

INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
-INFOM-
LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO
PARA
EL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE PLANTAS
DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL INTERIOR
(TERCERA FASE)
EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

MARZO DE 2006

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN
DEPARTAMENTO DE COOPERACIÓN FINANCIERA NO REEMBOLSABLE

GM
JR
06-049

INSTITUTO DE FOMENTO MUNICIPAL
-INFOM-
LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO
PARA
EL PROYECTO DE REHABILITACIÓN DE PLANTAS
DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL INTERIOR
(TERCERA FASE)
EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA

MARZO DE 2006

AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN
DEPARTAMENTO DE COOPERACIÓN FINANCIERA NO REEMBOLSABLE

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 Plantas de Tratamiento de Agua Potable en el Interior (Tercera Fase) y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Guatemala una misión de estudio desde el 28 de agosto hasta el 7 de octubre de 2005. 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 desde el 9 de febrero hasta el 15 de febrero de 2006 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.

Marzo de 2006

Seiji Kojima
Vice Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Marzo de 2006

ACTA DE ENTREGA

Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico para el Proyecto de Rehabilitación de Plantas de Tratamiento de Agua Potable en el Interior (Tercera Fase) en la República de Guatemala.

Bajo el contrato firmado con JICA, Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd. hemos llevado a cabo el presente Estudio desde agosto de 2005 hasta marzo de 2006. 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.

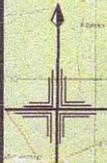
Esperamos que este Informe sea de utilidad en el desarrollo del Proyecto.

Muy atentamente,

Shigeo Otani
Jefe del Equipo de Ingenieros
Misión de Estudio de Diseño Básico
para el Proyecto de Rehabilitación de Plantas
de Tratamiento de Agua Potable en el Interior
(Tercera Fase) en la República de Guatemala
Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd.



Posición de Guatemala

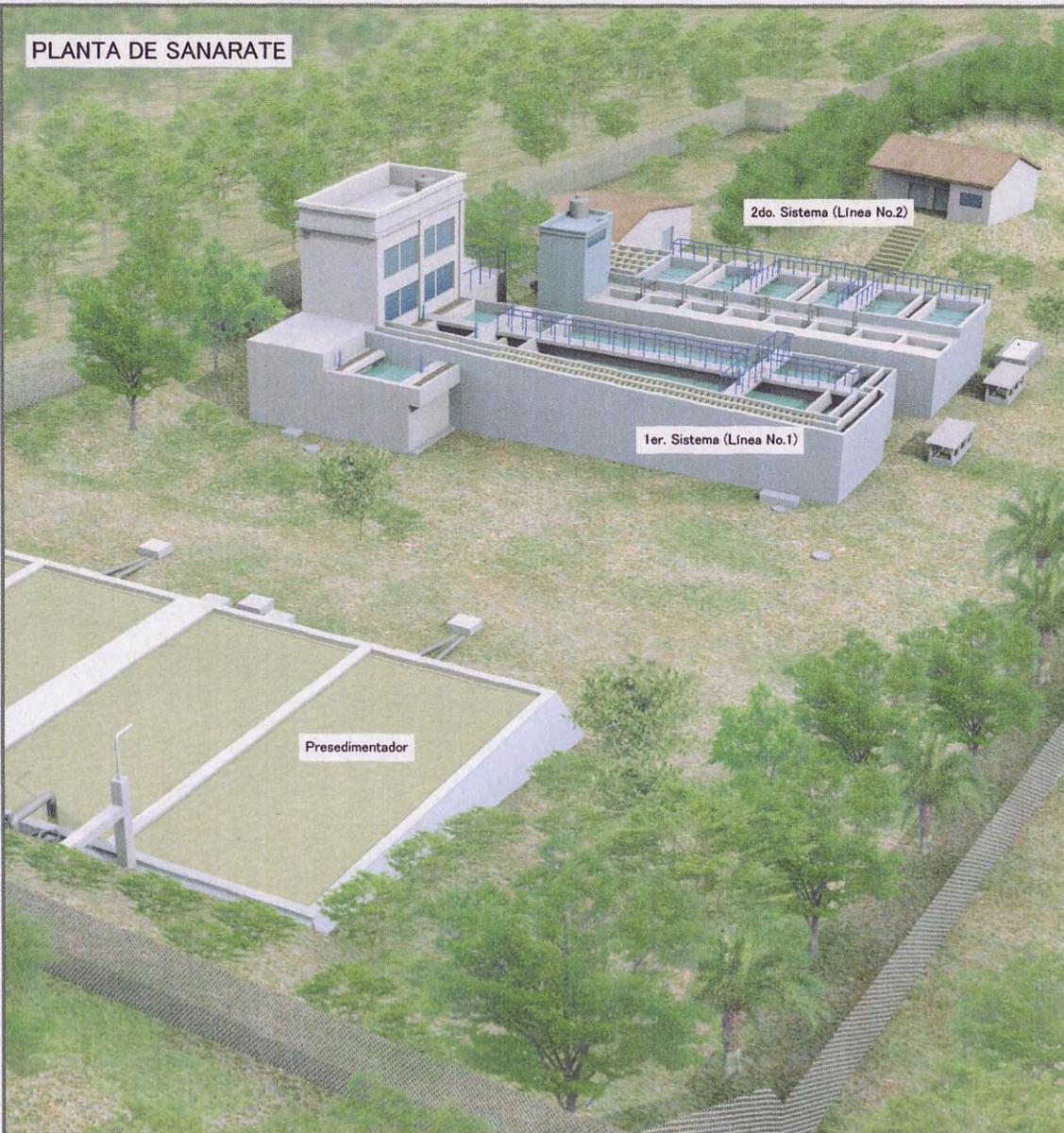


LEYENDA

- LIMITE INTERNACIONAL
- LIMITE DEPARTAMENTAL
- LUGARES OBJETO DEL PROYECTO (3 MUNICIPIOS)
- LUGARES EJEMPLARES OBJETO DE LA II FASE DEL PROYECTO (4 MUNICIPIOS)



MAPA DE LUGARES OBJETO DEL PROYECTO



BOSQUEJO PREVISTO DE LAS PLANTAS REHABILITADAS

Lista de Figuras y Cuadros

Lista de Cuadros

Cuadro 1.1.1	Contenido de la solicitud	1-1
Cuadro 2.1.1	Concepto Básico del Proyecto	2-2
Cuadro 2.2.1	Resultado del examen de selección de los municipios objeto del Proyecto	2-12
Cuadro 2.2.2	Método de cálculo de la demanda media diaria de agua	2-16
Cuadro 2.2.3	Verificación de población con servicio directo	2-17
Cuadro 2.2.4	Tasa de crecimiento demográfico	2-17
Cuadro 2.2.5	Resultado real de recaudación de tarifa de agua en Sanarate	2-19
Cuadro 2.2.6	Resultado del Censo 2002 para los municipios objeto del Proyecto ..	2-20
Cuadro 2.2.7	Pronóstico de la demanda de agua	2-21
Cuadro 2.2.8	Capacidad prevista de las plantas después de la rehabilitación	2-24
Cuadro 2.2.9	Distribución de cantidad de agua tratada en la planta de Salamá	2-33
Cuadro 2.2.10	Consumo de energía en las plantas de tratamiento	2-39
Cuadro 2.2.11	Capacidad de transformador	2-39
Cuadro 2.2.12	Diagnóstico de funcionamiento de facilidades de las plantas existentes	2-41
Cuadro 2.2.13	Diagnóstico de funcionamiento de facilidades de las plantas rehabilitadas	2-42
Cuadro 2.2.14	Resumen del método de rehabilitación	2-43
Cuadro 2.2.15	Generalidades del plan de rehabilitación de la planta	2-45
Cuadro 2.2.16	Tabla de comparación entre los componentes de la solicitud y el plan tentativo de rehabilitación	2-47
Cuadro 2.2.17	Desglose de equipos y materiales del plan de rehabilitación	2-49
Cuadro 2.2.18	Lista de equipos a suministrarse	2-52
Cuadro 2.2.19	Contenido de la rehabilitación de las instalaciones en Sanarate	2-53
Cuadro 2.2.20	Contenido de la rehabilitación de las instalaciones en Salamá	2-58
Cuadro 2.2.21	Contenido de la rehabilitación de las instalaciones en Cabañas	2-61
Cuadro 2.2.22	División de obras del Proyecto	2-70
Cuadro 2.2.23	País de adquisición de los materiales principales	2-73
Cuadro 2.2.24	Proceso de ejecución de las obras	2-74
Cuadro 2.2.25	Indicadores para los efectos del Proyecto	2-75
Cuadro 2.4.1	Número de empleados del servicio de agua en cada municipalidades	2-83
Cuadro 2.4.2	Temas incluidos en el componente de soporte técnico	2-85
Cuadro 2.4.3	Temas de instrucciones sobre el uso	2-86

Cuadro 2.5.1	Costo del Proyecto correspondiente a la parte japonesa	2-87
Cuadro 2.5.2	Costo estimado de los trabajos a cargo de la parte guatemalteca	2-88
Cuadro 2.5.3	Planilla reorganizada del departamento de agua potable en las tres municipalidades	2-90
Cuadro 2.5.4	Clasificación de cargas eléctricas y tarifa de energía eléctrica	2-91
Cuadro 2.5.5	Desglose y distribución del costo de operación y mantenimiento.....	2-94
Cuadro 2.5.6	Tabla del cálculo del costo de operación y mantenimiento	2-95
Cuadro 2.5.7	Resultado de cálculo aproximado de la tarifa de agua	2-97
Cuadro 2.5.8	Evaluación de la tarifa de agua	2-98
Cuadro 2.5.9(1)	Cálculo de la tarifa de agua potable	2-99
Cuadro 2.5.9(2)	Cálculo de la tarifa de agua potable	2-100
Cuadro 2.5.10(1)	Cálculo del costo de energía	2-101
Cuadro 2.5.10(2)	Cálculo del costo de energía	2-102
Cuadro 2.5.11	Consumo de agua por cada fuente de agua y cálculo del tiempo de operación de bomba	2-103
Cuadro 2.5.12	Cálculo del costo de aditivo químico y análisis de la calidad de agua	2-104
Cuadro 2.5.13	Resumen del suministro de agua y cantidad del suministro con ingreso	2-105
Cuadro 3.1.1	Efectos de la implementación del Proyecto y mejoras de la situación actual	3-1

Lista de Figuras

Figura 1.1.1	Ubicación de los lugares objeto de los proyectos	1-2
Figura 1.1.2	Flujograma de las plantas existentes y el contenido de la solicitud	1-4
Figura 2.2.1	Flujograma de determinación de la capacidad de plantas	2-10
Figura 2.2.2	Flujograma de selección del método de rehabilitación	2-11
Figura 2.2.3	Pronóstico de la demanda de agua	2-22
Figura 2.2.4(1)	Plano general de rehabilitación (Sanarate)	2-64
Figura 2.2.4(2)	Plano general de rehabilitación (Salamá)	2-65
Figura 2.2.4(3)	Plano general de rehabilitación (Cabañas)	2-66
Figura 2.2.5	Sistema de ejecución del Proyecto	2-67

Abreviaturas

A/P	: Autorización del Pago
B/A	: Arreglo Bancario
COGUANOR	: Comisión Guatemalteca de Normas
C/N	: Canje de Notas
EU	: Unión Europea
FFU	: Uretano reforzado con fibra
FIS	: Fondo de Inversión Social
FRP	: Plástico reforzado con fibra
ppd	: Libra por Día
Valor G	: Pendiente de Velocidad
Valor GT	: Valor G \times Tiempo de pertenencia
HP	: Horse Power = 0.746kW
HWL	: Nivel Alto del Agua
INE	: Instituto Nacional de Estadística
INFOM	: Instituto de Fomento Municipal
JIS	: Estándar Industrial del Japón
JWWA	: Asociación de Agua Potable del Japón
M/D	: Minuta de Discusiones
NTU	: Nephelometric Turbidity Unit. 1NTU=0.6 ~ 0.8 grado japonés)
psi	: Libra por pulgada cúbica (1 PSI=6.895kPa=0.07031kg/cm ²)
PVC	: Polyvinyl Chloride
Q	: Quetzal
SEGEPLAN	: Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
N/T	: Notas Técnicas
UNEPAR	: Unidad Ejecutora del Programa de Acueductos Rurales
WHO	: Organización Mundial de Salud

RESUMEN

Resumen

La República de Guatemala (en adelante se llamará “ Guatemala ”) cuenta con una superficie de 109 mil km² y una población de 11,230 mil habitantes. El café, el azúcar y los plátanos son los productos principales agrícolas que constituyen la base de la economía del país, cuyo PNB en el año 2003 fue de 1,951 dólares per capita. Aunque el país se encontraba sumido en una guerra civil que se prolongó durante 36 años, se firmó un convenio de paz en 1996, después del cual está abordando los temas socioeconómicos contemplados en dicho convenio. No obstante, el desarrollo de las áreas rurales se encuentra notablemente atrasado a causa de la guerra civil y, especialmente, el nivel de la vida de los indígenas, que ocupan la mitad de la población y habitan mayoritariamente en dichas áreas, sigue siendo bajo.

El gobierno de Guatemala, con arreglo a la política nacional, pretende la rectificación de la diferencia económica nacional y el aseguramiento de condición mínima de vida, dando una mayor prioridad para el mejoramiento de las instalaciones de agua potable y alcantarillado, así mismo para las instalaciones sanitarias. Asimismo dicho gobierno da gran importancia a realizar el mejoramiento de situación de salud, mejoramiento de ambiente de vida y la reducción de enfermedades de origen hídrico, a través de suministro estable del agua potable de mejor calidad. En el Plan de Desarrollo presentado por la Matriz de la Política Social del gobierno anterior, conformado en el año 2000, se dio alta prioridad al fortalecimiento del sector de agua potable y alcantarillado en los municipios rurales, especialmente bajo los lineamientos que da importancia al sector rural y pobreza, y también el gobierno actual del presidente Berger, formado en 2004, sigue dando importancia a dicho sector.

Los municipios rurales de Guatemala han venido contando, como fuentes de agua potable, principalmente con las vertientes y nacimientos que producen agua de buena calidad. Por otra parte, la dependencia del agua de los ríos se está haciendo cada vez más alta, de acuerdo con el crecimiento demográfico, habiendo sido construidas 25 plantas de tratamiento de agua en todo el país. Sin embargo, se acentúan cada vez más el empeoramiento de la calidad del agua cruda, debido al desarrollo de las cuencas hidráulicas y al aumento de la cantidad de aguas residuales domésticas debido al incremento de la demanda de agua, de acuerdo con el crecimiento brusco de la población en las zonas urbanas de las ciudades de provincias en los últimos años; y el deterioro de la capacidad de tratamiento, debido al envejecimiento de las instalaciones, construidas ya hace más de 30 ó 40 años. Como consecuencia de todo esto, la capacidad de abastecimiento de agua tratada de algunas plantas de tratamiento resulta deficiente tanto en la calidad como en la cantidad. Incluso existen casos en que algunas plantas suministran el agua tratada mezclada con el agua cruda, al ser insuficiente la capacidad de tratamiento respecto a la demanda de agua. Bajo estas circunstancias en que el suministro de agua es muy inestable, numerosos habitantes se ven obligados a utilizar el agua de calidad inapropiada para el consumo humano. Por otra parte, aunque se dispone de un sistema de servicio de agua, dicho sistema no llega al estado de suministrar un agua tal que pueda conseguir la confianza de los usuarios, razón por la cual no se puede recaudar debidamente la tarifa

respectiva, por lo que resulta difícil la administración de dicho servicio; redundando, además, todo esto, en el origen de las enfermedades de origen hídrico, como diarrea.

Teniendo en cuenta el plan superior y la problemática arriba indicados, el Instituto de Fomento Municipal (en adelante, se llamará IMFOM), entidad ejecutora del Proyecto, elaboró en 1996 el Plan de Acciones para la Rehabilitación de Plantas de Tratamiento de Agua Potable en el Interior, y empezó la rehabilitación sucesiva de las plantas de los municipios rurales de acuerdo con el grado de urgencia, contando también con el apoyo de diversas entidades donantes. El Gobierno del Japón también prestó su colaboración en la rehabilitación de 13 plantas (6 plantas mediante la primera fase entre 1998 y 2000, 7 plantas mediante la segunda fase entre 2001 y 2003 del “Proyecto de Rehabilitación de Plantas de Tratamiento de Agua Potable en el Interior”) mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable, que se realizó en 2 ocasiones, obteniéndose excelentes resultados. Además las 9 plantas ya estuvieron rehabilitadas por el apoyo de otros donantes, y dentro de dicho Plan de Acciones sólo faltaba rehabilitar 3 plantas, y el Gobierno de Guatemala solicitó al gobierno del Japón la Cooperación Financiera No Reembolsable para el Proyecto de Rehabilitación de Plantas de Tratamiento de Agua Potable en el Interior (Tercera Fase), a fin de completar y culminar el Plan de Acciones antes indicado.

Las 3 plantas incluidas en la solicitud, de los municipios de Sanarate (cantidad de tratamiento de 6,000m³/día, filtración rápida, 21,800 habitantes), Salamá (cantidad de tratamiento 2,100m³/día, filtración lenta, 17,800 habitantes) y Cabañas (cantidad de tratamiento 1,000m³/día filtración lenta, 7,200 habitantes), se construyeron hace alrededor de 40 años, resultándoles imposible desplegar su capacidad original debido al envejecimiento de las instalaciones y averías de algunos equipos. Asimismo, la floculación, sedimentación y filtración no son suficientes, por lo que se encuentran en una situación en que no se puede asegurar una buena calidad del agua potable apta para el consumo humano, y en que la cantidad de agua tratada no alcanza a la demanda.

Los componentes de la solicitud consisten en la rehabilitación de las actuales plantas de tratamiento de agua potable de los 3 municipios objeto del Proyecto y la renovación parcial de las líneas de conducción existentes. Aunque dichos componentes varían según cada planta de tratamiento, contemplan la construcción de nuevos tanques de floculación, la rehabilitación de tanques de sedimentación, la construcción de nuevos tanques de filtración, la rehabilitación de los mismos, incluido el reemplazo del lecho filtrante, la renovación del equipo de bombeo para retrolavado, la instalación de nuevos sistemas de dosificación de productos químicos, la renovación de equipos de cloración y la renovación de las tuberías de conducción.

