

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
PARA
EL PROYECTO DE REHABILITACION DE
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL INTERIOR
EN
LA REPUBLICA DE GUATEMALA

ENERO DE 1999

JICA LIBRARY



J 1149233 (7)

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.

GR0

CR(3)

99-032

LIBRARY

**INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
LA REPUBLICA DE GUTATEMALA**

**INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO
PARA
EL PROYECTO DE REHABILITACION DE
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL INTERIOR
EN
LA REPUBLICA DE GUATEMALA**

ENERO DE 1999

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON

KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.

NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.



1149233 {7}

PREFACIO

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República de Guatemala, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para el Proyecto de Rehabilitación de Planta de Tratamiento de Agua Potable en el Interior de la República de Guatemala y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Guatemala una misión de estudio desde el 26 de julio hasta el 3 de septiembre de 1998.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Guatemala y realizó las investigaciones en los lugares destinados al Proyecto. Después de su regreso al Japón, la misión realizó más estudios analíticos. Luego se envió otra misión a Guatemala con el propósito de discutir el borrador del diseño básico y se completó el presente informe.

Espero que este informe sirva al desarrollo del Proyecto y contribuya al promover las relaciones amistosas entre los dos países.

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a las autoridades pertinentes del Gobierno de la República de Guatemala, por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Enero, 1999



Kimio Fujita
Presidente

Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Encero, 1999

ACTA DE ENTREGA

Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto de Rehabilitación de Planta de Tratamiento de Agua Potable en el Interior de la República de Guatemala.

Bajo el contrato firmado con JICA, Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd. y Nihon Suidō Consultants Co., Ltd., hemos llevado a cabo el presente Estudio desde el 15 de julio de 1998 hasta el 22 de Febrero de 1999. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del Proyecto en plena consideración a la situación actual de Guatemala, y hemos planificado el Estudio más apropiado para el Proyecto dentro del marco de la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón.

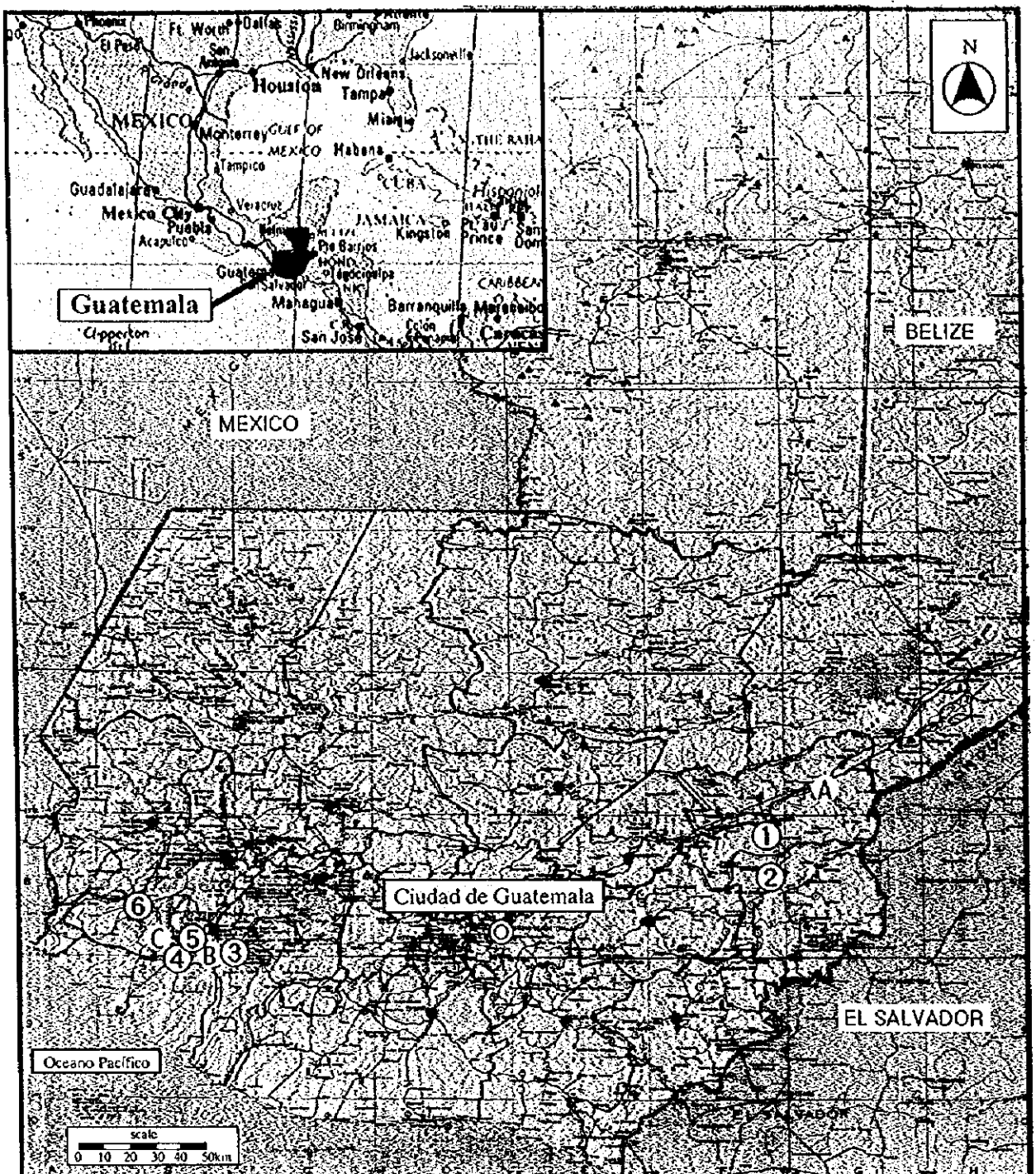
Esperamos que este Informe sea de utilidad en el desarrollo del Proyecto.

Muy atentamente,



Masaaki Shindo

Jefe del Equipo de Ingenieros
Misión de Estudio de Diseño Básico
sobre el Proyecto de Desarrollo de las
Aguas Subterráneas en el Altiplano Central
de la República de Guatemala
Kyowa Engineering Consultants Co. Ltd.

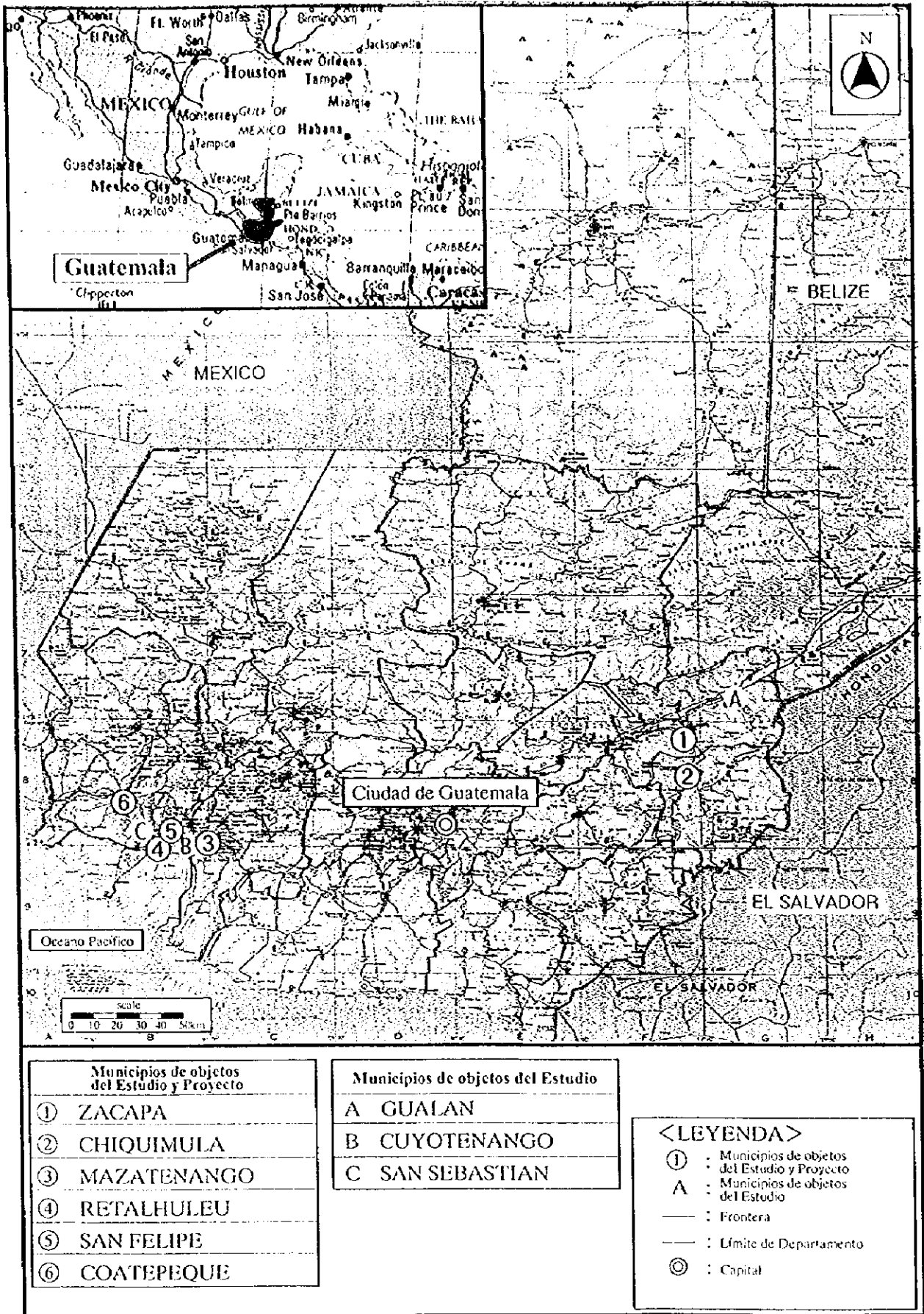


Municipios de objetos del Estudio y Proyecto	
①	ZACAPA
②	CHIQUIMULA
③	MAZATENANGO
④	RETALHULEU
⑤	SAN FELIPE
⑥	COATEPEQUE

Municipios de objetos del Estudio	
A	GUALAN
B	CUYOTENANGO
C	SAN SEBASTIAN

<LEYENDA>	
①	: Municipios de objetos del Estudio y Proyecto
A	: Municipios de objetos del Estudio
—	: Frontera
—	: Límite de Departamento
⊙	: Capital

Mapa de Municipios de objetos del Estudio y Proyecto



Mapa de Municipios de objetos del Estudio y Proyecto

INFORME DE DISEÑO BASICO

INDICE

Prefacio

Acta de Entrega

Mapa de Municipios de objetos del Estudio y Proyecto

Lista de Tablas

Lista de Figuras

Abreviaturas

Capítulo 1 Antecedentes de la solicitud	1
1.1 Antecedentes de la solicitud	1
1.2 Antecedente hasta la presentación de la solicitud	4
1.3 Solicitud adicional	5
Capítulo 2 Contenido del Proyecto	6
2.1 Objetivo del Proyecto	6
2.2 Concepción básica del Proyecto	6
2.3 Estimación de demanda de agua y capacidad de diseño de las instalaciones	8
2.3.1 Estimación de demanda de agua	8
2.3.2 Capacidad de diseño de las instalaciones	16
2.4 Selección de municipios objeto del Proyecto	23
2.5 Diseño básico	26
2.5.1 Política del diseño	26
2.5.2 Plan básica	28
2.5.3 Diseño de instalaciones	34
2.5.4 Plan de abastecimiento de equipos y materiales	53

Capítulo 3 Plan de trabajos	55
3.1 Plan de ejecución de las obras	55
3.1.1 Procedimiento de ejecución de obras	55
3.1.2 Política de la ejecución de obras	56
3.1.3 Precauciones para la ejecución de obras	59
3.1.4 División de ejecución de obras	60
3.1.5 Plan de supervisión de la ejecución de obras	60
3.1.6 Plan del monitoreo de efecto del Proyecto ejecutado	64
3.1.7 Plan de adquisición de equipos y materiales	74
3.1.8 Proceso de la ejecución	76
3.1.9 Puntos que son responsabilidad de Guatemala	78
3.2 Gastos estimados	79
3.2.1 Gastos a cuenta de Guatemala	79
3.2.2 Plan de administración, mantenimiento y operación	79
Capítulo 4 Evaluación del proyecto y propuestas	88
4.1 Demostración y verificación sobre la justificación y los efectos de beneficio	88
4.2 Recomendaciones	90

[Lista de Tablas]

Tabla 1	El contenido del proyecto solicitado
Tabla 2	Estimación de la población futura de cada municipio
Tabla 3	Tasa de difusión actual (1998)
Tabla 4	Cantidad de abastecimiento de agua del Proyecto
Tabla 5	Volumen de diseño
Tabla 6	Demanda de agua en el futuro y medidas deseables a ser tomadas en el futuro en cada municipio
Tabla 7	Condiciones para la evaluación de la justificación como el objeto del Proyecto
Tabla 8	Los puntos problemáticos y concepto del método de rehabilitación
Tabla 9	Diseño de la tubería de conducción de agua
Tabla 10	Valor de diseño para las instalaciones de la planta de tratamiento de agua
Tabla 11	Capacidad requerida para el transformador en el régimen estable
Tabla 12	Resumen del resultado del diseño de instalaciones
Tabla 13	Instrumentos a abastecerse
Tabla 14	División de la ejecución de obra
Tabla 15	Indices de evaluación por monitoreo y datos obtenidos
Tabla 16	Resultado de la recolección de principales datos básicos en el Estudio de Diseño Básico
Tabla 17	Contenido de trabajos del monitoreo del efecto del Proyecto ejecutado
Tabla 18	Equipos y materiales a ser usados en las obras de construcción
Tabla 19	Lugar de adquisición de principales equipos y materiales
Tabla 20	Tabla de los procesos de ejecución de trabajos
Tabla 21	Comparación de ingreso total acumulado
Tabla 22	Listado de la tarifa revisada por cada municipio
Tabla 23	Población beneficiada por este Proyecto

[Lista de Figuras]

Figura 1	Demanda futura de agua y capacidad de tratamiento de agua
Figura 2	Resultado del análisis de calidad de agua
Figura 3	Contenido de la rehabilitación de las instalaciones
Figura 4	Organización para la ejecución de las obras
Figura 5	División de las zonas objeto de Proyecto y de las áreas de ejecución de obras
Figura 6	Sistema de ejecución del monitoreo y la evaluación del efecto del Proyecto ejecutado
Figura 7	Gráfica de la tarifa mínima de agua potable para cada municipio

【Abreviaturas】

BID	Banco Interamericano de Desarrollo
COPECAS	Comité Permanente de Coordinación de Agua y Saneamiento
EMPAGUA	Empresa Municipal de Agua de Guatemala
INE	Instituto Nacional de Estadística
INFOM	Instituto de Fomento Municipal
MSPYAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
OMS	Organización Mundial de la Salud
SEGEPLAN	Secretaría General de Planificación Económica
SRH	Secretaría de Recursos Hidráulicos
UNEPAR	Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales

CAPITULO 1 ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

CAPITULO 1 ANTECEDENTES DE LA SOLICITUD

1.1 Antecedentes de la solicitud

Para mejorar el ambiente que rodea la vida del pueblo, la República de Guatemala (en adelante Guatemala) consideró el mejoramiento de la tasa de difusión de acueducto como el tema más prioritario y preparó en el año 1981 "EL PLAN DECENAL SOBRE LA MEJORA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE Y SANIDAD" y elaboró en el año 1987, con la colaboración del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), "EL PLAN MAESTRO DEL MEJORAMIENTO DE ACUEDUCTO Y SANEAMIENTO NACIONAL". En "EL PLAN NACIONAL QUINQUENAL (del 1996 al 2000)" declarado por el Gobierno actual que inició su mandato en el año 1996, está dando una alta prioridad al fortalecimiento en el campo de acueducto y saneamiento. El mejoramiento del estado de salud del pueblo, la mejora del ambiente que rodea la vida del pueblo y la reducción de las enfermedades infecciosas provenientes del agua son las metas a lograr en dicho plan.

Los municipios regionales de Guatemala, venían dependiendo del agua de manantiales y de ríos como fuentes de agua potable. Sin embargo, se están presentando situaciones que no se pueden cubrir con el agua de manantial la cantidad necesaria de agua potable debido a la concentración de la población en las ciudades en los últimos años, por lo tanto se está aumentando el porcentaje de la dependencia de agua de los ríos. Por otra parte, la calidad del agua de ríos viene empeorando año tras año a causa de las actividades de desarrollo de la cuenca de los ríos, la descarga sin control de aguas residuales domésticas de los habitantes que viven en las cercanías de ríos, etc. De estos municipios regionales, hay 23 municipios que están abasteciendo el agua tratada por medio de sus plantas de tratamiento de agua. Sin embargo, de estas plantas, hay algunas plantas que tienen más de 30 años de servicio desde su construcción y hay muchas plantas que tienen problemas por empeoramiento tanto de la calidad como de la cantidad del abastecimiento de agua potable a la población debido a la disminución de la capacidad de tratamiento de agua debido al envejecimiento de las instalaciones, a las averías de aparatos, etc. En algunos municipios, la capacidad de tratamiento de agua no puede satisfacer la demanda de agua potable, hay casos que se están abasteciendo agua desde el tanque de distribución de agua enviando directamente el agua cruda sin hacer tratamiento alguno. La reducción en la cantidad y calidad de agua potable se traduce en la falta de pago de la tarifa de agua por los habitantes y está causando dificultades en la administración de la empresa de servicio de agua potable, y esto no sólo provoca un círculo vicioso de falta de pago y dificultad en la administración sino también ocasiona una influencia grave a la sanidad de los habitantes con la generación de enfermedades infecciosas transmitidas por el agua como el caso de cólera, diarrea, etc.

