtenemos las siguientes observación en relación al BOD y los SS.

Carga Contaminada de BOD

- En el punto mas alto corriente arriba R1, la carga contaminada es de 0.1 g/s (0.0 ton/día), lo cual es pequeño y por consiguiente el agua esta menos contaminada.
- Luego de recibir la carga contaminada del Caño Tiquirito, la carga contaminada en el Rio Tuy se incrementa de una manera brusca a 113 g/s (9.8 ton/día) en el punto R1.
- La carga contaminada en el punto R2 del Rio Tuy, incrementa hacia las partes bajas, hasta 277.7 g/s (24.0 ton/día) en el punto de confluencia con el Rio Cagua; para luego reducirse de forma repentina a 29 g/s (2.5 ton/día) en el punto R6 del Rio Tuy. Esta reducción es atribuida al efecto purificador del Rio Tuy.
- Después del punto R6 la carga contaminada no presenta mayores cambios fluctuando entre 29 g/s y 40 g/s (3.5ton/día); para finalmente establecerse en 30.9 g/s (2.7 ton/día). Esto como consecuencia que las descarga contaminadas y el efecto purificador del Rio en este trecho se encuentran balanceadas.
- Las mayores cargas contaminadas provienen de dos tributarios: Caño Tiquirito y la Qda. Guayas con valores de 90.7 g/s (7.8 ton/día) y 43.5 g/s (3.8 ton/día) y desembocan en el Rio Tuy a la altura de Las Tejerias; mientras las cargas contaminadas de otros tributarios son menores de 5 g/s (0.4 ton/día).

Carga Contaminada de SS

El balance de las descargas contaminadas para los SS es ligeramente diferente de aquellas cargas contaminadas de DBO, como lo describimos a continuación:

- En el punto mas alto corriente arriba R1, la carga contaminada es de 2.2 g/s (0.0 ton/día). Lo cual es bajo y por lo tanto, el agua esta menos contaminada.
- Luego de recibir las descargas del Caño Tiquirito, la carga contaminada del Rio Tuy incrementa de una forma brusca a 125.6 g/s (10.9 ton/día) en el punto R1.
- La carga contaminada en el punto R2 del Rio Tuy, va incrementándose en las partes bajas: hasta 326,0 g/s (28.2 ton/día) en el punto de confluencia con el Rio Cagua, el valor máximo lo encontramos en el punto R4: 380.3 g/s (32.9 ton/día).
- En el punto R6 del Rio Tuy, la carga contaminada no aumenta apesar de la alta descarga contaminante de la Qda. Maitana de 1,728 g/l (149.3 ton/día) Esta reducción es atribuida al efecto purificador del Rio Tuy en este trecho.
- La Carga contaminada en las partes bajas no cambia en el trecho entre el R6 y R7 con una carga contaminada de 277.1 g/s (23.9 ton/día).
- Luego del punto R7 la carga contaminada aumenta a 660.3 g/s (57 ton/día), como consecuencia de las actividades mineras de las areneras, a lo largo del curso del Rio en este trecho.

- Finalmente, la carga contaminada en el punto R10 de la Toma de Agua es de 494.1 g/s (42.7 ton/día).
- Las mayores descargas contaminadas provienen de : Caño Tiquirito, Qda Guayas, Qda Maitana y Ocumarito. Apesar que las descargas del Rio Ocumarito tienen un valor alto: de 70.4 g/s; los valores de SS no es muy alto. Otra fuente de contaminación son las operaciones de las areneras en el trecho comprendido entre R7 y R8.

2.5.3 Análisis de la Contaminación por Medio de un Modelo de Simulación

Es necesario para identificar las condiciones de los mecanismos de contaminación, el cual es primordialmente utilizado para definir los estados de la contaminación de acuerdo a los cambios de las descargas de contaminación en la Cuenca y examinar los efectos de las contramedidas en el control de las cargas contaminantes. Para este propósito, se condujo un análisis de la contaminación utilizando un modelo de simulación, de acuerdo con el procedimiento que reseñamos en la Fig. 2.5-3.

El análisis de la contaminación se condujo bajo las siguientes condiciones:

- Se aplico como modelo de simulación :el modelo RIOS.
- Para la verificación de este modelo, se adoptaron las condiciones observadas en la contaminación actual, en este periodo del Estudio.
- Se adopto el BOD, como índice de la calidad del agua, para la simulación de la contaminación orgánica.
- Para el estimado de la producción de carga contaminada del BOD, se adopto la tasa de flujo discutida en la Sección 2.5.1

Como resultado son identificados las siguientes condiciones de contaminación (ver tabla de abajo y Fig.2.5-4 y 2.5-5 and 2.5-6):

Carga de contaminación	Fuente de contaminación	Cuenca Alta		Cuenca Baja		Total	
		(Kg/día)	(%)	(Kg/día)	(%)	(Kg/día)	(%)
Carga de Produccion	Fabrica	58,812	80.2	7,859	30.9	66,672	67.5
	Granja	8,554	11.7	3,758	14.8	12,312	12.5
	Domestico	5,958	8.1	13,799	54.3	19,756	20
	Total	73,324	100	25,417	100	98,740	100
Carga de efluente	Fabrica	11,817	56.6	5,046	24.5	16,864	40.7
	Granja	3,222	15.4	1,878	9.1	5,100	12.3
	Domestico	5,840	28.0	13,670	66.4	19,510	47.0
	Total	20,880	100	20,594	100	41,474	100

Relacion entre la Carga de Produccion de la Contaminacion y la Carga del Efluente

- La carga producida de BOD en la Cuenca alta y media del Rio Tuy es de 73 ton/día y 25 ton/día respectivamente.
- La carga de contaminación del efluente es de 20.9 ton/día en la cuenca alta y de 20.6 ton/día en la parte media.

- Esto es porque la carga de produccion de contaminacion de una destileria ubicada en la cuenca alta es muy alta cuyo tratamiento efectuado en la misma fabrica grandemente reduce la carga de contaminacion del efluente.
- La descarga en la Cuenca media es relativamente alta ya que las descargas de desperdicios domésticos son altas y los niveles de tratamiento muy bajos.
- En general para toda la Cuenca, la producción total de contaminación es de 99 ton/día y, la Carga de contaminación del efluente es de 29 ton/día.

Proporcion de cargas de Contaminacion entre Fabrica, Granja Porcina y Domestico

- En la cuenca alta, la proporcion de la carga de produccion de contaminacion de las fabricas es del 80% en la fuente y del 56% en carga de contaminacion del efluente que va al rio.
- La carga de produccion de contaminacion de las granjas porcinas es del 12% en la fuente y del 15% en carga de contaminacion del efluente.
- La carga de produccion de contaminacion de la parte domestica es solo del 8% en la fuente pero es del 28% en la carga de contaminacion del efluente por la baja tasa de tratamiento.
- En la cuenca media, las fabricas comparte el 31% de la carga de produccion en la fuente y el 25% en carga del efluente.
- Las granjas porcinas comparte solo el 9% de la carga del efluente en la cuenca media.
- La proporcion de carga de produccion de la contaminacion de la parte domestica es del 54% en la fuente y del 66 % en carga de contaminacion del efluente.
- En la cuenca alta y media, la carga de produccion de la contaminacion de las fabricas es del 68% en la fuente.
- Ello decrece a 41% en la carga de contaminacion del efluente y menos que este la parte domestica en 47%.

2.6 Estudio Para Asegurar la Fuente de Abastecimiento de Agua

2.6.1 Represa/Reservorio Existentes y Estanques Reguladores

Características Sobresalientes

Las Características de los embalses en y alrededor de la Cuenca del Rio Tuy son presentadas en la Tabla 2.6-1. De estas Características, la capacidad efectiva de reserva de cada embalse y estanque es la siguiente:

Represa y Estanque de Regulación	Capacidad Efectiva de Reserva (millones m ³)
Ocumarito	6.0
Lagartijo	70.0
Taguacita	119.1
Camatagua	1,532.1
Qda Seca	6.5
La Mariposa	7.0
La Pereza	8.0

Estado operacional de las Represas

Los registros del almacenamiento diaria de las represas en un periodo de 10 años de 1986 a 1995 esta trazado en la Fig. 2.6-1, a continuación las siguientes observaciones:

(1) Represa Ocumarito

Aproximadamente 4.3 meses al año se encuentra lleno a capacidad. Lo que significa que el agua que llega a la represa en este periodo se derrama corriente abajo. Si el volumen de agua que llega a San Antonio es mayor que su capacidad, entonces continua su curso sin ser utilizada.

(2) Represa Lagartijo

Se ha designado una toma de agua de 3.5 m³/seg en esta represa. Derrames ocurren muy esporádicamente por lo tanto el agua es utilizada efectivamente.

(3) Represa de Camatagua

Tiene una gran capacidad de 1,530 millones de m³ y muy esporádicamente se producen derrames. De aquí se toma el agua para el Sistema Tuy III, básicamente para suplir los Sistemas de Tuy II y III.

(4) Represa de Qda Seca

Esta ha sido utilizada hasta 1993 básicamente durante la estación de verano de Diciembre a Abril. Basados en los registros desde 1994, esta no ha sido utilizada efectivamente desde 1994.

(5) Represas de la Mariposa y la Pereza

De acuerdo a la curva de la represa, estas son utilizadas por cortos periodos de tiempo (diarios o semanales).