En respuesta a dicha solicitud, el gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para el “Proyecto de Rehabilitación de Plantas de Tratamiento de Agua Potable en el Interior (Tercera Fase)”, y la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) envió a Guatemala una Misión de Estudio de Diseño Básico para comprobar el trasfondo y la justificación del contenido de la solicitud, así como para determinar los componentes del Proyecto, desde el 28 de agosto hasta el 7 de octubre de 2005. La Misión,

además de realizar discusiones y deliberaciones con la entidad ejecutora, INFOM, y los tres municipios llevó a cabo los estudios locales y la recolección de datos relacionados. Después del regreso a Japón, la Misión confirmó el contenido de la solicitud y la justificación de la cooperación mediante el análisis en Japón, y asimismo, realizó el estudio sobre la escala apropiada del Proyecto y su contenido, en caso de que éste fuera ejecutado como proyecto de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón, elaborando posteriormente el borrador del informe del Estudio de Diseño Básico. Además de esto, JICA ha vuelto a enviar a Guatemala una Misión de Explicación del Borrador del Informe de Diseño Básico para explicar dicho borrador a las autoridades relacionadas con el gobierno de Guatemala, así como para deliberar sobre el contenido del mismo, desde el 9 de febrero hasta el 15 de febrero de 2006. Los resultados de las deliberaciones se resumen en el presente informe.

El presente Proyecto consiste en rehabilitar las plantas existentes en los 3 municipios beneficiarios, basándose en la recuperación de la capacidad original de tratamiento perdida en dichas plantas como consecuencia del envejecimiento de las diferentes instalaciones, y tiene como objetivo suministrar la cantidad de agua que pueda satisfacer la demanda del año 2009, año objetivo del Proyecto, manteniendo la coherencia con otros proyectos de suministro de agua en la totalidad de las áreas objetivas, e incluso con otras instalaciones del servicio de agua. Asimismo, tiene la meta de mejorar las condiciones sanitarias de la vida de los ciudadanos, mediante el suministro de agua potable apta para el consumo humano y de calidad segura, que cumpla con las normas guatemaltecas, a los habitantes que se encuentran actualmente con riesgo de diarrea y de otras enfermedades de origen hídrico debido al agua de mala calidad. Por consiguiente, se llevará a cabo la rehabilitación de las instalaciones relacionadas con las plantas de tratamiento y el apoyo técnico a los municipios objeto del Proyecto. Sobre la base de los resultados de los estudios locales, el Proyecto ha sido trazado según los lineamientos sobre el diseño indicados a continuación:

Año objetivo

Se ha establecido el año objetivo del presente Proyecto en 2009, año siguiente al 2008 en que se prevé finalizar todas las obras de las diferentes instalaciones de tratamiento de agua potable a rehabilitarse mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón.

Alcance de la cooperación por la parte japonesa

En cuanto a la adecuación de cada una de las 3 plantas de tratamiento de agua potable contempladas en la solicitud para ser objeto de la cooperación, se ha establecido el juicio a través de los estudios sobre la calidad de agua cruda, el caudal de la misma, la repetición con otros proyectos, el estado de acondicionamiento del sistema de impulsión y distribución de agua, los factores perjudiciales que impidan la ejecución de obras, el sistema de administración y mantenimiento, y los efectos beneficiosos. Con respecto al ámbito de las instalaciones objeto de la cooperación, se ha establecido desde la captación de agua hasta el tanque de distribución situado en el interior del terreno de la planta de tratamiento de agua potable.

Capacidad de las instalaciones de las plantas de tratamiento de agua potable

El presente Proyecto sienta el principio de rehabilitar las instalaciones obsoletas, por lo que el fundamento del Proyecto consiste en recuperar la capacidad original de cada planta. Por otra parte, las instalaciones objetivas son viejas, habiendo sido construidas hace 30 ó 40 años, y para que se adapten a la actualidad, se establece en principio la demanda de agua del año objetivo del Proyecto en la capacidad prevista de tratamiento. No obstante, en el caso de que el caudal de los ríos o el caudal conducible por las tuberías de conducción no puedan satisfacer la demanda arriba indicada, la capacidad prevista de tratamiento se verá limitada por dichos caudales. En consecuencia, la capacidad prevista de tratamiento para Sanarate ha sido determinada por la demanda máxima diaria del año objetivo del Proyecto, para Salamá por la demanda media diaria del mismo, y para Cabañas por la capacidad de conducción de agua de la línea de conducción.

Reposición del caudal de las fuentes de agua

La capacidad prevista de tratamiento en las plantas de Salamá y Cabañas no satisface la demanda máxima diaria del año objetivo del Proyecto. En cuanto a la reposición de la falta de cantidad de agua, cada municipalidad tomará las medidas correspondientes por su propia cuenta, mediante el aprovechamiento de los pozos existentes en la ciudad, la construcción de nuevos pozos, etc.

Aprovechamiento del tanque de sedimentación en Salamá construido por la Unión Europea

Con respecto al tanque de sedimentación que había sido entregado a la Municipalidad de Salamá por la Unión Europea, sin terminar por completo su construcción, dicha municipalidad manifestó un gran deseo de que la parte japonesa incluyera dicho tanque como uno de los componentes objeto de la cooperación del presente Proyecto. Por otra parte, la Delegación de la Comisión de Guatemala de la Unión Europea señaló que dicho tanque ya había sido entregado a la Municipalidad de Salamá y el aprovechamiento de este tanque será determinado de acuerdo con el deseo de dicha municipalidad. En respuesta a esta demanda, la parte japonesa realizó el estudio correspondiente, y decidió aprovecharlo de manera eficiente, elaborando el plan de rehabilitación del mismo.

Selección del sistema de tratamiento de agua potable y del equipo de dosificación de productos químicos

Al rehabilitar las plantas de tratamiento de agua potable existentes, no se modificará mucho en principio el sistema actual de tratamiento. No obstante, en el caso de que el sistema actual no pueda aplicarse a la calidad de agua cruda, este sistema será modificado. En la planta de Sanarate, donde la turbiedad del agua cruda es alta durante todo el año y que cuenta con el sistema de filtración rápida, se rehabilitará el equipo de dosificación de sulfato de aluminio. En cuanto a las plantas de Salamá y Cabañas, que funcionan con el sistema de filtración lenta, se ha considerado la instalación de dicho equipo, siempre que la turbiedad del agua cruda sea constantemente superior a los 30 grados.

Nivel de operación y mantenimiento de cada municipalidad y medidas para la reducción de los costos

Las instalaciones y equipos del presente Proyecto deberán ser susceptibles de ser atendidos por el nivel técnico de cada municipalidad. Asimismo, se ha prestado atención a reducir al máximo los gastos relacionados con la operación y mantenimiento, como por ejemplo, los de la energía eléctrica, productos químicos, etc.

Componentes de la rehabilitación de las instalaciones de la planta de tratamiento

Como componentes de la rehabilitación y mejoramiento de las instalaciones, se han realizado estudios sobre los siguientes aspectos: a) recuperación y mejoramiento respecto al envejecimiento y capacidad deficiente de las instalaciones, incluidas las líneas de conducción; b) mejoramiento funcional en vista de la tendencia de alta turbiedad del agua cruda, para realizar el suministro de agua de calidad segura; c) mejora de las funciones de las instalaciones y equipos para llevar a cabo el control de operación adecuado; d) selección del sistema y magnitud para la reducción del costo de operación y mantenimiento; e) mejoramiento de las instalaciones que se requieran para la ampliación de su capacidad, etc. Se ha llevado a cabo el diagnóstico funcional según dichos aspectos, comparando la capacidad prevista de tratamiento para el año objetivo del proyecto de rehabilitación con el valor normal que establecen “Las Directrices de Diseño para las Instalaciones de Agua Potable”, a fin de determinar que las instalaciones y equipos cuyo valor funcional no satisfaga el valor normal sean objeto de la rehabilitación.

Retroalimentación desde los proyectos anteriores

Las lecciones aprendidas después de las revisiones del estado de operación y mantenimiento de las plantas que habían sido rehabilitadas por los proyectos anteriores de la Cooperación Financiera No Reembolsable se reflejaron en este proyecto. El monitoreo periódico de la calidad de agua y la acumulación de sus datos serán indispensable para la operación y mantenimiento apropiados. Además, será importante el lavado de arena filtrante para el uso efectivo del filtro. Por lo tanto, se suministrarán las cintas transportadoras portátiles como equipos auxilios del lavado de la arena filtrante, así como los turbidímetros tipo colorímetro para el análisis de agua. Además, se prepararán los patios de lavado de arena en las plantas de tratamiento con el sistema de filtración lenta para el mantenimiento de tanque de filtro.

Apoyo técnico

Para elevar los efectos de la ejecución del Proyecto, se requiere mejorar la capacidad técnica del personal encargado del control de operación de las instalaciones rehabilitadas en el mismo momento en que se lleve a cabo el presente Proyecto. Inmediatamente después de la construcción de las instalaciones, el Consultor ofrecerá la asistencia técnica en cuanto a la “Teoría y Metodología sobre la Operación y Mantenimiento de la Totalidad de la Planta”, mediante el componente de soporte técnico; y la Constructora, en cuanto al “Método de Operación y Manipulación de las Instalaciones y Equipos”, a través de las instrucciones operativas.

Como consecuencia de los estudios realizados con las condiciones arriba indicadas, se ha determinado que el presente Proyecto se destinará a la totalidad de los 3 municipios contemplados en la solicitud. El contenido y magnitud del Proyecto son tal como se describen a continuación:

Según los estudios, en las plantas de Salamá y Cabañas, que cuentan con el sistema de filtración lenta, la turbiedad del agua cruda en la época de lluvias es baja aun después de precipitaciones moderadas, siendo inferior a 10 grados. Cuando se trata de lluvias constantes, existen casos en que la turbiedad aumenta como 3 ó 4 veces al año, pero se normaliza en medio día. Por esta razón, aunque en la solicitud del gobierno de Guatemala se citan la instalación del sistema de dosificación de sulfato de aluminio y la construcción de un nuevo tanque de floculación como tratamiento previo al proceso de filtración, el presente Proyecto no abarcará estos componentes. Con esto resultará más fácil la operación de la planta, y también se reducirá el costo de operación, como por ejemplo, los gastos de sulfato de aluminio y energía eléctrica. En lo que se refiere a la planta de Sanarate, aunque se ha solicitado la construcción de 2 nuevos tanques de filtración, se construirá sólo un tanque, en consecuencia del estudio sobre la demanda de agua en el año objetivo del Proyecto. Por otra parte, aunque no se ha solicitado, para Sanarate se incluirán la rehabilitación de los equipos auxiliares de la línea de conducción para solucionar la deficiencia de conducción de agua, la instalación del equipo de medición de caudal necesario para la operación y mantenimiento, y el mejoramiento de los tanques de distribución, así como la renovación de las placas desviadoras de corriente de los tanques de floculación, del lecho filtrante y de los tubos colectores de agua para resolver la deficiencia funcional. En Salamá se llevarán a cabo la construcción de nuevas instalaciones para el segundo sistema de filtración lenta, con el objeto de mejorar notablemente la capacidad de tratamiento, la disposición de lugar de lavado de la arena, la instalación del equipo de medición de caudal, el mejoramiento de las tuberías de impulsión y drenaje interiores de la planta y el mejoramiento de las tuberías de drenaje exteriores de la planta. En Cabañas se realizarán el mejoramiento de los equipos auxiliares de la línea de conducción, la disposición de lugar de lavado de la arena, la instalación del equipo de medición de caudal, el mejoramiento de las tuberías de impulsión y drenaje interiores de la planta y el mejoramiento de las tuberías de drenaje exteriores de la planta. Los demás componentes serán los mismos que se encuentran incluidos en la solicitud. Por otra parte, además de la rehabilitación de las instalaciones y equipos, se suministrarán medidores de turbiedad para saber la turbiedad del agua cruda y del agua tratada y cintas transportadoras para el trabajo de lavado de la arena de filtración lenta.

1) Generalidades de las instalaciones

Tabla-1 Generalidades de la instalaciones existentes

Ítems de	Unidad	Sanarate		Salamá		Cabañas
		1962	1998	1968	2002	1973
Año de Construcción		Línea No 1	Línea No 2	Línea No 1	Línea No 2	-
Nombre de los sistemas		Filtración rápida	Filtración rápida	Filtración lenta	-	Filtración lenta
Sistema de tratamiento						
Capacidad de diseño	lit/seg	69		24		12
	m ³ /día	5,960		2,070		1,040
Capacidad según cada sistema	lit/seg	29	40	24	0	12
Línea de conducción	Juego	1		1 (Construido por el financiamiento de la Unión Europea)		1 (Construido por el financiamiento del FIS)
Caja repartidora de agua de entrada	Tanque	1	1	1	-	No hay
Presedimentador	Tanque	1	1	No hay	-	No hay
Medidor de caudal de entrada	Juego	1 canal parcial	1 vertedero de presa	1 vertedero de presa		No hay
Equipo de dosificación de producto químico	Juego	Por fuerza humano sin máquina	Por fuerza humano sin máquina	No hay	-	No hay
Tanque de floculación	Tanque	1 de corriente vertical	1 de corriente vertical	No hay	-	No hay
Tanque de sedimentación	Tanque	2 de corriente horizontal	6 sedimentadores con placa inclinada	2 de corriente horizontal	2 de corriente horizontal (No utilizado)	1 de corriente horizontal
Tanque de filtración	Tanque	2 tanques de filtro rápido	8 tanques de filtro rápido	2 tanques de filtro lento	-	1 tanque de filtro lento
Equipo de retrolavado	Juego	1 (Tanque y 2 Bombas)	No hay	No hay	-	No hay
Patio de lavado de arena filtrante	Juego	No hay	No hay	2	-	No hay
Caja de confluencia de agua tratada	Tanque	1		No hay	-	No hay
Equipo de cloración	Juego	1	No hay	1	-	1
Medidor de agua tratada	Juego	No hay	No hay	No hay	-	No hay
Tanque de distribución	Tanque	2	3	2	-	3
Tubería de transporte en el interior de la planta	Juego	1		1	-	1
Tubería de drenaje en el interior de la planta	Juego	1		1	-	1

Tabla-2 Generalidad de las instalaciones rehabilitadas

Ítems	Unidad	Sanarate		Salamá		Cabañas
Población beneficiaria	Hab.	25,000		20,300		7,900
Nombre de los sistemas	-	Línea No 1	Línea No 2	Línea No 1	Línea No 2	-
Sistema de tratamiento	-	Filtración rápida	Filtración rápida	Filtración lenta	Filtración lenta	Filtración lenta
Capacidad prevista de diseño	Lit/seg	77		52		18
	m ³ /día	6,650		4,490		1,560
Capacidad según cada sistema	Lit/seg	47	30	20	32	18
Línea de conducción	Juego	1 (rehabilitar obras complementarias)		1 (sin rehabilitar)		1 (rehabilitar obras complementarias y renovar un tramo)
Caja repartidora de agua entrada	Tanque	No hay	No hay	1 (construir)		No hay
Presedimentador	Tanque	1 (rehabilitar)	1 (rehabilitar)	No hay	No hay	No hay
Medidor de caudal de entrada	Juego	1 (instalar)	1 (instalar)	No hay		No hay
Equipo de dosificación de producto químico	Juego	1 (instalar)	1 (instalar)	No hay	No hay	No hay
Tanque de floculación	Tanque	2 de corriente vertical (1 rehabilitar y 1 construir)	1 de corriente vertical (rehabilitar)	No hay	No hay	No hay
Tanque de sedimentación	Tanque	2 de corriente horizontal (rehabilitar)	6 sedimentadores con placas inclinadas (rehabilitar)	2 sedimentadores con corriente horizontal (rehabilitar)	2 sedimentadores con corriente horizontal (construir)	2 sedimentadores con corriente horizontal (1 demoler y 2 construir)
Tanque de filtración	Tanque	3 tanques de filtro rápido (2 rehabilitar y 1 construir)	8 tanques de filtro rápido (rehabilitar)	2 tanques de filtro lento (rehabilitar)	2 tanques de filtro lento (2 construir)	2 tanques de filtro lento (1 rehabilitar y 1 construir)
Equipo de retrolavado	Juego	1 (rehabilitar)	No hay	No hay		No hay
Patio de lavado de arena filtrante	Juego	No hay	No hay	2 (rehabilitar)	2 (construir)	1 (construir)
Caja de confluencia de agua tratada	Tanque	1(sin rehabilitar)		No hay		1 (construir)
Equipo de cloración	Caseta	1 (renovar)	1 (instalar)	1 (renovar)		1 (renovar)
Medidor de agua tratada	Juego	1 (renovar)	1 (instalar)	1 (instalar)		1 (instalar)
Tanque de distribución	Tanque	2 (sin rehabilitar)	3 (sin rehabilitar)	5 (2 construir)		2 (sin rehabilitar)
Tubería de transporte en el interior de la planta	Juego	1 (rehabilitar)		1 (rehabilitar)		1 (rehabilitar)

Ítems	Unidad	Sanarate	Salamá	Cabañas
Tubería de drenaje en el interior de la planta	Juego	1 (rehabilitar)	1 (rehabilitar)	1 (rehabilitar)
Equipo a adquirir	Juego	1 turbidímetro	1 turbidímetro 4 cintas transportadora	1 turbidímetro 1 cinta transportadora

2) Apoyo técnico

Asesoramiento técnico para la operación y mantenimiento de la planta mediante el componente de soporte técnico

Tabla-3 Actividades del componente de soporte técnico

Personal objetivo	Actividad, técnica necesaria	Fecha de ejecución, duración, entrenador	Documentos a entregar
Responsables del Departamento de Agua Potable	Teoría de operación de la planta en general. Comprensión de los ítems de control de operación.	Ejecución después de las obras de construcción (Japón 0.17 persona/mes, Guatemala 1.10 persona/mes) 1 consultor japonés	Manual de control de operación de la planta, documentos para la enseñanza de lecciones teóricas y prácticas
Operadores	Comprensión de los métodos de control de operación de la planta. Control de operación adecuado mediante el manual de control de operación.		
Obreros de limpieza	Evacuación de lodo y limpieza de las instalaciones de la planta. Raspado, lavado, reposición y nivelado de la arena del tanque de filtración lenta.		