En estas circunstancias, el Instituto de Fomento Municipal (en adelante INFOM) que es la

autoridad competente del servicio de mejoramiento de acueducto y saneamiento en los municipios y zonas rurales de Guatemala preparó en 1996 "EL PLAN DE ACCION : REHABILITACION DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL INTERIOR DE LA REPUBLICA" y, de las instalaciones de plantas de tratamiento de agua existentes en los 23 municipios, se seleccionaron 9 plantas las cuales tienen una alta necesidad de tomar medidas urgentemente para mejorar la situación alarmante de la falta de agua potable y el empeoramiento de calidad de agua. El Gobierno de Guatemala ha considerado el proyecto de rehabilitación de estas 9 plantas de tratamiento de agua como proyecto modelo para la rehabilitación de las plantas de tratamiento de agua municipales y ha solicitado al Gobierno de Japón la ejecución de este Proyecto por la Cooperación Financiera No Reembolsable.

El contenido del Proyecto solicitado al Gobierno de Japón es el siguiente;

- 1) Meta superior: Mejorar adecuadamente las instalaciones de las 23 plantas de tratamiento de agua que están en los 23 municipios regionales.
- 2) Meta del Proyecto: Asegurar las instalaciones de tratamiento de agua de acuerdo con la demanda de cantidad de agua estimada para el año 2000 considerando como objeto del Proyecto las instalaciones de tratamiento de agua de los 9 municipios que requieren urgentemente el mejoramiento y la rehabilitación.
- 3) Resultados esperados: En los 9 municipios, se construirán las instalaciones que garanticen el abastecimiento de agua potable con buena calidad y en cantidad estable, y se estructurará un sistema de mantenimiento y administración sostenible.
- 4) Contenido del Proyecto: El contenido de la rehabilitación solicitada para los establecimientos de tratamiento de agua de los 9 municipios es tal como se indica en la Tabla 1.

Tabla 1 El contenido del proyecto solicitado

Nombre de municipio	Instalación de captación de agua.	Instalación de conducción de agua	Instalación de tratamiento de agua	Instalación de tanque de distribución
1) Zacapa (Dep. de Zacapa)	Instalar compuerta para descargar arena.	-	Cambiar caudalímetro, aparato de dosificación de producto químico (sulfato de aluminio, cal apagada), válvulas de sedimentador y equipos de desinfección. Construir unidad de filtración rápida.	Instalar caudalímetro
2) Gualán (Dep. de Zacapa)	Construir nueva presa de captación de agua.	Tender línea de conducción de agua.	Cambiar caudalímetro, válvulas de sedimentador y equipos de desinfección. Instalar equipos de dosificación de producto químico (sulfato de aluminio, cal apagada). Construir tanque de floculación y unidad de filtración rápida.	Instalar caudalímetro
3) Chiquimulá (Dep. de Chiquimulá)	-	Cambiar línea de conducción de agua de \varnothing 300 A	Cambiar caudalímetro, válvulas de sedimentador y equipos de desinfección. Instalar equipos de dosificación de producto químico (sulfato de aluminio, cal apagada). Construir tanque de floculación y unidad de filtración rápida.	Cambiar tubo de afluencia y válvulas. Instalar caudalímetro
4) Mazatenango (Dep. de Suchitepeque)	-	Tender línea de conducción de agua de \varnothing 300 A	Cambiar caudalímetro, aparato de dosificación de producto químico (sulfato de aluminio, cal apagada), válvula de descarga de lodo de sedimentador y equipos de desinfección. Construir unidad de filtración rápida.	Instalar caudalímetro
5) Cuyotenango (Dep. de Suchitepeque)	-	Tender línea de conducción de agua de \varnothing 250 A	Cambiar caudalímetro, válvula de descarga de lodo de sedimentador y equipos de desinfección. Instalar equipos de dosificación de producto químico (sulfato de aluminio, cal apagada). Construir tanque de floculación y unidad de filtración rápida.	Cambiar válvula de afluencia. Instalar caudalímetro
6) Retalhuleu (Dep. de Retalhuleu)	-	Tender línea de conducción de agua de \varnothing 250 A	Cambiar caudalímetro, equipos de dosificación de producto químico (sulfato de aluminio, cal apagada), plaquetas de inclinación de sedimentadores y equipos de desinfección. Construir unidad de filtración rápida.	Cambiar tubo de afluencia. Instalar caudalímetro
7) San Sebastián (Dep. de Retalhuleu)	-	Tender línea de conducción de agua de \varnothing 250 A	Cambiar caudalímetro, plaquetas de inclinación de sedimentadores y equipos de desinfección. Instalar equipos de dosificación de producto químico (sulfato de aluminio, cal apagada). Construir tanque de floculación y unidad de filtración rápida.	Instalar caudalímetro.
8) San Felipe (Dep. de Retalhuleu)	Instalar presa de captación de agua.	Tender línea de conducción de agua.	Cambiar caudalímetro y equipos de desinfección. Construir unidad de filtración.	Instalar caudalímetro
9) Coatepeque (Dep. de Quetzaltenango)	-	-	Cambiar caudalímetro, aparato de dosificación de producto químico (sulfato de aluminio, cal apagada), plaquetas de inclinación de sedimentadores y equipos de desinfección. Mejorar unidad de filtración rápida.	Cambiar tubo de afluencia y válvulas. Instalar caudalímetro

1.2 Antecedente hasta la presentación de la solicitud

Las 9 plantas de tratamiento de agua que son objetos de la solicitud fueron seleccionadas de 23 plantas de tratamiento de agua existentes en Guatemala de acuerdo con el criterio abajo señalado. Guatemala no estableció ningún orden de prioridad entre estas 9 plantas.

- ① Estar en la situación alarmante de falta de agua potable y tener la necesidad de ejecutar urgentemente las mejoras de sus instalaciones.
- ② Tener mucha voluntad entusiasta tanto la municipalidad como el personal relacionado con la empresa de acueducto para mejorar la situación de abastecimiento de agua potable y estar dispuesto para arreglar el sistema de operación, mantenimiento y administración bajo una orientación e instrucción de INFOM.
- ③ Ser muy difícil de cubrir los fondos necesarios para realizar el proyecto propuesto con las finanzas propias de la municipalidad y no tener expectativas de recibir ninguna cooperación financiera de otras instituciones.
- ④ Estar situados en una forma relativamente agrupada los municipios correspondientes al objeto de la solicitud y no existir problemas esenciales de acceso a cada una de sus instalaciones.

Además, después de esta selección, al presentar la solicitud al Gobierno de Japón, se concertó un convenio con respecto a los siguientes 4 puntos entre INFOM y cada uno de los municipios objeto de la solicitud;

- a. Sobre la falta de agua potable
- b. Mantenimiento y administración
- c. Solicitud para otros organismos e instituciones
- d. Realización de los puntos que son de la responsabilidad de Guatemala

Para el resto de 14 municipios, INFOM tiene previsto realizar los estudios de sus instalaciones después del año 2000. De esos 14 municipios, hay algunos municipios con un estado financiero relativamente bueno por lo que se está considerando alguna posibilidad de realizar un proyecto por el financiamiento de organismos exteriores como BID, etc.

1.3 Solicitud adicional

INFOM que es el organismo ejecutor del Gobierno de Guatemala solicitó el abastecimiento de materiales de análisis de calidad de agua para monitorear la calidad de agua potable en cada municipio con la intención de lograr una administración eficiente y duradera de este Proyecto. Los materiales de abastecimiento serán limitados para aquellos que sirven analizar los ítems del índice de calidad de agua que se requieren como mínimo para la operación diaria de la planta y serán los siguientes:

Juego de instrumentos del ensayo de jarra, termómetro, turbidímetro, colorímetro, medidor de pH, medidor de cloro residual, instrumentos de vidrio, mesa, silla, gabinete, etc.

CAPITULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO

CAPITULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO

2.1 Objetivo del Proyecto

En "EL PLAN NACIONAL QUINQUENAL (del 1996 al 2000)" declarado por el Gobierno actual que inició su mandato en el año 1996, está dando una alta prioridad al fortalecimiento en las instalaciones relacionadas con acueducto, saneamiento y sanidad. Y entre otras cosas, en este plan se considera como el tema importante la realización del mejoramiento del estado de salud del pueblo, de la mejora del ambiente que rodea la vida del pueblo, de la reducción de las enfermedades infecciosas provenientes del agua, etc., por medio del abastecimiento estable de buena calidad de agua potable.

Conforme a "EL PLAN NACIONAL QUINQUENAL", INFOM preparó "PLAN DE ACCION" en el cual está fijado el año 2010 como el año de meta. Para tratar de modernizar la administración, mantenimiento y operación de las instalaciones de tratamiento de agua localizadas en 23 municipios de Guatemala, en este PLAN DE ACCION están planteadas la presentación de la política de mejoramiento de las instalaciones de acueducto de cada municipio de acuerdo con la cantidad de demanda de agua a abastecer estimada para el futuro y la ejecución de las obras de rehabilitación necesarias para las instalaciones de tratamiento de agua de los 9 municipios que se requieren urgentemente el mejoramiento y rehabilitación. En estos 9 municipios, los habitantes están en una pésima situación de agua potable, ya que la cantidad de agua a ser abastecida es inestable y la calidad de agua no es apta para servir como agua potable debido al envejecimiento de las instalaciones de tratamiento de agua.

El objetivo del presente Proyecto será de abastecer buena agua potable tanto en la cantidad como en la calidad para el futuro después de que el sistema de acueducto sea rehabilitado en los municipios correspondientes al objeto del presente Proyecto. Por otra parte, para que se logren una administración, mantenimiento y control adecuados, se darán recomendaciones sobre la formación de la estructura de apoyo para el Proyecto en INFOM que es el organismo ejecutor del Gobierno de Guatemala y la de la estructura de administración, mantenimiento y control de los municipios correspondientes al Proyecto que serán beneficiarios de la Cooperación.

2.2 Concepción básica del Proyecto

La concepción básica relacionada con el mejoramiento por la rehabilitación de las instalaciones de tratamiento de agua en cada municipio será tal como se indica a continuación;

- ① Meta planeada: Será considerado el año 2002 como el año de meta de este Proyecto en el que esté prevista la terminación de todas las obras de las instalaciones de tratamiento de

agua a ser rehabilitadas por la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón. Por otra parte, este Proyecto tendrá como meta el mejorar los ambientes sanitarios de la vida de la población de los municipios mediante el abastecimiento de agua segura, que cumpla las normas de Guatemala sobre el agua potable, para la población expuesta al peligro de las diarreas y enfermedades infecciosas provenientes del agua.

② Escala de instalaciones planeadas: La capacidad del agua tratada planeada será la correspondiente a una escala tal que satisfaga la cantidad de agua demandada por cada municipio en el año 2002, siendo ésta con la inclusión de la suma de la cantidad de agua abastecida por otras fuentes de agua existentes tales como los pozos que posee cada municipio. Si se trata de algún municipio que no tenga como alternativa otras fuentes de reemplazo tales como los pozos, pero si en cambio, tiene un caudal suficiente del río que se utiliza como la fuente de agua, la capacidad de las instalaciones de planta de tratamiento de agua posterior a la rehabilitación será la correspondiente a una escala que satisfaga la cantidad de agua demandada en el año 2002. Además, la escala de las instalaciones tendrá que ser tal que permita realizar la administración y mantenimiento de las instalaciones rehabilitadas de acuerdo con la capacidad financiera de los municipios objeto del Proyecto. Para la decisión de la cantidad de agua demandada planeada se tomaron en cuenta los siguientes puntos;

- Consumo de agua per cápita por día: Irá incrementándose gradualmente hasta 150 l/persona/día que es el consumo de agua per cápita por día planeado para el futuro, teniendo en cuenta el nivel de dependencia de agua subterránea en base al consumo actual de agua per cápita por día (entre 66 y 150 l/persona/día) de cada municipio.
- Población abastecida de agua: Se tomarán los datos de la población abastecida de agua y la tasa de difusión de abastecimiento de agua (entre 29 y 73 %) en la actualidad para cada municipio como base para el cálculo y se hará este cálculo suponiendo la tasa de crecimiento de población hasta la tasa de difusión planeada (90 % en la zona urbana) en el año 2010 (el año de la meta final según el Plan de Acción) respecto al valor estimado de la población futura.

③ Alcance de la Cooperación: En este Proyecto, la parte japonesa realizará las obras de rehabilitación efectivas para las instalaciones existentes, desde la captación de agua hasta el tanque de distribución de agua. Mientras tanto, la parte guatemalteca se encargará del mejoramiento de la red de distribución de agua posterior al tanque de distribución y, también se encargará de la operación y administración adecuada de las instalaciones a ser rehabilitadas por la parte japonesa.

- ④ Contenido de instalaciones planeadas: Se preparará un plan de rehabilitación que permita demostrar dentro de lo posible la capacidad prevista originalmente para el tratamiento de agua de las instalaciones existentes o un plan de mejora para aumentar la capacidad de tratamiento de agua más que la prevista originalmente. Sin embargo, en caso de ser imposible de tratarlo con el sistema actual de las instalaciones existentes debido a la variación de la calidad de agua en la propia fuente de agua, dicho sistema será reemplazado por otro sistema que permita el tratamiento. En el futuro, en caso de juzgarse difícil el tratamiento debido al progreso de la contaminación de la calidad de agua de la fuente, se considerará, dentro de lo posible, otra fuente de agua reemplazante como la de aguas subterráneas respecto al aumento de la demanda de agua.
- ⑤ Nivel de mejoramiento: Será propuesto a Guatemala el estilo y nivel de las instalaciones que corresponda a la capacidad técnica relacionada con la administración, operación y mantenimiento del lugar del Proyecto.
- ⑥ Adquisición de aparatos y materiales: Para cada planta de tratamiento de agua se adquirirán y entregarán los instrumentos de análisis que sirvan para analizar los ítems del índice de calidad de agua imprescindibles y básicos para el control diario de operación de la planta de tratamiento de agua.

2.3 Estimación de demanda de agua y capacidad de diseño de las instalaciones

2.3.1 Estimación de demanda de agua

(1) Norma y condiciones para la estimación de demanda de agua

- 1) Censo que se usa para la estimación de población: Censos del año 1981 y 1994 (de INE: Instituto Nacional de Estadística)
- 2) Período de la estimación: del año 1998 al año 2010
- 3) Método de la estimación de población futura: Se busca la tasa promedio de incremento de población en estos últimos 13 años basándose en los datos de los censos arriba indicados que se realizaron 2 veces hasta el presente y se estima una población futura.

- 4) Estimación de la demanda de agua: Se establecerá la tasa de difusión futura de agua potable y junto con la población futura estimada se calculará la población de abastecimiento de agua. Se calculará la demanda de agua doméstica multiplicando la población de abastecimiento de agua por el consumo de agua per cápita por día. La demanda total de agua será buscada sumando la demanda de agua doméstica y otras demandas de agua. La cantidad de agua de abastecimiento planeada se buscará considerando una tasa efectiva que se obtendrá con la adición de cantidad de agua no rentable como fuga de agua, etc., en la demanda total de agua.

(2) Estimación de la población futura

Como se muestra en la Tabla 2, se ha calculado la población futura de cada municipio correspondiente al objeto del Proyecto conforme a las condiciones arriba mencionadas.

Tabla 2 Estimación de la población futura de cada municipio

Nombre de Municipio	Dato de Censo		Población futura																
	1981	1994	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010				
1 ZACAPA	Urbana	12,482	16,386	17,817	18,195	18,580	18,974	19,377	19,787	20,207	20,635	21,073	21,519	21,976	22,442	22,917			
	Rural	21,211	27,759	30,155	30,785	31,429	32,086	32,756	33,441	34,140	34,853	35,582	36,325	37,084	37,859	38,651			
	Total	33,693	44,145	47,972	48,980	50,009	51,060	52,133	53,228	54,346	55,488	56,654	57,845	59,060	60,301	61,568			
2 GUALAN	Urbana	5,470	6,369	6,674	6,753	6,832	6,913	6,995	7,077	7,161	7,245	7,331	7,417	7,505	7,593	7,683			
	Rural	20,436	27,733	30,465	31,190	31,932	32,692	33,470	34,267	35,083	35,918	36,772	37,648	38,544	39,461	40,400			
	Total	25,906	34,102	37,139	37,943	38,765	39,605	40,465	41,344	42,243	43,163	44,103	45,065	46,048	47,054	48,083			
3 CHIQUIMULA	Urbana	18,965	27,644	31,042	31,955	32,894	33,861	34,857	35,881	36,936	38,022	39,140	40,291	41,475	42,695	43,950			
	Rural	23,606	35,250	39,879	41,127	42,414	43,742	45,111	46,523	47,979	49,481	51,030	52,627	54,274	55,973	57,725			
	Total	42,571	62,894	70,921	73,082	75,309	77,603	79,968	82,405	84,916	87,503	90,170	92,918	95,750	98,668	101,675			
4 MAZATENANGO	Urbana	20,918	30,350	34,032	35,019	36,034	37,079	38,155	39,261	40,400	41,571	42,777	44,018	45,294	46,608	47,959			
	Rural	17,263	15,121	14,517	14,370	14,225	14,082	13,939	13,799	13,659	13,521	13,385	13,249	13,116	12,983	12,852			
	Total	38,181	45,471	48,549	49,389	50,260	51,161	52,094	53,060	54,059	55,093	56,162	57,267	58,410	59,591	60,811			
5 CUYOTENANGO	Urbana	3,977	5,311	5,805	5,936	6,069	6,206	6,345	6,488	6,634	6,783	6,936	7,092	7,252	7,415	7,582			
	Rural	20,733	26,154	28,092	28,598	29,112	29,636	30,170	30,713	31,266	31,829	32,401	32,985	33,578	34,183	34,798			
	Total	24,710	31,465	33,897	34,533	35,182	35,842	36,515	37,201	37,900	38,612	39,337	40,077	40,830	41,598	42,380			
6 RETALHULEU	Urbana	22,001	27,563	29,542	30,059	30,585	31,120	31,665	32,219	32,783	33,357	33,940	34,534	35,139	35,753	36,379			
	Rural	24,651	29,560	31,259	31,700	32,147	32,600	33,060	33,526	33,999	34,478	34,964	35,457	35,957	36,464	36,978			
	Total	46,652	57,123	60,801	61,759	62,732	63,720	64,725	65,745	66,781	67,834	68,904	69,991	71,096	72,217	73,357			
7 SAN SEBASTIAN	Urbana	5,869	6,867	7,207	7,295	7,384	7,474	7,565	7,657	7,751	7,845	7,941	8,038	8,136	8,235	8,336			
	Rural	6,913	9,766	10,861	11,153	11,453	11,761	12,078	12,403	12,736	13,079	13,431	13,792	14,163	14,544	14,935			
	Total	12,782	16,633	18,068	18,448	18,837	19,235	19,643	20,060	20,487	20,924	21,372	21,830	22,299	22,779	23,271			
8 SAN FELIPE	Urbana	3,647	4,455	4,738	4,811	4,886	4,962	5,039	5,117	5,196	5,277	5,358	5,441	5,526	5,611	5,698			
	Rural	6,944	7,587	7,797	7,850	7,903	7,957	8,011	8,066	8,121	8,176	8,231	8,287	8,344	8,400	8,458			
	Total	10,591	12,042	12,535	12,661	12,789	12,919	13,050	13,182	13,317	13,452	13,590	13,729	13,870	14,012	14,156			
9 COATEPEQUE	Urbana	19,307	30,437	35,013	36,259	37,550	38,887	40,271	41,705	43,190	44,727	46,320	47,969	49,676	51,445	53,276			
	Rural	30,799	39,307	42,371	43,172	43,988	44,819	45,666	46,529	47,409	48,305	49,218	50,148	51,096	52,061	53,045			
	Total	50,106	69,744	77,384	79,431	81,538	83,706	85,938	88,234	90,599	93,032	95,537	98,117	100,772	103,506	106,322			