2.6.2 Status del Actual Proyecto Propuesto para el Desarrollo de Recursos de Agua

Los sistemas Tuy IV y Taguaza-Ciudad Fajardo están actualmente en construcción. El perfil y el progreso de las obras es el siguiente:

El propósito de estos sistemas es el complementar las fuentes de agua de Caracas y su Zona Metropolitana y Ciudad Fajardo (Guarenas, Guatire y Caucagua). Las fuentes de abastecimiento serán las represas de Taguaza y Cuira que serán construidas en el margen derecho de los tributarios del Río Tuy. El agua para Caracas y su zona Metropolitana será enviada por medio del Sistema Tuy IV a la Planta de Tratamiento de Caujarito. La capacidad del Sistema Tuy IV es de 5.000 m³/seg de la Represa de Taguaza y 24 m³/seg de la Represa de Cuira.

La tubería de transmisión de agua de la represa de Taguaza a la planta de tratamiento de Caujarito, tiene una longitud de 51.75 Km y un diámetro de 3,000 mm.

Actualmente el Dique de Taguaza y el sistema de transmisión esta en proceso de construcción. Las obras en el Dique de Taguaza se han desarrollado en un 50% y estaban programadas para ser concluidas en Enero de 1996; de los 52 km de tuberías de transmisión, se han concluido 25 km.

En Enero de 1996 debió comenzar a operar.

2.6.3 Posible Fuente de Abastecimiento en el Area de Estudio

Como se discutió en las secciones anteriores y plantearemos nuevamente en la sección 2.6, la utilización actual del agua en la Cuenca alta y media del Río Tuy es la siguiente:

- Toma de Agua en San Antonio por Hidrocapital
- Toma de agua en la Represa de Ocumarito

Los sitios potencialmente viables como fuentes de abastecimiento de agua, en el Area de Estudio, fueron seleccionados tomando en cuenta: la calidad y cantidad de agua y son los siguientes:

Rio	Localización	Area de Captación (km ²)
Rio Cagua	Arriba de la Confluencia con el Río Tuy	49.9
Rio Guare	Tacata	186.0
Rio Anigua	Arriba de la Confluencia con el Río Tuy	53.3
Rio Yarma	Igual al anterior	78.0
Rio Sucuta	Igual al anterior	65.0

2.7 Sistema de Monitoreo

2.7.1 Situación Actual del Sistema de Monitoreo de la Cuenca del Río Tuy

El Sistema de Monitoreo en la Cuenca del Río Tuy, fue básicamente establecido a partir de 1992, por el proyecto previamente esbozado en cooperación de GTZ.

La descripción del sistema es delineada a continuación:

Sitios de Monitoreo, Parámetros para Mediciones y Frecuencia de la Calidad del Agua

Aunque se contaban 11 puntos en el inicio del proyecto, el monitoreo del Río Tuy es periódicamente operativo desde Noviembre de 1995 en tres puntos: Puesto Ocumare, Qda Charallave y en las fabricas. El muestreo y las observaciones se realizan una vez a la semana. Los puntos en los exámenes de calidad del agua son los siguientes:

Lugar del Examen	Ítems de Calidad de Agua
Mediciones de Campo	Temperatura PH Oxigeno Disuelto (DO) Conductividad
Análisis de Laboratorio	Sólidos (Varios Tipos) COD BOD Metales Pesados*

Nota: * Solo en casos limitados

Paralelamente, se realiza un monitoreo de las aguas residuales de las fabricas de la siguiente forma:

Item	Descripción
Numero de Fabricas	2 o3
Tiempo	Semanal
Lugar	
Cuenca Media del Tuy	Ocumare del Tuy
Cuenca Alta del Tuy	Zona Industrial de las Tejerías, Paracotos
Análisis de Calidad del Agua	Igual que la del Río

La calidad de agua de las muestras es analizada en el laboratorio del MARN.

Organización y Personal

La Unidad Operativa del Tuy Medio (Ocumare del Tuy) y la Unidad Operativa del Tuy Alto (Los Teques) de la Agencia de la Cuenca del Río Tuy, maneja las labores de monitoreo. El numero de personas relacionadas a este trabajo es de cinco en total: 1 ingeniero, 1 coordinador, 1 biólogo y 3 técnicos.

Presupuesto para las Labores de Monitoreo

Aunque no hay un presupuesto específico anual para este renglón, el gasto para personal y transporte es aproximadamente Bs. 1.000.000 anual. Esta cantidad corresponde a 0.3 % del presupuesto de la Agencia para 1996, el cual es de Bs.326,720,000.

2.7.2 Situación Actual del Laboratorio

Básicamente todas las muestras son analizadas en el laboratorio. El laboratorio pertenece a la división de Investigación y Determinación del MARN: " Laboratorio

Dr. Leopold Blumenkranz". Fundado en 1984. Esta localizado a las afueras de Caracas Central en el Hatillo.

Funciones y Estructura del Laboratorio

El laboratorio esta compuesto de (1) seccion calidad de agua, (2) seccion calidad de aire, (3) seccion de biologia y (4) seccion tratamiento de residuos.

Entre estos, la seccion de calidad de agua cubre los analisis fisico-quimicos del agua y suelo, brinda el soporte para el control de calidad de agua y dirige las tecnicas de analisis para otros laboratorios.

Personal

El personal actual es de: seis químicos; tres biólogos, 1 farmaceuta, tres técnicos, cinco asistentes o trainees, 1 bibliotecario y algunos asistentes de oficina en el momento de este estudio.

2.7.3 Problemas en el Actual Sistema de Monitoreo

Los problemas relacionados al sistema de monitoreo actual son enfatizados en los siguientes puntos:

(1) No hay un programa para casos de emergencia

No hay un plan de emergencia para evitar suministrar agua no potable. La calidad del agua del Rio Tuy debe ser monitoreada continuamente ya que es utilizada para consumo domestico.

(2) Numero Insuficiente de puntos de monitoreo y poca frecuencia.

Con el fin de conducir un sistema de monitoreo efectivo de el estado de contaminación del Rio Tuy, se recomienda en toda la zona de la Cuenca alta y media del Rio Tuy y sus tributarios los cuales reciben una alta cantidad de Carga contaminada.

Además, las aguas residuales de las industrias, granjas porcinas, desperdicios domésticos deben ser recogidos para así determinar las fuentes de la contaminación.

Las mediciones y recolección de muestras se lleva acabo actualmente una vez a semana en el Rio Tuy y sus tributarios. Esta frecuencia puede ser suficiente para algunos parámetros de calidad de agua, sin embargo para recolectar mayor información en el estado de la contaminación proveniente de las fabricas, es necesario muestreos mas frecuentes.

(3) Escasez de personal calificado

Esta escasez se debe a que se ha asignado un presupuesto insuficiente. El personal que se encuentra frustrado por salarios insuficientes, opta por renunciar y prestar sus servicios en la empresa privada.

(4) Sistema deficiente de archivos de datos

Un sistema funcional de archivo de datos es necesario para analizar el estado de contaminación y poder formular contramedidas adecuadas. Nuevamente el problema es un presupuesto insuficiente.

2.8 Condición Actual del Sistema de Abastecimiento de Agua en el Área Metropolitana de Caracas

2.8.1 Perfil del Sistema de Abastecimiento de Agua

Las Figuras 2.8-1 y 2.8-2 representan al Mapa de Abastecimiento de Agua del Área Metropolitana de Caracas y al Diagrama del Sistema de Abastecimiento de Agua. La condición actual del sistema de abastecimiento de agua es discutido a continuación:

Desarrollo del Sistema de Abastecimiento de Agua

El sistema de suministro de agua del Área Metropolitana de Caracas se estableció en 1950 usando recursos de aguas subterráneas de las áreas circundantes. El aumento de la población y la demanda de suministro de agua llevó al desarrollo gradual de otros recursos hidráulicos, principalmente el Río Tuy en embalses en las áreas adyacentes. La Tabla 2.8.1 muestra el avance del desarrollo del sistema de suministro de agua del Área Metropolitana de Caracas.

Agencia Responsable del Abastecimiento de Agua

"Hidrocapital" es responsable de la construcción, operación y mantenimiento del sistema de suministro de agua en el Área Metropolitana de Caracas. La Agencia de la Cuenca del Río Tuy supervisa el uso del agua del Río Tuy como recurso. Ambas organizaciones están bajo la jurisdicción del MARNR.

Deficiencia del Sistema de Abastecimiento de Agua del Área Metropolitana de Caracas

El sistema de abastecimiento de agua del Área Metropolitana de Caracas tiene deficiencia en los siguientes puntos:

- Los recursos hidráulicos del valle de Caracas son limitados y es necesario encontrarlos fuera del área, en la cuenca del Río Tuy. El costo de producción es alto debido a la disparidad entre las elevaciones del recurso hidráulico (100 a 200 metros) y el área de servicio (900 metros), así como la larga distancia de 35 a 40 kilómetros entre ambas áreas.
- El costo de producción excede considerablemente la cantidad de dinero cobrado a los consumidores del agua debido a la baja estructura de tarifas establecida por el gobierno. El cobro de tarifas de agua cubre sólo el 44% del costo de producción. Por lo tanto, la operación del suministro de agua es precaria.

Composición del Sistema

El Sistema de Abastecimiento de Agua del Area Metropolitana de Caracas es compuesta por los sistemas Tuy-I, Tuy-II y Tuy-III. La composición del sistema esta mostrada en las Fig.2.8-2 y Tabla 2.8-2.

(1) Sistema Tuy-I

El Sistema Tuy-I, el mas antiguo entre los tres sistemas, tiene como fuente principal de agua al Rio Tuy y los reservorios Lagartijo y Taguacita. Ocasionalmente, recibe agua suplementaria del reservorio Camatagua atraves del reservorio de Ocumarito. El agua del rio Tuy tomado en Toma de Agua es transportado a la planta de pretratamiento y desde aqui el agua es mezclado con el agua de los reservorios Lagartijo y Taguacita. El agua luego es transportado a la planta de tratamiento de La Mariposa y distribuido al area de abastecimiento de la metropolis de Caracas.