El presente Proyecto será ejecutado en un año fiscal, con la premisa de prórroga. El período de ejecución será de 19 meses (6 meses para el diseño de ejecución y 13 meses para el período de las obras). Por otra parte, el costo total de la ejecución del Proyecto asciende a 643 millones de yenes (641 millones de yenes con cargo a la parte japonesa y 2 millones de yenes con cargo a la parte guatemalteca).

Los efectos de la implementación del Proyecto serán los que se indican a continuación:

Incremento de la cantidad de tratamiento de agua

La ampliación de la capacidad de las plantas de tratamiento de agua potable mediante el presente Proyecto, en combinación con el incremento de la cantidad de agua a suministrarse a través de otras instalaciones de servicio de agua en el interior de la ciudad, permitirá satisfacer la demanda de agua en el año objetivo del Proyecto. Asimismo, la implementación del Proyecto incrementará la cantidad de producción de agua potable en un 53%, de 8,300m³/día, cantidad anterior a la ejecución del Proyecto, a 12,700m³/día, cantidad posterior a la misma. Este incremento de la cantidad de producción, convertido en la cantidad de suministro de agua, significa un incremento de la población con servicio de agua en unos 17,000 habitantes. Por otra parte, una vez implementado el Proyecto, la cantidad media de tratamiento en las 3 plantas se incrementará de los actuales 100 litros/persona/día a

150 litros/persona/día.

Mejoramiento de la calidad del agua

La operación apropiada de las instalaciones existentes de la planta de tratamiento rehabilitadas por el presente Proyecto permitirá realizar el tratamiento adecuado de toda la cantidad de agua cruda procedente de los ríos que entra a la planta mediante la línea de conducción, por lo que la calidad del agua tratada podrá satisfacer la norma guatemalteca. Asimismo, la instalación de medidores de caudal y el mejoramiento de los equipos de cloración permitirán realizar la inyección adecuada de cloro para la totalidad del agua tratada de acuerdo con la cantidad de tratamiento de agua.

Reducción del costo de operación

En Salamá y Cabañas se suministra el agua desde la planta de tratamiento de agua potable objeto del presente Proyecto y también desde los pozos profundos de la ciudad. En Salamá, el porcentaje actual de abastecimiento de agua mediante la planta respectiva es del 52%, aun en la época de lluvias, debido a la escasa capacidad actual de la misma. En Cabañas, el abastecimiento de agua a la población depende de los pozos profundos al 100%, ya que existe una deficiencia funcional en los tanques de sedimentación y filtración. Sin embargo, después de la implementación del Proyecto, se permitirá suministrar el 100% de la cantidad prevista de suministro de agua sólo mediante la planta respectiva durante la época de lluvias. El costo de operación de los pozos es bastante elevado debido a los gastos de energía eléctrica, por lo que la ampliación de la cobertura de las plantas de tratamiento de agua permitirá reducir notablemente dicho costo.

Mejoramiento del sistema de operación y mantenimiento de la planta

Por la implementación del presente Proyecto se adecuará un sistema de organización para realizar debidamente la operación y mantenimiento de la planta. Asimismo, por la introducción de la asistencia técnica del Consultor, mediante el componente de soporte técnico, y de la Constructora, mediante las instrucciones operativas, los encargados de las municipalidades podrán llevar a cabo adecuadamente la operación y mantenimiento de las instalaciones y equipos mejorados por el Proyecto, de acuerdo con los manuales de operación y mantenimiento.

Recuperación de la confianza en el agua del grifo y revisión de la tarifa del agua

Por el mejoramiento del servicio de agua, como por ejemplo, el incremento de la cantidad de suministro de agua, la mejora de la calidad de la misma, etc., como consecuencia de la implementación del presente Proyecto, se podrá esperar la recuperación de la confianza de los habitantes en la seguridad y comodidad del agua del grifo, con la expectativa del incremento del porcentaje de su aprovechamiento para el consumo humano, que es el fundamento del uso del agua potable. Además de esto, será posible llevar adelante el saneamiento financiero del servicio de agua, conjuntamente con la revisión de su tarifa.

Del presente Proyecto se pueden esperar numerosos efectos, como los que han sido indicados arriba, y al mismo tiempo este Proyecto contribuirá extensamente a las necesidades humanas básicas de los habitantes, razón por la cual se juzga que el significado de su implementación mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable es enorme. Por otra parte, para que el Proyecto sea llevado a cabo de manera más eficiente y eficaz, se deberá prestar atención a los siguientes puntos:

Aprovechamiento orgánico de todas las instalaciones municipales de agua potable

Es muy importante que las plantas que se rehabilitarán mediante el presente Proyecto sean utilizadas orgánicamente y eficientemente con las otras instalaciones de agua potable (captación de agua, pozos y sistema de impulsión y distribución de agua). Asimismo, al implementarse el presente Proyecto, se requiere que las otras instalaciones o facilidades de servicio de agua que no sean objetivo del Proyecto, y respecto a las cuales las municipalidades tengan proyecto de mejoramiento, sean acondicionadas según los planes antes de la finalización del presente Proyecto.

Mejoramiento del sistema de impulsión y distribución de agua en conexión con las plantas objeto de la cooperación

Para que se produzcan los efectos de la cooperación, una vez aseguradas la cantidad y calidad de agua por la rehabilitación de las plantas mediante la implementación del presente Proyecto, resulta imprescindible que el agua tratada sea distribuida eficientemente a través del sistema actual de impulsión y distribución. En este sentido, se requiere que las municipalidades procedan con la elaboración y ejecución del proyecto de mejoramiento de dicho sistema.

Reposición del caudal de la fuente de agua durante la época seca

En Salamá, de acuerdo con la disminución del caudal de la fuente de agua durante la época seca, se supone que en dicha época de 2009, año objetivo del Proyecto, faltará el agua a servir en una cantidad de unos 16 litros por segundo, aun aprovechando el agua de los pozos existentes en la ciudad. Por esta razón, se requiere que la municipalidad proceda con los estudios sobre la construcción de nuevos pozos o la utilización del agua del río Cachil, a fin de tomar las medidas de reposición del caudal de la fuente de agua durante la época seca.

Mejoramiento del sistema de organización para la operación y mantenimiento de la planta

Las municipalidades deberán mejorar el sistema de organización para la operación y mantenimiento de la planta. Las municipalidades de Salamá y Cabañas deberán disponer de 2 operadores y otros 4 obreros para el trabajo de lavado de la arena filtrante, con los que no cuentan actualmente. Dichas personas deberán estar disponibles antes del momento en que algunas instalaciones rehabilitadas comenzarán a estar en condiciones de uso, de modo que puedan recibir la capacitación técnica para la operación y mantenimiento de la planta que la parte japonesa impartirá como apoyo técnico. Asimismo, es muy importante que las municipalidades hagan el máximo esfuerzo para la disposición continua y exclusiva del personal de la planta que haya recibido dicha capacitación técnica, a fin de

que se lleven adelante de manera adecuada la operación y mantenimiento de la planta.

Convenio entre INFOM y las municipalidades

El presente Proyecto se realizará a través de INFOM, que será la entidad ejecutora del Proyecto. Las instalaciones y equipos objeto del presente Proyecto serán transferidos a las municipalidades como sus propios bienes en el momento de la finalización del Proyecto, siendo controlados posteriormente por cada municipalidad. Por lo tanto, INFOM, que es la entidad ejecutora, había firmado previamente un convenio interinstitucional con cada una de las municipalidades sobre la cooperación en la ejecución del Proyecto, aclarando las obligaciones de cada municipalidad durante las obras y después de la finalización del Proyecto. Para asegurar el cumplimiento de dicho convenio, INFOM deberá canjear el convenio cooperativo como documento oficial con cada municipio en que se describen claramente las obligaciones de la parte de los municipios en la ejecución de obra y después de entrega de las plantas.

Fortalecimiento del sistema de apoyo de INFOM

Se requiere a INFOM no solamente una función de entidad ejecutora del Proyecto durante su implementación, sino también la prestación del apoyo técnico para la operación y mantenimiento adecuados de las diferentes instalaciones aun después de la finalización del Proyecto. En el caso de producirse algún problema de operación de la planta, y que haya alguna solicitud de diagnóstico o reparación por parte de las municipalidades, deberá prestar su servicio de apoyo. Para el control de operación de las plantas de tratamiento de agua potable, INFOM deberá fortalecer un sistema que pueda realizar el apoyo técnico arriba mencionado, mediante el aprovechamiento orgánico de las unidades existentes relacionadas (Unidad de Plantas de Tratamiento de Agua Potable, Unidad de Gerencia Técnica y de Proyecto, Laboratorio de Agua). A este efecto, deberá educar y capacitar a los técnicos de control de las plantas de tratamiento de agua potable.

Conservación de la cuenca hidráulica

Se tiene un alto grado de dependencia de los ríos que aportan el agua a las plantas de tratamiento objeto del Proyecto, tratándose de las fuentes de agua más grandes e importantes de las ciudades. Por lo tanto, resulta indispensable que las municipalidades presten su máxima atención a la conservación de la calidad del agua, tomando medidas positivas contra la descarga de las aguas residuales domiciliarias, el uso de pesticidas para los cultivos y la deforestación, en relación con la conservación de las cuencas hidráulicas.

Revisión de la tarifa de agua

Con el objeto de asegurar el costo de administración, operación y mantenimiento del servicio de agua, se necesita determinar y recaudar la tarifa apropiada. Una vez mejorada la situación del servicio de agua por la implementación del presente Proyecto, quedará mejorada la confianza en el servicio de agua potable y luego establecidas las condiciones para poder cobrar una tarifa adecuada. Por lo tanto,

resulta deseable que las municipalidades elaboren el plan de revisión de la tarifa de agua, y lo expliquen suficientemente a los habitantes mediante la información pública, a fin de poner en práctica la tarifa revisada. En el caso de que resulte imposible subir bruscamente la tarifa debido a la situación económica de los habitantes o por causa del trasfondo histórico, sería deseable revisar dicha tarifa escalonadamente bajo la dirección de INFOM, poniéndose en práctica las actividades instructivas entre los habitantes. Asimismo, se requiere fortalecer internamente el organigrama municipal a fin de mejorar el sistema de personal para la instalación y acondicionamiento de los medidores de agua, lectura de los medidores, recopilación de datos, inspección y confirmación de la precisión de los medidores, y reparación de los mismos, así como para modernizar el sistema de contabilidad para el servicio de agua.

ÍNDICE

Prefacio

Acta de Entrega

Mapa de Lugares Objeto del Proyecto / Bosquejo Previsto de las Plantas Rehabilitadas

Lista de Cuadros y Figuras

Abreviaturas

Resumen

Índice

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES DEL PROYECTO	1-1
1.1 Antecedentes y Generalidades de la Solicitud de Cooperación Financiera No Reembolsable.....	1-1
1.1.1 Antecedentes del Estudio	1-1
1.1.2 Contenido de la solicitud	1-2
CAPÍTULO II. CONTENIDO DEL PROYECTO.....	2-1
2.1 Generalidades del Proyecto	2-1
2.1.1 Meta superior y Objetivo del Proyecto	2-1
2.1.2 Concepto Básico del Proyecto	2-2
2.1.3 Retroalimentación desde los proyectos anteriores	2-3
2.2 Diseño Básico del Proyecto Objeto de la Cooperación	2-5
2.2.1 Lineamientos sobre el Diseño	2-5
2.2.1.1 Lineamientos Básicos	2-5
2.2.1.2 Pronóstico de Demanda de Agua y Plan de Suministro de Agua	2-15
2.2.2 Plan Básico	2-23
2.2.2.1 Capacidad de las Instalaciones Rehabilitadas	2-23
2.2.2.2 Lineamientos para la determinación del Sistema y Componentes de Rehabilitación	2-25
2.2.2.3 Determinación del Plan Tentativo	2-43
2.2.3 Plan de Ejecución	2-67
2.2.3.1 Lineamientos para la Ejecución de Obras	2-67
2.2.3.2 Puntos de Consideración para la Ejecución de Obras	2-69
2.2.3.3 División de Obras	2-70
2.2.3.4 Plan de Supervisión de Obras	2-71
2.2.3.5 Plan de Control de la Calidad	2-73
2.2.3.6 Plan de Adquisición de Materiales	2-73
2.2.3.7 Proceso de Ejecución	2-74
2.2.4 Sobre los Efectos del Proyecto	2-75

2.2.5	Atenciones Sociales y Medioambientales	2-75
2.3	Resumen de los Trabajos de la Parte Guatemalteca	2-77
2.4	Plan de Administración y Mantenimiento del Proyecto	2-81
2.4.1	Sistema y Capacidad Municipal de Administración y Mantenimiento de la Planta	2-81
2.4.2	Sistema de Apoyo de INFOM	2-83
2.4.3	Necesidad de la Asistencia de la Parte Japonesa	2-85
2.5	Costo Estimado del Proyecto	2-87
2.5.1	Costo Estimado del Proyecto	2-87
2.5.2	Costo de Operación y Mantenimiento	2-89
2.6	Otros Temas Pertinentes a la Ejecución del Proyecto	2-106
2.6.1	Terminación de las obras pertinentes al proyecto en Cabañas	2-106
2.6.2	Reposición del caudal de las fuentes de agua.....	2-106
2.6.3	Mejoramiento de la organización para la operación de las instalaciones de la planta	2-106
2.6.4	Plan de Componente de Soporte Técnico	2-106
 CAPÍTULO III. EVALUACIÓN Y RECOMENDACIONES		 3-1
3.1	Efectos del Proyecto	3-1
3.2	Recomendaciones	3-7

[APÉNDICE]

1.	Nombre de Miembros de la Misión del Estudio	A1-1
2.	Calendario de Actividades de la Misión	A2-1
3.	Lista de Personas Concernientes	A3-1
4.	Minuta de Discusiones	A4-1
5.	Planos del Diseño Básico	A6-1
6.	Datos de Referencia	A6-1
6.1	Resultado del análisis de la calidad de agua	A6-1
6.2	Resultado del estudio geológico	A6-55
6.3	Resultado del estudio topográfico	A6-69
6.4	Resultado del análisis de arena filtrante	A6-83
6.5	Resultado del estudio de la condición social	A6-90
6.6	Perfil de las líneas de conducción y el cálculo hidráulico	A6-93

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes y Generalidades de la Solicitud de la Cooperación Financiera No Reembolsable

1.1.1 Antecedentes del Estudio:

Con el objeto de mejorar la calidad de vida de la población, la República de Guatemala (en adelante se llamará Guatemala) tiene situado el mejoramiento de la cobertura del servicio de agua potable como uno de los temas de mayor prioridad, habiendo elaborado en 1981 el Plan Decenal para el Mejoramiento del Suministro de Agua Potable y Saneamiento, y en 1987 el Plan Maestro Nacional para el Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado. Asimismo, en el Plan de Desarrollo presentado por la Matriz de la Política Social del gobierno anterior, conformado en el año 2000, se dio alta prioridad al fortalecimiento del sector de agua potable y alcantarillado en los municipios rurales, y también el gobierno actual del presidente Berger, formado en 2004, sigue dando importancia a dicho sector.

Los municipios rurales de Guatemala han venido contando, como fuente de agua potable, principalmente con las vertientes y nacimientos que producen agua de buena calidad. Por otra parte, la dependencia del agua de los ríos se está haciendo cada vez más alta, de acuerdo con el crecimiento demográfico, habiendo sido construidas 25 plantas de tratamiento de agua en todo el país. Sin embargo, dichas plantas se enfrentan con una serie de problemas, como por ejemplo, la falta notoria de capacidad de las diferentes instalaciones debido al incremento de la población, el empeoramiento de la calidad del agua cruda, el deterioro de la capacidad de tratamiento debido al envejecimiento de las instalaciones y equipos, la mala calidad del agua potable, etc.

Teniendo en cuenta el plan superior y la problemática arriba indicados, el Instituto de Fomento Municipal (en adelante, se llamará IMFOM), entidad ejecutora del Proyecto, elaboró en 1996 el Plan de Acciones para la Rehabilitación de Plantas de Tratamiento de Agua Potable en el Interior, y empezó la rehabilitación sucesiva de las plantas de los municipios rurales de acuerdo con el grado de urgencia, contando también con el apoyo de diversas entidades donantes. El Gobierno del Japón también prestó su colaboración en la rehabilitación de 13 plantas mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable, que se realizó en 2 ocasiones, obteniéndose excelentes resultados. Dentro de dicho Plan de Acciones sólo faltaba rehabilitar 3 plantas, y el Gobierno de Guatemala solicitó al Gobierno del Japón la Cooperación Financiera No Reembolsable para el Proyecto de Rehabilitación de Plantas de Tratamiento de Agua Potable en el Interior (Tercera Fase), a fin de completar y culminar el Plan de Acciones antes indicado.

Las 3 plantas incluidas en la solicitud, de los municipios de Sanarate (cantidad de tratamiento de 6,000 m³/día, filtración rápida, 21,800 habitantes), Salamá (cantidad de tratamiento 2,100 m³/día, filtración lenta, 17,800 habitantes) y Cabañas (cantidad de tratamiento 1,000 m³/día filtración lenta, 7,200 habitantes), se construyeron hace alrededor de 40 años, resultándoles imposible desplegar su

capacidad original debido al envejecimiento de las instalaciones y averías de algunos equipos. Asimismo, la floculación, sedimentación y filtración no son suficientes, por lo que se encuentran en una situación en que no se puede asegurar una buena calidad del agua potable apta para el consumo humano, y en que la cantidad de agua tratada no alcanza a la demanda.

La ubicación de las áreas objeto del presente estudio de tres municipios y los lugares objeto de dos proyectos anteriores de la Cooperación Financiera No Reembolsable se indican en la figura 1.1.1.