(3) Estimación de la demanda de agua

① Tasa de difusión

La tasa de difusión actual fue obtenida según la población abastecida con el agua, calculada basándose en la multiplicación del número de conexiones domiciliarias de abastecimiento de agua por el número de personas promedio en una familia que es de 5.7 personas (este número de personas es según el resultado de las encuestas realizadas en septiembre del año corriente). La tasa de difusión actual es como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3 Tasa de difusión actual (1998)

	Municipio	Número de conexiones domiciliarias	Población abastecida con el agua	Población total de municipio	Tasa de difusión
1	Zacapa	4,595	26,192	47,972	55%
2	Gualán	1,898	10,819	37,139	29%
3	Chiquimula	7,382	42,077	70,921	59%
4	Mazatenango	6,200	35,340	48,549	73%
5	Guyotenango	1,100	6,270	33,897	18%
6	Retalhuleu	6,073	34,616	60,801	57%
7	San Sebastian	1,450	8,265	18,068	46%
8	San Felipe	1,157	6,595	12,535	53%
9	Coatepeque	6,284	35,819	77,384	46%

La tasa de difusión futura se calcula para la zona urbana y la rural respectivamente. En cuanto a la zona urbana, además de haber tomado como referencia el valor de meta de 90 % que INFOM había fijado, se ha considerado las características, situación de uso de aguas subterráneas de cada municipio, etc. De esta consecuencia, se estima que se logrará una tasa de difusión de 90 %, 85 % y 80 % en el año 2010. En cambio, en cuanto a la zona rural se ha considerado que la tasa de difusión irá incrementándose anualmente entre 2 y 4 % más que la situación actual y que un 90 % de difusión será el límite superior. De ahí se estiman las tasas de difusión de abastecimiento de agua indicadas en la tabla 6.

② El consumo de agua per cápita por día

El consumo de agua per cápita por día para el futuro se fijará en 150 litros pcd. (per cápita por día) que es el valor de meta de INFOM. Sin embargo, el consumo per cápita por día actual está disperso entre 66 a 150 litros pcd. (según el resultado de las encuestas anteriormente referidas), por lo tanto se ha planeado que el consumo de agua per cápita por día para el futuro irá aumentándose gradualmente por cada municipio desde el consumo de agua per cápita por día actual hasta llegar a 150 litros pcd. En cuanto a la tasa de incremento gradual, esta tasa fue

establecida más alta para los municipios donde la posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas sea baja y fue establecida más baja donde la posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas sea alta.

③ Otra demanda de agua (demanda de agua excepto a la demanda de agua domiciliar)

En la situación actual, no se observan en cada municipio ningún usuario de gran consumo de agua potable que la consumen de manera sobresaliente y se podrá pensar que esta tendencia se mantenga para el futuro. Aunque sea así, puede haber otras demandas de agua como las escuelas, hospitales, mercados, terminal de autobuses, etc., que son los establecimientos públicos. Por esta razón, considerando las características de cada municipio, la proporción de demanda de agua excepto a la de agua doméstica se ha fijado en 7 % para el municipio pequeño y 35 % para el municipio grande.

④ Tasa efectiva de aprovechamiento

Es muy difícil de conocer la tasa efectiva de aprovechamiento actual, ya que no se está midiendo la cantidad de distribución de agua en la planta de tratamiento de agua y la mayoría de los contadores de agua instalados en las casas de los usuarios está en malas condiciones. Pero teniendo en cuenta de estar obsoleta la red de distribución de agua en la mayoría de los municipios correspondientes al objeto del Proyecto, se ha fijado en 60 % la tasa efectiva de aprovechamiento actual. Por otra parte, paralelamente a la ejecución del Proyecto, en cada municipio está previsto realizar el mejoramiento de la red de distribución bajo la orientación de INFOM. Por lo tanto, considerando la apariencia de ese efecto, se ha estimado que irá aumentando anualmente en 1 % la tasa efectiva de aprovechamiento después del año 2002.

⑤ Cantidad de abastecimiento de agua del Proyecto

La cantidad de abastecimiento de agua del Proyecto que se ha estimado con las condiciones arriba indicadas aparece en la Tabla 4.

Tabla 4 Cantidad de abastecimiento de agua del Proyecto (1/3)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2006	2008	2009	2010
1. ZACAPA											
Población total de municipio	47,972	48,980	50,009	61,060	52,133	53,228	54,346	55,488	56,664	60,301	61,568
Población abastecida con el agua	26,192	27,435	28,719	30,045	31,414	32,827	34,285	35,790	37,343	42,303	44,062
Tasa de difusión	54.6	66.0	57.4	58.8	60.3	61.7	63.1	64.5	65.9	70.2	71.6
Consumo de agua per cápita por día	110.0	113.0	116.0	120.0	123.0	127.0	130.0	133.0	137.0	143.0	150.0
Demanda de agua domiciliar	2,875	3,103	3,344	3,600	3,869	4,153	4,453	4,768	5,100	5,450	5,809
Otra demanda de agua	453	487	520	556	594	633	675	718	764	813	863
Demanda total	3,328	3,590	3,864	4,156	4,463	4,786	5,128	5,486	5,864	6,263	6,671
Tasa efectiva de aprovechamiento	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66
Cantidad promedio diaria	5,546	5,984	6,440	6,927	7,439	7,846	8,271	8,708	9,163	9,635	10,123
Cantidad máxima diaria	6,656	7,180	7,728	8,312	8,926	9,415	9,925	10,450	10,995	11,562	12,147
2. GUANAN											
Población total de municipio	37,139	37,943	38,765	39,805	40,465	41,344	42,243	43,163	44,103	45,065	46,048
Población abastecida con el agua	10,819	12,284	13,813	15,407	17,071	18,804	20,611	22,493	24,454	26,495	28,619
Tasa de difusión	29.1	32.4	35.6	38.9	42.2	45.6	48.8	52.1	55.4	58.8	62.2
Consumo de agua per cápita por día	109.0	115.0	121.0	127.0	133.0	138.0	144.0	150.0	150.0	150.0	150.0
Demanda de agua domiciliar	1,182	1,414	1,670	1,952	2,262	2,602	2,971	3,374	3,868	3,974	4,293
Otra demanda de agua	242	274	309	347	387	431	478	529	561	595	630
Demanda total	1,424	1,688	1,979	2,299	2,649	3,033	3,449	3,903	4,229	4,569	4,923
Tasa efectiva de aprovechamiento	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66
Cantidad promedio diaria	2,373	2,813	3,299	3,832	4,415	4,972	5,563	6,195	6,808	7,029	7,459
Cantidad máxima diaria	2,848	3,376	3,958	4,598	5,298	5,967	6,676	7,434	7,929	8,435	8,950
3. CHICHUMULA											
Población total de municipio	70,921	73,082	76,309	77,603	79,968	82,405	84,916	87,503	90,170	92,918	95,750
Población abastecida con el agua	42,077	44,714	47,473	50,358	53,378	56,531	59,829	63,276	66,878	70,640	74,571
Tasa de difusión	59.3	61.2	63.0	64.9	66.7	68.6	70.5	72.3	74.2	76.0	77.9
Consumo de agua per cápita por día	66.0	73.0	80.0	87.0	94.0	101.0	108.0	116.0	122.0	129.0	136.0
Demanda de agua domiciliar	2,770	3,257	3,791	4,375	5,012	5,704	6,456	7,273	8,155	9,110	10,140
Otra demanda de agua	200	235	272	314	360	409	462	520	583	651	723
Demanda total	2,970	3,492	4,063	4,689	5,372	6,113	6,918	7,793	8,738	9,761	10,863
Tasa efectiva de aprovechamiento	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66
Cantidad promedio diaria	4,960	5,820	6,772	7,815	8,953	10,022	11,158	12,370	13,654	15,017	16,459
Cantidad máxima diaria	5,940	6,984	8,126	9,378	10,744	12,026	13,390	14,844	16,385	18,020	19,751

Tabla4 Cantidad de abastecimiento de agua del Proyecto (2/3)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2006	2007	2008	2009	2010
4. MAZATENANGO												
Población total de municipio	48,649	49,389	50,260	51,101	52,094	53,060	54,059	55,093	56,162	58,410	59,591	60,811
Población abastecida con el agua	35,340	36,895	38,352	39,891	41,455	43,045	44,662	46,307	47,982	49,688	51,427	54,730
Tasa de difusión	72.8	74.6	76.3	78.0	79.6	81.1	82.6	84.1	85.4	86.8	89.3	90.0
Consumo de agua per cápita por día	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0
Demanda de agua domiciliar	5,301	5,626	5,752	5,984	6,218	6,456	6,699	6,946	7,197	7,453	7,714	8,209
Otra demanda de agua	1,890	1,961	2,023	2,097	2,173	2,250	2,331	2,413	2,496	2,583	2,671	2,850
Demanda total	7,191	7,476	7,775	8,081	8,391	8,706	9,030	9,359	9,693	10,036	10,743	11,059
Tasa efectiva de aprovechamiento	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	67	68
Cantidad promedio diaria	11,988	12,460	12,958	13,468	13,985	14,272	14,565	14,856	15,145	15,440	16,035	16,263
Cantidad máxima diaria	14,362	14,962	15,650	16,162	16,782	17,127	17,478	17,828	18,174	18,528	19,242	19,516
6. GUYOTENANGO												
Población total de municipio	33,897	34,633	35,182	35,842	36,515	37,201	37,900	38,612	39,337	40,077	41,598	42,380
Población abastecida con el agua	6,270	7,641	9,061	10,530	12,061	13,623	15,250	16,931	18,669	20,466	24,240	26,221
Tasa de difusión	18.5	22.1	25.8	29.4	33.0	36.6	40.2	43.8	47.5	51.1	58.3	61.9
Consumo de agua per cápita por día	70.0	78.0	83.0	90.0	96.0	103.0	110.0	116.0	123.0	130.0	143.0	150.0
Demanda de agua domiciliar	436	582	752	943	1,160	1,404	1,674	1,972	2,299	2,658	3,048	3,473
Otra demanda de agua	34	43	54	65	79	93	109	127	147	167	190	242
Demanda total	470	625	806	1,008	1,239	1,497	1,783	2,099	2,446	2,825	3,238	3,688
Tasa efectiva de aprovechamiento	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	67	68
Cantidad promedio diaria	783	1,042	1,343	1,680	2,066	2,455	2,876	3,332	3,822	4,346	5,505	6,140
Cantidad máxima diaria	940	1,250	1,612	2,016	2,478	2,946	3,451	3,999	4,586	5,215	6,606	7,368
8. RIETALHULEU												
Población total de municipio	60,801	61,759	62,732	63,720	64,725	65,746	66,781	67,834	68,904	69,991	72,217	73,357
Población abastecida con el agua	34,616	36,184	37,793	39,442	41,133	42,867	44,646	46,467	48,335	50,250	54,223	56,284
Tasa de difusión	56.9	58.6	60.2	61.9	63.6	65.2	66.9	68.5	70.1	71.8	75.1	76.7
Consumo de agua per cápita por día	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0	160.0
Demanda de agua domiciliar	6,193	5,427	5,669	5,917	6,170	6,430	6,697	6,970	7,250	7,538	7,831	8,442
Otra demanda de agua	1,245	1,296	1,349	1,404	1,460	1,518	1,576	1,637	1,699	1,762	1,894	1,962
Demanda total	6,438	6,723	7,018	7,321	7,630	7,948	8,273	8,607	8,949	9,300	10,028	10,404
Tasa efectiva de aprovechamiento	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	67	68
Cantidad promedio diaria	10,730	11,205	11,697	12,202	12,716	13,029	13,343	13,662	13,982	14,307	14,967	15,390
Cantidad máxima diaria	12,876	13,446	14,036	14,642	15,260	15,635	16,012	16,394	16,779	17,169	17,960	18,360

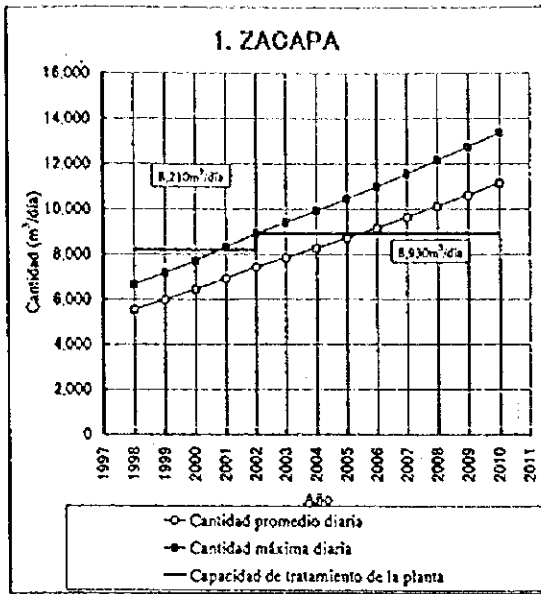
Tabla 4 Cantidad de abastecimiento de agua del Proyecto (3/3)

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
7. SAN SEBASTIAN													
Población total de municipio	18,068	18,448	18,837	19,235	19,643	20,060	20,487	20,924	21,372	21,830	22,299	22,779	23,271
Población abastecida con el agua	8,265	8,768	9,290	9,831	10,392	10,973	11,575	12,199	12,846	13,516	14,209	14,928	15,672
Tasa de difusión	46.7	47.5	49.3	51.1	52.9	54.7	56.5	58.3	60.1	61.9	63.7	65.5	67.3
Consumo de agua per cápita por día	121.0	123.0	126.0	128.0	131.0	133.0	135.0	138.0	140.0	143.0	145.0	148.0	150.0
Demanda de agua domiciliar	1,000	1,082	1,168	1,261	1,358	1,460	1,568	1,682	1,802	1,930	2,062	2,203	2,351
Otra demanda de agua	76	82	88	94	101	108	116	123	131	139	149	158	168
Demanda total	1,076	1,164	1,256	1,355	1,459	1,568	1,684	1,805	1,933	2,069	2,211	2,361	2,519
Tasa efectiva de aprovechamiento	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Cantidad promedio diaria	1,793	1,940	2,093	2,269	2,431	2,671	2,716	2,865	3,021	3,183	3,350	3,524	3,705
Cantidad máxima diaria	2,152	2,328	2,512	2,710	2,918	3,086	3,269	3,438	3,625	3,819	4,020	4,229	4,446
8. SAN FELIPE													
Población total de municipio	12,536	12,661	12,789	12,919	13,050	13,182	13,317	13,452	13,590	13,729	13,870	14,012	14,156
Población abastecida con el agua	6,595	7,009	7,429	7,885	8,287	8,725	9,170	9,621	10,078	10,542	11,013	11,490	11,974
Tasa de difusión	52.6	55.4	58.1	60.8	63.5	66.2	68.9	71.5	74.2	76.8	79.4	82.0	84.6
Consumo de agua per cápita por día	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0	150.0
Demanda de agua domiciliar	989	1,051	1,114	1,178	1,243	1,308	1,376	1,443	1,512	1,581	1,652	1,723	1,796
Otra demanda de agua	140	145	150	155	160	166	171	176	182	188	194	199	205
Demanda total	1,129	1,196	1,264	1,333	1,403	1,474	1,547	1,619	1,694	1,769	1,846	1,922	2,001
Tasa efectiva de aprovechamiento	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Cantidad promedio diaria	1,881	1,994	2,106	2,221	2,338	2,417	2,495	2,569	2,647	2,722	2,797	2,869	2,942
Cantidad máxima diaria	2,256	2,392	2,528	2,666	2,806	2,900	2,994	3,083	3,176	3,266	3,357	3,443	3,530
9. COATEPECQUE													
Población total de municipio	77,384	79,431	81,538	83,706	85,938	88,234	90,599	93,032	95,537	98,117	100,772	103,506	106,322
Población abastecida con el agua	35,819	38,007	40,279	42,637	45,084	47,623	50,258	52,992	55,827	58,768	61,819	64,983	68,263
Tasa de difusión	46.3	47.8	49.4	50.9	52.5	54.0	55.6	57.0	58.4	59.9	61.3	62.8	64.2
Consumo de agua per cápita por día	100.0	104.0	108.0	112.0	117.0	121.0	125.0	129.0	133.0	137.0	142.0	146.0	150.0
Demanda de agua domiciliar	3,578	3,955	4,359	4,793	5,256	5,751	6,280	6,842	7,442	8,079	8,756	9,476	10,239
Otra demanda de agua	625	682	742	806	873	945	1,022	1,103	1,190	1,281	1,379	1,482	1,590
Demanda total	4,203	4,637	5,101	5,598	6,129	6,696	7,302	7,945	8,632	9,360	10,135	10,958	11,829
Tasa efectiva de aprovechamiento	60	60	60	60	60	61	62	63	64	65	66	67	68
Cantidad promedio diaria	7,005	7,729	8,602	9,330	10,215	10,977	11,778	12,611	13,488	14,400	15,356	16,356	17,395
Cantidad máxima diaria	8,406	9,274	10,202	11,196	12,258	13,173	14,134	15,133	16,185	17,280	18,428	19,626	20,874

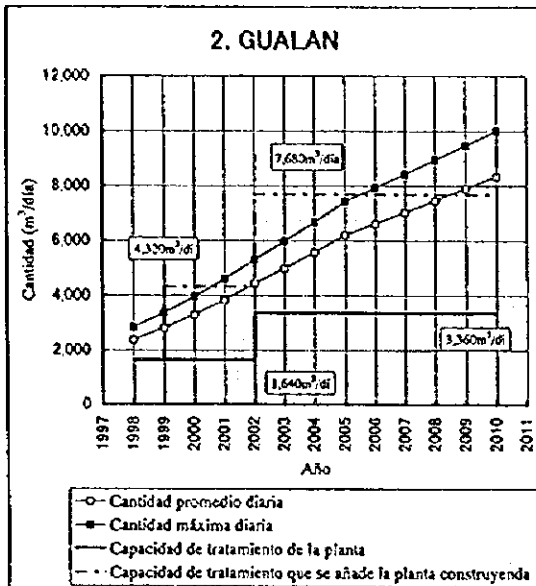
2.3.2 Capacidad de diseño de las instalaciones

(1) Demanda de agua y capacidad de diseño de las instalaciones

El resultado de la demanda de agua estimada para cada uno de los municipios correspondientes al objeto de la solicitud, que se ha obtenido por el análisis de la sección anterior, es tal como se indica en cada gráfica de la Figura 2. En cada gráfica se muestran la evolución de la cantidad promedio diaria de abastecimiento de agua y la de la cantidad máxima diaria de abastecimiento de agua la cual se usa en el diseño de instalaciones. Además, suponiendo el caso de que la rehabilitación de las instalaciones de tratamiento de agua de cada municipio se complete en 2002 por este Proyecto conforme al volumen de diseño indicado en la Tabla 5, en la gráfica está señalada con la línea horizontal la cantidad total posible de abastecimiento de agua a la que se añade la cantidad de abastecimiento de agua por los pozos y otras instalaciones de agua que cada municipio tiene.