Las instalaciones en Toma de Agua consisten de bombas con capacidad de $7.7 \text{ m}^3/\text{s}$. En el caso de la represa de Lagartijo, el sistema de captacion esta instalada en el reservorio con la capacidad maxima de $7.0 \text{ m}^3/\text{s}$. La capacidad de las tuberias de conduccion hasta la planta de tratamiento de La Mariposa es de $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$. Esto es debido a que parte del agua captado tambien es distribuido al sistema Tuy II.

Las características del Tuy-I son resumidos a continuacion:

- En vista de que el sistema depende en parte del agua del rio Tuy, el volumen de agua captado fluctua dependiendo de la epoca, de lluvia o de sequia.
- Para suplementar la escasez de agua del rio en la epoca seca, el sistema Tuy-I recibe el agua de otra fuente, del reservorio Camatagua.
- El volumen de agua captado es tambien afectado por la calidad de agua del rio Tuy (turbiedad, olor, color, y otros).
- Para tratar el agua contaminado del rio, se ha provisto de una planta de pre-tratamiento.
- En general, comparado con el sistema Tuy-III, el sistema Tuy-I no es tan fragil para las fallas en el suministro de agua debido a desastre natural y problemas electromecanicos, ya que tiene la ventaja de estar ubicado a una menor distancia entre la fuente de agua y el area de abastecimiento. (referirse a la Tabla 2.8-2).

(2) Sistema Tuy II

El sistema Tuy-II tiene la misma fuente de agua que el sistema Tuy I. Ademas, usa tambien el agua del reservorio de Taguacita. El agua es transportado a la planta de tratamiento de La Guairita para luego ser distribuido al area de abastecimiento.

Las instalaciones para captar agua del reservorio de Taguacita es una bomba con la capacidad de cion $4.1 \text{ m}^3/\text{s}$. Las otras instalaciones de captacion son como las mencionadas para el sistema Tuy-I, mientras que la capacidad de transporte a la planta de tratamiento es de $6.0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Las características del sistema Tuy II son las mismas que la del sistema Tuy I, exepto el reservorio Taguacita.

(3) Sistema Tuy III

El sistema Tuy III tiene como fuente de agua al reservorio de Camatagua. El agua tomado del reservorio es transportado a la planta de tratamiento de Caujarito y distribuido al area de abastecimiento. El sistema Tuy III tambien provee agua a las areas de consumo de la cuenca media del Tuy y suplementa al río Tuy en la epoca seca.

La capacidad de captacion del sistema Tuy III esta basado en la capacidad de bombeo instalado en el punto mamonal con $11.7 \text{ m}^3/\text{s}$. La capacidad de la tuberia que va a la planta de tratamiento de Caujarito es de $15 \text{ m}^3/\text{s}$. En Caicita, camino a Caujarito, tiene el sistema de distribucion con una exclusiva de control para la cuenca media del tuy y Tuy I y Tuy II, la cual puede distribuir $2.1 \text{ m}^3/\text{s}$ como maximo.

Las características del sistema Tuy III son resumidos a continuacion:

- Como la capacidad del reservorio de Camatagua es un poco grande, se puede cubrir la mayor parte del volumen total de agua de abastecimiento y el sistema juega un importante role en el abastecimiento de agua al area metropolitana de Caracas.
- Como el sistema no tiene otra ruta alternativa para abastecer a Caracas, influye en gran medida cuando hay fallas en el abastecimiento.
- En vista de que el reservorio de Camatagua es situado distante comparado con los sistemas Tuy I y Tuy II, el sistema tiene un alto potencial para fallas debido a problemas electromecanicos y de desastres naturales. Por lo tanto, el sistema tiene su riesgo como recurso de agua estable.

Instalaciones de Suministro de Agua

La Figura 2.8-2 es el esquema de las instalaciones de suministro de agua en el Area Metropolitana de Caracas. De las distintas instalaciones, el esquema de la toma del Tuy, bomba de captacion y las instalaciones de pre-tratamiento en Toma de Agua se describen a continuación:

(1) Bombas de Captacion

La especificación de las bombas de captacion es la que se muestra en la tabla de abajo:

Especificación de Bombas de Toma

Estación	No. Bombas	Capacidad (l/s)	Altura (m)	Potencia (kW)
Toma II	7	600	25	350
Toma III	2	1750	25 (supuestos)	950
Total	9	max: 7.700 normal: 4.500		4.320

(2) Planta de Pre-tratamiento

El agua actualmente se bombea desde la toma a una instalación de pre-mezclado donde se agregan sulfato de aluminio, polímeros orgánicos y carbón activado. Después de este tratamiento el agua fluye hacia lagunas de sedimentación. En el punto de descarga se agrega cloro. El sistema se esquematiza en la Figura 2.8-3.

Las plantas de pre-tratamiento están actualmente instaladas con tanques decantadores, seis en total, de forma rectangular: 24,0 metros de ancho, 82,0 metros de largo y 3,25 metros de profundidad. Cada uno de estos tanques de decantación está equipado con un colector de barro tipo carretilla. De hecho, los colectores de barro están actualmente fuera de servicio.

2.8.2 Operación del Sistema de Abastecimiento de Agua

Principio Básico de Operación

En cuanto a la captación de las fuentes de agua, Hidrocapital opera los sistemas de abastecimiento de arriba de acuerdo a los siguientes principios:

- En general, Hidrocapital tiene escasez de agua en la época seca para el abastecimiento, por lo que se depende en este periodo de las aguas almacenadas en los reservorios tales como Camatagua, Lagartijo y Taguacita. Consecuentemente, la mayor prioridad para la operación es asegurar el agua en la época seca, de tal forma a ahorrar el agua de los reservorios tan mucho como sea posible.
- Para ahorrar el agua de los reservorios, Hidrocapital usa al máximo el agua del río Tuy en la época lluviosa, ya que no se puede regular y ahorrar el agua del río que corre sin ser usado. Incluso en la época seca, Hidrocapital trata de usar al máximo el agua del río Tuy. (Sin embargo, el agua del río tiene dos deficiencias: escasez de agua y calidad de agua no adecuada para el abastecimiento.
- Cuando el agua de los reservorios es derramado en la época lluviosa, el agua ahorrado en los reservorios es usado en vez del río Tuy por la ventaja de calidad de agua para el abastecimiento.
- Como resultado de la operación, el volumen promedio mensual captado para todos los sistemas del Tuy (I, II y III) es alrededor de $19 \text{ m}^3/\text{sec}$. El desglose del volumen de agua promedio por fuente dado por Hidrocapital es como sigue:

Fuente de Agua	Volumen Captado (m ³ /s)
Tuy River	2.0
Lagartijo	3.5
Taguacita	1.5
Camatagua	12.0
Total	19.0

Operación en 1995

La condición de abastecimiento de agua en 1995 basado en la política de arriba es mostrado en la Fig. 2.8-4 y 2.8-5. De estas figuras, se pueden hacer los siguientes comentarios.

- En la época seca, se usa al máximo el agua de los reservorios Lagartijo y Taguacita para el abastecimiento. De acuerdo a la figura, desde Enero a Abril el abastecimiento total de los sistemas Tuy I y II gradualmente decrece, principalmente desde el río Tuy y de los reservorios de Lagartijo y Taguacita. El abastecimiento desde el reservorio de Camatagua consecuentemente es incrementado en este periodo.
- En Mayo, cuando incluso el reservorio de Camatagua está vacío, el abastecimiento total de agua decrece a aproximadamente 13 m³/s.
- En la época de lluvia, desde Agosto a Diciembre, se toma en lo máximo agua del río Tuy para preservar el agua del reservorio Camatagua.
- Durante la época seca cuando el caudal del río decrece, el volumen de captación desde el río Tuy es del solo 10% del volumen total captado. En la época lluviosa, sin embargo, este porcentaje es alrededor del 30%. Camatagua, por otro lado, ocupa aproximadamente 60%, a veces hasta el 70% del volumen total captado en la época seca, y del 50% en la época lluviosa.
- Por lo tanto, el río Tuy es recurso valioso en la época seca. En la época de lluvia, es un recurso importante ya que grandemente acumula el agua de otros cursos de agua.

2.8.3 Problemas del Sistema Actual de Abastecimiento de Agua

En la actualidad, Hidrocapital tiene varios problemas para operar el sistema actual de abastecimiento de agua como los relacionados a las fuentes de agua y los relacionados a la operación y mantenimiento de las instalaciones incluyendo captación, pre-tratamiento, transmisión, instalaciones de tratamiento y de distribución y los problemas institucionales incluyendo sistema de recolección de tarifa por agua.

Entre estos problemas, en esta sección se hacen comentarios a los relativos a (1) Balance entre abastecimiento y demanda, (2) suspensión en la captación de agua desde el río Tuy, y (3) fallas del sistema de abastecimiento de agua que son relevantes con este estudio.

Balance entre Abastecimiento y Demanda

Como se discutió en la Subsección 2.8.1, la capacidad de suministro de agua para toda el Área Metropolitana de Caracas en 1994 era de 19,5 m³/s para una población de 3,5 millones; correspondiendo a 480 litros diarios per capita, lo que parece ser más que adecuado. Las proyecciones de demanda de agua hechas por el MARNR son de 360 litros diarios per capita, una cifra razonable para una ciudad como Caracas.