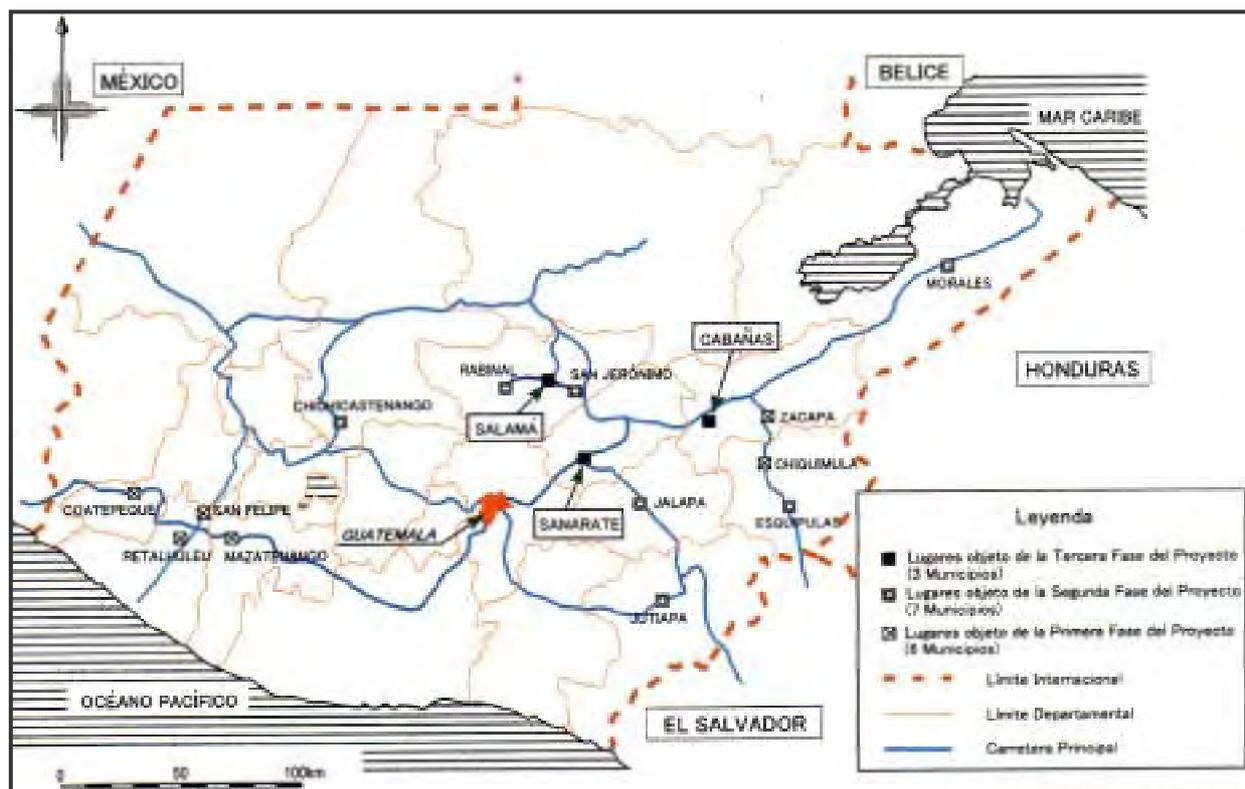


Figura 1.1.1 Ubicación de los lugares objeto de los proyectos

1.1.2 Contenido de la solicitud:

Los componentes indicados en la solicitud son tal como se describe en el cuadro 1.1.1 y en la figura 1.1.2, consistiendo en la rehabilitación de plantas de tratamiento de agua potable existentes y la renovación parcial de las líneas de conducción. Durante el Estudio de Diseño Básico realizado en Guatemala se confirmó dicha solicitud con INFOM y los municipios beneficiarios, y no hubo modificaciones especiales.

Cuadro 1.1.1 Contenido de la solicitud

Municipio	Resumen y capacidad de instalaciones actuales		Contenido de la solicitud	Nº en el siguiente dibujo
SANARATE	Año de construcción	Año 1962 Año 1998	<p>< Planta construida en 1962 ></p> <ul style="list-style-type: none"> · Instalación de nueva tubería que conecta a los tanques de sedimentación primarios y la entrada de la planta. · Construcción de 1 nuevo tanque floculador. · Rehabilitación del tanque de sedimentación incluyendo instalación de las placas inclinadas. · Construcción de 2 nuevos tanques de filtro y rehabilitación de los tanques filtrantes existentes incluyendo la instalación de 2 bombas de retrolavado, reemplazo total del lecho filtrante y panel de control. <p>< Planta construida en 1998 ></p> <ul style="list-style-type: none"> · Instalación de nuevo sistema de dosificación química. · Reemplazo del sistema de cloración. 	a
	Población beneficiaria con servicio de agua	29,100 hab. (Año 2005)		a
	Capacidad de tratamiento	Sistema del año 1962 2,504 m ³ /día Sistema del año 1998 3,456 m ³ /día Total 5,960 m ³ /día		a
	Sistema de tratamiento	Sistema del año 1962 Sedimentación producto químico corriente horizontal + filtro rápido Sistema del año 1998 Sedimentación producto químico placas inclinadas + filtro rápido		a a b b b b
SALAMÁ	Año de construcción	Año 1968	<ul style="list-style-type: none"> · Construcción de un nuevo tanque floculador. · Rehabilitación del tanque de sedimentación incluyendo instalación de canaleta de sedimentación y muro deflector. · Construcción de un nuevo tanque filtrante y rehabilitación de los tanques filtrantes existentes incluyendo reemplazo del lecho filtrante. · Instalación de nuevo sistema de dosificación química. · Reemplazo del sistema de cloración 	
	Población beneficiaria con servicio de agua	21,100 hab. (Año 2005)		
	Capacidad de tratamiento	2,070 m ³ /día		
	Sistema de tratamiento	Sedimentación normal + filtro lento		
CABAÑAS	Año de construcción	Año 1973	<ul style="list-style-type: none"> · Reemplazo de la última parte de la tubería que conecta la bocatoma(800 m) y la planta a diámetro 6" en lugar del existente 4". · Construcción de un nuevo tanque floculador. · Rehabilitación del tanque sedimentación incluyendo instalación de canaleta de sedimentación y muro deflector. · Rehabilitación del tanque de filtro lento existente y construcción de un tanque nuevo de filtro lento y suministro de nuevo lecho filtrante. · Instalación de nuevo sistema de dosificación química. · Reemplazo del sistema de cloración 	
	Población beneficiaria con servicio de agua	6,200 hab. (Año 2005)		
	Capacidad de tratamiento	1,040 m ³ /día		
	Sistema de tratamiento	Sedimentación normal + filtro lento		

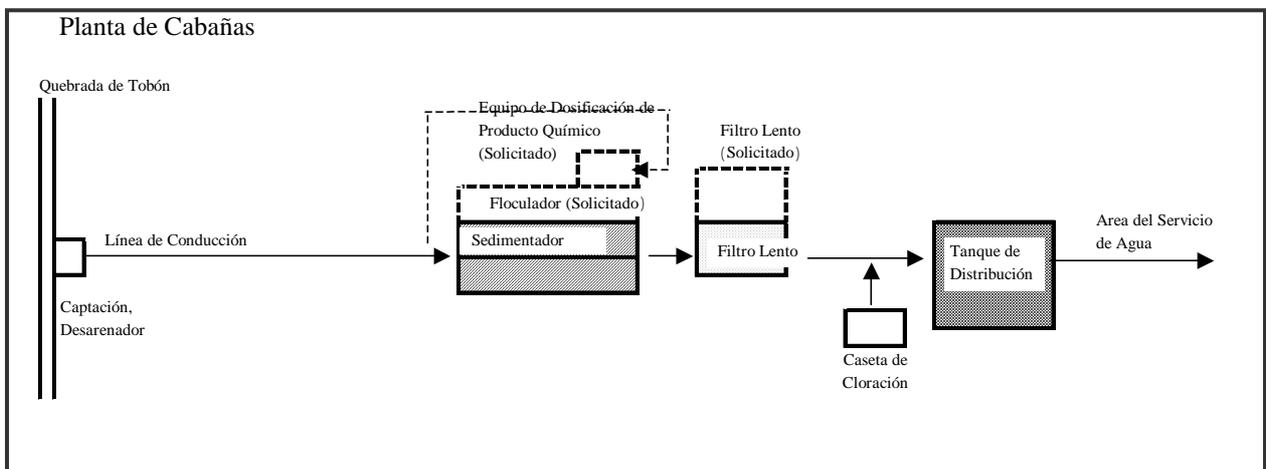
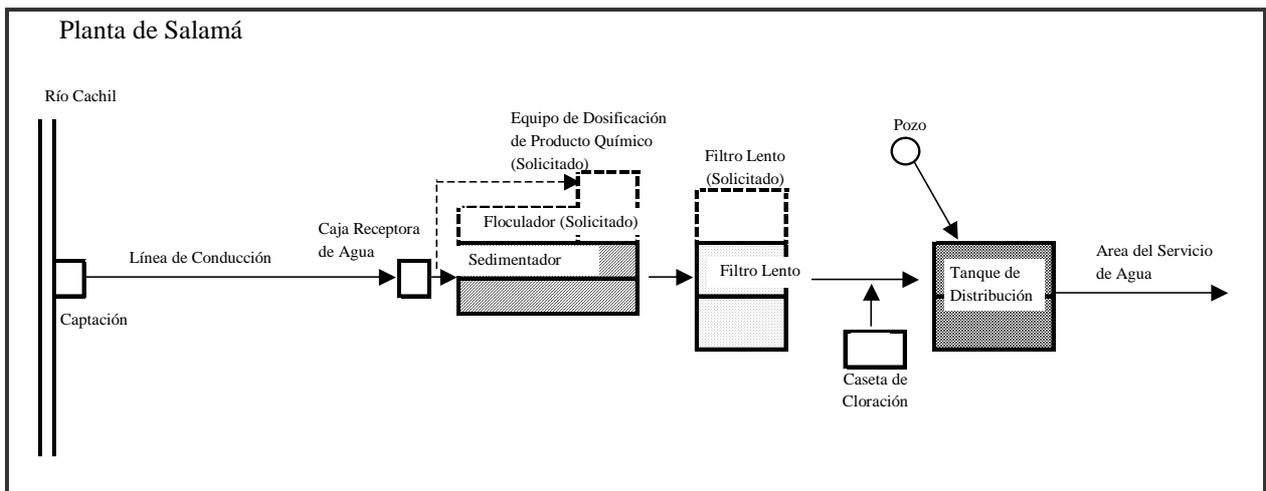
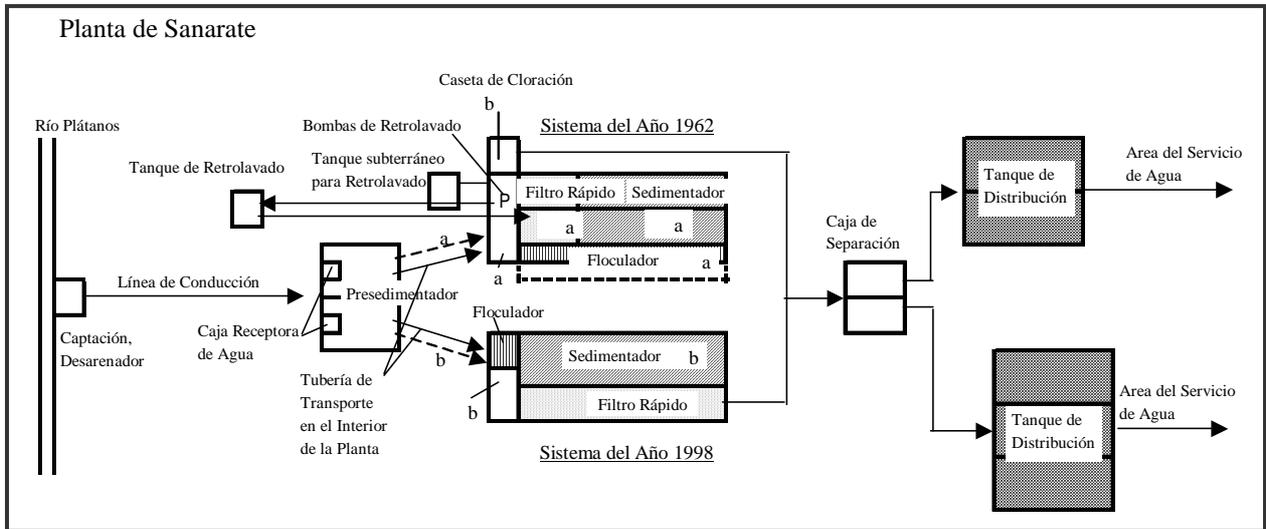


Figura 1.1.2 Flujograma de las plantas existentes y el contenido de la solicitud

CAPÍTULO II. CONTENIDO DEL PROYECTO

CAPÍTULO II. CONTENIDO DEL PROYECTO

2.1 Generalidades del Proyecto

2.1.1 Meta Superior y Objetivo del Proyecto

El Plan superior del presente Proyecto es el Plan de Acciones para la Rehabilitación de Plantas de Tratamiento de Agua Potable en el Interior, elaborado por la entidad ejecutora del Proyecto, INFOM, y el presente Proyecto consiste en rehabilitar las plantas existentes en los 3 municipios beneficiarios de la última fase, basándose en la recuperación de la capacidad original de tratamiento perdida en dichas plantas como consecuencia del envejecimiento de las diferentes instalaciones, y tiene como objetivo suministrar la cantidad de agua que pueda satisfacer la demanda del año 2009, año objetivo del Proyecto, manteniendo la coherencia con otros proyectos de suministro de agua en la totalidad de las áreas objetivas, e incluso con otras instalaciones del servicio de agua. Asimismo, tiene la meta de mejorar las condiciones sanitarias de la vida de los ciudadanos, mediante el suministro de agua potable apta para el consumo humano y de calidad segura, que cumpla con las normas guatemaltecas, a los habitantes que se encuentran actualmente con riesgo de diarrea y de otras enfermedades de origen hídrico debido al agua de mala calidad. Por consiguiente, se llevará a cabo la rehabilitación de las instalaciones relacionadas con las plantas de tratamiento y el apoyo técnico a la entidad ejecutora y a los municipios objeto del Proyecto.

2.1.2 Concepto Básico del Proyecto

A continuación se describe el concepto básico sobre la rehabilitación de las instalaciones de tratamiento de agua en cada municipio:

Cuadro 2.1.1 Concepto Básico del Proyecto

Ítem	Contenido de la solicitud	Concepto básico
Meta del Proyecto		La meta del Proyecto consiste en mejorar las condiciones sanitarias de la vida de los ciudadanos mediante el suministro de agua potable apta para el consumo humano y de calidad segura, que cumpla con las normas guatemaltecas, a los habitantes que actualmente se encuentran con riesgo de diarrea y de otras enfermedades de origen hídrico debido al agua de mala calidad.
Año objetivo del Proyecto		Se establece el año objetivo del Proyecto en 2009, un año después de 2008, en que se prevé terminar todas las obras de rehabilitación de diferentes instalaciones mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable.
Municipios objetivo	Sanarate Salamá Cabañas	Se evaluará globalmente la pertinencia del Proyecto desde el punto de vista de las condiciones imprescindibles (calidad y cantidad de agua cruda, repetición con otros proyectos, estado de mantenimiento de las instalaciones de distribución de agua, factores perjudiciales a la ejecución de obras, sistema de administración y mantenimiento y verificación de efectos beneficiosos).
Alcance de la cooperación		El presente Proyecto se llevará a cabo para rehabilitar las plantas de tratamiento existentes. La parte japonesa realizará obras de rehabilitación efectivas para las instalaciones existentes desde la captación de agua hasta el tanque de distribución situado dentro del terreno de la planta de tratamiento. Por otro lado, la parte guatemalteca se encargará de llevar a cabo adecuadamente la administración y mantenimiento de las instalaciones rehabilitadas por la parte japonesa y de las instalaciones de transporte y distribución de agua posteriores al tanque de distribución.
Capacidad prevista de las instalaciones (magnitud prevista de las instalaciones)	Mejoramiento del estado de las instalaciones de tratamiento de agua potable existentes, para que puedan producir buena calidad de agua durante todo el año y satisfacer la demanda de los habitantes.	Las instalaciones deberán producir la calidad de agua que satisfaga las normas guatemaltecas. La capacidad de las diferentes instalaciones relacionadas con la planta de tratamiento que se rehabilitarán deberá satisfacer la demanda para el año 2009 en cada municipio. Por otra parte, se realizará el diagnóstico de la demanda hasta el año 2019, diez años después del año objetivo del Proyecto, con el objeto de estudiar la evolución después de la finalización del Proyecto. La capacidad máxima será limitada por la capacidad de conducción, y la cantidad de agua que falte, será cubierta, en principio, por otras fuentes, como por ejemplo, los pozos situados dentro de la ciudad. Asimismo, las instalaciones rehabilitadas deberán tener una magnitud apropiada de manera que el mantenimiento de las mismas pueda ser atendido por la capacidad financiera y técnica de cada municipalidad.
Componentes constructivos de instalaciones	Tal como se describe en los cuadros de 1.1.1.	<ul style="list-style-type: none"> - Restauración o mejoramiento de las instalaciones, incluida la línea de conducción, que se encuentran obsoletas o cuya capacidad resulta deficiente. - Mejoramiento funcional para resolver el problema de alta turbiedad de agua cruda y suministrar agua de calidad segura. - Mejoramiento funcional de las instalaciones y equipos para

Ítem	Contenido de la solicitud	Concepto básico
		realizar una operación adecuada. - Selección del sistema y magnitud para reducir el costo de operación y mantenimiento. - Mejoramiento de las instalaciones que se requiere para ampliar su capacidad. - Adquisición de equipos para la operación de la planta de tratamiento (máquinas para lavado de arena y equipos de análisis de la calidad de agua).
Apoyo técnico	Entrenamiento para la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento	- Componentes de soporte técnico (Consultor): Se realizará capacitación para la operación y mantenimiento del conjunto de la planta de tratamiento. - Instrucciones operativas (Contratista): Se darán instrucciones sobre la operación y manipulación de las diferentes instalaciones y equipos durante los ensayos y pruebas de los mismos.