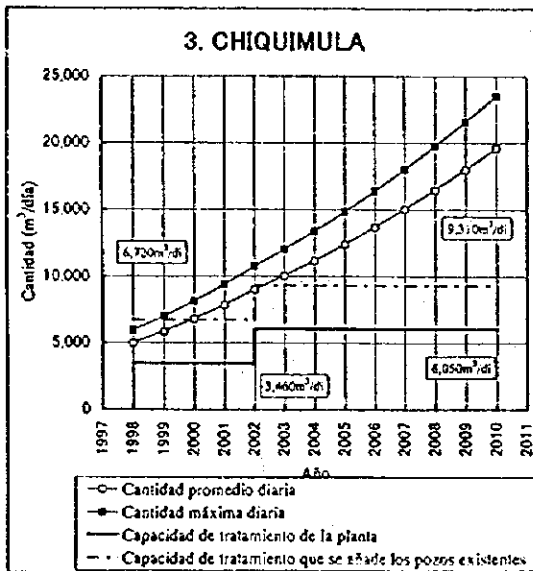


La capacidad de tratamiento de agua de la planta en la situación actual es de 8,210 m³/día y será de 8,930 m³/día después de la terminación de rehabilitación en el año 2002. Con esto, la cantidad máxima diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2002 y la cantidad media diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2005.



La capacidad de tratamiento de agua de la planta en la situación actual es de 1,640 m³/día. Sin embargo, la capacidad total de abastecimiento de agua podrá alcanzar a 4,320 m³/día tomando en cuenta la capacidad de nueva planta de tratamiento de agua que está construyendo la municipalidad bajo su propia iniciativa y cuya fecha de terminación está prevista para el octubre de 1998.

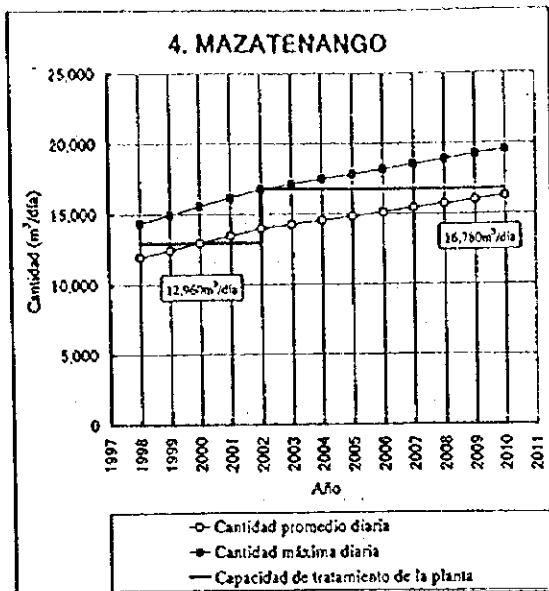
En caso de suponer que la planta existente estará rehabilitada en el año 2002 (esta planta será rehabilitada para una capacidad de 3,360 m³/día.), la totalidad de capacidad de abastecimiento de agua incluyendo la de la nueva planta será de 7,680 m³/día. Con esto, la cantidad máxima diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2005 y la cantidad media diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2008.



La capacidad de tratamiento de agua de la planta en la situación actual es de 3,460 m³/día y la capacidad total de abastecimiento de agua será de 6,720 m³/día si se suma la de los pozos existentes que están en servicio.

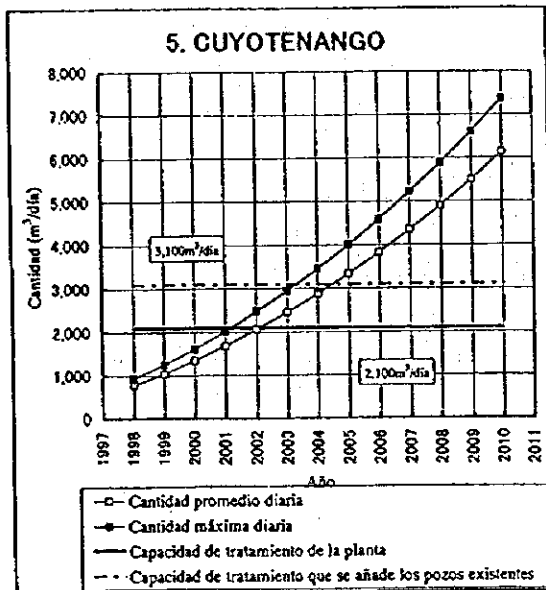
Y después de la terminación de la rehabilitación en el año 2002 (la planta de tratamiento de agua existente será rehabilitada para una capacidad de 6,050 m³/día.), esta cifra alcanzará a 9,310 m³/día. Con esto, llegará a satisfacer la cantidad media diaria de abastecimiento de agua.

Figura 1. Demanda futura de agua y capacidad de tratamiento de agua (1/3)



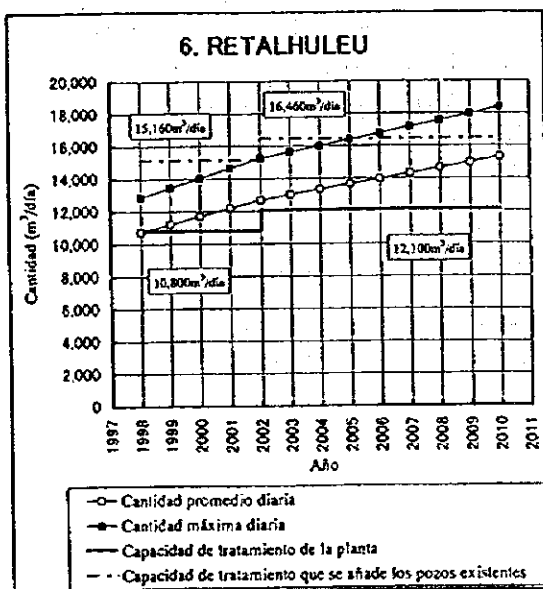
La capacidad de tratamiento de agua de la planta en la situación actual es de 12,960 m³/día y será de 16,780 m³/día después de la terminación de la rehabilitación en el año 2002.

Con esto, la cantidad máxima diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2002 y la cantidad media diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2010.



La capacidad de tratamiento de agua de la planta en la situación actual es de 2,100 m³/día y la capacidad total de abastecimiento de agua será de 3,100 m³/día si se suma la de los pozos existentes que están en servicio.

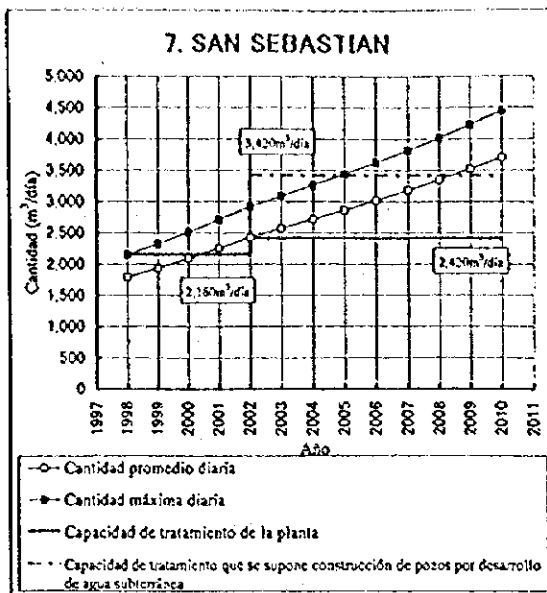
En caso de suponer que la planta existente estará rehabilitada en el año 2002, la cantidad máxima diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2003 y la cantidad media diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2004.



La capacidad de tratamiento de agua de la planta en la situación actual es de 10,800 m³/día y la capacidad total de abastecimiento de agua será de 15,160 m³/día si se suma la de los pozos existentes que están en servicio.

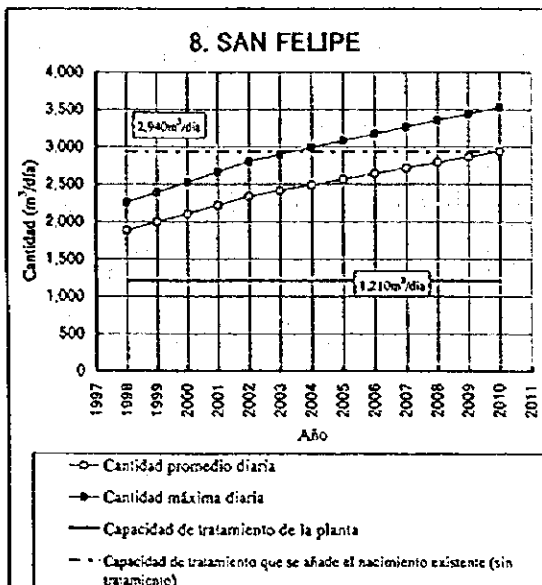
Y después de la terminación de la rehabilitación en el año 2002 (la planta de tratamiento de agua existente será rehabilitada para una capacidad de 12,100 m³/día.), esta cifra alcanzará a 16,460 m³/día. Con esto, la cantidad máxima diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2005 y la cantidad media diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2010.

Figura 1. Demanda futura de agua y capacidad de tratamiento de agua (2/3)



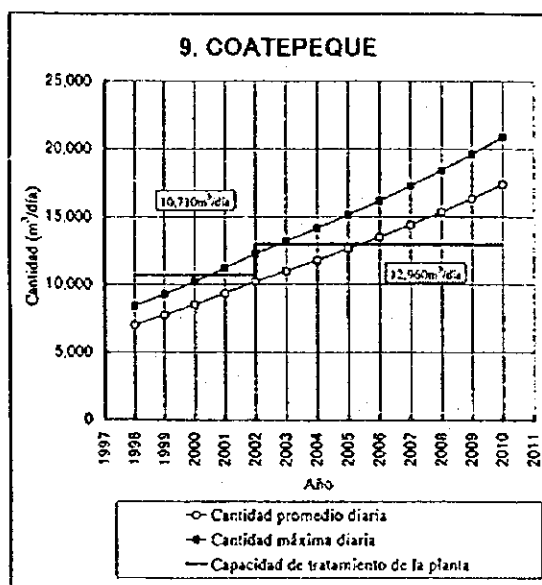
La capacidad de tratamiento de agua de la planta en la situación actual es de 2,160 m³/día y será de 2,420 m³/día después de la terminación de la rehabilitación en el año 2002. Sin embargo, para cubrir la diferencia entre esta cifra y la futura demanda de agua, será necesario recurrir al desarrollo de aguas subterráneas y, si se supone que sea construido el pozo en el año 2002, la capacidad de abastecimiento de agua alcanzará a 3,420 m³/día.

Con esto, la cantidad máxima diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2005 y la cantidad media diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2008.



La capacidad de tratamiento de agua de la planta en la situación actual es de 1,210 m³/día y será de 2,940 m³/día si se suma la de las fuentes de agua de nacimientos, que son independientes de la planta de tratamiento de agua.

Con esto, después de la terminación de la rehabilitación en el año 2002, la cantidad máxima diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2003 y la cantidad media diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2009.



La capacidad de tratamiento de agua de su planta en la situación actual es de 10,710 m³/día y será de 12,960 m³/día después de la terminación de la rehabilitación en el año 2002. Con esto, la cantidad máxima diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2002 y la cantidad media diaria de abastecimiento de agua satisfará la demanda de agua hasta el año 2005.

Figura 1. Demanda futura de agua y capacidad de tratamiento de agua (3/3)

Tabla 5 Volumen de diseño

Nombre de municipio	Cantidad de agua tratada actual		Método de medición/estimación	m ³ /día	Nivel de rehabilitación	Volumen de diseño	
	m ³ /día*					Razón de determinación	
1) Zacapa	8,210 (7,780)		Valor medido en la anchura total de vertedero del foso de recepción de agua	8,930	Corresponder al nivel de la demanda de agua del año 2002.	Está tratando ya una cantidad de agua que sobrepasa a la capacidad nominal. Aunque no existe ninguna fuente que reemplace a la actual, en la fuente actual hay un caudal que permitirá aumentar la cantidad de captación de agua. Por lo tanto, se diseñará un volumen de instalación que permita atender la demanda de agua hasta el año 2002.	
2) Gualán	1,640 (3,600)		Valor medido en la presa triangular	3,360	Rehabilitar al nivel del volumen de sedimentadores existentes (= 11.5 X 19.5 X 3 sedimentadores X 5 m ³ /día).	Como se podrá esperar la mejora de calidad de agua cruda si entra en servicio la nueva presa de captación, será efectivo rehabilitar el tanque de filtración tenía existente. Por otra parte, la planta de tratamiento de agua (tipo filtración rápida, 4,320 m ³ /día) en construcción en este municipio tiene prevista su terminación de obras para fin de octubre de 1998 y, con el uso conjunto de ambas plantas de tratamiento de agua, podrán corresponder a la demanda de agua hasta el año 2005.	
3) Chiquimula	3,460 (3,460)		Valor de agua tratada del agua del río Tazo	6,050	Adicionar 2,590 l/seg. del río Abundante (medido en presa de captación) a la capacidad de tratamiento de agua.	El caudal de 2 ríos que sirven como fuente de agua está casi en su límite y no se puede esperar el aumento de la cantidad de agua a captar para el futuro. Actualmente, está usando 3 pozos profundos para abastecer agua potable y será necesario responder al aumento de la demanda de agua con las aguas subterráneas. El agua de río Abundante enviada directamente al tanque de distribución recibirá un proceso de tratamiento de agua, ya que su calidad tiende a empeorar últimamente.	
4) Mazatenango	12,960 (12,960)		Valor medido en la anchura total de vertedero del foso de recepción de agua	16,780	Corresponder al nivel de la demanda de agua del año 2002.	Aunque no existe otra fuente que reemplace a la actual, en la fuente actual hay un caudal que podrá permitir un aumento de la cantidad de agua a captar. La demanda de agua sobrepasa al volumen de la instalación existente y se requiere urgentemente la ampliación de instalación. Por esta razón, se diseñará para un volumen de instalación que pueda responder a la demanda de agua hasta el año 2002.	
5) Cuyotenango	2,100 (3,630)		Valor estimado según la capacidad de unidad de filtración existente	2,100	Rehabilitar al nivel actual de la cantidad de tratamiento de agua.	Si se añade la cantidad de agua de un pozo existente (1,000 m ³ /día) en la planta de tratamiento de agua, es posible atender la demanda de agua hasta el año 2003. Es necesario cambiar el método de filtración de la lenta a la rápida debido a la turbiedad alta de agua cruda.	
6) Retalhuleu	12,100 (10,800)		Valor medido en el canal parcial después del foso de recepción de agua	12,100	Corresponder al nivel actual de la cantidad de tratamiento de agua de la instalación.	Debido al problema del derecho de uso de agua con el municipio de San Sebastián, es difícil aumentar la cantidad de agua a captar. Actualmente, está tratando ya más cantidad de agua que la capacidad nominal. Hay 2 pozos profundos en servicio dentro de la planta de tratamiento y se está esperando poner en servicio próximamente 3 nuevos pozos hechos en la zona urbana. Es posible que aumento de la demanda de agua en el futuro sea atendido con las aguas subterráneas.	
7) San Sebastián	2,160 (2,420)		Valor medido en la anchura total de vertedero del foso de recepción de agua	2,420	Rehabilitar al nivel de la capacidad nominal de tratamiento de agua de la instalación existente.	Debido al problema del derecho de uso de agua con el municipio de Retalhuleu, es difícil aumentar la cantidad de agua a captar. El posible aumento de la demanda de agua en el futuro será atendido con las aguas subterráneas. Es necesario cambiar el método de filtración de la lenta a la rápida debido a la turbiedad alta de agua cruda.	
8) San Felipe	1,210 (1,210)		Valor medido en la presa triangular del foso de recepción de agua	1,210	Rehabilitar al nivel actual de la cantidad de tratamiento de agua.	Actualmente, está haciendo el tratamiento de agua de 2 manantiales en la planta y junto con el agua de buena calidad del manantial de Recreo (su caudal es 1,730 m ³ /día y no necesita el tratamiento) está abasteciendo un total de 2,940 m ³ /día en la zona de abastecimiento de agua. El posible aumento de la demanda de agua para el futuro será solucionado con el desarrollo del manantial de Recreo que tiene todavía un excedente considerable.	
9) Coatepeque	10,710 (12,960)		Valor medido en la anchura total de vertedero del foso de recepción de agua	12,960	Rehabilitar al nivel de la capacidad nominal de tratamiento de agua de la instalación existente.	No existe otra fuente que reemplace a la actual. No se considera la ampliación de la planta de tratamiento de agua, ya que en este momento no se tiene nada claro la perspectiva sobre el aseguramiento de alguna fuente para el futuro. Como el objetivo esencial de las obras de rehabilitación, se dará importancia a la mejora de la situación actual de empujamiento de calidad de agua potable debido a la función defectuosa de unidad de filtración.	