Sin embargo, cuando se incluyen pérdidas por tratamiento y distribución en la ecuación, de acuerdo con los datos de Hidrocapital la eficiencia del sistema es de alrededor de 80%, el suministro actual es de 384 litros/capita/día. Con esta cantidad surgen los siguientes problemas:

- Durante la época de sequía el suministro real de agua descende. En 1992, cuando Caracas sufrió una escasez de agua especialmente severa, la cantidad de agua por persona bajó a 274 litros/capita/día (11,1 m³/s). Esto se debió a una escasez de capacidad en todo el sistema.
- Durante la época de lluvias, hay períodos en los que no se puede tomar el agua del Río Tuy debido al deterioro de la calidad del agua, incluyendo alta turbidez. En esos períodos el agua debe ser tomado de otras fuentes.

Para contrarrestar futuros problemas de escasez de suministro, Hidrocapital elaboró un plan a gran escala y costoso: el Sistema Tuy IV. Actualmente los trabajos en Tuy IV marchan lentamente debido a dificultades financieras. Para asegurarse de que los sistemas del Tuy obtenga la demanda de agua requerida, es necesario tomar otras contramedidas.

Suspension en la Captacion de Agua desde el Rio Tuy

(1) Limite de Calidad de Agua para decidir la Suspension en la Captacion

Hidrocapital ha estado captando agua desde el río Tuy desde 1965. Sin embargo, debido al deterioro de la calidad de agua, el agua crea problema en la operación de las instalaciones de captación y la calidad esta fuera de la capacidad de pre-tratamiento de las instalaciones. Además, algunas veces no es adecuada para el uso como agua doméstica. De esta forma, Hidrocapital es obligado a suspender la captación de agua en Toma de Agua.

Para decidir la suspensión en la captación del agua, Hidrocapital aplica el siguiente límite de calidad de agua para el río Tuy.

Limite de Calidad de Agua para Decidir Suspension en la Captacion

Item	Punto A*	Punto B*
Turbiedad	< 2000 NTU	< 600 NTU
Color		< 1200
T ₁₂ (Demanda de Cloro)		< 12 mg/l
Alcalinidad		> 18 mg/l
Aceite	no incluido	

Nota: Punto A es en la toma y Punto B es a la salida del pre-tratamiento. (Referirse a Fig. 2.8-3.)

Además, Hidrocapital suspende la captación en caso de que el agua tenga olor. Cada dos horas, son tomadas las muestras en el punto de captación para analizar la turbiedad, color, olor, alcalinidad, dureza, pH, y T_{12} (Demand de Cloro).

En la práctica, los límites de arriba no siempre son estrictamente considerados y algunas veces Hidrocapital aplica el límite debido a los cortes de abastecimiento de agua.

(2) Causas de Suspensión en la Captación del Agua

De acuerdo a los datos desde 1993 a 1995, Hidrocapital ha sido obligado a suspender la captación por 36 veces/año en promedio para los 3 años. La duración de la suspensión por vez es alrededor de 8 horas y el volumen de captación suspendido es alrededor de 58,000 m³. Las principales causas de suspensión de agua son alta turbiedad, olor, color, alta demanda de cloro, detergente, ect.

La Fig. 2.8-5 ilustra el volumen de captación diario en Toma de Agua en 1995. La Fig. 2.8-6 presenta los porcentajes por causa de suspensión, y la Fig. 2.8-7 muestra los porcentajes por causa para el caso de suspensión en la captación debido a la calidad de agua. Los siguientes comentarios son realizados basados en estas figuras.

Como se ha visto en la Fig. 2.8-5, la condición de suspensión en la captación en época seca y húmeda parecen similares. La causa de suspensión, sin embargo, es diferente:

(a) Causa de Suspensión por Todas las Razones

De acuerdo con los registros actuales de la suspensión de toma en 1995, la suspensión de toma durante la temporada de sequía y la de lluvia es similar, 25 y 28 veces respectivamente (Ver Figura 2.8-7). Las causas, sin embargo, son diferentes; la calidad de agua y el bajo nivel de agua comparten el 40% y el 36% (76% total) durante la época de sequía, respectivamente, y 46% y 4% (total 50%) durante la época de lluvias.

(b) Causa de Suspensión por Calidad de Agua

Sobre la base de la información de tres años desde 1993 a 1995, la suspensión de toma en Toma de Agua es 14 veces (39%) durante la época de sequía y 22 veces (61%) durante la época de lluvia, totalizando 36 veces (ver Figura 2.8-7).

La suspensión de la toma de agua debido a contaminación orgánica, principalmente color, olor y demanda de cloro es de 18 veces (50%) al año. La suspensión causada por turbidez es 10 veces (28%).

La duración promedio de suspensión es de 8 horas, basándose en los registros de 1995. Aunque la suspensión sucede con mayor frecuencia

durante la época de lluvia, la escasez de agua es más crítica durante la época de sequía debido a la falta de recursos hídricos abundantes. La suspensión de las operaciones de toma de agua en la época de lluvias se ve compensada por la disponibilidad de otros recursos hídricos.

Fallas en la Operation del Sistema

Como se ha mencionado antes, Hidrocapital opera el sistema complicado de abastecimiento de agua para asegurar el abastecimiento, minimizando las fallas. Sin embargo, algunas veces se tienen fallas debido a los problemas electromecánicos y otros.

El siguiente cuadro muestra la falla en la operación de transmisión de los sistemas Tuy en 1995

Items	Sistema	Tuy I	Tuy II	Tuy III
Frecuencia de falla		22	26	30
Duración de falla (total)		166 hrs.	155 hrs.	202 hrs.
Periodo promedio de falla		452 min.	404 min.	404 min.
Volumen no transmitido por falla		73,365 m ³	138,040 m ³	174,138 m ³
Total volumen no transmitido		1.6 mcm	3.6 mcm	5.2 mcm

La falla en la transmisión es atribuida a los siguientes factores:

Factores	Sistema	Tuy I	Tuy II	Tuy III
Falla eléctrica		14	14	13
Falla mecánica		5	9	10
Otros		3	3	7
Total		22	26	30

Del cuadro anterior las siguientes condiciones son consideradas:

- Entre los 3 sistemas, no hay mucha diferencia en la frecuencia, duración y periodo de las fallas.
- Sin embargo, el volumen de agua no transportado es grande en caso de fallas del sistema Tuy-III. Por lo tanto, es grande la influencia de la falla del sistema Tuy III para el abastecimiento.
- En cuanto a los factores de las fallas, para todos los sistemas es dominante la falla eléctrica, mientras que el número de falla mecánica es también grande para el sistema Tuy III. Esto es atribuido principalmente a problema de mantenimiento de bomba y válvula.

Para reducir la falla, Hidrocapital ha tomado varios programas de mejoramiento del sistema la que incluye reparaciones en la estación de bombeo del sistema Tuy I en Diciembre, 1996. Con la terminación de la reparaciones, se pronostica que la frecuencia de falla en el sistema Tuy I ha de disminuir. La rehabilitación del sistema Tuy II dentro de 1997 esta también planificado.

2.8.4 Plan Futuro de Mejoramiento del Sistema

El plan futuro hasta el año 2000 para el desarrollo del sistema se presenta en la Tabla 2.8-1. El Sistema Tuy IV fue propuesto inicialmente por el INOS (actualmente Hidrocapital) hace más de 15 años. Su objetivo principal era complementar el sistema de suministro de agua del Área Metropolitana de Caracas y Ciudad Fajardo (que comprende Guarenas, Guatire y Caucagua) y satisfacer demandas futuras.

El Sistema Tuy IV se planificó para utilizar el agua del embalse propuesto en los ríos Taguaza y Cuira, tributarios del margen derecho del Río Tuy en la cuenca baja del Tuy. El agua del embalse Cuira se bombeará desde una estación (capacidad de $16\text{m}^3/\text{s}$) situado cerca del reservorio de Cuira a otra estación cerca de Taguaza. El agua de los embalses de Taguaza y Cuira se bombeará (capacidad $24\text{m}^3/\text{s}$) a los sistemas Tuy I y Tuy II y a la Ciudad de Fajardo. La capacidad total de la estación de Bombeo de Taguaza es mayor que el caudal que se puede regular a fin de suministrar agua cuando la escasez de agua debido a las condiciones climáticas afectan el suministro desde otras fuentes.

Desde la estación de bombeo de Taguaza, el agua será bombeado en dos direcciones: al oeste, a la planta actual de tratamiento de Caujarito y al norte a la ciudad de Fajardo.

- El ramal izquierdo está planificado para tener una longitud total de 43,7 kilómetros y se construirá en dos etapas. La primera, una sección de 23,3 km de tubería de acero con un diámetro de 3000 mm conectado a una sección de 20,5 km de tubería de acero con diámetro de 1700 mm, suministrará $4,2\text{ m}^3/\text{s}$ a la planta de tratamiento Caujarito. La segunda etapa comprende el tendido de una tubería de acero de 2300 mm de diámetro paralela a la tubería de 1700 mm de diámetro. El caudal promedio de todo el sistema será de $7,38\text{ m}^3/\text{s}$.
- El ramal norte tiene una longitud total de 30 kilómetros. El agua se bombeará primero a la planta de tratamiento Taguaza-Cuira y luego a los embalses de Ciudad Fajardo.

Aunque la construcción comenzó con muchos materiales y equipos comprados hace 15 años, el presupuesto insuficiente y otras razones dejaron la construcción incompleta. Incluso hoy en día quedan muchos trabajos por hacer. Esta condición ha permitido el uso de algunos materiales en otros lugares y ha hecho que otros materiales se deterioraran. A fin de reiniciar la construcción se necesitará otra inversión de capital a gran escala.

De hecho, la construcción recientemente se reinició en el embalse de Taguaza, la estación de bombeo y la tubería a Caujarito, y se espera que la primera etapa se complete para 1999. La segunda etapa está programada para culminarse en el año 2023.