2.1.3 Retroalimentación desde los proyectos anteriores

La Misión ha visitado 4 plantas de tratamiento de agua potable rehabilitadas en el Proyecto de Rehabilitación de la Segunda Fase mediante la cooperación japonesa, en Jalapa, Rabinal, San Jerónimo y Esquipulas (en la planta de Jalapa se aplica el sistema de filtración rápida y las demás tienen sistema de filtración lenta), con el objeto de inspeccionar el estado de operación y mantenimiento. Ninguna de estas plantas presenta problemas en las instalaciones ni equipos y, asimismo, cada municipalidad hace sus máximos esfuerzos a nivel municipal para mejorar la operación y mantenimiento de la planta.

En Jalapa se ha mejorado notablemente la calidad de agua potable, así como se ha hecho posible suministrar el agua durante las 24 horas del día, motivo por el cual se ha podido incrementar la tarifa básica de agua en mayo de 2005, de 10 a 20 Q. por 30 m³ al mes. En San Jerónimo también se ha mejorado bastante la calidad, según la entrevista realizada en el Centro de Salud. En Esquipulas se ha hecho realidad el servicio durante 24 horas, mejorándose tanto la calidad como la cantidad, por lo que ya no hay reclamaciones por parte de los usuarios. Actualmente, la Municipalidad de Esquipulas está preparando la revisión de la tarifa básica de agua, de 9 a 15 Q., entrando en vigor esta nueva tarifa a partir de enero de 2006. Estas municipalidades disponen del personal de operación y mantenimiento de manera adecuada, contando con un suficiente número de personas, especialmente para el control de la arena de los tanques de filtración lenta.

En cambio, Rabinal cuenta sólo con 2 personas para el control de dicha arena, que trabajan por turnos, lo cual significa que prácticamente sólo una persona debe realizar dicho trabajo, tardando una semana para el raspado, lavado y nivelado de la arena de un tanque. Por esta razón, sólo uno de los 3 tanques se encuentra operable durante la época de lluvias, por lo que la cantidad de agua tratada resulta insuficiente, siendo necesario enviar el agua del tanque de sedimentación directamente al tanque de distribución, mediante by-pass, sin pasar por el tanque de filtración. Según la entrevista realizada en el Centro de Salud, después de la rehabilitación de la planta, se ha mejorado bastante la calidad y cantidad de agua en la época seca, pero en la época de lluvias el agua del grifo contiene sedimentos después de

las precipitaciones. La Misión recomienda a INFOM que dé instrucciones a la Municipalidad de Rabinal a fin de que incremente el personal necesario para el trabajo de control de la arena filtrante.

Las lecciones aprendidas a través del estudio sobre los proyectos anteriores y las medidas que deberán tomarse para la implementación del presente Proyecto son las siguientes:

Para la operación y mantenimiento de la planta es imprescindible la disposición adecuada del personal para el control de operación. Especialmente, cuando se trata del sistema de filtración lenta, se requiere contar, como mínimo, con 3 ó 4 personas para el control de la arena filtrante. En el momento actual, las Municipalidades de Salamá y de Cabañas, que aplican el sistema de filtración lenta, no disponen de operadores ni obreros exclusivos para la planta, por lo que se les pide que destinen a 2 operadores y 4 obreros a su planta respectiva.

Como una de las mejoras del control de operación, se requiere considerar el aprovechamiento de una cinta transportadora para minimizar el tiempo de parada de los tanques de filtración y los esfuerzos físicos de los trabajadores, ya que se necesitan una considerable mano de obra y un largo tiempo para realizar el lavado de la arena filtrante, sacándola fuera del tanque, lavándola y colocándola de nuevo en su lugar. Por lo tanto, se tomará en consideración el suministro de cintas transportadoras como equipos necesarios para las plantas rehabilitadas de Salamá y de Cabañas.

En el trabajo de lavado de la arena del tanque de filtración, es muy difícil eliminar los sedimentos muy sucios y endurecidos sobre la superficie de la capa de arena, por lo que la arena que lleva dichos sedimentos se desecha sin lavarse. Por otra parte, el trabajo de lavado se realiza manualmente sin contar con el equipo lavador mecánico que se utiliza en Japón, por ejemplo, instalando una canaleta de agua para lavado manual en el lugar de trabajo. En este caso, se sale y pierde una cierta cantidad de arena junto con el desagüe, siendo necesario reponer la cantidad de arena que se pierde durante el proceso de su lavado. No obstante, por tratarse de la arena muy especial ajustada a un diámetro adecuado para la filtración lenta, resulta difícil su adquisición y reposición. Por esta razón, se tomará en consideración el suministro de dicha arena, con una reserva para 2 años, al rehabilitarse los tanques de filtración lenta.

Aunque se realiza diariamente el registro de los datos de operación, los mismos no están ordenados ni se aprovechan. Asimismo, no se realiza la operación de la planta de acuerdo con la turbiedad y el caudal del agua, a pesar de las mediciones in situ, dejándola a la intuición de cada operador. En cuanto al medidor de turbiedad, se necesita calibrarlo de vez en cuando, sin embargo, se dan casos en que resulta difícil realizar dicha calibración con el nivel técnico de los operadores. Por lo tanto, para los operadores de la planta se realizará el asesoramiento técnico de la empresa consultora sobre el control de operación de la planta mediante el componente de

soporte técnico. Asimismo, para el medidor de turbiedad se tomará en consideración el suministro de un colorímetro que no requiera la calibración.

Aunque se ha impartido la capacitación del personal a través del asesoramiento técnico durante la ejecución del Proyecto, existen muchos casos en que los jefes y los operadores entrenados han sido sustituidos. En el momento del cambio del gobierno municipal, suele haber movimiento de la plantilla, por lo que se solicitará a la parte guatemalteca que evite el reemplazo de los operadores y otras personas de la planta que hayan recibido el entrenamiento organizado por la parte japonesa.

Las observaciones arriba citadas respecto a los proyectos anteriores serán reflejadas en el presente Proyecto.

2.2 Diseño Básico del Proyecto Objeto de la Cooperación

2.2.1 Lineamientos sobre el Diseño

2.2.1.1 Lineamientos Básicos

(1) Lineamiento para las instalaciones de la planta de tratamiento de agua potable:

1) Determinación de la capacidad de las instalaciones de la planta de tratamiento

En principio la demanda de agua de 2009, año objetivo del Proyecto, corresponde a la capacidad de tratamiento después de la rehabilitación. No obstante, dicha capacidad será limitada por el caudal existente de la fuente de agua o la capacidad actual de las tuberías de conducción, si estos resultan insuficientes. La demanda de agua en la época seca será considerada como demanda máxima diaria, y la demanda en la época de lluvias como demanda media diaria. En la figura 2.2.1 se muestra el diagrama de flujo para determinar la capacidad de las instalaciones. Asimismo, el resultado del pronóstico de la demanda es tal como se indica en el cuadro 2.2.7.

2) Selección del sistema de tratamiento de agua potable:

En principio se aplicará el mismo sistema de tratamiento de la planta existente. Sin embargo, será modificado dicho sistema, si no es capaz de hacer el tratamiento que corresponda a la calidad del agua cruda, o resulta demasiado grande la dimensión necesaria para el tratamiento en caso de utilizar el sistema actual, surgiendo otro problema, el del terreno, por la necesidad de ampliar dicho sistema. Si el sistema actual es de filtración rápida, no habrá ninguna modificación en dicho sistema. Si se trata del sistema de filtración lenta, y la turbiedad del agua cruda es constantemente superior a los 30 grados (43 NTU), se realizará estudio sobre la adición del tratamiento de floculación al sistema actual. En la figura 2.2.2 se muestra el diagrama de flujo para la selección del sistema.

3) Ítems objeto de rehabilitación de la planta de tratamiento:

Los componentes de rehabilitación o de acondicionamiento se destinan a los siguientes ítems:

Restauración o mejoramiento de las instalaciones, incluida la línea de conducción, que se encuentran obsoletas o cuya capacidad resulta insuficiente.

- Toma de medidas contra la deficiencia de funcionamiento de los equipos secundarios (válvulas de aire y limpieza) de la línea de conducción.
- Elevación del muro del tanque desarenador y de la caja de rompe-presión, instalación de nuevas cajas de rompe-presión y renovación o ampliación del diámetro de las tuberías.
- Toma de medidas contra el exceso de uso, más allá de la vida útil, de las bombas y otros equipos, y el mal funcionamiento de compuertas, válvulas, placas inclinadas, etc.

Mejoramiento funcional para resolver el problema de la alta turbiedad del agua cruda y suministrar agua de calidad segura.

- Adición de instalación o equipo para la dosificación de producto de floculación.

Mejoramiento funcional de instalaciones y equipos para realizar una operación adecuada.

- Toma de medidas contra la insuficiencia de los equipos secundarios (válvulas de control de agua, válvulas de aire y válvulas de limpieza) de la línea de conducción.
- Instalación de equipo de medición de caudal, equipo de regulación de caudal y equipo de cloración, y renovación de la compuerta del pozo de regulación de caudal en la salida del tanque de filtración, etc.

Selección del sistema y magnitud para reducir el costo de operación y mantenimiento.

- Aprovechamiento positivo del sistema de conducción de agua mediante gravedad a fin de reducir el uso de los pozos de la ciudad.

Mejoramiento de las instalaciones que se requiere para ampliar su capacidad.

- Medidas para la ampliación desde la capacidad de diseño de las instalaciones existentes hasta la capacidad prevista para la rehabilitación. (ampliación de la caja de entrada de agua, tanque de floculación, tanque de sedimentación, tanque de filtración, tanque de distribución, tuberías de impulsión en el interior de la planta, etc.)

4) Aprovechamiento de las instalaciones existentes:

Al rehabilitar las instalaciones, se prestará atención a reducir la construcción de nuevas instalaciones y la introducción de nuevos equipos al mínimo posible, aprovechando al máximo las instalaciones existentes. En cuanto al tanque de sedimentación de Salamá construido por la Unión Europea, se aprovechará su estructura eficientemente para el presente Proyecto, bajo las siguientes razones y condiciones:

- Existen instaladas tuberías de drenaje de PVC con un diámetro de 150 mm sin válvula de limpieza. Se realizó la prueba de conducción de agua para comprobar el estado de dichas tuberías, y se confirmó que no existía problema de funcionamiento.
- La superficie de la estructura es rugosa, y se detectó la presencia de ratoneras y lugares donde las varillas de acero no se encuentran suficientemente cubiertas por el hormigón. Además, se desconoce la distribución de varillas. Por lo tanto, resulta imposible confirmar la fiabilidad de la estructura del tanque de sedimentación, razón por la cual dentro de dicho tanque se construirá otro tanque de hormigón armado para reforzar la estructura.

5) Normas de diseño:

Los valores normales del diseño, de acuerdo con las Directrices de Diseño de las Instalaciones del Sistema de Agua, edición del año 2000, publicadas por la Asociación Japonesa de Agua Potable, son los siguientes:

- Velocidad de filtración:

Filtración rápida 120-150 m / día.

Filtración lenta 4-5 m / día (hasta 6 m/día si es buena la calidad del agua).

- Tipo de tanque de sedimentación

Turbiedad de agua cruda superior a 30 grados constantemente:

Tanque de sedimentación con producto químico.

Turbiedad de agua cruda inferior a 30 grados:

Tanque sedimentación normal.

- Tiempo de estancamiento en el tanque de sedimentación:

Más de 8 horas en el caso del tanque de sedimentación normal (caso de no usar producto de floculación).

- Capacidad de almacenamiento en el tanque de distribución:

Más de 8 horas de la cantidad de tratamiento de agua prevista.

- Producto de floculación:

Se utiliza el sulfato de aluminio que circula normalmente en Guatemala. La cantidad de dosificación es de 40mg/litro en la época seca y 80mg/litro en la época de lluvias, siendo los valores reales que se aplican en la planta actual de Sanarate.

- Dosificación de cloro

La cantidad media de dosificación de cloro es de 1 mg/litro.

6) Examen de selección de los municipios objeto de la solicitud:

A continuación y en el cuadro 2.2.1 se describe el resultado del examen de los requisitos para la selección de los municipios objeto de la solicitud.

Calidad de agua cruda

A través del resultado del análisis de la calidad del agua, se ha confirmado que el agua cruda que entra en cada planta no presenta ningún problema especial respecto a las normas guatemaltecas. No hay entrada de pesticidas ni metales pesados, por lo que es posible suministrar agua de calidad segura que cumpla con los valores objetivos de control de calidad simplemente realizando tratamientos adecuados en la planta de agua potable. No obstante, dentro de las cuencas hidráulicas de las fuentes de agua de los 3 municipios existen entradas de aguas residuales de los domicilios y agropecuarias, por lo que se requiere prestar atención especial al control futuro de la calidad del agua de las fuentes para su conservación.

Caudal de agua cruda

En Sanarate el caudal del río, fuente de agua, es abundante respecto a la cantidad de captación durante todo el año. En cuanto a Cabañas, no existe holgura de caudal en el río durante la época seca, pero la distancia desde el punto de captación de la quebrada el Tobón hasta el Río Jalapa, que es la corriente principal, es pequeña, siendo de 0.5 km, y en este tramo no hay otros usos de agua, por lo que se puede aprovechar toda la cantidad de agua para cubrir la cantidad de captación prevista. Por otra parte, cuando falta el agua, se puede aprovechar la de los pozos del municipio con los que se cuenta actualmente. En Salamá durante la época de lluvias no hay problemas de agua, siendo abundante el caudal del río, pero durante la época seca se reduce dicho caudal, y se permite captar sólo un 40% (unos 25 litros por segundo) respecto a los 62 litros por segundo de la cantidad de captación prevista. Sin embargo, se puede producir el agua tratada del 50% de los 52 litros por segundo de la capacidad prevista de la planta. En cuanto a la cantidad que falta, se requiere cubrirla con los 4 pozos existentes, que producen un total de 21 litros por segundo, y con otros pozos que se construirán nuevamente. No obstante, según el caudal específico de los ríos cercanos, el caudal en el nivel mínimo del punto de captación se supone en unos 63 litros por segundo, por lo que es deseable estudiar el mejoramiento en cuanto al lugar y método de captación, etc.

Repetición con otros proyectos

Como otros proyectos relacionados con el mejoramiento del sistema de agua potable en los 3 municipios, existe el proyecto de financiación de la Unión Europea en Salamá y el proyecto de financiación de FIS en Cabañas. El proyecto de la Unión Europea se concluyó en 2002, y el proyecto de FIS se encuentra en proceso de ejecución. Sin embargo, ninguno de dichos proyectos se repite con el presente Proyecto en cuanto a las instalaciones objetivas.

Estado de mantenimiento del sistema de distribución

Los 3 municipios cuentan con una red de distribución mediante la cual se suministra actualmente el agua tratada y producida en su respectiva planta de tratamiento objeto del Proyecto a los diferentes sectores de servicio de agua. En Sanarate la cantidad actual de agua servida (unos 60 litros por segundo) es inferior a la cantidad diseñada de agua tratada (69 litros por segundo). Aunque se requiere ampliar la red de distribución en el futuro, no existen problemas especiales, ya que la municipalidad cuenta con una capacidad de extender las tuberías 2 km al año. En Salamá y Cabañas actualmente se está suministrando mediante la red de distribución una cantidad muy superior a la cantidad diseñada de tratamiento de la planta (Salamá: diseño 24 lit/seg, actual 66 lit/seg. Cabañas: diseño 12 lit/seg, actual 21 lit/seg). Por otra parte, en Cabañas se están llevando a cabo la construcción de un nuevo tanque de distribución y la instalación de tuberías de transporte y distribución con el financiamiento del FIS. Por consiguiente, el estado de acondicionamiento de las redes de distribución no presentará problemas para la cantidad de tratamiento prevista para el Proyecto de Rehabilitación de Plantas de Tratamiento.

Factores perjudiciales para las obras

En ninguna de las 3 ciudades existen limitaciones de terreno para la rehabilitación de las diferentes instalaciones. En cuanto a la vía de acceso a la planta de tratamiento, en Sanarate se requiere acondicionarla parcialmente, pero en otros municipios no se necesita. Con respecto a la acometida de la línea eléctrica, Sanarate y Cabañas cuentan con un sistema de corriente trifásica. En Cabañas se necesita extender la línea monofásica para la operación de la cinta transportadora y alumbrado, sin embargo, se trata de obras sencillas.

Sistema de administración y mantenimiento

Para llevar a cabo la administración y mantenimiento de manera adecuada después de la implementación del Proyecto, es muy importante que el Departamento de Servicio de Agua de cada municipalidad cuente con sus propios ingresos independientes, razón por la cual se requiere revisar la tarifa de agua, ya que actualmente es demasiado barata. Se ha hecho un cálculo aproximado de la tarifa de agua en el presente estudio de diseño básico para evaluar si es razonable o no dicha tarifa en comparación con la tarifa que desean pagar los usuarios. Dado que en el presente Proyecto no será modificado el sistema actual de tratamiento en ninguno de los 3 municipios, y además no existe apenas diferencia entre la cantidad prevista de agua a tratar y la cantidad actual de agua servida, el costo de operación y mantenimiento de las instalaciones no resultará gravoso al estado financiero de cada municipalidad.

Verificación de efectos beneficiosos

Se puede esperar, como consecuencia de la rehabilitación de las instalaciones mediante el presente Proyecto, que se logren efectos beneficiosos desde el punto de vista de la cantidad y calidad de agua para satisfacer la demanda prevista del año objetivo del Proyecto.