FEI valor en () es la capacidad nominal de tratamiento de agua.

(2) Crecimiento de la demanda de agua en el futuro y medidas que deberá tomar cada municipio

El presente Proyecto es de rehabilitar con urgencia aquellas instalaciones de tratamiento de agua cuyo envejecimiento es muy notable. En caso de ser ejecutado este Proyecto con la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón, está previsto que las obras de rehabilitación para cada instalación correspondiente al objeto del Proyecto serán terminadas hasta el año 2002. Aunque se puede esperar una mejora considerable de agua potable tanto en su calidad como en su cantidad de cada municipio por la terminación de la rehabilitación de instalaciones, no podrá satisfacer la escala de la demanda de agua por largo plazo de cada municipio sólo con las instalaciones a ser rehabilitadas, como se indica en la Figura 1. Por lo tanto, después de la terminación del Proyecto, cada municipio deberá tomar medidas por su cuenta.

Para responder a la futura demanda de agua de cada municipio, considerando el ambiente natural en que está rodeado cada municipio, se supone que sea necesaria la política de las medidas a tomar conforme a las propuestas resumidas en la Tabla 6.

- Gualán y Mazatenango: Es posible la futura ampliación de instalaciones, ya que la calidad de agua de la fuente actual es muy buena y la cantidad de agua de esta fuente es abundante.
- Zacapa, Chiquimula, Cuyotenango y Retalhuleu: Una parte de la demanda de agua depende de pozos debido a que actualmente se presenta de vez en cuando la falta de agua del río por donde se está captando agua. El potencial de aguas subterráneas de estos municipios es alto. Por lo tanto, será necesario ir aumentando el grado de dependencia del agua de pozos para el futuro.
- Coatepeque: Actualmente, se está buscando alguna nueva fuente de agua con la colaboración de INFOM y es necesario encontrarla lo más rápido posible.
- San Sebastián: No se podrá esperar el aumento de la cantidad de agua de captación debido a que se comparte la fuente de agua existente con Retalhuleu que está situado en río abajo. Por lo tanto, será necesario utilizar las aguas subterráneas de ahora en adelante.
- San Felipe: Está favorecido por una buena cantidad de buenas aguas de los manantiales y podrá ir aumentando el aprovechamiento de aguas de los manantiales de ahora en adelante.

Tabla 6 Demanda de agua en el futuro y medidas deseables a ser tomadas en el futuro en cada municipio

Item	Demanda de agua (m ³ /día)			Capacidad de abastecimiento de agua	Cantidad de agua faltante			Política de las medidas deseables a tomar en el futuro	
	Año	2002	2006		2010	2002	2006	2010	2006
Fórmula de cálculo	①	②	③	④	②-④	③-④			
Zacapa	8,926	10,995	13,376	8,930	2,065	4,446	Construcción de 2 pozos (Actualmente, tiene un pozo para emergencia)	Construcción de 2 pozos más	
Gualán	5,298	7,929	10,010	7,680	249	2,330	Mejoramiento de la tasa de rendimiento de operación	Aumento de instalaciones de la planta de tratamiento de agua No. 2	
Chilquimula	10,744	16,385	23,523	10,850 (Inclusive 4,500 m ³ /día de pozo)	5,535	12,673	Construcción de pozo	Lo mismo que a la izquierda	
Mazatenango	16,780	18,174	19,516	16,780	1,394	2,736	Mejoramiento de la tasa de rendimiento de operación	Construcción de pozo o de una nueva planta de tratamiento de agua	
Cuyotenango	2,478	4,586	7,368	3,100	1,486	4,268	Puesta en marcha de pozo	Construcción de pozo	
Retalhuleu	15,260	16,779	18,360	15,300 (Inclusive 3,300 m ³ /día de pozo)	1,479	3,060	Mejoramiento de la tasa de rendimiento de operación y construcción de pozo	Construcción de pozo	
San Sebastián	2,918	3,625	4,446	2,420	1,205	2,026	Construcción de pozo	Construcción de pozo	
San Felipe	2,806	3,176	3,530	2,940	236	590	Aprovechamiento de manantiales	Aprovechamiento de manantiales	
Coatepeque	12,258	16,185	20,874	12,960	3,225	7,914	Aseguramiento de nueva fuente de agua y ampliación de la planta de tratamiento de agua	Lo mismo que a la izquierda	

Los valores numéricos son de la cantidad máxima diaria de abastecimiento de agua.

2.4 Selección de municipios objeto del Proyecto

Los 9 municipios solicitados están rodeados de diversas circunstancias sociales como la escala de población, factores de localización, industrias claves, etc. Asimismo, tanto las condiciones geográficas que rodean las fuentes de agua y las instalaciones de cada municipio como sus situaciones de uso de agua son diferentes. Este Proyecto tiene la precondition de ser ejecutado por la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón por lo que es imprescindible de seguir utilizando adecuada y duraderamente los establecimientos a ser rehabilitados. Por esta razón, se ha decidido comprobar la situación actual de cada municipio solicitado por medio de cada una de las condiciones señaladas en la Tabla 7 y, de esta manera, evaluar de nuevo si es justificable cada municipio como el objeto de este Proyecto. Cada una de las condiciones fue evaluada sintéticamente sobre la base de los datos obtenidos en la recopilación de datos existentes durante el estudio en cada sitio, informaciones verbales a través de las personas interesadas de cada municipio, estudios técnicos realizados sobre las instalaciones, etc. (La evaluación general resumida se adjunta a la parte de datos al final de este informe.)

Tabla 7 Condiciones para la evaluación de la justificación como el objeto del Proyecto

	Item	Condiciones que deben ser consideradas
Aspecto de "Hardware"	Caudal de la fuente de agua	-Poder conseguir establemente un caudal de la fuente de agua que corresponda al Proyecto.
	Calidad de agua de la fuente	-No haber entrada de pesticida y sustancia tóxica en el agua de la fuente ni en la presente ni en el futuro. -No haber el factor contaminante respecto a la calidad de agua de la futura fuente.
	Potencial del agua subterránea	-Estar dentro de un rango justificable la posibilidad de desarrollo de aguas subterráneas como la futura fuente de agua.
Aspecto de "Software"	Planes para el futuro	-Ser bien clara la posición entre el contenido de la solicitud y el plan para el futuro. -Tener el plan de mejoramiento de red de distribución para el futuro y tener fondos preparados para ello.
	Entusiasmo del municipio para la realización del Proyecto	-Estar haciendo esfuerzo para mejorar las instalaciones de agua potable en colaboración con INFOM. -Tener voluntad de revisión de tarifa y estar preparando las actividades para concientizar a los beneficiarios sobre la necesidad de aumento de tarifa..
	Sistema de administración, mantenimiento y control	-Existir una organización administrativa y operativa de las instalaciones de agua potable y estar realizando apropiadamente las actividades. -Existir el sistema de cobranza de tarifa y estar administrado adecuadamente. -Estar dispuesto a colocar el personal que tiene una técnica y experiencia adecuada para el control y operación.

Según el resultado de la evaluación sintética de los municipios solicitados, se ha considerado que no sean justificables los municipios de Cuyotenango y San Sebastián como el objeto del Proyecto por la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón. Las razones son

las siguientes:

a) Cuyotenango

- ① Caudal de la fuente de agua: Es necesario arreglar la cantidad de agua a captar con los dueños de 3 grandes haciendas que captan agua en el río arriba de la presa de captación y concertar con ellos el acta de convenio para que pueda asegurarse no sólo en el presente sino también para el futuro la cantidad de agua a captar en forma estable.
- ② Calidad de agua de la fuente de agua: Es necesario concertar el acta de convenio con los dueños de haciendas existentes (maizales, cafetales, etc.) en la cuenca río arriba de la presa de captación sobre el control del uso de pesticidas utilizados y, también, el control de la descarga de pulpas y aguas lavadas de café en el río de donde se capta el agua.
- ③ Sistema de mantenimiento y administración: Habiendo la necesidad de cambiar el estilo de la planta de tratamiento de agua en el sistema de filtración rápida, es imprescindible lograr la concientización y el acuerdo de los habitantes sobre la necesidad de aumentar la tarifa de agua potable para cubrir el aumento de costo de operación por este cambio. Sin embargo, se tardará muchísimo tiempo en lograrlos.

b) San Sebastián

- ① Caudal de la fuente de agua: San Sebastián compite con Retalhuleu para la captación de agua del río Tununá que es la fuente de agua para ambos municipios y Retalhuleu está situado en el río abajo. El caudal del río no es inagotable sino tiene su límite, por lo tanto no puede desear un aumento de la cantidad de agua a captar si no se puede lograr un convenio de arreglo sobre la utilización de este río con Retalhuleu.
- ② Entusiasmo del municipio: Sin que respete el contenido del convenio firmado con INFOM, se está realizando un proyecto de ampliación de la planta de tratamiento de agua diferente al contenido de la solicitud.
- ③ Sistema de mantenimiento y administración: Habiendo la necesidad de cambiar el estilo de la planta de tratamiento de agua en el sistema de filtración rápida, es imprescindible lograr la concientización y el acuerdo de los habitantes sobre la necesidad de aumentar la tarifa de agua potable para cubrir el aumento del costo de operación por este cambio. Sin embargo, se tardará muchísimo tiempo en lograrlos. Además, si tiene en cuenta del hecho de que esta municipalidad está realizando un proyecto de ampliación de la planta

de tratamiento de agua sin respaldo de la tecnología apropiada, se puede considerar que su capacidad administrativa y operativa no es deseable.

Conforme al resultado arriba mencionado, se seleccionaron 7 municipios como objeto del Proyecto y se elaboró el programa de rehabilitación de las instalaciones de tratamiento de agua para estos 7 municipios. Debido a que existe como condición previa de que la totalidad de las obras del Proyecto tendrá que ser ejecutada de la manera más eficiente posible dentro de un solo año fiscal del Gobierno de Japón, las obras se dividen en 3 períodos y cada período corresponde a cada un solo año fiscal del Gobierno de Japón. En el primer y segundo período se ejecutarán las obras en la región occidental para cada 2 localidades y en la tercera etapa en las 3 localidades de la región oriental. Todo esto fue resumido en el Informe de Resumen de Estudio Básico y fue explicado a la parte guatemalteca. Sin embargo, el municipio de Gualán que estaba previsto para la tercera etapa de la ejecución de las obras quedó excluido del objeto del Proyecto, ya que la municipalidad de Gualán explicó que la municipalidad misma deberá tomar urgentemente las medidas necesarias para solucionar la situación de agua potable porque la situación por la que atraviesa es alarmante y se excusó de la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón.

Esto fue discutido suficientemente con el Gobierno de Guatemala y, a consecuencia de haber llegado al acuerdo por ambas partes, el número de los municipios objeto del Proyecto se redujo a 6 municipios.

2.5 Diseño básico

2.5.1 Política del diseño

(1) Política sobre las condiciones naturales

La localización de los municipios correspondientes al objeto de este Proyecto se divide fundamentalmente en la zona oriental y la zona occidental. Hablando de la climatología, la zona oriental pertenece al clima semiseco y está con 27 °C de la temperatura promedio anual, 15 % de la humedad y precipitación anual de 600 a 1,000 mm. En cambio, la zona occidental pertenece al clima tropical lluvioso con las características climatológicas bien diferentes a las de la zona oriental y está con 25 °C de la temperatura promedio anual, de 23 a 50 % de la humedad y precipitación anual de 2,600 a 4,000 mm. La estación se divide aproximadamente en la estación de lluvias de mayo a octubre y la estación seca de noviembre a abril. Más de 90 % de la precipitación anual está concentrada en la estación de lluvias. Aunque no hay problema de acceso para las planta de tratamiento de agua situadas en las cercanías del casco urbano, para ir a las instalaciones de captación y instalaciones de conducción de agua etc. que están en la zona montañosa, en muchas ocasiones tendrán que pasar por caminos sin pavimentados ni asfaltados. Sobre todo, en la estación de lluvias, ocurre a menudo la imposibilidad de paso por el derrumbamiento o por mal estado de camino. El diseño se hará en base al análisis suficiente teniendo en cuenta que Guatemala se ubica en la zona de paso de huracanes y es un país sísmico. Además, al hacer el plan del programa de ejecución de obras, se considerará de antemano la bajada de la tasa de rendimiento de obra en la estación de lluvias.

(2) Política sobre las condiciones sociales

Los municipios correspondientes al objeto del Proyecto son aquellos muy representativos de Guatemala, y la actividad industrial principal en estas zonas es la agricultura. Desde el punto de vista racial, en la zona oriental el porcentaje de población indígena es bajo debido a su historia de su colonización por los españoles. Sin embargo, en la zona occidental el porcentaje de población indígena que hereda la tradición cultural de Maya y ladino (nacido con la mezcla de sangre indígena y de española) es relativamente alto. Por lo tanto, en caso de emplear a la gente local, se tendrán en cuenta las costumbres y actos locales y se prestará atención suficiente a las condiciones de trabajo.

A pesar de que la inquietud política se ha reducido gracias a la reconciliación con los guerrilleros en el año 1996, hay tendencia de ir aumentándose el número de delincuencia general como de secuestro, atraco, etc., a mano armada con pistolas. Además, la situación de los

medios de comunicación en las ciudades regionales no es buena. Por estas razones, se considerará con mucha atención la disposición de radios como medio de comunicación, el aseguramiento de camino de refugio en caso de urgencia, etc.

(3) Política sobre las circunstancias de la construcción

De los materiales de construcción, se producen en Guatemala los materiales básicos como arena, aglomerado, cemento, madera, una parte de materiales de construcción, tubo de PVC de diámetro menor (menos de 200 mm), etc. En cambio, los productos secundarios como barra de refuerzo, tubos de acero, tubo de PVC de diámetro grande, cable eléctrico, máquinas de uso general, productos electrodomésticos y otras cosas más son importados de EE UU, México y algunos países vecinos. En cuanto a las máquinas de construcción, es posible alquilarlas en Guatemala y existen varios tipos de máquinas de tamaño relativamente pequeño las cuales serán requeridas en la ejecución de este Proyecto. Además, podrá contarse con el servicio de algunos constructores dedicados exclusivamente a la construcción y constructores generales con consultoría quienes podrán atender como subcontratistas los diversos estudios técnicos y trabajos de construcción que están previstos en la etapa de ejecución de este Proyecto.

(4) Política sobre la capacidad de administración y mantenimiento del organismo ejecutor

Las instalaciones a ser construidas en este Proyecto serán administradas por los municipios. Cada uno de los municipios tiene unos 25 a 30 años de experiencia sobre la operación y administración de sus instalaciones de tratamiento de agua. Sin embargo, en la fecha de su construcción original, la calidad de agua de la fuente era buena por la cual fue adoptado el método de filtración lenta para la instalación de filtración. Y, en consecuencia, la tarifa de agua potable podía ser barata, ya que el método de operación era sencillo y no requería mucho costo. En cambio, en los últimos años surge la necesidad de cambiar de dicho método al de floculación, sedimentación y filtración rápida con el uso de productos químicos para el tratamiento de agua debido al empeoramiento de calidad de agua por el desarrollo de terrenos cercanos, la descarga de aguas residuales urbanas, etc. Y esto crea una situación inevitable de incremento del costo operacional y aumento de los trabajos para la operación y administración. Cada municipio reconoce suficientemente la necesidad de formar una organización, mejorar el sistema de administración, aumentar la tarifa de agua, etc., para la operación y mantenimiento adecuados por parte de la empresa de servicio de agua potable. Para ejecutar eficazmente este Proyecto, INFOM tiene concertado un convenio con cada uno de los municipios objeto del Proyecto en el cual se han acordados los puntos siguientes;

- Bajo la orientación de INFOM cada municipio procurará mejorar la facultad y capacidad de la administración municipal y de la operación y mantenimiento de las instalaciones
- INFOM formará equipos técnicos y ayudará a tomar las medidas de implementación que se realizarán por cada municipio para mejorar su capacidad.
- Cada municipio no solicitará ayuda alguna a otros organismos en paralelo con el Japón respecto a la ejecución de este Proyecto.

(5) Política sobre el plazo de ejecución de la obra

El plan de proceso de la obra de este Proyecto será confeccionado basándose en que este Proyecto se ejecutará por la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón. Los municipios objeto del Proyecto serán divididos en grupos según sus características regionales, volumen y plazo de ejecución de las obras, etc. El Proyecto de cada grupo será completado por las obras de un sólo año. Al seleccionar los métodos de obras y materiales a usar, hará falta analizar suficientemente la facilidad de ejecución, fecha de entrega, vía de transporte, etc., ya que se supone de antemano algunas condiciones desfavorables como la estación de lluvias durante la mitad del año, dificultad de acceso a las instalaciones situadas entre montañas, etc.