2.9 Situación Socioeconómica

El análisis y observación en esta sección fue principalmente basada en el Censo y Anuario Estadístico de Venezuela publicado por la OCEI (Oficina Central de

Estadística e Informática). Primero que todo, valiosos datos en el censo fueron escogidos para caracterizar la situación del país (Tablas 2.9-1 a 2.9-3).

Se debe hacer notar que el resultado en esta sección esta dentro del nivel preliminar y sujeto a revisiones debido a la limitación de datos.

2.9.1 Población

La Tabla 2.9-1 muestra la población en el Area de Estudio en 1981 y 1980, lo cual también provee tres poblaciones de grupos de edad en 1981; uno es aquellos jóvenes de 17 años, la columna media es para aquellos entre 18 y 64 años quienes frecuentemente se consideran que están en edad de trabajo, y el otro es aquellos mayores de 65 años.

In 19890, la población de Venezuela era 19.501,849 y la del Area de Estudio era 309.463 o 1.6% de población nacional. La población del Area Metropolitana de Caracas (AMC) es importante como una figura básica para cualquier calculo relevante en este estudio porque los ciudadanos se beneficiaran del suministro de agua mejorado resultante de la implementaron de un proyecto propuesto. Era 3.12.171 en 1990 comprendiendo 16.6% de la población del país.

La población nacional creció a una promedio anual de 2.6% en nueve años 15.484.656 en 1981, mientras que la población del Area de Estudio creció a una tasa promedio anual de 5.1% de 197.458 en 19981. Como la población de AMC era 2.577.127 in 1981, su tasa de crecimiento promedio anual fue de 2.2% en los mismos años.

Ademas, la tasa de crecimiento anual de la población de AMC fue 0.4% menos que el promedio nacional, mientras que el la población del Area de Estudio fue cerca del doble del promedio nacional. El echo a ser concluido es que la inmigración a Caracas ha disminuido; en contraste, mas personas se están mudando para los pueblos que la rodean.

El Area de Estudio esta compuesta de las cuencas altas y medias del Río Tuy. La población de la cuenca alta era 113.393 en 1990 contando con 36.6% del total, mientras la población de la cuenca media era 196.070 contando con 63,4%. La población de la cuenca alta creció a la tasa anual promedio de 3.2% en 9 años, de 1981 a 1990, mientras la población de la cuenca media creció a la tasa promedio anual de 6.4% en el mismo periodo.

El area de Estudio consiste de 44 pueblos; la frontera del area divide varios pueblos tales como Carrizal y San Diego. Por conveniencia, la población de estos pueblos fue enteramente incorporada a la del Area de Estudio. Cinco de los pueblos tienen mas de 20.000 habitantes para 1990, a saber, Ocumare del Tuy con 61.043, Charallave con 51.807, Cua con 50.520, Carrizal con 30.423 y Las Tejerias con 20.246.

2.9.2 Economía

Nivel de Ingreso

La Tabla 2.9-2 contiene la información sobre nivel de ingreso de la gente en el Area

Capítulo 2

de Estudio basado en los datos del Censo de Población de 1981 realizado por la OCEI.

La cantidad de ingreso en un grupo de ingreso fue actualizado tomando la inflación en consideración para ser aplicada en 1996. Se presume que la Tabla 2.9-3 refleja el status existente del nivel de ingreso. La Tabla señala el número de habitantes entrevistados. La presunción es que ellos representan el factor de ingreso en un hogar y que el ingreso mensual promedio del grupo de ingreso de menos de Bs. 200.000 el grupo de Bs. 200.000 a Bs. 1.000.000 y el grupo de Bs. 1.000.000 a más de Bs. 1.000.000 es de Bs. 100.000, Bs. 500.000 and Bs. 1.500.000 respectivamente. Luego, el ingreso promedio domestico mensual calculado en Bs.235.911 en el Area de Estudio. Tal ingreso se convierte en Bs.232.247 y Bs. 238.348 en las cuencias altas y media respectivamente. De la misma manera el ingreso promedio mensual domestico en AMC se calcula en Bs. 233.161. Se debe hacer notar que hasta donde el ingreso promedio domestico esta involucrado, hay poca diferencia entre las dos cuencias y tambien entre el Area de Estudio y AMC.

Estructura de Empleo

La tabla 2.9-3 muestra la estructura de empleo en 1981.

La hipotesis es que las características de la estructura de empleo se mantiene igual hoy en día. En terminos de número de empleados el sector principal (agricultura y pesca), el segundo (industrial) y el tercero (servicios) era de 6%, 46% y 48% respectivamente en el Area de Estudio. En la cuenca alta del area ellos fueron 9%, 45% y 46%, y en la cuenca media fueron 4%, 47% y 49%. El punto es que una mayor proporción de gente fue empleada en el sector agrícola en la cuenca alta que en la cuenca media.

En CMA la estructura de empleo fue de 1% para la agricultura, 28% para la industry y 71% para servicios. Una participación más alta del sector industrial y del sector agrícola también se puede ver en el Area de Estudio en comparación con AMC.

2.9.3 Presupuesto Publico

Presupuesto nacional

Los ministerios con mayor distribución de presupuesto en 1996 se encuentran en la siguiente tabla:

No.	Nombre del Ministerio	Cantidad (Millones de Bs.)
1.	Ministerio de Finanzas	1.730.380
2.	Ministerio de Asuntos Internos	671.807
3.	Ministerio de Educacion	631.813
4.	Ministerio de la Defensa	240.576
5.	Ministerio de Sanidad y Asistencia Publica	193.982
6.	Ministerio de Desarrollo Urbano	156.798
7.	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables	97.873
8.	Ministerio de Transporte y Comunicaciones	97.574

El presupuesto nacional de Venezuela en 1996 es de Bs. 4.104.890 millones. Puede ser convertido a 8.828 millones de dolares a la tasa de cambio de Bs. 465 por dolar. Se estima que el GDP del pais alcanzara 59.024 millones de dolares en el mismo año. Significa que el presupuesto nacional como el porcentaje del GDP es 15.0%.

El presupuesto esta distribuido en 24 organizaciones publicas incluyendo 17 ministerios, la cantidad promedio por organizacion siendo calculado en Bs. 171.037 millones o 368 millones dolares, distribuyendo el 4.2% cada uno.

La asignacion para el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables (MARNR) es de Bs. 97.873 millones o 210 millones de dolares, contabilizando el 2.4%. El ministerio esta en la septima posicion..

Presupuesto para la Agencia de la Cuenca del Rio Tuy

El presupuesto para la Agencia de la Cuenca del Rio Tuy alcanza a cantidad de Bs.326.720.000 o 703.000 dolares en 1996 y MARNR divide Bs. 311.720.000 o 95.4% de su distribucion para la agencia. En el balance de Bs. 15.000.000, la cantidad de Bs. 10.000.000 se deriva de sus propios recursos y Bs. 5.000.000 es una transferencia del Gobierno del Distrito Federal.

La transferencia para la Agencia de la Cuenca del Rio Tuy cuenta con 0.3% del presupuesto del MARNR. En el presupuesto total de Bs. 326.720.000, Bs. 224.758.523 o 68.8% esta asignado para gastos personales.

Presupuesto de los Estados Miranda y Aragua

La siguiente tabla muestra los sectores con mayor distribucion del presupuesto en 1994 (Estado Aragua).

No.	Sector	Cantidad (Bs.)
1.	Desarrollo Urbano, Servicio Domestico y Servios Afines	5.147.700.000
2.	Educacion	2.647.900.000
3.	Seguridad y Defensa	2.292.400.000
4.	Directorio Superior del Estado	1.935.700.000
5.	Seguridad Social	1.295.400.000
6.	Salud	1.212.600.000
7.	Desarrollo y participacion social	726.000.000
8.	Agricultura	15.000.000

El presupuesto del Estado Aragua era de Bs. 19.765.100.000 o US\$133.300.000 en 1994 para la tasa de cambio de Bs.148.3 por dolar.

La siguien tabla muestra los sectores con mayor distribucion de presupuesto en 1994 (Estado Miranda).

No.	Sector	Cantidad (Bs.)
1.	Educación	4.503.900.000
2.	Desarrollo Urbano, Servicios Domésticos y Afines	3.049.400.000
3.	Seguridad y Defensa	2.958.400.000
4.	Salud	1.923.500.000
5.	Directorio Superior del Estado	1.854.200.000
6.	Seguridad Social	1.453.100.000
7.	Desarrollo Social y Participación	1.304.300.000
8.	Agricultura	431.800.000

El presupuesto del Estado Miranda era de Bs. 21.287.900.000 o US\$143.500.000 en 1994 para la tasa de cambio de Bs. 148.3 por dólar.

2.9.4 Posición Financiera Actual de Fábricas y Cochineras en el Área de Estudio

Posición Financiera de las Fábricas

La siguiente tabla es el resultado de la encuesta hecha por JICA en mayo de 1996 con información de la OCEI.

Posición Financiera de las Fábricas

Item	Alimento	No Alimentos	Total
Número de Fábricas	22	72	94
Número de Empleados	4.114	9.081	13.195
Despachos (Bs. millones/año)	86,602	168,038	254,640
Tasa de Beneficio (%)	12,62	16,40	15,11
Número de Empleados/Fábrica	187	126	140
Despachos/Fábrica (Bs. millones/año)	3,936	2,334	2,709
Beneficios/Fábrica (Bs. millones/año)	497	383	409

Fuentes: JICA y OCEI

Se calcula que los despachos totales de las 94 fábricas del Área de Estudio lleguen a Bs. 254,640 millones, o US\$ 548 millones en 1996, a la tasa de cambio de Bs. 465 por US\$. Las fábricas de alimentos representan el 34,0%, o alrededor de un tercio del saldo de 66,0%, o aproximadamente dos tercios de las fábricas que no son de alimentos.