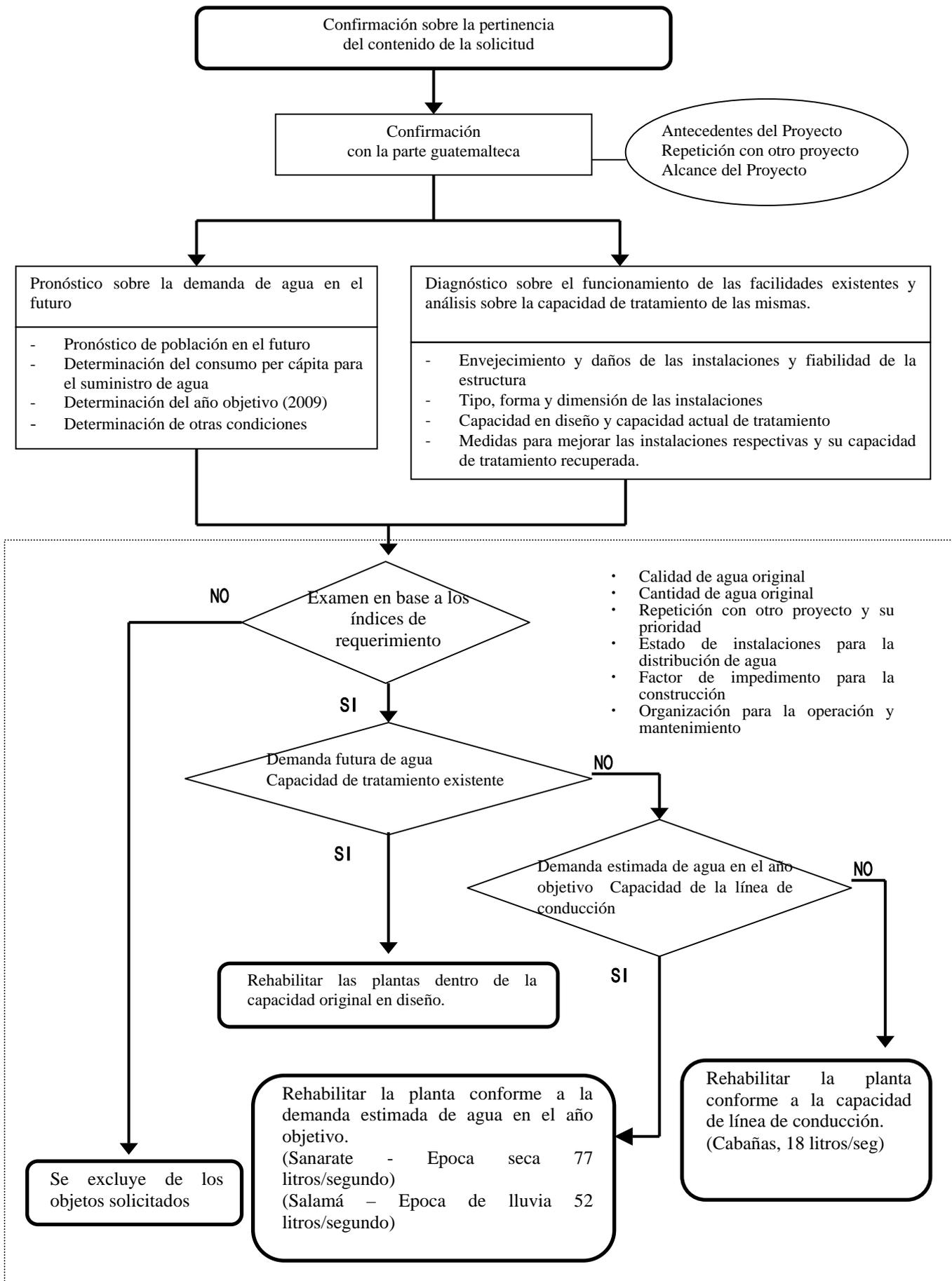
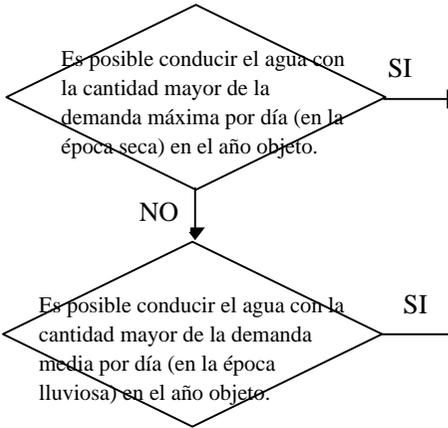


Figura 2.2.1 Flujoograma de determinación de la capacidad de planta

Condiciones para determinar la dimensión del Proyecto de Rehabilitación de Plantas de Tratamiento de Agua Potable

- Cantidad necesaria de agua a tratar en las plantas de objeto = Demanda de cantidad de agua en el año 2009.
- Velocidad de filtración lenta será de 4 a 5 m/día.
- Velocidad de filtración rápida será de 120 a 150 m/día.
- Tiempo de permanencia de sedimentador será 8 horas o mayor.

Rehabilitar las plantas con la ampliación hasta la capacidad necesaria conforme a la demanda en el año objetivo del proyecto.



Rehabilitar las plantas con la ampliación hasta la cantidad máxima de conducción del agua por la línea existente.

Capacidad de rehabilitación proyectada	Sistema de tratamiento existente	Turbiedad del agua original	Método de rehabilitación
SANARATE Equivalente a la demanda máxima por día en el año objetivo del proyecto Línea N°1 29 47L/s Línea N°2 40 30L/s	SANARATE Sedimentador con material químico + Filtro rápido	SANARATE El valor de turbiedad excede a 30 grado todo el año. En la época de lluvia siempre excede a 100 grados.	SANARATE - Rehabilitación de sedimentador con material químico y filtro rápido lo mismo que el sistema actual. - Aumento de un floculador y un filtro en la línea N°1. - Medida de recuperación de la capacidad sobre el filtro rápido existente
SALAMA Equivalente al promedio de la demanda por día en el año objetivo del proyecto 24 52L/s	SALAMA Sedimentador + Filtro lento	SALAMA En la época de lluvia, el valor de turbiedad es bajo. (siempre menor de 10 grados). En caso de mucha lluvia, excede a 30 grados una vez por semana aprox.	SALAMA - Instalación de 2 línea del sistema de filtro lento para la ampliación de la capacidad de tratamiento. - No instalar facilidades para floculación - Línea N°1: Sedimentador y Filtro Lento lo mismo que el sistema actual. - Línea N°2: Ampliar la capacidad de tratamiento aprovechando el sedimentador construido por la Unión Europeo. Además aumentar 2 tanques de filtro lento y 2 tanques de distribución
CABAÑAS Equivalente a la cantidad diseñada de la línea de conducción 12 18L/s	CABAÑAS Sedimentador + Filtro lento	CABAÑAS En la época de lluvia, el valor de turbiedad es bajo. (siempre menor de 10 grados) En caso de mucha lluvia, excede a 30 grados una vez por semana aprox.	CABAÑAS - Rehabilitación de sedimentador y filtro lento, lo mismo que el sistema actual, sin instalación de facilidades de floculación. - Ampliación la capacidad de sedimentador. - Aumento de un filtro lento.

Figura 2.2.2 Flujograma de selección del método de rehabilitación

Nota: 1 NTU= 0.7 grado

Cuadro 2.2.1 Resultado del examen de selección de los municipios objeto del Proyecto

Ítems	Sanarate	Salamá	Cabañas
Población con servicio de agua (2005)	21,800	17,800	7,200
Población prevista con servicio de agua (2009)	25,000	20,300	7,900
Capacidad de la planta existente (lit/seg)	69	24	12
Capacidad prevista de la planta (lit/seg)	77	52	18
(m ³ /día)	6,650	4,490	1,560
Sistema de tratamiento	2 plantas de sistema de filtración rápida. Ampliación de la capacidad 69→77 lit/seg. Adición de un nuevo tanque de filtración. Mejoramiento de otras funciones.	Sistema de filtración lenta. Ampliación de la capacidad 24→52 lit/seg. Aprovechamiento de los sedimentadores existentes de la Unión Europea. Construcción de 2 tanques nuevos de filtración para acompañar a los tanques de sedimentación de la Unión Europea. Mejoramiento de 2 tanques de distribución. Mejoramiento de otras funciones.	Sistema de filtración lenta. Ampliación de la capacidad 12→18 lit/seg. Demolición de los tanques de sedimentación existentes y construcción de nuevos tanques. Rehabilitación del tanque de filtración existente. Construcción de un nuevo tanque de filtración. Mejoramiento de otras funciones.
Fuente de agua	Río Plátanos. Es un área montañosa inmensa con abundantes árboles y plantas. Hay poblaciones pequeñas dentro de la cuenca, y entran aguas residuales del uso doméstico y agrícola. El área superficial de la cuenca es de 390km ² .	Río Cachil. Es un área montañosa con abundantes árboles y plantas. Hay poblaciones pequeñas dentro de la cuenca. El área superficial es de 26km ² .	Quebrada Tobón. Es un área montañosa con abundantes árboles y plantas. Hay poblaciones pequeñas dentro de la cuenca. El área superficial es de 16km ² .
Calidad de agua cruda	La turbiedad es alta durante todo el año, razón por la cual se utiliza actualmente el sistema de filtración rápida. La turbiedad del agua cruda durante la época seca es de inferior a 100NTU, manteniéndose relativamente estable. Sin embargo, durante la época de lluvias se incrementa la turbiedad, especialmente justo después de las lluvias, a veces alcanza hasta 3000NTU.	La turbiedad es muy baja, aun después de las pequeñas precipitaciones en la época de lluvias. En el caso de las lluvias de días consecutivos, la turbiedad se incrementa temporalmente justo después de las lluvias, sin embargo, en medio día se normaliza.	La turbiedad es muy baja, aun después de las pequeñas precipitaciones en la época de lluvias. Durante dicha época y después de las lluvias el agua sale bastante turbia 3 ó 4 veces al mes, sin embargo, en medio día se normaliza.
Cantidad de agua cruda	La cuenca hidráulica es inmensa y tiene un caudal abundante, y aun en la época seca, existe holgura para la cantidad prevista de captación. Sin embargo, existe el problema de la capacidad de conducción de agua en la línea de conducción, llegando a la planta sólo un 70 ó 80% del caudal de diseño.	Durante la época de lluvias hay un caudal abundante. En la época seca sólo se capta un 40% del caudal de la época de lluvias, habiendo una gran falta de agua para cubrir la demanda.	Aun en la época seca no se llegan a captar los 18 lit/seg de la cantidad diseñada de captación de agua. El río cuenta con una cierta holgura en su caudal, estimándose el caudal de estiaje en 24 lit/seg.

Ítems	Sanarate	Salamá	Cabañas
Repetición con otros proyectos y prioridad	No hay en especial.	Hubo un proyecto con financiamiento de la Unión Europea, pero se finalizó en el año 2002. Los tanques de sedimentación medio construidos serán aprovechados de manera eficiente mediante la rehabilitación del presente Proyecto.	Se está llevando a cabo un estudio sobre el mejoramiento del sistema de servicio de agua por parte de SEGEPLAN. De acuerdo con dicho estudio, se está realizando el proyecto de financiamiento de FIS, a culminarse en diciembre de 2005. Los componentes que puedan tener relación con el presente Proyecto son: la rehabilitación de la línea de conducción, la construcción de tanques de distribución dentro de la planta, etc. Sin embargo, no hay duplicidad con los componentes del presente Proyecto.
Estado de mantenimiento de las instalaciones de distribución de agua	Existe una red de distribución. Los contadores de agua están instalados al 100%.	Existe una red de distribución. Los contadores de agua están instalados al 90%. Dentro del área de servicio de agua cubierta por la planta hay 4 pozos, y fuera de dicho área 2 pozos.	Existe una red de distribución. Los contadores de agua están instalados al 30%. Se encuentran en proceso de instalación. Se prevé aplicar el nuevo sistema tarifario a partir de enero de 2006. Hay 2 pozos dentro de la ciudad, que pueden aprovecharse para compensar la falta del agua del río.
Factores perjudiciales para la ejecución de obras	No hay en especial. Se requiere reparar parcialmente la vía de acceso a la planta. Se puede contar con la línea eléctrica que entra a la planta actual.	No hay en especial. No hay problemas en la vía de acceso. Dentro de la planta ya existe una línea eléctrica para los pozos profundos.	No hay en especial. No hay problemas en la vía de acceso. Pasa una línea eléctrica para la electrificación domiciliar cerca de la planta.
Sistema de organización para la operación y mantenimiento	No hay problemas en el sistema de ejecución del Proyecto. El sistema actual puede hacer frente a la ejecución.	No hay operadores exclusivos de la planta. El trabajo actual de lavado de la arena filtrante no es correcto. Se necesita asegurar operadores de la planta y obreros para dicho trabajo.	No hay operadores exclusivos de la planta. Actualmente no se utilizan los tanques de sedimentación y de filtración. Después de la rehabilitación se requiere asegurar operadores de la planta y obreros para el lavado de la arena filtrante.
Efectos beneficiosos	Se pueden esperar los efectos de mejoramiento de la calidad y cantidad de agua.	Se pueden esperar los efectos de mejoramiento de la calidad de agua. Durante la época seca no hay suficiente caudal en la fuente de agua, por lo que se requiere tomar medidas al respecto por parte de la municipalidad, por ejemplo, perforar pozos nuevos para cubrir la falta de dicho caudal.	Se pueden esperar los efectos de mejoramiento de la calidad de agua. Se pueden reducir los gastos de energía eléctrica, ya que se reduce enormemente el uso de los pozos.

(2) Lineamientos para las condiciones naturales:

Las áreas objeto del Proyecto están situadas a una distancia de 40 a 100 km al este del área metropolitana de Guatemala. Los 3 municipios tienen una temperatura media superior a los 20 grados, y la temperatura máxima supera los 30 grados. La cantidad de precipitaciones es de 850 a 1,010 mm al año, y la mitad del año, de los meses de mayo a octubre, corresponde a la época de lluvias, y los demás meses son de época seca en que casi no llueve. El 90 % de la cantidad anual de precipitaciones se concentra en la época de lluvias, y el incremento de la turbiedad del agua cruda de los ríos en dicha época resulta una carga excesiva para las plantas de tratamiento. Durante las obras en la época de lluvias hay que prestar atención especial al tratamiento de turbiedad del agua cruda. Asimismo, puede haber casos en que se produzcan derrumbamientos de tierra en las carreteras principales durante dicha época, afectando al cronograma de obras y programa de adquisición. Por lo tanto, se requiere realizar un estudio muy minucioso de antemano en cuanto al proceso y método de las obras en la época de lluvias para prevenir los posibles problemas durante la ejecución de obras.

(3) Lineamientos para las condiciones socioeconómicas:

Aunque las áreas objeto del Proyecto se encuentran en ciudades provinciales claves del este de Guatemala cuyas actividades principales son la industria primaria, el nivel económico de los habitantes es bajo. Para la contratación de mano de obra local hay que tener en cuenta las costumbres y actos oficiales de cada localidad, prestando atención especial a las condiciones laborales.

(4) Lineamientos para el aprovechamiento de empresas, equipos y materiales locales:

En los 3 municipios objeto del Proyecto las industrias primarias tales como agricultura y ganadería forman la base de la vida de los habitantes, y no hay empresas constructoras especialistas capaces de realizar obras civiles o de instalación para la rehabilitación de las plantas de tratamiento. Por lo tanto, cuando se trata de una obra de magnitud importante, se contratan empresas constructoras que tienen su oficina principal en la Ciudad de Guatemala, donde se encuentran situadas también numerosas empresas especialistas en levantamientos topográficos y geológico, además de las empresas constructoras generales. Todas estas empresas cuentan con una capacidad técnica suficiente para atender las obras de construcción como contratistas del presente Proyecto. Para la ejecución de obras, se aprovechará al máximo las empresas locales aplicando un sistema de supervisión de obras por parte de los ingenieros japoneses. Los materiales necesarios para la construcción, como por ejemplo, arena, grava, cemento, concreto pre-mezclado, madera, algunos materiales básicos de construcción y tuberías de PVC se fabrican en el país. Por otra parte, los productos secundarios, tales como varillas y tuberías de acero, así como los equipos comunes, como bombas, dosificador de cloro, dosificador de sulfato de aluminio, etc. son productos importados de los países vecinos, Estados Unidos, México, etc., que circulan de manera general en los mercados locales. Se intentará aprovechar todos estos equipos y materiales locales con la excepción de los equipos muy especiales. La maquinaria de

construcción, en su mayoría, puede ser alquilada en Guatemala.

(5) Lineamientos para la administración y mantenimiento:

Aunque para el sistema de filtración rápida de la planta de Sanarate se necesita la técnica de operar las bombas y el retrolavado, dicha planta dispone actualmente del personal necesario. En cuanto a las Municipalidades de Salamá y Cabañas, adoptan el sistema de filtración lenta cuyo costo de operación y mantenimiento es bajo, aunque no tienen debidamente establecido el organigrama correspondiente. Para el diseño se aplicará el mismo sistema de tratamiento que el actual, de modo que se pueda llevar a cabo la operación y mantenimiento de las diferentes instalaciones con un costo mínimo. No obstante, para que el control diario del tanque de filtración se realice de manera suficiente, cosa que naturalmente se tiene que hacer, se incluirá en los componentes del Proyecto, además de la rehabilitación de las diferentes instalaciones, un apoyo técnico desde el punto de vista teórico y práctico.

(6) Lineamientos para la calidad de equipos de la planta de tratamiento:

Los equipos de control y otros instrumentos de la planta de tratamiento serán productos locales con fácil acceso al servicio de postventa a través de las agencias locales, siempre que no haya problemas de adquisición. Asimismo, se adoptarán aquellos que sean de operación manual para reducir el costo de energía. No obstante, el dosificador de productos químicos y el equipo de cloración necesitan un control fiable, por lo que deberán ser aquellos que permitan el control automático mediante un sistema sencillo.

(7) Lineamientos para el método de obras, manera de adquisición y período de obras:

La mano de obra y la maquinaria para la construcción serán adquiridas en principio en Guatemala en la medida de lo posible, y los equipos y materiales para las obras también serán obtenidos en los mercados locales, siempre que no existan problemas de calidad y precio. Los equipos y materiales de difícil adquisición dentro de un plazo determinado, debido al problema de circulación local, o con problemas de calidad, resultando imposible su obtención en Guatemala, serán adquiridos en un tercer país o en Japón. El presente Proyecto será realizado mediante la Cooperación Financiera No Reembolsable del Japón, previéndose concluir las obras dentro de un año fiscal.

2.2.1.2 Pronóstico de la Demanda de Agua y Plan de Suministro de Agua

(1) Método de cálculo y pronóstico de la demanda de agua:

Se calcula la demanda de agua de uso doméstico multiplicando la población con servicio por el consumo per capita de agua directa e indirecta.

Se calcula la demanda total de agua sumando la demanda de agua de uso doméstico y otras demandas de agua.