En cuanto a las obras correspondientes al Gobierno local y su plazo de ejecución, no basta sólo que sea adecuado el contenido de estos con los poderes técnicos y financiero del organismo ejecutor y con la capacidad de cada municipio sino que también sea necesario considerar la integración de estos con las obras a realizarse por la parte japonesa.

2.5.2 Plan básico

(1) Norma de diseño

En Guatemala, la norma de diseño de instalaciones está establecida conforme con la de Estados Unidos y la norma de calidad de agua con las pautas generales de O.M.S. (Organización Mundial de la Salud). Las normas japonesas no tienen gran diferencia con éstas, por lo tanto se usan las siguientes normas en este diseño básico aunque se tomarán como referencia las normas guatemaltecas.

- "Guía de diseño de instalaciones de abastecimiento de agua y su explicación" por la Asociación de Abastecimiento de Agua del Japón bajo la supervisión del Ministerio de Bienestar Social.
- "Normas de diseño de estructuras básicas de construcción y su explicación" por la

Sociedad Japonesa de Construcción.

- Normas JIS, ISO, JEM, IEC, etc.

(3) Puntos de atención para el diseño

1) Calidad de agua cruda y selección del método de tratamiento de agua

INFOM está realizando periódicamente el análisis de la calidad de agua para el agua de cañería a partir del año 1996. Los puntos de toma de muestras son desde la parte de agua cruda, cada instalación de los procesos de tratamiento de agua y de las salidas de grifos domésticos indeterminados. Los ítems de análisis son de protozoarios como colibacilo y bacteria general, relacionados con características básicas como color, turbiedad, olor, valor de pH, etc., de una parte de componentes inorgánicos como hierro, plomo, manganeso, ácido nítrico, ácido nitroso, etc., y densidad de cloro residual, etc. En total, 25 ítems. Aunque no se satisfacen con esto todos los ítems de la norma de calidad de agua de OMS, su contenido es suficiente para el control general de la calidad de agua basándose en las características locales. En la figura 3, están resumidos los 6 ítems más representativos del índice de la calidad de agua mediante la extracción de los resultados de los análisis realizados para la calidad de agua en el pasado para las instalaciones de los 6 municipios objeto del Proyecto.

Como se muestra claramente en la Figura 2, en los procesos de tratamiento de agua tanto el color y turbiedad como el ácido nítrico, ácido nitroso, etc., proveniente de las actividades agrícolas y desagüe doméstico satisface más o menos la norma de Guatemala. Sin embargo, se está abasteciendo agua a la población sin que se hayan eliminado suficientemente ni el colibacilo ni las bacterias en general en ninguna de las instalaciones. Y existen algunos casos en los que los índices que venían mostrando la purificación de agua en cada paso de los procesos de tratamiento de agua vuelven a ser altos en los tanques de filtración y de distribución de agua. Se supone que esto sea ocasionado por el empeoramiento del funcionamiento de los tanques de filtración o por la suciedad de los tanques de distribución. El resultado (está adjuntado a la parte de datos en el final de este informe) del análisis realizado de calidad de agua en el estudio del Diseño Básico respecto a los metales pesados y pesticidas entrados en el agua cruda satisface la norma de calidad de agua de Guatemala. A pesar de esto, en caso de estar distribuidas las fincas río arriba con respecto a la fuente de agua, será necesario firmar convenios sobre el uso de pesticidas con los dueños de dichas fincas y establecer disposiciones legales que controlen su uso para asegurar la seguridad del agua que se utiliza para beber, ya que no se descarta el temor de la entrada en agua cruda de pesticidas que se usan ampliamente en algunas temporadas.

Uno de los objetivos que tiene la rehabilitación de las plantas de tratamiento de agua que se ejecutará por este Proyecto es satisfacer el valor de la norma de calidad de agua como agua

potable por medio del tratamiento del agua cruda. Y de acuerdo con los resultados de diversos tipos de análisis de calidad de agua arriba mencionados, se confirmó que no sería necesario modificar el sistema básico convencional de tratamiento de agua en ninguna de las instalaciones de los municipios objeto del Proyecto. Por lo tanto, fue adoptado el sistema de filtración lenta para San Felipe y el de coágulo-sedimentación y filtración rápida para los 5 municipios restantes que son Zacapa, Chiquimula, Mazatenango, Retalhuleu y Coatepeque. Sin embargo, en cuanto a la forma de las instalaciones, podrá haber casos en los que se modificará su forma según la consideración sobre el sistema de operación y administración.

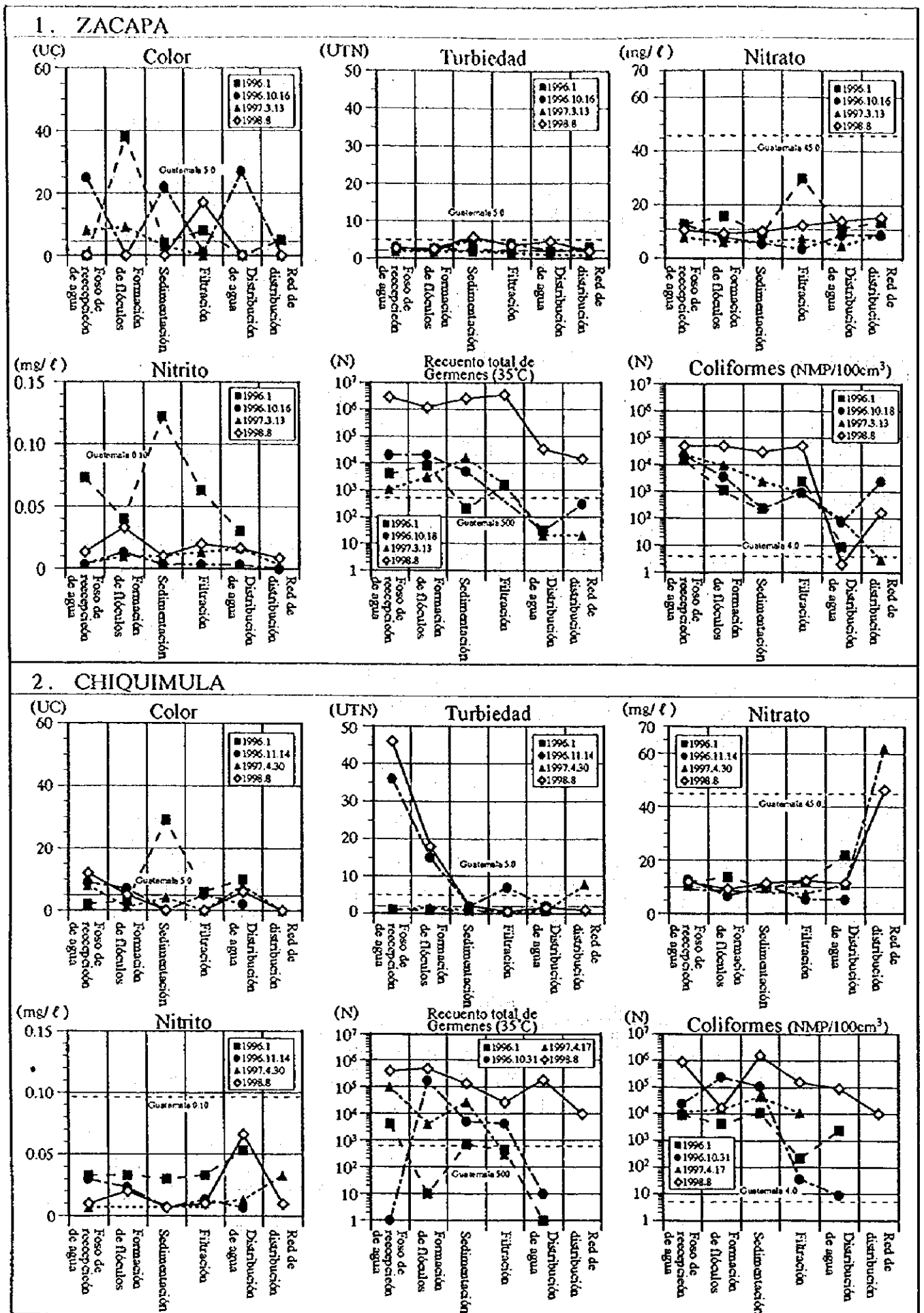
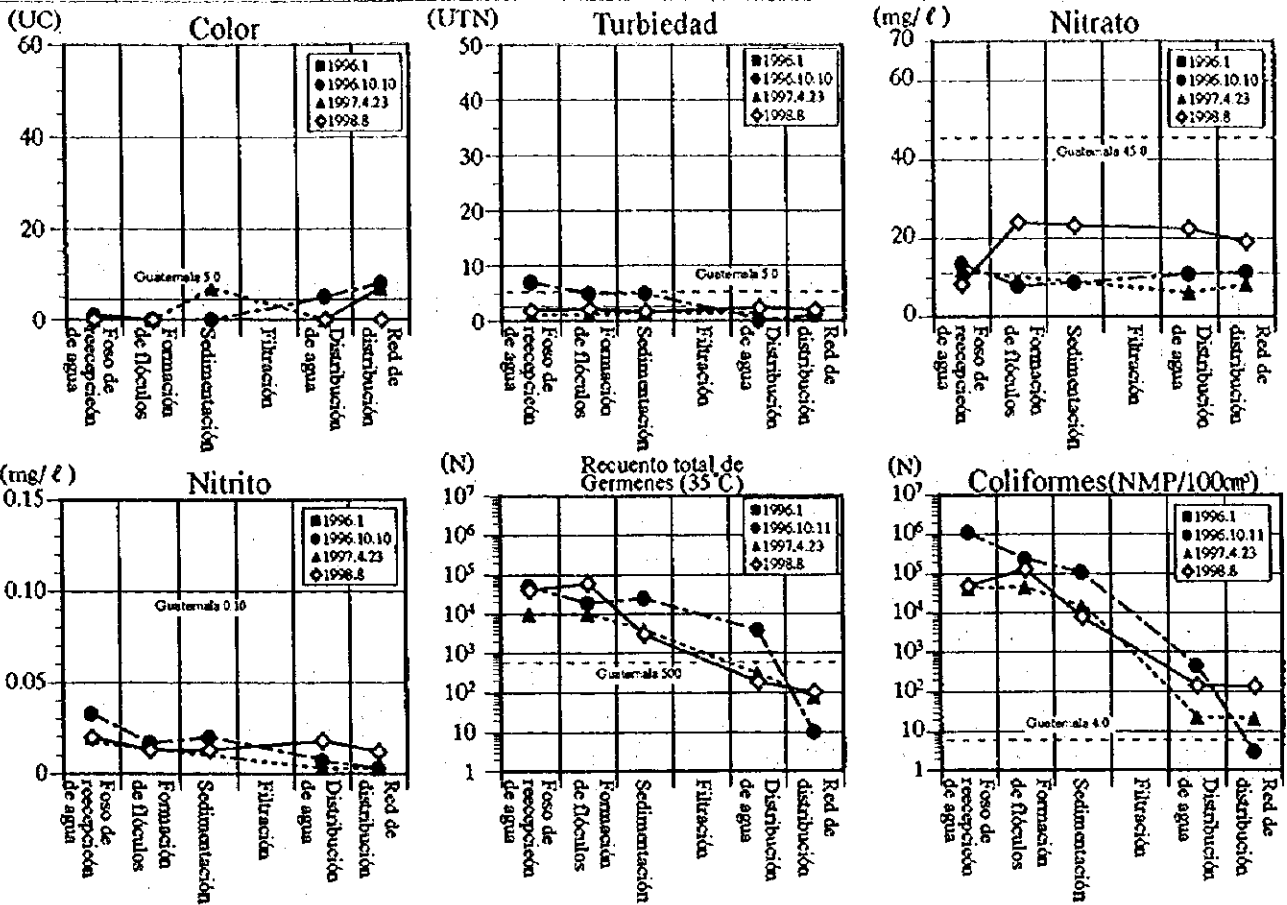


Figura 2 Resultado del análisis de calidad de agua (1)

3. MAZATENANGO



4. RETALHULEU

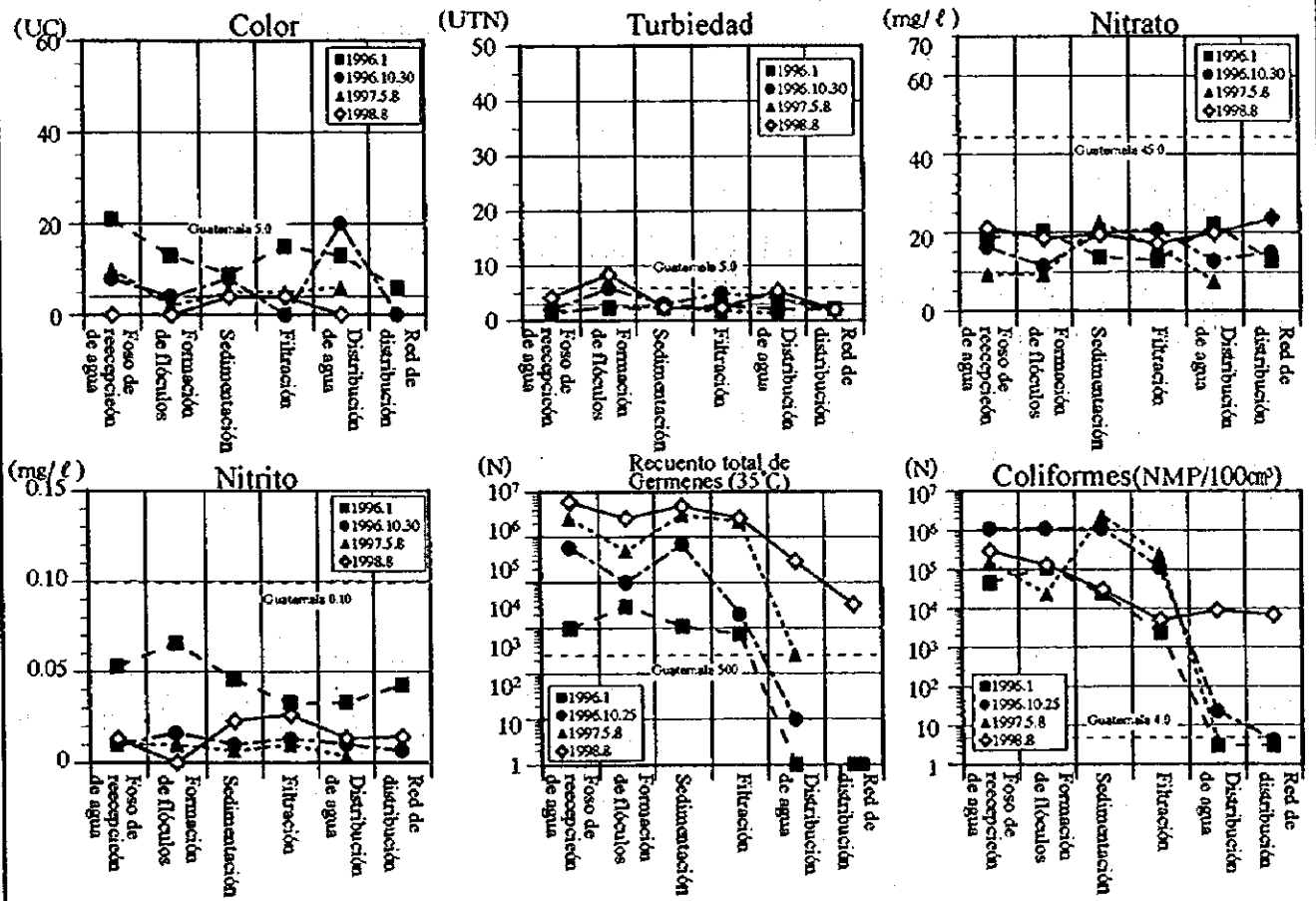
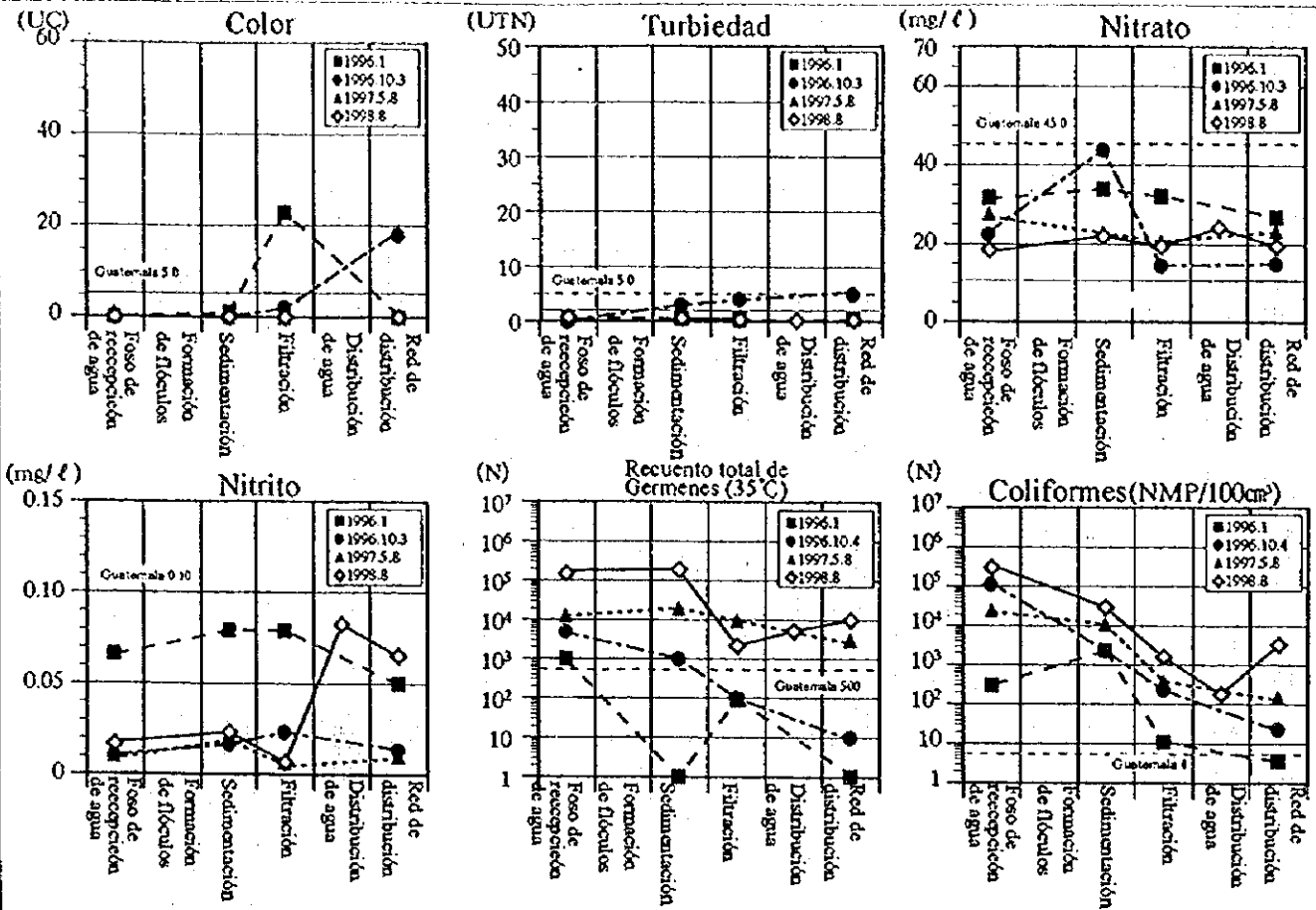