La tasa de beneficios para este año tendrá un promedio de 12,62% para la industria alimenticia, 16,40% para la industria no alimenticia y 15,11% para toda la industria manufacturera.

En lo que respecta a la producción de las fábricas, los despachos anuales serán un promedio de Bs. 3,936 millones para la industria alimenticia, Bs. 2,334 millones para la industria no alimenticia y Bs. 2,709 millones para toda la industria manufacturera. Igualmente, los beneficios anuales tendrán un promedio de Bs. 497 millones, Bs. 383 millones y Bs. 409 millones para la industria alimenticia, no alimenticia y manufacturera en general, respectivamente.

Posición Financiera de Cochineras

De acuerdo a las entrevistas el estado financiero de las cochineras es como sigue:

Item	Valores
Número de Cochineras	33
Número de Empleados	118
Ventas (Bs. millones/año)	3,629
Tasa de Beneficio (%)	2,5
Número de Empleados/Cochinera	3,58
Ventas/Cochineras (Bs. millones/año)	110
Beneficios/Cochinera (Bs. millones/año)	2,7

Fuentes: JICA y OCEI

Las ventas totales de las 33 cochineras del Área de Estudio serán Bs. 3,629 millones o US\$ 7,8 millones en 1996 a la tasa de cambio de Bs. 465 por US\$. La tasa de beneficio será en promedio 2,5%.

Las ventas y beneficios anuales serán en promedio Bs. 110 millones y Bs. 2,7 millones, respectivamente.

Las cochineras pertenecen a la industria de pequeña escala.

2.9.5 Posición Financiera de las Organizaciones Hidráulicas

Principales Características de las Tarifas de Agua de Hidroven

Hidroven es la organización nacional a cargo del suministro de agua y los sistemas cloacales y comprende 10 organizaciones regionales de suministro de agua,

Las tarifas del agua son iguales en toda la nación. Algunas de las características más notorias de estas regulaciones de las tarifas son:

- La estructura de las tarifas es que el precio de agua por volumen unitario de consumo varía de acuerdo con el volumen mensual de consumo de agua por cliente, y al mismo tiempo de acuerdo con los tipos de clientes, tales como clientes de viviendas de interés social, residenciales, comerciales e industriales.
- Se hará un ajuste periódico de tarifas considerando los cambios que se han hecho aparentes en un período anterior en cuanto a personal, electricidad y costos químicos y de mantenimiento.
- Las tarifas se determinan balanceando ingresos y costos.
- Los costos consisten en los costos operativos y el costo de instalación de los sistemas de suministro de agua y de cloacas.

Rendimientos Financieros de Hidrocapital e Hidrocentro

Hidrocapital cubre el Distrito Federal y el Estado Miranda, mientras que el Estado Aragua está bajo la jurisdicción de Hidrocentro.

Capítulo 2

Los rendimientos financieros de 1995 de las dos organizaciones de suministro de agua se presentan en la siguiente tabla:

Partida		Hidrocapital	Hidrocentro
Ingreso (miles Bs.)	(1)	12,685.352	3,500.000
Costo (miles Bs.)	(2)	28,612.099	3,545,062
Agua Producida (miles m ³)	(3)	824,468	447,988
Agua Vendida (miles m ³)	(4)	318.810	133.793
Relación Ingresos-Costo (%)	(1)/(2)	44,3	98,7
Costo Unitario Agua Producida (Bs/m ³)	(2)/(3)	34,7	7,9
Precio Unitario Agua Producida (Bs/m ³)	(1)/(3)	15,4	7,8
Precio Unitario Agua Vendida (Bs/m ³)	(1)/(4)	39,8	26,2
Relación de Agua Vendida (%)	(4)/(3)	38,7	29,9

Fuente: Memoria y Cuenta Año 1995, MARNR

Hidrocapital recibió ingresos por la venta de agua de Bs. 12,685 millones o US\$71,8 millones en 1995, a la tasa de cambio de Bs. 176,6 por US\$. Incurrió en costos totales de Bs. 28,612 millones, o US\$ 162,0 millones ese mismo año. Por lo tanto, la relación ingresos-costos es de 44,3%.

La producción anual de agua fue de 824.469 m³, de los cuales se vendieron 318.810 m³, la relación fue de 38,07%.

El costo unitario de agua producida se calcula en Bs. 34,7 por m³, mientras que el precio unitario de agua producida fue Bs. 15,4 por m³.

El precio unitario de agua vendida fue Bs. 39,8 por m³.

2.10 Plan Institucional

2.10.1 Organización Institucional

MARNR

El Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables, se fundó en conformidad con el Artículo 2 de la Ley de Administración del 26-12-1976 (ver Fig. 2.10-1). El Ministerio es principalmente responsable de acciones tales como la planificación y ejecución de actividades ordenadas por el Ejecutivo Nacional para la promoción de la calidad de vida, el ambiente y los recursos naturales renovables, y la elaboración y ejecución de programas de conservación, defensa, mejoramiento, regulación, explotación y uso de aguas, bosques, tierras y suelos, etc. (Artículo 36 Ley de Administración).

Aquí se presenta un esbozo de la organización bajo el MARNR para (1) La Agencia de la Cuenca del Río Tuy, y (2) HIDROCAPITAL.

Agencia de la Cuenca del Río Tuy

La presentación de la Agencia de la Cuenca del Río Tuy se describe por orden de Funciones, Organización, Personal, Aspectos Financieros y Oficinas.

(1) Funciones

La agencia encargada de llevar a la práctica este estudio es la Autoridad Unica del Area de la Cuenca del Río Tuy y el Talud Norte de la Región Montañosa Costera del Distrito Federal y el Estado Miranda.

La Agencia se creó con el Decreto No. 2.307 del 5 de junio de 1992, publicado en la Gaceta Oficial el 12 de abril de 1993. Su objetivo general es la administración integral relacionada con el ordenamiento territorial y la protección, defensa y mejoramiento ambiental del área crítica, con prioridad de tratamiento a la Cuenca del Río Tuy y el Talud Norte de la Región Montañosa Costera del Distrito Federal y el Estado Miranda.

Las funciones de la Agencia son las siguientes:

- Establecer las normas y lineamientos de carácter ambiental de la explotación y afectación de los recursos naturales renovables y el ordenamiento territorial.
- Elaborar, coordinar y ejecutar los planes, programas y proyectos de investigación, información, administración, gerencia, vigilancia, control, educación y normas ambientales, en el alcance territorial de la Autoridad Unica del Area, así como prever, procesar y generar los recursos financieros necesarios para su ejecución.
- Identificar y evaluar los proyectos dirigidos a la solución de los problemas ambientales, el ordenamiento del territorio y el desarrollo de los recursos naturales renovables, dentro de su alcance espacial y promover su ejecución.
- Llevar a cabo los servicios y la ejecución de los trabajos que están dirigidos a la recuperación y saneamiento ambiental y al mejoramiento de los recursos naturales renovables, dentro del alcance territorial de la Autoridad Unica del Area.
- Promover y coordinar a través del MARNR el financiamiento necesario para la ejecución de los trabajos para el mantenimiento ambiental, el ordenamiento territorial y el desarrollo de los recursos naturales renovables, bien sea de los sectores público o privado.

(2) Organización

La organización de esta Agencia se muestra en el cuadro de la Figura 2.10-2. Por lo tanto, la estructura de la Agencia de la Cuenca del Río Tuy se puede dividir en los siguientes componentes:

- Consejo Superior, es la entidad más alta de coordinación y soporte para la toma de decisiones de la Agencia. En conformidad con la ley debe estar integrada por 4 miembros, que son el Ministro del MARNR y los 3 gobernadores de estado de las áreas de la Agencia (Distrito Federal, Estado Miranda y Estado Aragua).

- Consejo Consultivo, es la entidad asesora de la Agencia y tiene una amplia representación y participación de los agentes sociales y gubernamentales. En conformidad con la ley debe estar integrada por 97 miembros de institutos públicos nacionales y regionales, los estados y las municipalidades y las asambleas legislativas, la asociación de empresas, la asociación de ciudadanos y los ambientalistas, quienes deciden sus actividades en la cuenca y el área pertinente.
- Dirección Ejecutiva, es la entidad directiva de la Agencia y está a cargo de la formulación de políticas y estrategias para el ambiente. De acuerdo con la ley debe estar integrada por 9 miembros como representantes del MARNR, el Instituto Nacional de Parques, Gobernadores de Estados, Alcaldes, Concejales Municipales y organizaciones no gubernamentales. Está presidida por el Gerente General de la Agencia.
- Gerencias Programáticas, están a cargo de la coordinación, formulación y supervisión de los programas y proyectos relacionados con el ambiente. Depende directamente de la Gerencia General.
- Gerencias Territoriales, están a cargo de la ejecución de programas y proyectos, a través de la coordinación y dirección de las unidades operativas.
- Unidades Operativas, tienen programas y proyectos específicos en áreas asignadas, o actividades para trabajar dentro de cada una de las Gerencias Territoriales.
- Las actividades específicas son procesar los permisos de construcción de carreteras, movimientos de tierras, explotación de arena, registro de actividades agrícolas, instalación de industrias.

(3) Personal

El número de personal en la agencia es un total de 161 miembros y la Tabla 2.10-1 muestra una clasificación. La Gerencia de Miranda que directamente controla la cuenca alta y media del Tuy tiene su propio personal (Tabla 2.10-2).

El título de profesiones se enumera en la Tabla 2.10-3 de la agencia en general.