Se calcula la demanda media diaria sumando la demanda total de agua y la cantidad de agua

inefectiva debida a las fugas de agua, etc.

Se calcula la demanda máxima diaria multiplicando la demanda media diaria por el porcentaje de carga.

Cuadro 2.2.2 Método de cálculo de la demanda media diaria de agua

Demanda media diaria	Cantidad de agua efectiva (cantidad de demanda total)	Demanda de agua de uso doméstico	Agua directa + Agua indirecta
		Agua directa	Consumo per capita de agua directa × población con servicio directo
		Agua indirecta	Consumo per capita de agua indirecta × población con servicio indirecto
		Otras demandas	Demanda de uso doméstico × porcentaje de otras demandas
		Uso comercial	
		Uso industrial	
	Uso público		
Cantidad de agua inefectiva	Fuga de agua	Demanda media diaria × porcentaje de fugas	

(2) Bases y condiciones del pronóstico de la demanda de agua:

1) Período de pronóstico: de 2005 a 2019 (año)

2) Área de servicio:

Las áreas de servicio de cada municipio incluido en la solicitud son las áreas cubiertas por el servicio de la planta de tratamiento objeto del Proyecto y, según el censo del año 2002, están compuestas por las áreas urbanas y rurales, tal como indica el cuadro 2.2.6.

3) Población con servicio de agua:

La población que recibe el agua de la planta de tratamiento mediante su propio grifo dentro de las áreas de servicio se considera como población con servicio directo, y la población que recibe el agua de los grifos públicos o de sus vecinos, como población con servicio indirecto. De acuerdo con los datos facilitados por las municipalidades, se establece la población con servicio directo en el 95% y la población con servicio indirecto en el 5%. Como datos de la población con servicio directo existe la población del censo. Sin embargo, en el censo puede haber algunos habitantes no computados, por lo que se utiliza el valor calculado multiplicando el número medio de personas de cada familia según el censo por el número de conexiones domiciliarias, obtenido por el número de contratos del departamento de agua potable, que resulta más exacto. En cuanto a los datos sobre la población del censo, se utilizarán sólo para verificar las cifras calculadas en base al número de conexiones. Tal como indica el cuadro 2.2.3, en Sanarate y Salamá no existe diferencia apenas entre la población del censo y la población estimada según el número de conexiones. En Cabañas la población del censo es baja, tratándose de un 82%, lo cual se considera que se debe al cambio de las áreas consideradas. La población con servicio indirecto se ha calculado dividiendo la población con servicio directo por 95% y, luego, multiplicándolo por 5%.

Cuadro 2.2.3 Verificación de población con servicio directo

Municipio	Población del censo		Población calculada en base al número de conexiones	/ %
	Año 2002	Valor estimado del año 2005		
Sanarate	18,036	1,9997	20,683	97%
Salamá	14,977	16,509	16,930	97%
Cabañas	5,279	5,643	6,864	82%

Nota: Los valores estimados del año 2005 están basados en los valores adoptados de la tasa de crecimiento demográfico indicados en el cuadro 2.2.4.

4) Tasa de crecimiento demográfico:

Para determinar la tasa de crecimiento demográfico, se han comparado las tasas de las áreas servidas objeto del Proyecto, según los censos realizados por el INE desde 1994 hasta 2002, con las tasas reales de conexiones realizadas por el departamento de agua potable, para adoptar después las cifras más pequeñas. En el cuadro de abajo se indican las tasas de crecimiento demográfico en los años del censo. En Sanarate y Salamá la tasa de crecimiento es extremadamente alta, siendo de 4 y 7 %, aproximadamente, ya que la población se ha incrementado de forma natural debido al crecimiento rápido del casco urbano y, además de esto, a la expansión del terreno considerado como área urbana. Sin embargo, la red de distribución no se puede ampliar más rápido de lo que se pueda con la capacidad de ejecución de obras, y el número de conexiones también está limitado por la capacidad y control de aprobación por parte de las municipalidades. Por lo tanto, para este estudio se adoptan los valores indicados en el cuadro 2.4, teniendo en cuenta la capacidad de conexión de cada municipalidad, de la que se habla a continuación. Por otra parte, en el cuadro 2.2.6 se resumen los datos de censos de población.

Cuadro 2.2.4 Tasa de crecimiento demográfico (Unidad: %)

Municipio	Según el resultado del censo (Año 1994-2002)			Capacidad de conexión Promedio	Valor adoptado
	Área urbana	Área Rural	Promedio de áreas con servicio		
Sanarate	5.2	2.2	4.26	3.50	3.50
Salamá	7.1	1.8	6.99	3.30	3.30
Cabañas	2.4	1.5	2.25	2.80	2.25

Tasa de crecimiento según las conexiones realizadas

Sanarate

El número de conexiones en el año 2005 es de 4,586. Existen unas 25 solicitudes de conexión al mes, entre las cuales se aprueban unas 10 conexiones mensuales y unas 120 al año, una vez realizados exámenes sobre el grado de urgencia, posibilidad de distribución hasta el lugar, capacidad de pago de tarifa de agua, etc. Por otra parte, algunas comunidades que cuentan con su propia fuente de agua

(pozos) se incorporan al servicio de agua municipal, contándose 40 familias de nueva inscripción en el caso del año 2004. Teniendo en cuenta todo esto, la tasa de crecimiento se estima en un 3.5% (160/4,586).

Salamá

El número de conexiones de servicio con la planta de tratamiento en el año 2005 es de 3,633. Existen unas 15 solicitudes de conexión al mes, entre las cuales se aprueban unas 10 conexiones mensuales cuyas obras realizan los fontaneros de la municipalidad, después de examinar los siguientes requisitos: a) que se tenga certificado del pago de impuestos, b) que se encuentre registrado en el catastro, c) que se encuentre ubicado dentro del área de distribución, y d) que se encuentre situado en un nivel de altura con posibilidad de suministrar el agua. Por consiguiente, existen unas 120 conexiones nuevas al año, lo cual hace suponer un 3.3% de tasa de crecimiento (120/3,633).

Cabañas

El número de conexiones de servicio con la planta de tratamiento es de 1,427 en el año 2005. Es posible realizar unas 40 conexiones al año, y en este caso la tasa de crecimiento es de un 2.8% (40/1,427).

5) Consumo per capita:

El consumo per capita del agua directa se base en los valores entre 150 litro/persona/día (ciudades pequeñas y medianas de provincia) y 200 litro/persona/día (ciudades grandes), establecidos por INFOM. Los 3 municipios incluidos en la solicitud tienen una población inferior a 20 mil habitantes, respectivamente, clasificándose como ciudad mediana o pequeña, encontrándose en ellos numerosos trabajadores que se dedican a las industrias primarias, tales como agricultura, ganadería y selvicultura, por lo que el nivel de vida de los habitantes es bajo. Por otra parte, aunque el número de baños instalados es alto, los baños de tipo lavable ocupan menos de la mitad, siendo muy baja su difusión. Por todo lo anterior, el consumo per capita del agua directa de los 3 municipios es estima en 150 litros/persona/día. Asimismo, en cuanto al agua suministrada de manera indirecta, se adopta el valor de 40 litros/persona/día establecido por INFOM para el uso de agua de los vecinos o de grifos públicos.

6) Otras demandas de agua:

Se calculan otras demandas de agua de uso comercial, industrial, público, etc., en proporción a la demanda de agua de uso doméstico. Los datos de recaudación de tarifa de Sanarate no están clasificados según cada uso, sin embargo, la cantidad de exceso equivale aproximadamente a la cantidad de agua utilizada para otras demandas, ocupando un 22% del consumo de cuota fija. Por lo tanto, en Sanarate y en Salamá, cuya magnitud equivale a la de Sanarate, el porcentaje de otras demandas de agua se estima en el 22%, mientras que en Cabañas se aplica el 10%, ya que sus

actividades económicas resultan inferiores a las de otras ciudades.

Cuadro 2.2.5 Resultado real de recaudación de tarifa de agua en Sanarate
(Septiembre de 2004 – Agosto de 2005)

Fecha	Cuota fija (Q.)	Exceso (Q.)	Número de usuarios
Septiembre de 2004	72,978	18,942	
Octubre de 2004	75,660	21,167	
Noviembre de 2004	77,640	16,551	
Diciembre de 2004	75,660	21,167	4,458
Febrero de 2005	77,863	21,070	4,490
Marzo de 2005	73,286	20,661	4,506
Abril de 2005	86,645	26,887	4,522
Mayo de 2005	72,881	22,876	4,538
Junio de 2005	76,964	19,681	4,554
Julio de 2005	76,912	18,787	4,570
Agosto de 2005	76,914	19,551	4,586
Promedio	76,673	20,667	
Consumo de cuota fija	127,788	m ³	Precio unitario Q0.6/m3
Consumo de exceso	27,557	m ³	Precio unitario Q0.75/m3
Total	155,345	m ³	

% del exceso para la cuota fija 22%

7) Porcentaje de fugas de agua:

La red de distribución en los 3 municipios se encuentra bien acondicionada. No habiendo datos recopilados sobre las cantidades de agua tratada y de agua distribuida en ninguno de estos municipios, resulta muy difícil saber el porcentaje de fugas de agua. No obstante, cada municipalidad está realizando la reparación de fugas de acuerdo con la información de los clientes, y los lugares principales de fuga, según dicha información, son los grifos. Por lo tanto, se considera que el rendimiento es relativamente alto, razón por la que se establece el porcentaje de fugas en el 20%.

8) Porcentaje de carga (demanda máxima diaria / demanda media diaria):

La variación de demanda de agua según las estaciones generalmente tiene relación con los factores de la naturaleza, tales como temperatura y cantidad de lluvias, así como con las características de cada ciudad, por ejemplo, número de habitantes, etc. En los 3 municipios del presente Proyecto la demanda no varía notablemente entre el verano e invierno, por lo que se estima el porcentaje de carga en 1.2, cifra promedia de los valores normales entre 1.1 y 1.3 establecidos por INFOM.

9) Cantidad prevista de agua a servir:

La demanda máxima diaria y la demanda media diaria estimadas con las condiciones arriba indicadas se establecen como cantidad prevista de agua a servir. En el cuadro 2.2.7 y en la figura 2.2.3 se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro 2.2.6 Resultado del Censo 2002 para los municipios objeto del Proyecto (INE)

SANARATE

Nº	Nombre de barrio	Habitantes Año 1994	Habitantes Año 2002	Casa	Familia	Promedio del Nº de persona por casa	Promedio del Nº de persona por familia	Área urbana Año 1994		Área rural Año 1994		Área urbana Año 2002		Área rural Año 2002		Tasa de crecimiento demográfico (Urbana)	Tasa de crecimiento demográfico (Rural)
	Sanarate total	25,414	33,025	8,419	7,264	3.92	4.55	9,308	36.6%	16,106	63.4%	13,931	42.2%	19,094	57.8%	5.2%	2.2%
																3.33%	
A	Sanarate (Area Urbana)		12,368				4.50					12,368	100%	0	0.0%		
1	Los Cipreses		272				4.61										
2	San Carlos		396				5.01										
3	La Cruz		249				3.83										
4	Doña Maria Mirador		11				5.50										
5	Sonoro		21				7.00										
6	El Conacaston		1,133				4.57										
7	El Nuevo Amatillo		500				4.90										
8	Colonia Eden		222				4.44										
9	La Cumbre		40				4.00										
10	Monte Gurande		793				4.72										
11	Upyon		693				4.15										
12	La Coyotera		138				4.93										
22	El alabrado		47				4.27										
13	El Chilar		8				2.67										
14	Las Tunas		361				5.01										
15	El Coco		16				3.20										
16	Colonia Bellos Horizontes		180				4.09										
17	Colonia Belen		71				3.94										
18	Colonia Cerrito de la Virgen		199				4.63										
19	San Antonio		103				4.48										
20	Colonia Gracias a Dios		47				5.22										
21	Población Dispersa		168				3.91										
	Total		18,036		4,002		4.51										

*2002

*2002

*1994年-2002年

4.82 por el resultado de encuesta

Promedio pesado de la tasa de crecimiento

4.26%

4,586 N° de conexión

Urbana 643.136

Rural 124.696

Total 767.832

SALAMÁ

Nº	Nombre de barrio	Habitantes Año 1994	Habitantes Año 2002	Casa	Familia	Promedio del Nº de persona por casa	Promedio del Nº de persona por familia	Área urbana Año 1994		Área rural Año 1994		Área urbana Año 2002		Área rural Año 2002		Tasa de crecimiento demográfico (Urbana)	Tasa de crecimiento demográfico (Rural)
	Salamá total	35,808	47,274	11,096	9,347	4.26	5.06	10,430	29.1%	25,378	70.9%	18,080	38.2%	29,194	61.8%	7.1%	1.8%
																3.5%	
1	Salamá (urbana)		14,667				4.65					14,667	100%	0	0.0%		
2	Velle del Sol		310				5.08										
	Total		14,977		3,215		4.66										

*2002

*2002

*2002

*2002

*1994年-2002年

5.00 por el resultado de encuesta Promedio pesado de la tasa de crecimiento

6.99%

3,633 N° de conexión con la planta

Urbana 1041.357

Rural 5.58

Total 1046.94

CABAÑAS

Nº	Nombre de barrio	Habitantes Año 1994	Habitantes Año 2002	Casa	Familia	Promedio del Nº de persona por casa	Promedio del Nº de persona por familia	Área urbana Año 1994		Área rural Año 1994		Área urbana Año 2002		Área rural Año 2002		Tasa de crecimiento demográfico (Urbana)	Tasa de crecimiento demográfico (Rural)
	Cabañas total	9,705	11,211	2,688	2,254	4.17	4.97	3,648	37.6%	6,057	62.4%	4,395	39.2%	6,816	60.8%	2.4%	1.5%
																1.8%	
1	Cabañas (urbana)		4,395				4.78					4,395	100%	0	0.0%		
2	La puente		104				4.52					0	0.0%	104	100%		
3	La laguna		204				5.51					0	0.0%	204	100%		
4	Quebrada honda		576				4.88					0	0.0%	576	100%		
	Total		5,279		1,097		4.81										

*2002

*2002

*2002

*2002

*1994年-2002年

5.32 por el resultado de encuesta Promedio pesado de la tasa de crecimiento

2.25%

1,427 N° de conexión

Urbana 105.48

Rural 13.26

Total 118.74

Cuadro 2.2.7 Pronóstico de la demanda de agua

Demanda del agua en el año 2005

Item	Unidad	Sanarate	Salamá	Cabañas	
Número de conexión	Nº	4,586	3,633	1,427	* por los datos de las municipalidades
Número de usuarios por conexión (grifo) del suministro de agua	Persona	4.51	4.66	4.81	* por el Censo 2002
Proporción de habitantes con el servicio de agua directo	%	95%	95%	95%	
Proporción de habitantes con el servicio de agua indirecto	%	5%	5%	5%	
Cantidad de habitantes con el servicio de agua directo (para uso familiar)	Persona	20,683	16,930	6,864	
Cantidad de habitantes con el suministro de agua indirecto (sin conexión)	Persona	1,089	891	361	
Cantidad total de habitantes con el servicio de agua	Persona	21,771	17,821	7,225	
Tasa de crecimiento demográfico	%	3.50	3.30	2.25	* por la capacidad de conexión de las municipalidades
Consumo per cápita directo del servicio de agua	L/día/persona	150	150	150	* Cifra estándar de INFOM
Consumo per cápita indirecto del servicio de agua	L/día/persona	40	40	40	* Cifra estándar de INFOM
Tasa de demanda del agua	%	100%	100%	100%	
Tasa de otras demandas del agua	%	22%	22%	10%	* Cifra estándar de INFOM
Valor estimado del porcentaje de fugas del agua	%	20%	20%	20%	* Cifra estándar de INFOM
Coefficiente de tiempo (Demanda máx al día / Demanda media al día)		1.2	1.2	1.2	* Cifra estándar de INFOM
Demanda del agua para el uso familiar	lts/seg	36.41	29.80	12.08	
Otra demanda del agua	lts/seg	8.01	6.56	1.21	
Subtotal	lts/seg	44.42	36.36	13.29	
Cantidad de fugas del agua	lts/seg	11.11	9.09	3.32	
La demanda media por día	lts/seg	55.53	45.45	16.62	
Cantidad de la demanda máxima por día	lts/seg	66.63	54.54	19.94	
Cantidad de la demanda máxima por día	m ³ /día	5,757	4,712	1,723	

Resultado del pronóstico de la demanda del agua

SANARATE	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nº de conexión	4,586	4,747	4,914	5,086	5,265	5,450	5,641	5,839	6,044	6,256	6,475	6,702	6,937	7,180	7,432
Habitantes con el servicio de agua directo	20,683	21,409	22,163	22,938	23,746	24,580	25,441	26,334	27,259	28,215	29,203	30,227	31,286	32,382	33,519
Habitantes con el servicio de agua indirecto	1,089	1,127	1,167	1,208	1,250	1,294	1,339	1,386	1,435	1,485	1,537	1,591	1,647	1,705	1,765
Habitantes Totales	21,771	22,536	23,330	24,146	24,996	25,874	26,780	27,720	28,694	29,700	30,740	31,818	32,933	34,087	35,284
Demanda media por día (lts/seg)	55.5	57.5	59.5	61.6	63.7	65.9	68.3	70.6	73.1	75.7	78.3	81.1	83.9	86.8	89.9
Demanda máxima por día (lts/seg)	66.6	69.0	71.4	73.9	76.5	79.1	81.9	84.8	87.7	90.8	94.0	97.3	100.7	104.2	107.9
Capacidad de planta en diseño (lts/seg)	69.0	69.0	69.0	69.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0	77.0
Capacidad máxima permitida de tratamiento (lts/seg)				99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6	99.6
Fuente de agua existente en el río en la época de lluvia (lts/seg)	72.0	72.0	72.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
Fuente de agua existente en el río en la época seca (lts/seg)	72.0	72.0	72.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0	80.0
Cantidad necesaria por otro fuente del agua en la época de lluvia (lts/seg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	3.9	6.8	9.9
Cantidad necesaria por otro fuente del agua en la época seca (lts/seg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	4.8	7.7	10.8	14.0	17.3	20.7	24.2	27.9