Figura 2 Resultado del análisis de calidad de agua (2)

5. SAN FELIPE



6. COATEPEQUE

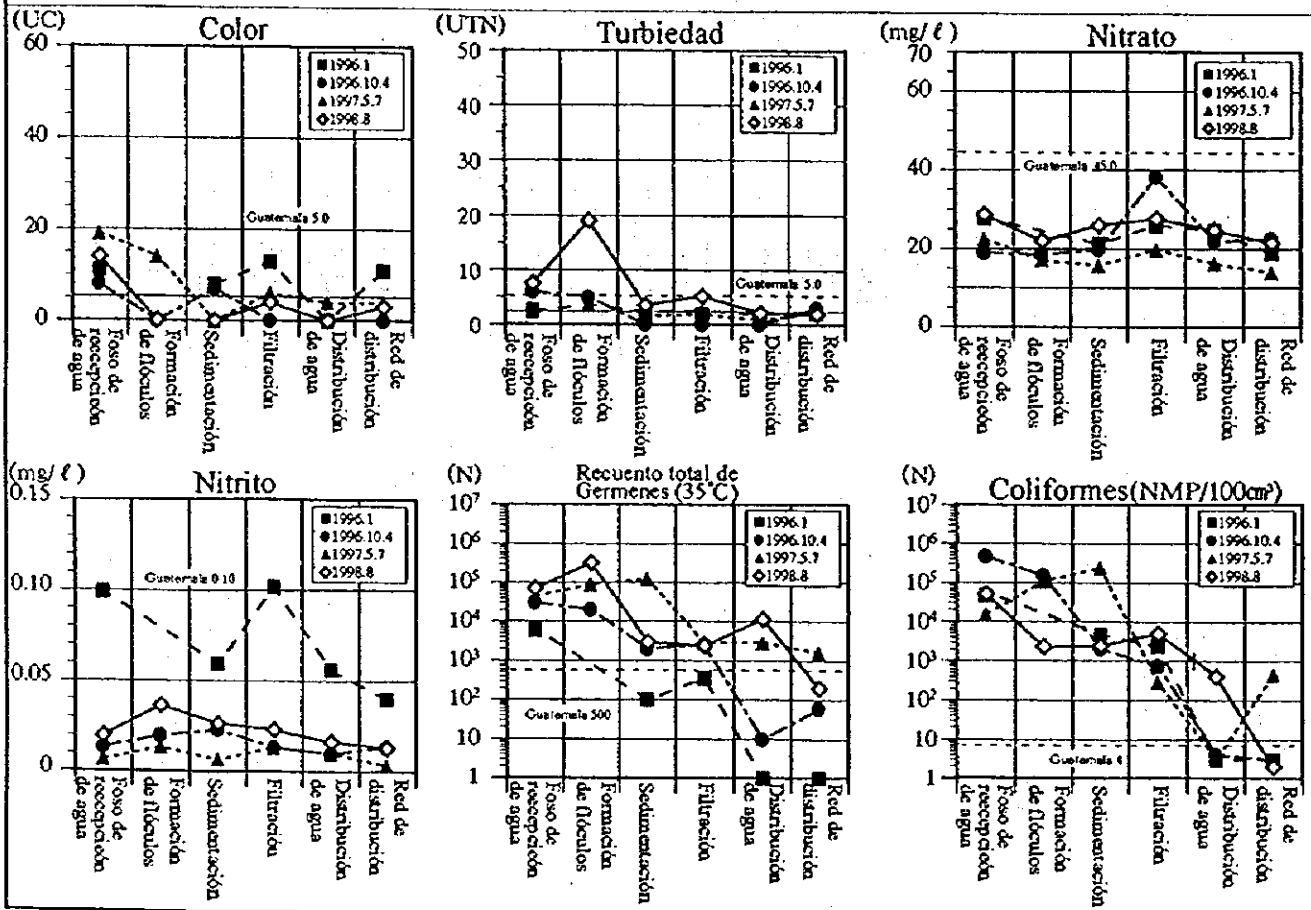


Figura 2 Resultado del análisis de calidad de agua (3)

2) Condición del suelo

La naturaleza del suelo de las localidades donde están ubicadas las instalaciones en la región oriental está formada por rocas volcánicas relativamente estables del Cuaternario como rocas basales y estas rocas están cubiertas con la capa arenosa y arcillosa de 1 a 2 metros. Por lo tanto, se trata de un estrato con la resistencia suficiente como base de las construcciones estructurales. Por otra parte, en la región occidental está desarrollado el abanico aluvial con ríos entrecruzados complicadamente los cuales nacen del Altiplano Central situado hacia el norte. Según el resultado del estudio de suelo realizado en los municipios de Zacapa, Chiquimula y Mazatenango, donde están previstas las construcciones de nuevos tanques de filtración, se ha determinado que cada terreno previsto para dicha construcción tiene un suelo superficial de 1 a 2 metros de profundidad desde la superficie con un valor N de unos 10 y debajo de ésta hay una capa de grava firme con un valor N de más de 40 ó 50 (Véase Anexo-11 al final de este Informe). Por lo tanto, se ha confirmado que estos suelos no tienen problema para ser usados como base para las estructuras a ser construidas.

2.5.3 Diseño de instalaciones

(1) Método de rehabilitación de las instalaciones

Los puntos problemáticos de las instalaciones de tratamiento de agua de cada municipio y el compendio del método de rehabilitación a diseñar en este Proyecto para resolver esos puntos problemáticos son los señalados en la Tabla 8.

Tabla 8 Los puntos problemáticos y concepto del método de rehabilitación

Nombre de municipio	Puntos problemáticos	Compendio del método de rehabilitación para las instalaciones
Zacapa	Entran arenas en la planta de tratamiento de agua debido a la función deficiente de descarga de arenas del desarenador. No se puede comprobar el estado de filtración debido a estar averiados todos los instrumentos de la unidad de filtración por presión y está presentando la estrangulación de filtración. No se puede hacer suficiente desinfección.	Construir nuevo desarenador para aligerar la carga hacia la planta de tratamiento de agua. Para aumentar la confiabilidad de control y operación, modificar de la unidad de filtración por presión a la unidad de filtración rápida de tipo abierto. Cambiar equipos de dosificación de cloro para asegurar la seguridad de agua potable.

Nombre de municipio	Puntos problemáticos	Compendio del método de rehabilitación para las instalaciones
Chiquimula	Con la unidad de filtración lenta existente no se puede tratar aguas traídas debido a la alta turbiedad de agua de la fuente. Antiguamente, su calidad era muy buena que permitía enviarla directamente al tanque de distribución, pero está empeorando poco a poco la calidad de agua de río Abundante.	Modificar de la unidad de filtración lenta a la unidad de filtración rápida para atender al empeoramiento de la calidad de agua de la fuente. Incorporar al proceso de tratamiento la cantidad de agua de río Abundante que está enviando ahora directamente al tanque de distribución. Cambiar equipos de dosificación de cloro para asegurar la seguridad de agua potable.
Mazatenango	La línea de conducción es de tubería de asbesto y tiene muchas fugas de agua. No se puede comprobar el estado de filtración debido a estar averiados todos los instrumentos de la unidad de filtración por presión. Está enviando el agua de sedimentación al tanque de distribución sin que pase por la unidad de filtración debido a la presentación de estrangulación de filtración por la falta de volumen y defecto estructural de la unidad de filtración.	Para aumentar la confiabilidad de control y operación, modificar la unidad de filtración por presión a la unidad de filtración rápida de tipo abierto. Renovar 2 líneas de conducción actual de asbesto de ϕ 8" que tienen muchas fugas de agua por 1 línea de PVC de ϕ 15". Cambiar equipos de dosificación de cloro para asegurar la seguridad de agua potable.
Retalhuleu	Están quitadas todas las plaquetas de inclinación de 2 sedimentadores y faltan algunas plaquetas de inclinación de otros 2 sedimentadores. No se puede comprobar el estado de filtración debido a estar averiados todos los instrumentos de la unidad de filtración por presión. De 16 tanques de filtración, la municipalidad ha renovado 4 tanques. Pero del resto de 12 tanques hay algunos con poca arena de filtración y otro que tiene huecos en su cuerpo.	Cambiar las plaquetas de inclinación de sedimentadores que están rotas. En la unidad de filtración por presión, montar manómetro, cambiar la arena de filtración y un aparato de filtración, y reparar las averías. Cambiar aparatos de dosificación de cloro.
San Felipe	Existe una gran fuga de agua por la tubería de conducción soportada en el puente. La camada de arena de filtración de la unidad de filtración está reducida y la pared lateral de esta unidad tiene fuga de agua por la parte agrietada. Está suministrando agua potable sin desinfectar por el problema de avería del aparato dosificador de cloro.	Tomar medidas para evitar la fuga de agua de la línea de conducción. Rehabilitar la unidad de filtración lenta existente porque la calidad de agua de la fuente es buena. Cambiar equipos de dosificación de cloro para asegurar la seguridad de agua potable. Instalar equipos de desinfección con el cloro para el agua de manantial de Recreo.
Coatepeque	La cantidad de captación de agua de río Chupa es inestable debido a la dependencia de aguas usadas de la instalación de generación eléctrica de la hacienda privada. Hay plaquetas de inclinación faltantes en el sedimentador. En la capa de grava del fondo de la unidad de filtración hay depositados componentes de turbidez y está provocando un empeoramiento de la calidad de agua.	La edificación de instalación para la captación de agua estable corresponde a Guatemala. Cambiar las plaquetas de inclinación de sedimentadores que están rotas. Reparar la unidad de filtración existente para mejorar la calidad de agua potable. Cambiar equipos de dosificación de cloro para asegurar la seguridad de agua potable.

(2) Diseño de instalaciones

Las instalaciones de tratamiento de agua de cada municipio serán diseñadas conforme al resumen de los métodos de rehabilitación mostrados en la tabla 8.

1) Diseño de la tubería de conducción de agua

De acuerdo con la situación de la tubería de conducción de agua existentes, se analizará utilizando la fórmula de Hassen Williams si puede conducir o no la cantidad de agua diseñada para el tratamiento de agua de las instalaciones correspondientes al objeto del Proyecto. La fórmula de cálculo es la que se muestra a continuación;

Fórmula de Hassen Williams: $v = 0.84935 \cdot C \cdot R^{0.63} \cdot I^{0.54} \dots(1)$

Caudal : $Q = A \cdot v \dots\dots\dots(2)$

Donde:

- v : Velocidad media de flujo en la tubería (m/segundo)
- C : Coeficiente de límite (100)
- R : Profundidad de radio (m)
- I : Gradiente hidráulico (Diferencia de altura de la línea de conducción de agua/distancia de la línea de conducción de agua)
- Q : Capacidad de flujo descendente (m³/segundo)
- A : Area de tubería (m³)

Los resultados del cálculo son los de la Tabla 9.

Tabla 9 Diseño de la tubería de conducción de agua

Item	Nombre del municipio	Unidad	Zacapa	Chiquimula	Mazatenango		Retalhuleu		San Felipe	Coatepeque	
			Río Liachucro	Río Abundante	Río Tacó (Del desarenador a la planta de tratamiento de agua)	Río Sihu (De la captación de agua al desarenador)	Río Sihu (Del desarenador a la planta de tratamiento de agua)	Río Tununá (De la captación de agua al desarenador)	Río Tununá (Del desarenador a la planta de tratamiento de agua)	Encuentros/Palo de bolas	Río Chupa (Del desarenador a la planta de tratamiento de agua)
Volumen según diseñado de tratamiento de agua		m ³ /día	9,380	6,350	17,620	12,710	1,210	13,610			
Sistema de agua/línea de conducción de agua											
Condiciones de la tubería de conducción de agua	Configuración de tubería existente	φ (mm)	φ 200x2	φ 200x1	φ 200x2	φ 550x1	φ 300x2	φ 300x1 φ 200x1	φ 100x1 φ 80x1	φ 200x2	φ 250x1
	Distancia de tubería	m	4,130	23,000	550	204	2,106	115	2,900	6,000	3,276
	Diferencia de altura	m	62.3	140	2.72	1.5	90	0.834	105	88	68.55
Gradiente de conducción de agua (T)		0.015082	0.006087	0.004945	0.007353	0.042735	0.007252	0.006824	0.036207	0.018571	0.020925
Área de tubería (A)	m ²	0.0628	0.0314	0.0628	0.2375	0.0628	0.1413	0.1021	0.0129	0.0628	0.0491
Profundidad de radio (R)	m	0.100	0.050	0.100	0.1375	0.100	0.150	0.125	0.045	0.100	0.075
Velocidad de flujo en el interior de la tubería (V)	m/segundo	2.07	0.818	1.132	1.67	3.62	1.8	1.55	2.01	2.31	2.06
Capacidad de flujo descendente (Q)	m ³ /segundo	0.1258	0.0257	0.0711	0.3964	0.2273	0.2540	0.1583	0.0258	0.1421	0.1010
Medidas a tomar	m ³ /día	11,210	2,220	6,140	34,250	19,640	21,940	13,670	2,230	12,530	8,720
		No hay problema con la tubería existente.	No hay problema con la tubería existente.	Cambio por el tendido de tuberías de φ 400 mm en el tramo entre el desarenador y la planta de tratamiento de agua. *1)	No hay problema con la tubería existente.	No hay problema con la tubería existente.	No hay problema con la tubería existente.	No hay problema con la tubería existente.	No hay problema con la tubería existente.	No hay problema con la tubería existente.	

Nota: *1) Aunque la capacidad de flujo descendente de 2 líneas de tuberías existentes de φ 200 mm (de tubos de asbesto) cumple con el valor de diseño, tienen muchas fugas de agua y hay una sobrevelocidad (3.62 m/segundo) de flujo en el interior de tuberías, por lo tanto estas líneas serán cambiadas por el tendido de tuberías de φ 400 mm (de PVC).
Con la instalación de la válvula reguladora de caudal, la velocidad de flujo en el interior de tuberías al trabajar con el tratamiento de agua diseñado será regulada a 1.62 m/segundo.

2) Diseño de instalaciones

El diseño de estas instalaciones respetará siguientes condiciones.

- ① En cuanto a la cantidad de agua de tratamiento de diseño para el método de filtración rápida, considerándose alguna pérdida como la cantidad de agua a usarse para retorolavado, etc., en el proceso de tratamiento de agua, se añadirá un 5 % más al volumen de diseño (cantidad máxima de abastecimiento de agua por día). Respecto al método de filtración lenta, no se tomará en cuenta la pérdida de agua en el proceso de tratamiento de agua.
- ② En caso de instalar la unidad de filtración rápida, se basará en las condiciones siguientes:
 - * La velocidad de filtración de diseño será de 120 a 150 m/día.
 - * Se aplicará el método de autolavado en caso de poder contar con una diferencia de nivel suficiente entre sedimentador y tanque de distribución de agua que existen en el curso arriba o abajo de la unidad de filtración.
 - * Si la cantidad de agua a tratarse es mayor a 10,000 m³/día, la unidad de filtración contará con el aparato de lavado superficial. Y si es menor a este volumen, no se instalará el aparato de lavado superficial debido a ser pequeña el área por un filtro de la unidad de filtración. En este caso, trabajará con el golpeteo manual de la superficie de arenas filtrantes que es una manera normal y común como el método de operación de la unidad de filtración rápida de pequeña escala.
- ③ El floculante que se usa para la sedimentación por floculación será el sulfato de aluminio el cual se usa normalmente en Guatemala. La tasa de dosificación será de 30 a 50 mg/litro (respecto a la turbiedad de agua cruda de 20 a 90 NTU). En cambio, se ha considerado innecesario el uso de cal apagada según el resultado de estudios. (Ver "Nota del fundamento").
- ④ La tasa promedia de dosificación de cloro será 1 mg/litro.

Los resultados obtenidos por el cálculo mediante las condiciones arriba mencionadas son los indicados en la Tabla 10.