En términos generales se puede observar que el tipo y número de profesionales corresponde a los objetivos de la Agencia de la Cuenca del Río Tuy, en lo que respecta a la administración integral del ordenamiento territorial y a la conservación y protección ambiental de la cuenca.

(4) Aspectos Financieros

(a) Presupuesto de la Agencia de la Cuenca del Río Tuy

El presupuesto de la Agencia de la Cuenca del Río Tuy para 1996 está asignado como se muestra en la Tabla 2.10-4.

Se puede observar que los gastos de personal absorben más de 2/3 del presupuesto total, reduciendo el trabajo de operaciones a la porción mínima.

(b) Financiamiento a través de la "Ley Paraguas"

- En lo que respecta a la ejecución de proyectos específicos, la Agencia de la Cuenca del Río Tuy ha estado promoviendo el Proyecto del Saneamiento Integral de la Cuenca del Río Tuy, solicitando asistencia financiera a instituciones internacionales y promoviendo la obtención del presupuesto de participación bajo la Ley Paraguas, según se ha conocido por la prensa de julio de 1996, la cual está siendo discutida en el Congreso Nacional.
- La Ley Paraguas autorizaría al Ejecutivo Nacional a emprender y ejecutar operaciones de crédito público durante el año fiscal de 1996, por una cantidad de aproximadamente 1,6 millones de dólares. La Agencia de la Cuenca del Río Tuy tendría la disponibilidad para la ejecución de proyectos de saneamiento a través del financiamiento de agencias internacionales.
- De acuerdo con la Ley Paraguas el financiamiento de proyectos se hace a través de convenios multilaterales y bilaterales. El financiamiento bilateral sería el más viable. Inicialmente en la Ley Paraguas se propusieron las cifras de US\$4,45 y 5,00 millones como presupuesto compartido para financiar el Mejoramiento Ambiental de la Cuenca del Río Tuy, durante el período de 1995 y 1996, de una cantidad total de US\$ 20 millones. Sin embargo, en 1995 no se hicieron desembolsos porque la ley no había sido aprobada, y se espera hacer las inversiones totales después de la aprobación de la ley.
- Durante el período 1997-1999 se ha solicitado una inversión de US\$100 millones para un total de US\$120 millones para un proyecto completo (Tabla 2.10-5).

HIDROCAPITAL

(1) Funciones

Las funciones de HIDROCAPITAL son:

- Mejorar la calidad de los servicios para satisfacer la demanda pública de agua.
- Expandir la cobertura del servicio para mejorar el acceso del público al agua.
- Mejorar el nivel de eficiencia en la operación del sistema y en la prestación del servicio.
- Garantizar la calidad del agua potable.
- Obtener financiamiento de fuentes externas.

- Facturar los precios de los servicios prestados tales como suministro de agua, y también los sistemas de cloacas y tratamiento de aguas residuales donde los hubiere.

(2) Organización

La estructura organizacional general de Hidrocapital se muestra en la Figura 2.10-3. La sección de Administración del Sistema se divide por regiones, correspondiendo al sistema Losada-Ocumare la sección de la Cuenca del Río Tuy alto y medio, y su estructura organizacional se muestra en la Fig. 2.10-4.

(3) Personal

El personal de Hidrocapital está clasificado en la Tabla 2.10-6, para un total de 716 personas.

(4) Aspectos Financieros

La situación del presupuesto de los últimos 3 años se presenta en la Tabla 2.10-7.

Se puede observar que el déficit ha venido aumentando constantemente desde 1993. Para el estimado del presupuesto de 1995, el costo de producción-distribución de agua representó el 84% de los gastos de HIDROCAPITAL, que llegó a la cantidad de unos US\$52 millones, mientras que los ingresos por la venta de agua fueron de sólo unos US\$27 millones, siendo aproximadamente la mitad de la producción total. Esta situación arroja un déficit considerable que tiene que ser compensado por el gobierno central. Por consiguiente, la situación de esta institución podría llegar a ser la misma que en 1989 dio lugar a la reestructuración de la organización de INOS a HIDROVEN y a las empresas hidrológicas regionales, entre las cuales está HIDROCAPITAL.

(a) Presupuesto

El presupuesto estimado (balance general) de HIDROCAPITAL se resumió en la Tabla 2.10-8.

El déficit estimado en 1995 es de alrededor de US\$34,25 millones, básicamente debido a la diferencia en los costos de producción-distribución de agua, y a los cargos aplicados al servicio.

(b) Cargos por Suministro de Agua, Cloacas y Tratamiento de Aguas Residuales.

Una resolución de los Ministerios de Fomento y del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables publicada en la Gaceta Oficial No. 283.727 del 1 de marzo de 1993 establece los cargos por el servicio de suministro de acueductos y la recolección, tratamiento y desecho de aguas residuales, y tiene vigencia en todos los territorios nacionales, excepto en aquellos distritos donde no se prestan dichos servicios.

Hay cuatro categorías en los usos de agua:

- **Uso residencial:** A ser aplicado a toda vivienda exclusivamente de uso residencial.
- **Uso Social:** Para viviendas exclusivamente residenciales que están ubicadas en áreas geográficas clasificadas como bajo nivel de ingresos.
- **Uso Comercial:** Las actividades están relacionadas con el comercio, incluyendo oficinas.
- **Uso Industrial:**
 - i) Industrias que usan agua como principal materia prima.
 - ii) Industrias donde el agua no es la principal materia prima.

Para fines de facturación se establece una cantidad mínima de consumo mensual de 15 m³/vivienda. Luego, considerando los valores extremos del consumo mínimo y alto para cada categoría, los cargos correspondientes se presentan en la Tabla 2.10-9.

El costo de producir 1 m³ de agua potable en 1995 era de Bs 23 ("*Balance Ambiental de Venezuela 1994-95*", MARNR, Página 14) aunque el costo real del volumen mínimo de consumo de 15 m³ sería Bs. 345. Entonces los costos del suministro de agua están subsidiados casi completamente para las categorías residencial y social y en los niveles menores de los usos comerciales e industriales.

Además, de acuerdo con la ley, los cargos establecidos servirán como base para la recolección y desecho de aguas residuales. Este cargo será un 10% mayor que el cargo de consumo de agua.

De acuerdo con la misma resolución, en los lugares en los que el servicio del tratamiento de aguas residuales sea posible, se cobrará un 10% más correspondiente a los acueductos y a la recolección y desecho de aguas residuales (Artículo 24).

Aunque estos últimos cargos no han sido aplicados todavía, se la elaborado una aplicación futura para cuando dichas plantas de tratamiento estén en operación por parte de las instituciones gubernamentales encargadas de ello.

En conformidad con la ley, las compañías hidrológicas regionales (en el caso del área de estudio es HIDROCAPITAL) decidirán los cargos a hacer a sus clientes. Sin embargo, los municipios también pueden establecer otras estructuras de precios cuando se necesite cubrir costos de operación.

Parece razonable que la misma institución recolecte los pagos para todos estos servicios, con cargo directo y basado en el suministro de agua. A pesar de todo un acuerdo entre la Agencia Tuy e Hidrocapital debería definir los términos de tales pagos.

2.10.2 Políticas Ambientales Nacionales

Marco Legal

El marco legal general de las políticas ambientales en Venezuela que se puede aplicar a la Cuenca del Río Tuy, comprende 24 leyes y regulaciones y sus características están ampliamente divididas en tres: ambiente, agua y actividades humanas (Tabla 2.10-10).

(1) Normas de Calidad de Agua

La regulación actualmente en vigencia y a ser aplicada al torrente alto y medio de la Cuenca del Río Tuy es el decreto 883 "Normas para la Clasificación y Control de la Calidad del Agua de los Cuerpos de Agua y Descargas de Efluentes Líquidos" publicado el 18 de diciembre de 1995.

Los principales puntos de las regulaciones comprenden las diversas etapas del agua desde su descarga en cloacas a la etapa de consumo y se comparan en la Tabla 2.2-1.

(2) Actividades de Fábricas

Las actividades de las fábricas industriales están reguladas por:

- Ley del Ambiente, Artículo 20, No. 1 y No. 6.
- Decreto No. 883 sobre descargas a redes cloacales y cuerpos de agua.

(3) Actividades de Explotación de Arena

Hay regulaciones específicas acerca de la explotación de arena que están contenidas en lo siguiente:

- (a) Ley del Ambiente, Artículo 20, No. 1, 2, 3, 4 y 5.
- (b) Ley de Minas y sus Estatutos:

Establece que las piedras de construcción y ornamento de cualquier otro tipo, que no sean piedras preciosas, arena, arcilla, caliza, etc., pertenecen al propietario de la tierra, quien las puede explotar sin requerimientos especiales. La explotación de estos materiales está bajo la vigilancia de la autoridad relacionada con la policía y la seguridad de los trabajos (Artículo 7).

- (c) Plan de Ordenamiento y Regulaciones de Uso del Área Crítica con Prioridad sobre el tratamiento de la Cuenca del Río Tuy.
- (d) El Decreto No. 2.219.

Para el caso de la Explotación de Arena establece que las normas corresponden al Tipo I, que comprende las exploraciones y explotaciones de minerales de construcción y ornamento, o de cualquier otro tipo que no sean piedras preciosas, a las cuales se refiere el Artículo 7 de la Ley de Minas.

- (e) El Decreto No. 2.220: Normas para la Regulación de actividades que pueden producir cambios de Flujo, Obstrucción de Lechos de los Ríos y Problemas de Sedimentación.

Establece que cualquier actividad que produzca cambios de flujo, obstrucción de lechos de ríos y problemas de sedimentación, se ejecutará con la debida autorización dada por el Ministerio del Ambiente.

(4) Actividades de Fincas Porcinas

Las actividades relacionadas con las fincas porcinas son las siguientes:

- (a) Ley del Ambiente, Artículo 20, No. 1.
- (b) Decreto No. 883 relacionado con descargas a cloacas y cuerpos de agua.
- (c) Decreto No. 635: Regulación de Actividades de Cochineras.

En este decreto para la regulación de las actividades de cochineras se dictamina lo siguiente:

- Todas las instalaciones de cochineras deben contar con mecanismos para controlar la contaminación generada por dicha actividad, cumpliendo con las normas legales que regulan esta materia.
- En las Zonas Protegidas establecidas en el Artículo 17, Números 1, 2, 3 y 4 de la Ley de Bosques y Aguas, se prohíben las actividades de cochineras.
- En la Región Capital, constituida por el Distrito Federal y el Estado Miranda y en los Estados Carabobo y Aragua, con la excepción del Distrito Urdaneta, no se permitirán ni expansiones ni nuevas instalaciones de fincas porcinas.
- Los propietarios de fincas porcinas ubicadas en las áreas mencionadas en el artículo anterior, que no cuentan con mecanismos para el control de la calidad del ambiente, requeridos por las correspondientes normas legales, estarán sometidos a los correspondientes procedimientos administrativos, desde el

momento en que se publique este Decreto, y serán sancionados en conformidad con los Artículos 25 y 26 de la Ley del Ambiente. Acción adicional será la clausura de las instalaciones, a fin de evitar la continuación de actividades nocivas para el ambiente. La clausura de las instalaciones antes mencionado será ordenado para que sea cumplido en un plazo máximo de dos años a partir de la publicación del presente Decreto.

Basado en lo señalado por el Decreto, las cochineras del área de estudio de la cuenca del río Tuy que no cumplan con las normas deberían haberse clausurados en Enero de 1992.

2.10.3 Aspectos Legales e Institucionales Relacionados con la Cuenca del Río Tuy

Hay nueve leyes y regulaciones específicamente relacionadas con la Cuenca del Río Tuy, que se clasifican en términos amplios en tres: Conservación, Desarrollo y Administración (Tabla 2.10-11).

Contaminación de Agua

Para aplicar las normas legales vigentes para la reducción de la contaminación actual, hay siete industrias cuyos programas de instalación han sido aprobados por el MARNR, a continuación se da la lista con el nombre de la compañía y la fecha programada:

Nombre de la Compañía	Fecha de Culminación
Matadero VITO	Mayo, 1996
Inversiones ALNACA	Julio, 1996
INPRODECA	Enero, 1997
LA MONSERRATINA	Diciembre, 1996
Textiles ARAGUA	Abril, 1996
RON SANTA TERESA	Julio, 1998
FTISA	Agosto, 1996

Fuente: Agencia del Río Tuy, Oficina de Miranda

En la Figura 2.10-5 se da un ejemplo del programa de instalación aprobado para RON SANTA TERESA.

Uso de Tierras

El uso de la tierra está regulado en la Cuenca del Río Tuy por el Decreto No. 2.308 (5-6-1992): Plan de Ordenación y Regulación del Uso del Área Crítica con prioridad del Tratamiento de la Cuenca del Río Tuy.

Los usos permitidos para la Cuenca del Río Tuy en las Zonas correspondientes a este estudio son:

- Sub-Cuenca Tuy Alto: Agricultura, urbanismo, recreación, industria y explotación mineral; y

- Sub-Cuenca Tuy Medio: Agricultura, urbanismo, industria.

2.10.4 Cumplimiento de las Leyes

En lo que respecta a hacer cumplir las leyes, se discute aquí el castigo en caso de infracciones.

Varias leyes establecen penalidades para muchas actividades prohibidas como se muestra en la Tabla 2.10-12.

Igualmente, la Ley del Ambiente establece que después de la aplicación de las multas correspondientes se pueden tomar otras acciones como:

- Ocupación temporal, total o parcial de las fuentes contaminantes, que no puede exceder los 6 meses;
- Cierre temporal o permanente de fábricas o instituciones que son la causa de la contaminación ambiental;
- Cierre temporal o permanente de la fuente de actividad de la contaminación;
- Modificación o demolición de edificaciones que violan las regulaciones sobre la protección, conservación o defensa del ambiente; y
- Cualquier otra medida para corregir o reparar los daños producidos y para evitar la continuación de acciones nocivas al ambiente.

La Oficina de la Agencia del Río Tuy en el Estado Miranda reporta las siguientes actividades para el estudio durante el período 1994-1995:

1994

- 560 casos de control de permisos y/o control de actividades de afectación de los recursos naturales renovables.
- 784 casos de procedimientos de sanciones administrativas, entre los cuales a 523 casos les fueron impuestas multas.
- 210 casos de inspección y control de industrias que descargan efluentes líquidos (incluyen las industrias que extraen minerales no metálicos).
- 157 casos de registros de industrias que degradan el ambiente.
- 110 casos de control de repoblación forestal hechos por las personas que han obtenido permisos para tala de árboles.
- 137 casos de análisis, procesamiento y autorización de solicitudes para movimientos de tierra, incluyendo extracción de arena y rocas, construcción de caminos, desarrollos urbanos y galpones agrícolas.
- 518 casos de análisis y procesamiento de solicitudes de deforestación para propósitos agrícolas.

1995

- 260 casos de procedimientos de sancionamiento administrativo
- 107 casos de control de industrias con descarga de efluentes líquidos (incluye industrias, fincas porcinas, hoteles y otros).
- 3 fincas porcinas fueron cerradas por las fuerzas públicas en el sector Bautismo de Guatire.
- Análisis y procesamiento de solicitudes de:
- 100 casos de variables ambientales
- 3 casos de ocupación de territorio
- 80 casos de movimientos de tierras
- 260 casos de deforestación con fines agrícolas.

2.11 Educación y Conciencia Pública

2.11.1 Dentro del campo de la Agencia del Río Tuy

Dentro de Agencia de la Cuenca del Río Tuy esta responsabilidad esta en las manos de la Gerencia Programático de Participación, Educación y Relaciones con los Usuarios (Gerencia Programático de Participación y Relaciones con los Usuarios).

Esta oficina de Gerencia esta directamente bajo la Gerencia General de la Agencia de la Cuenca del Río Tuy.

Sus actividades principales son:

- Ejecución de trabajos para la elaboración del Plan Local de Ordenación y Gestión Ambiental, (PLOGA) con la participación de representativas de asociaciones residentes de los municipios y el gobierno local, para la formulación y propuesta de solución de los problemas ambientales.
- Participación en las reuniones de asociaciones residentes de los municipios con el propósito de recabar información.
- Entrevistas con alcaldes, concejales y representantes públicos.
- Ejecución de seminarios para fabricantes: "Los fabricantes y su participación en la Gerencia Ambiental".
- Elaboración del plan de entrenamiento para la Agencia, el cual será de guía para el entrenamiento y desarrollo de los recursos humanos.
- Publicación de invitaciones a cursos para el personal; Procesamiento y evaluación de las planillas. En el segundo semestre de 1994, treinta y cinco oficiales fueron inscritos in los cursos de entrenamiento. Además, otros diez oficiales están estudiando cursos de postgrado.
- Participación con el equipo de trabajo coordinado por ODEPRI (Oficina para el Desarrollo Profesional y Relaciones Internacionales) para la elaboración y

diseño del programa de entrenamiento para Gerencia Integrada de las áreas de la costa en Venezuela, para ser supervisado por el Ministerio del Ambiente.

- Publicación del Boletín Informativo de la Agencia.
- Elaboración del Plan Operativo de la Agencia 1995.
- Elaboración del informe financiero anual 1995 (Memoria y Cuenta 1995) correspondiente a Cuenca de la Agencia del Río Tuy para someterlo a la contabilidad financiera de la Comisión del Ministerio del Ambiente.
- Participación en el Primer Congreso Mundial de Educación Ambiental, llevado a cabo en Caracas en 1995, con una presentación relacionada con la metodología de participación del público: "Planes Locales de Ordenamiento y Gerencia Ambiental (PLOGA)".
- Publicación de artículos en periódicos locales acerca de la gerencia de Agencia de la Cuenca del Río Tuy.
- Publicación de "Patrones de Control de Calidad Ambiental", una guía para fabricantes, 1993.
- Otros

2.11.2 Cooperación Entre el Ministerio de Educación y el MARNR

El 26 de marzo de 1996, se firmó un acuerdo entre el Ministerio de Educación y el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales Renovables. Su propósito principal es unificar, formular y coordinar programas y proyectos para estimular la educación ambiental en el proceso de desarrollo de Venezuela.

Más adelante, el acuerdo será ajustado a un plan básico operativo para ser aprobado por ambas partes lo cual tendrá los siguientes lineamientos:

- Evaluación y reconsideración de la educación ambiental en el diseño del currículum de educación a diferentes niveles; pre-escolar, primaria, secundaria, terciaria y educación de post graduado.
- Integración de estrategias metodológicas de educación ambiental en guías prácticas de actividades de los profesores a nivel preescolar.

Además, posteriores tópicos serán considerados: la incorporación de contenidos ambientales en la educación primaria, introducción de información ambiental y enseñanza técnica en la secundaria y educación superior.

Aparte de la educación pública, el entrenamiento del personal para educación ambiental también está siendo considerado para ser graduado.

El acuerdo contiene la promoción de educación ambiental con diferentes categorías: adultos, militares, indígenas y área fronteriza.

No se dispone de información de acciones a corto plazo porque solamente han pasado unos pocos meses desde la firma del acuerdo.