Tabla 10 Valor de diseño para las instalaciones de la planta de tratamiento de agua

Municipio		Unidad	Zacapa	Chiquimula	Mazatenango	Retalhuleu	San Felipe	Coatepeque
Item de diseño								
Volumen de diseño		m ³ /día	8,930	6,050	16,780	12,100	1,210	12,960
Cantidad de tratamiento de agua de diseño		m ³ /día	9,377	6,353	17,619	12,705	1,210	13,608
Sedimentador	Tipo		Flujo lateral	Flujo lateral	Flujo lateral	Plaquetas de inclinación	Flujo lateral	Plaquetas de inclinación
	Area superficial efectiva	m ²	480	333.6	480.0	*1) 671.0	208.0	*1) 1,091.0
	Volumen efectivo	m ³	1,200	750.5	1,460.5	-	624.0	-
	Tasa de carga superficial	mm/min.	12.9	12.6	24.3	*1) 3.3	4.0	*1) 8.7
	Tiempo de permanencia	Hora	3.1	2.8	2.0	-	12.4	-
Unidad de filtración	Tipo		Filtración rápida	Filtración rápida	Filtración rápida	*2)Filtración por presión	Filtración lenta	Filtración rápida
	Geometría	LxA(m)	3.0x4.2	5.5x2.5	6.0x4.0	φ 1.96~2.45	17.5x13.0	6.4x3.0 2.8x4.0
	Area de filtración	m ³ /filtro	12.6	13.8	24.0	64.0/ 16 filtros	227.5	19.2 11.2
	Número de filtro	filtro	6	4	6	16	2	4 3
	Velocidad de filtración	m/día	124	115.5	122.4	189.1	2.7	123.3
Cantidad de dosificación de sulfato de aluminio (Promedio)		kg./día	469	191	881	635	-	680
Cantidad de dosificación de cloro (Promedio)		kg./día	8.9	6.1	16.8	12.1	*3) 1.7	13.0

Nota: * 1) Area total sumergida y carga de área superficial de plaquetas de inclinación. * 2) Unidad de filtración existente de Retalhuleu. * 3) Cantidad de dosificación de cloro en el agua de manantial de Recreo.

De los municipios de Zacapa, Mazatenango y Retalhuleu que usan actualmente los filtros por presión de acero, en cuanto a Zacapa y Mazatenango, se decidió cambiar sus filtros por el tanque de filtración rápida de tipo abierto por las razones siguientes;

- El filtro por presión tiene un proceso de filtración en el interior de un aparato encerrado y su operación dependerá mucho de la intuición del operador, por lo tanto no se podrá mantener

una estabilidad de la calidad de agua. En cambio, el tanque de filtración rápida de tipo abierto tiene ventajas en la maniobra porque permite observar los procesos de filtración desde el exterior y no necesita de medidores.

Por otra parte, en el caso del municipio de Retalhuleu, a pesar de ser invariable la ventaja del tanque de filtración rápida de tipo abierto, se decidió trabajar con el plan de rehabilitar los 16 filtros por presión existentes por las razones siguientes;

- Mientras que ya se ha adoptado el método de retrolavado por agua de sedimentación para los filtros en los otros 2 municipios, en el municipio de Retalhuleu se ha adoptado el método de retrolavado por agua de filtración que es muy apropiado y correcto para los filtros en este caso.
- En los otros 2 municipios, el empeoramiento del funcionamiento de los filtros es muy notorio y están en la situación de no poder realizar un mantenimiento y control adecuados. En cambio, como lo demuestra el hecho real de haber cambiado 4 filtros anticuados en enero de 1998 por su propia cuenta, el municipio de Retalhuleu está haciendo el mantenimiento y control de manera adecuada. En este sentido, se podrá esperar un buen mantenimiento y control no sólo en este momento sino también de ahora en adelante.
- En este municipio, además de contar con el alto nivel de técnica y experiencia de los operadores en cuanto a la operación y control de las instalaciones de tratamiento de agua, existe una voluntad firme de ir manteniendo y administrando debidamente estas instalaciones de ahora en adelante.
- Retalhuleu es un municipio que tiene una capacidad financiera favorable en comparación con los demás municipios objeto del Proyecto. Entonces, en caso de surgir la necesidad de renovar los filtros en el futuro, se podrá considerar que este municipio está dotado de la capacidad financiera y técnica de solucionar esa necesidad.
- En el caso de este municipio, está logrando la presión necesaria para los filtros aprovechando la configuración natural del terreno. Por esta razón, los filtros están distanciados a 1.6 km desde el tanque de sedimentación. Debido a esto, existía la preocupación sobre la destrucción de flóculos minúsculos entrados en el agua de sedimentación al ser transportados durante un largo recorrido a través de las tuberías. Sin embargo, de acuerdo con el resultado de la observación del agua realizada dejando en el recipiente 1 día completo el agua capturada justo antes de la entrada al filtro actual, se comprobó que los flóculos formados estaban sedimentados en el fondo de recipiente. Por otra parte, la turbiedad de agua en dicho recipiente fue de menos de 1 grado. Además, la turbiedad del agua filtrada en las plantas de tratamiento de agua de la Ciudad de Guatemala que adoptan la misma forma que la de Retalhuleu satisface la norma de calidad de agua durante todo el año. Por lo tanto, podrá considerarse que no haya problema.

3) Diseño de instalaciones eléctricas

En el caso de las instalaciones eléctricas de las plantas de tratamiento de agua, será estudiado el diseño del transformador para las 5 plantas de tratamiento de agua de Zacapa, Chiquimula, Mazatenango, Retalhuleu y Coatepeque. Pero no será estudiado esto en caso de San Felipe, ya que la carga eléctrica no varía debido a seguir con el mismo sistema existente.

Las condiciones de este estudio son las siguientes;

Capacidad requerida para el transformador en el régimen estable P (KVA) =

$$\frac{\text{Capacidad instalada total del equipo de uso normal (potencia de salida total KW)} \times \beta \times \alpha}{\eta \times \phi}$$

Donde :

β :Factor de demanda (0.90)

α :Factor de margen (1.10)

η :Eficiencia total (0.90)

ϕ :Factor de potencia total (0.87)

Al aplicar estos valores conocidos arriba indicados en la fórmula:

P (KVA) =

$$\frac{\text{Capacidad instalada total del equipo de uso normal (potencia de salida total KW)} \times 0.99}{0.783}$$

A partir de esto, se obtiene la capacidad de transformador de cada planta de tratamiento de agua tal como se indica en la tabla 17, aplicando en esta fórmula la capacidad instalada total del equipo de uso normal (Ver los datos adjuntados al final de este informe).

Tabla 11 Capacidad requerida para el transformador en el régimen estable

	Zacapa	Chiquimula	Mazatenango	Retalhuleu	Coatepeque
Capacidad instalada total del equipo de uso normal (KW) * 1)	5.32	5.85	34.25	3.8	25.2
Capacidad requerida para el transformador en el régimen estable (KVA)	6.7	7.4	43.3	4.8	31.9
Capacidad aplicada para el transformador en el régimen estable (KVA)	1 ϕ 10KVA, 7.6KV/240V/ 120V	3 ϕ 20KVA, 19.9KV/480V	3 ϕ 75KVA, 7.6KV/480V	1 ϕ 10KVA, 2.4KV/240V/ 120V	3 ϕ 50KVA, 7.6KV/480V
Capacidad para el transformador existente en el régimen estable (KVA)	1 ϕ 10KVA, 7.6KV/240V/ 120V	1 ϕ 10KVA, 19.8KV/240V/ 120V	1 ϕ 10KVA, 7.6KV/240V/ 120V	1 ϕ 10KVA, 2.4KV/240V/ 120V	1 ϕ 15KVA, 7.6KV/240V/ 120V
Conclusión	No hay problema con el transformador existente.	Cambio por transformador nuevo.	Cambio por transformador nuevo.	No hay problema con el transformador existente.	Cambio por transformador nuevo.

La seguridad de cada capacidad de transformador adoptada en esta tabla fue confirmada por el estudio en el cual se tomó en cuenta el factor de variación de tensión eléctrica en el último arranque del motor eléctrico de máxima capacidad.

Según el resultado del Diseño Básico mencionado hasta aquí, el contenido del Proyecto de rehabilitación para las instalaciones de tratamiento de agua de los municipios objeto del Proyecto será tal como se indica en la Tabla 12 y en la Figura 3. Los planos de Diseño Básico están adjuntados al final de este informe.

Tabla 12 Resumen del resultado del diseño de instalaciones (1/4)

Muni- cipio	No.	Instalación	Equipos/ Aparatos	Tipo de obras	Norma/especificación	Cantidad	Observa- ciones
Zacapa	1	Captación de agua	Compuerta de descarga de arena	Instalación	Compuerta de esclusa cuadrada. 1000mm ² . (de acero inoxidable)	1 unidad	
	2	Desarenado	Desarenador por el efecto remolino	Construcción	7 m de diámetro (de hormigón armado)	1 unidad	
	3	Foso de recepción de agua	Caudalímetro	Mejora	Indicador de tipo flotante en la anchura total de vertedero	1 unidad	
	4	Dosificación de producto químico	Dosificador de sulfato de aluminio	Cambio	Modelo de la cantidad de dosis ajustable de tipo tornillo con tanque	1 unidad	
	5	Sedimentación	Sedimentador	Mejora	Pared enderezadora de flujo (de hormigón armado), canal de rebose (de acero) etc.	2 sedimentadores	
	6	Filtración	Filtro de filtración rápida	Construcción	Tipo de autolavado. 12.6 m ² /filtro (de hormigón armado)	6 filtros	
	7	Desinfección	Dosificador de cloro	Cambio	Modelo de dosificación directa de solución de cloro. Inclusive la caseta de dosificación de cloro.	2 unidades	1 es de reserva.
	8	Distribución de agua	Caudalímetro integrador	Instalación	φ 300mm, Tipo de turbina. Inclusive la fosa (de hormigón armado)	1 unidad	
	9	Electricidad	Iluminación, tablero, cable, etc.	Mejora		1 unidad	
Chiquimula	1	Conducción de agua	Línea de conducción de agua	Mejora	ø200 mm (de tubo de PVC) (Conexión al desarenador)	1 lugar	
	2	Desarenado	Desarenador	Mejora	De hormigón armado (Incremento de la altura de paredes de desarenador)	1 unidad	
	3	Foso de recepción de agua	Foso de recepción de agua	Mejora	De hormigón armado	1 unidad	
			Caudalímetro	Instalación	Indicador de tipo flotante en la anchura total de vertedero	1 unidad	
	4	Dosificación de producto químico	Dosificador de sulfato de aluminio	Cambio	Modelo de la cantidad de dosis ajustable de tipo tornillo con tanque	1 unidad	
	5	Formación de flóculos	Floculador	Mejora	Ancho 5.0 m x Largo 17.5 m x Altura 1.5 m (de hormigón armado)	1 floculador	
	6	Sedimentación	Sedimentador	Mejora	Válvula de afluencia. Tubo de afluencia/tubo de efluencia de ø300 mm, ø150 mm (de tubo de acero)	4 sedimentadores	
	7	Filtración	Filtro de filtración rápida	Construcción	13.8 m ² /filtro (de hormigón armado)	4 filtros	
		Bomba de elevación de agua para retrolavado	Construcción	1.2 m ³ /min. x 12 m	2 unidades	1 es de reserva.	
		Tanque para agua de retrolavado	Construcción	80 m ³ (de hormigón armado)	1 unidad		

Tabla 12 Resumen del resultado del diseño de instalaciones (2/4)

Municipio	No.	Instalación	Equipos/Aparatos	Tipo de obras	Norma/especificación	Cantidad	Observaciones
Chiquimula	8	Distribución de agua	Foso de distribución	Construcción	De hormigón armado.	1 unidad	
			Caudalímetro integrador	Construcción	φ 300mm tipo de turbina. Inclusive la fosa (de hormigón armado)	1 unidad	
	9	Desinfección	Dosificador de cloro	Cambio	Modelo de dosificación directa de solución de cloro	2 unidades	1 es de reserva.
	10	Electricidad	Iluminación, tablero, cable, etc.	Mejora		1 unidad	
Mazatenango	1	Conducción de agua	Línea de conducción de agua	Cambio	φ550 mm (de tubo de acero)	200 m	
			Línea de conducción de agua	Cambio	φ400 mm (de tubo de PVC)	2,100 m	De la parte de asbesto-cemento
			Válvula reguladora de afluencia	Instalación	Válvula de mariposa de φ400 mm. Inclusive la fosa (de hormigón armado)	1 unidad	
	2	Foso de recepción de agua	Caudalímetro	Instalación	Idicador de tipo flotante en la anchura total de vertedero. Inclusive la fosa (de hormigón armado)	1 unidad	
	3	Dosificación de producto químico	Dosificador de sulfato de aluminio	Cambio	Modelo de la cantidad de dosis ajustable de tipo tornillo con tanque	1 unidad	
	4	Sedimentación	Sedimentador	Mejora	Pared enderezadora de flujo (de hormigón armado). Canal de rebose (de acero)	2 sedimentadores	
	5	Filtración	Filtro de filtración rápida	Construcción	Modelo de autolavado/lavado superficial. 24.6 m ² /filtro (de hormigón armado)	6 filtros	
			Bomba para lavado superficial	Construcción	5 m ³ /min. x 20 m	2 unidades	1 es de reserva.
	6	Desinfección	Dosificador de cloro	Cambio	Modelo de dosificación directa de solución de cloro. Inclusive la caseta de dosificación de cloro.	2 unidades	1 es de reserva.
7	Transmisión de agua	Línea de transmisión de agua	Cambio	φ500 mm (de tubo de PVC). Inclusive el foso de distribución (de hormigón armado).	600 m		
8	Distribución de agua	Caudalímetro integrador	Construcción	φ400 mm tipo de turbina. Inclusive la fosa (de hormigón armado)	1 unidad		
9	Electricidad	Iluminación, tablero, cable, etc.	Mejora		1 unidad		

Tabla 12 Resumen del resultado del diseño de instalaciones (3/4)

Municipio	No.	Instalación	Equipos/Aparatos	Tipo de obras	Norma/especificación	Cantidad	Observaciones
Retalhuleu	1	Foso de recepción de agua	Caudalímetro	Instalación	Indicador de tipo flotante en la anchura total de vertedero	1 unidad	
	2	Dosificación de producto químico	Dosificador de sulfato de aluminio	Cambio	Modelo de la cantidad de dosis ajustable de tipo tornillo con tanque	1 unidad	
	3	Formación de flocúlos	Floculador	Mejora	Paredes de flujo serpenteado (de plaqueta de fibrocemento).	1 floculador	
	4	Sedimentación	Sedimentador	Mejora	Plaquetas de inclinación del tipo de flujo ascendente (de PVC). Canal de rebose (de acero)	4 sedimentadores	
	5	Filtración	Filtro de filtración por presión	Cambio	Ø2.0 m (de acero)	1 filtro	
			Manómetro	Montaje	Manómetro con diafragma (2 unidades / filtro)	16 unidades	8 son de reserva.
			Arena de filtración	Cambio		16 unidades	
	6	Desinfección	Dosificador de cloro	Cambio	Modelo de dosificación directa de solución de cloro	2 unidades	1 es de reserva.
7	Distribución de agua	Caudalímetro integrador	Instalación	Ø200 mm tipo de turbina. Inclusive la fosa (de hormigón armado)	3 unidades		
8	Electricidad	Iluminación, tablero, cable, etc.	Mejora		1 unidad		
San Felipe	1	Conducción de agua	Línea de conducción de agua	Mejora	Unión flexible de Ø150 mm en la parte de fuga de agua. Válvula de aire, válvula de drenaje, etc.	1 unidad	La parte soportada en el puente.
	2	Foso de recepción de agua	Caudalímetro	Instalación	Indicador de tipo flotante en la presa triangular	1 unidad	
	3	Filtración	Filtro de filtración lenta	Mejora	El suplemento de arena filtrante, cambio de las válvulas de drenaje.	2 filtros	
	4	Desinfección	Dosificador de cloro (para la planta de tratamiento de agua)	Cambio	Modelo de dosificación directa de solución de cloro	2 unidades	1 es de reserva.
			Dosificador de cloro (para el agua de manantial de Recreo)	Construcción	Modelo de dosificación directa de solución de cloro. Inclusive la caseta de dosificación de cloro y el trabajo de conectar por rodeo la tubería de conducción de agua de Ø100 mm con uno de caudalímetro.	2 unidades	1 es de reserva.
	5	Distribución de agua	Caudalímetro integrador	Instalación	Ø100 mm tipo de turbina. Inclusive la fosa (de hormigón armado)	1 unidad	
6	Electricidad	Iluminación, cable, etc.	Mejora		1 unidad		

Tabla 12 Resumen del resultado del diseño de instalaciones (4/4)

Municipio	No.	Instalación	Equipos/Aparatos	Tipo de obras	Norma/especificación	Cantidad	Observaciones
Coatepeque	1	Foso de recepción de agua	Caudalímetro	Instalación	Tipo flotante en la anchura total de vertedero	1 unidad	
	2	Dosificación de producto químico	Dosificador de sulfato de aluminio	Cambio	Modelo de la cantidad de dosis ajustable de tipo tornillo con tanque	1 unidad	
	3	Sedimentación	Sedimentador	Mejora	Plaquetas de inclinación del tipo de flujo ascendente (de PVC). Inclusive el trabajo de apuntalamiento.	2 sedimentadores	
	4	Filtración	Filtro de filtración rápida	Mejora	Inclusive equipo de lavado superficial, colector de agua, suplemento de arena filtrante, etc.	7 filtros	
			Tubería de filtro	Mejora	Válvula reguladora de caudal de retrolavado, caudalímetro de retrolavado, Válvula de retrolavado, etc.	1 unidad	
			Bomba de elevación de agua para retrolavado	Cambio	3 m ³ /min. x 12 m	2 unidades	1 es de reserva.
			Bomba para lavado superficial	Construcción	3.5 m ³ /min. x 12 m. Inclusive la fosa (de hormigón armado)	2 unidades	1 es de reserva.
5	Desinfección	Dosificador de cloro	Cambio	Modelo de dosificación directa de solución de cloro	4 unidades	2 son de reserva.	
6	Distribución de agua	Caudalímetro integrador	Instalación	ø300 mm tipo de turbina. Inclusive el foso (de hormigón armado)	2 unidades		
7	Electricidad	Iluminación, tablero, cable, etc.	Mejora		1 unidad		