SALAMÁ	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nº de conexión	3,633	3,753	3,877	4,005	4,138	4,275	4,417	4,563	4,714	4,870	5,031	5,198	5,370	5,548	5,732
Habitantes con el servicio de agua directo	16,930	17,489	18,067	18,664	19,284	19,922	20,584	21,264	21,968	22,695	23,445	24,223	25,025	25,854	26,712
Habitantes con el servicio de agua indirecto	891	921	951	983	1,015	1,049	1,084	1,120	1,157	1,195	1,234	1,275	1,318	1,361	1,406
Habitantes Totales	17,821	18,410	19,018	19,647	20,299	20,971	21,668	22,384	23,125	23,890	24,679	25,498	26,343	27,215	28,118
Demanda media por día (lts/seg)	45.5	47.0	48.5	50.1	51.8	53.5	55.2	57.0	58.9	60.9	62.9	65.0	67.1	69.3	71.6
Demanda máxima por día (lts/seg)	54.5	56.3	58.2	60.1	62.1	64.2	66.3	68.5	70.7	73.1	75.5	78.0	80.5	83.2	85.9
Capacidad de planta en diseño (lts/seg)	24.0	24.0	24.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0	52.0
Capacidad máxima permitida de tratamiento (lts/s)				73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2	73.2
Fuente de agua existente en el río en la época de lluvia (lts/seg)	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0	66.0
Fuente de agua existente en el río en la época seca (lts/seg)	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0	25.0
Cantidad necesaria de otro fuente del agua en la época de lluvia (lts/seg)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	3.3	5.6
Cantidad necesaria de otro fuente del agua en la época seca (lts/seg)	29.5	31.3	33.2	35.1	37.1	39.2	41.3	43.5	45.7	48.1	50.5	53.0	55.5	58.2	60.9

CABAÑAS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Nº de conexión	1,427	1,460	1,493	1,527	1,562	1,598	1,634	1,671	1,709	1,748	1,788	1,829	1,871	1,914	1,958
Habitantes con el servicio de agua directo	6,864	7,023	7,182	7,345	7,514	7,687	7,860	8,038	8,221	8,408	8,601	8,798	9,000	9,207	9,418
Habitantes con el servicio de agua indirecto	361	370	378	387	396	405	414	424	433	443	453	464	474	485	496
Habitantes Totales	7,225	7,393	7,560	7,732	7,910	8,092	8,274	8,462	8,654	8,851	9,054	9,262	9,474	9,692	9,914
Demanda media por día (lts/seg)	16.6	17.0	17.4	17.8	18.2	18.6	19.0	19.4	19.9	20.3	20.8	21.2	21.7	22.2	22.7
Demanda máxima por día (lts/seg)	19.9	20.4	20.8	21.3	21.8	22.3	22.8	23.3	23.8	24.4	24.9	25.5	26.0	26.6	27.2
Capacidad de planta en diseño (lts/seg)	12.0	12.0	12.0	12.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Capacidad máxima permitida de tratamiento (lts/seg)				23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5
Fuente de agua existente en el río en la época de lluvia (lts/seg)	12.0	12.0	12.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Fuente de agua existente en el río en la época seca (lts/seg)	12.0	12.0	12.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0
Cantidad necesaria de otro fuente del agua en la época de lluvia (lts/seg)	4.6	5.0	5.4	0.0	0.2	0.6	1.0	1.4	1.9	2.3	2.8	3.2	3.7	4.2	4.7
Cantidad necesaria de otro fuente del agua en la época seca (lts/seg)	7.9	8.4	8.8	3.3	3.8	4.3	4.8	5.3	5.8	6.4	6.9	7.5	8.0	8.6	9.2

Nota: Sanarate

Se estima que la capacidad de la línea de conducción con el flujo por gravedad se recupera hasta 80 litros/seg con la ejecución del present proyecto. La operación de la planta se empezará desde el año 2008.
En caso de escasear la capacidad del agua por la línea de conducción con el flujo de gravedad, se aprovechará el sistema antiguo de las bomba: nuevamente. Se utilizará sólo la bomba principal. La operación se empezará desde el año 2011 de la época seca.
Sobre el sistema antiguo de conducción con bomba, la estación N°1 tiene las bombas de 50HP y 30 HP, además la estación N°2 tiene las bombas de 60HP y 30HP.
En caso de operar todas las bombas, el caudal de agua será 40 litros/seg. En caso de operar una bomba principal (50HP, 60HP), el caudal de agua será 29 litros/seg.

Salamá

En caso de ser imposible la ampliación de la captación del agua en el Río Cachil para la época seca, hay que depender la demanda de agua de la pozos de la ciudad.
Se necesita construir dos pozos nuevos además de los pozos existentes (Cachil, La Virgen) y la operación de los pozos se empezará desde el año 2008 y 2010.

Cabañas

Es posible cubrir la falta de la cantidad del suministro de agua con el pozo Amate.

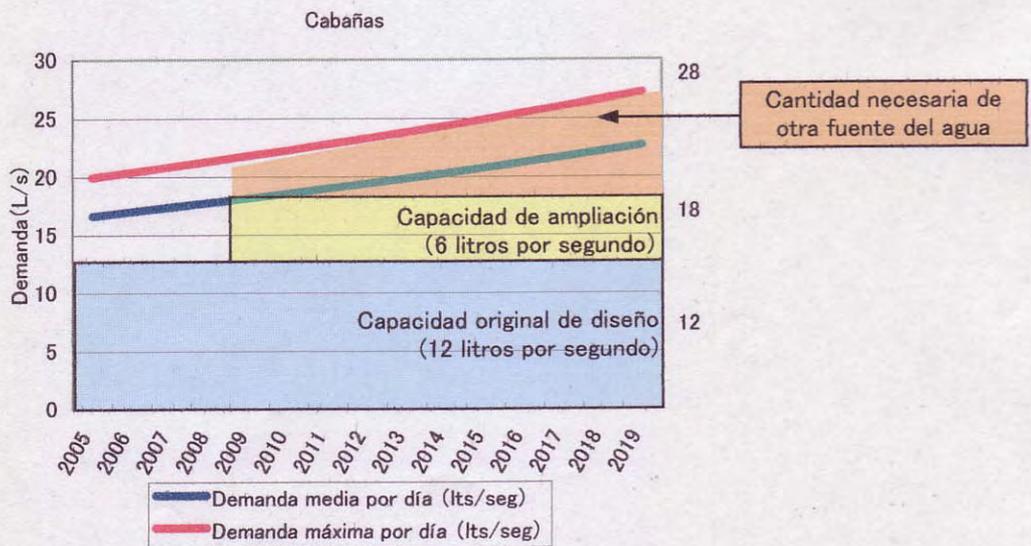
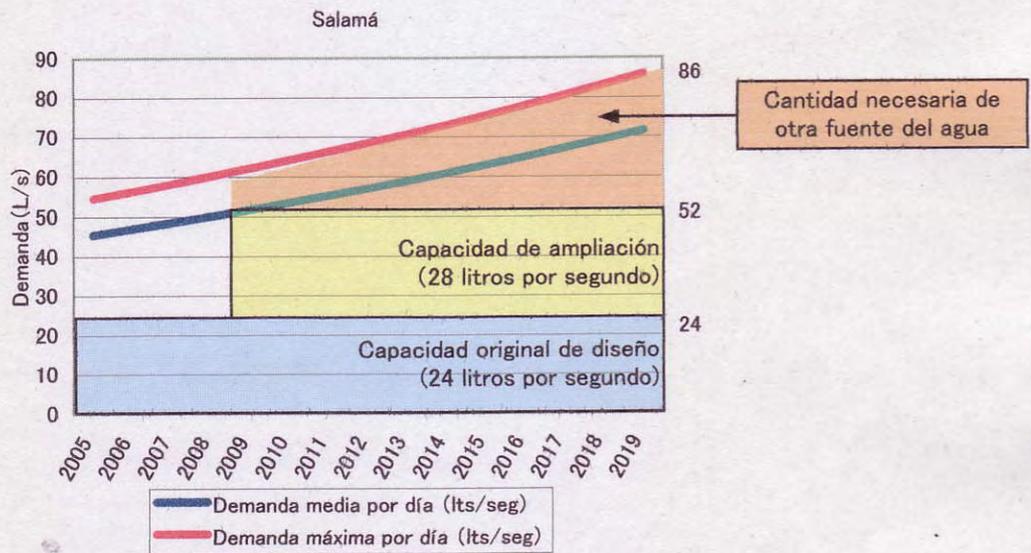
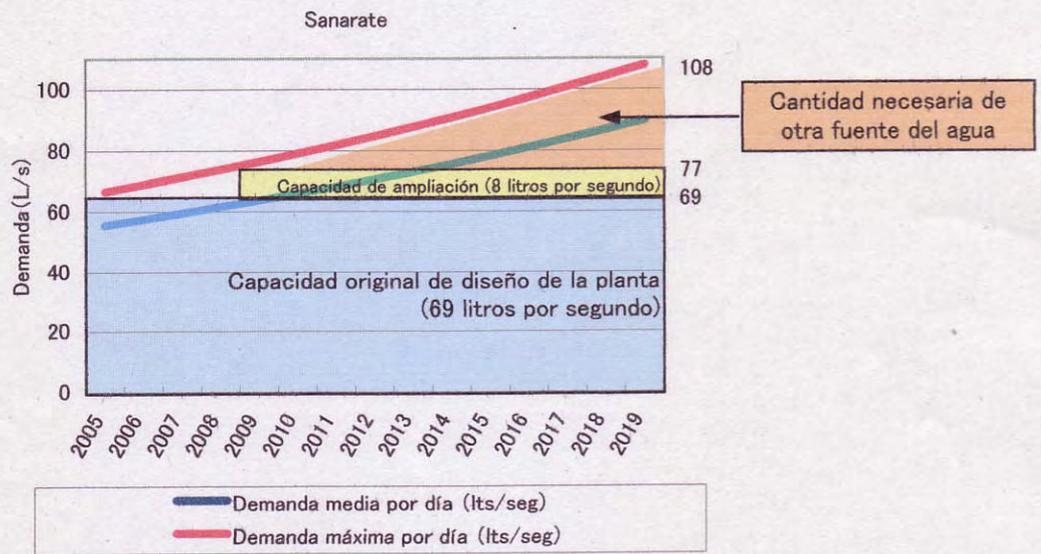


Figura 2.2.3 Pronóstico de la demanda de agua

2.2.2 Plan Básico

2.2.2.1 Capacidad de las Instalaciones Rehabilitadas

(1) Sanarate:

La capacidad total de producción de agua de la planta de tratamiento, del primer sistema construido en 1962 y del segundo en 1998, en la actualidad del año 2005 es solamente de 60 lit/seg, aproximadamente. Sin embargo, según la estimación, la demanda máxima diaria del año 2005 asciende a 67 lit/seg, y en 2009, año objetivo del Proyecto, se requerirán 77 lit/seg, razón por la cual se necesita mejorar la capacidad de conducción de agua y la capacidad de tratamiento de las diferentes instalaciones de la planta mediante el presente Proyecto de rehabilitación. En cuanto a la capacidad de la línea de conducción, la capacidad de diseño para la conducción de agua es de 88 lit/seg, pero la capacidad actual se encuentra en el orden de 70 lit/seg, los cuales deberán ampliarse hasta 80 lit/seg, aproximadamente. Asimismo, con respecto a las instalaciones de tratamiento de agua, los 60 lit/seg de la capacidad actual de los dos sistemas, primero y segundo, deberán incrementarse hasta los 77 lit/seg, equivalentes a la demanda máxima diaria del año objetivo del Proyecto.

Para cubrir el incremento de la demanda a partir del año objetivo del Proyecto, el caudal de la línea de conducción por gravedad existente no es suficiente, por lo que se requiere aprovechar de nuevo la línea de conducción antigua que funcionaba por bombeo.

(2) Salamá:

En el año 2005 la demanda máxima diaria era de 55 lit/seg, mientras que en el año objetivo del Proyecto dicha demanda será de 62 lit/seg, y la demanda media diaria 52 lit/seg. Actualmente, en la época de lluvias se captan unos 66 lit/seg, distribuyéndose una cantidad de agua muy superior a la capacidad de diseño de la planta, de 24 lit/seg. Por otra parte, en la época seca se reduce el caudal de la fuente de agua, Río Cachil, llegando sólo a la planta una cantidad de agua de entre 25 y lit/seg. En el estudio del plan de rehabilitación, en principio, la demanda máxima diaria que se necesita en la época seca del año objetivo del Proyecto (62 lit/seg) debería ser la capacidad prevista para la rehabilitación. Sin embargo, durante la época seca la cantidad susceptible de captarse es pequeña, siendo muy inferior a la demanda de agua durante dicha época, razón por la cual resulta razonable que la demanda media diaria de la época de lluvias (52 lit/seg), sea la capacidad prevista de la planta. En la época seca se aprovechará, además del agua del Río Cachil, el agua de los pozos existentes, que suman un total de unos 21 litros (12.0 lit/seg. del pozo de la planta de Cachil, 8.2 lit/seg. de La Virgen, y 1.0 lit/seg. del grifo público y del mercado temporal), pero aun faltarán unos 16 lit/seg. Para cubrir esta falta se requiere captar aguas superficiales o asegurar otras fuentes de agua, por ejemplo, nuevos pozos, por parte de la municipalidad.

(3) Cabañas:

En el año 2005 la demanda máxima diaria era de 22 lit/seg, y en el año objetivo del Proyecto dicha

demanda será de lit/seg. Sin embargo, la capacidad de la línea de conducción, que se encuentra actualmente en proceso de rehabilitación a través del financiamiento de FIS, alcanzará sólo unos 18 litros por segundo, aun contando con las mejoras que se realizarán en dicha línea mediante la rehabilitación del presente Proyecto. Actualmente, debido a los problemas en la línea de conducción, tanque de sedimentación y tanque de filtración, se está suministrando el agua a la ciudad utilizando al máximo el agua de 2 pozos de la misma, transportándola luego al tanque de distribución ubicado en la planta. No obstante, para reducir en lo posible el costo de operación de las bombas de los pozos, se requiere aprovechar al máximo el agua que se conduce desde la quebrada el Tobón por gravedad. En este sentido, en el presente Proyecto los 12 lit/seg de la capacidad actual de la planta deberán incrementarse hasta los 18 lit/seg de la capacidad de la línea de conducción prevista después de la rehabilitación. La demanda máxima diaria del año objetivo del Proyecto se supone en 24 lit/seg, sin embargo, para cubrir la falta de agua se podrán aprovechar los pozos existentes en la ciudad.

(4) Capacidad de la planta de tratamiento después de la rehabilitación:

Por todo lo anterior, y teniendo en cuenta la capacidad existente, el caudal de conducción, el caudal de producción actual y la demanda de agua en el año objetivo del Proyecto, etc., se determina la capacidad de cada planta de tratamiento después de la rehabilitación tal como se indica a continuación:

Cuadro 2.2.8 Capacidad prevista de las plantas después de la rehabilitación (Unidad: litro/segundo)

Municipio	Época	Capacidad de diseño instalaciones existentes	Capacidad de conducción después de rehabilitar	Cantidad de producción actual (año 2005)	Demanda prevista (año 2009)	Capacidad prevista después de rehabilitar	Reposición de cantidad de distribución por otras instalaciones
Sanarate (Primer sistema) Año 1998 (Segundo sistema) Total	Seca	29	*	30		47	
	Lluvia	29	*	30		47	
	Seca	40	*	30		30	
	Lluvia	40	*	30		30	
	Seca	69	80	60	77	77	No es necesario
	Lluvia	69	80	60	64	77	No es necesario
Salamá	Seca	24	25	25	62	52	Hay 21 lit/s de pozos existentes. Se necesitan 16 lit/s. de nuevas fuentes.
	Lluvia	24	66	66**	52	52	No es necesario
Cabañas	Seca	12	18	21	22	18	Usar pozos existentes.
	Lluvia	12	18	21	18	18	Usar pozos existentes.

Nota:

En Sanarate, la falta del caudal de la fuente después del año objetivo del Proyecto será compensada mediante el sistema de conducción por bombeo anteriormente utilizado.

* Una misma conducción para el primer y segundo sistema.

** En la cantidad de producción actual de Salamá se incluye la cantidad de agua no filtrada.

En Salamá, se requiere perforar un nuevo pozo, ya que en la época seca resulta insuficiente el caudal de agua, aun contando con el agua de los pozos existentes, o bien asegurar una nueva fuente para la planta.

En Cabañas, la totalidad del agua servida actualmente proviene de los pozos.

2.2.2.2 Lineamientos para la Determinación del Sistema y Componentes de Rehabilitación

El sistema de la planta y los componentes de rehabilitación han sido determinados tal como se describe a continuación. Se ha realizado el diagnóstico de la función de las plantas de tratamiento existentes y de las plantas después de la rehabilitación, de acuerdo con la cantidad de tratamiento prevista, cuyos resultados se muestran en los cuadros 2.2.12 y 2.2.13, respectivamente. Asimismo, se resumen los componentes de rehabilitación en el punto más abajo.

(1) Sanarate:

Los 2 sistemas, primero (construido en 1962) y segundo (construido en 1998), de la planta actual de tratamiento de Sanarate son de filtración rápida. En la época seca la turbiedad llega constantemente a más de 30 grados (43 NTU), y en la época de lluvias a más de 100 grados (143 NTU), alcanzando a veces 1,000 (1,430 NTU) grados, aproximadamente, razón por la cual se realizará la rehabilitación manteniendo el mismo sistema de filtración rápida. La cantidad prevista de tratamiento, tal como se ha indicado anteriormente, se incrementará de la cantidad actual de 69 lit/seg a la cantidad de 77 lit/seg. El número de tanques de filtración del primer sistema, tal como se describe más abajo, se aumentará de 2 a 3 tanques, al construirse un nuevo tanque de la misma dimensión, siendo de 47 lit/seg la capacidad total de tratamiento, mientras que en el segundo sistema no se realizará la ampliación de dichos tanques, manteniéndose la misma cantidad de tratamiento actual de 30 lit/seg.

A continuación se hace un resumen de la situación actual y problemática de las instalaciones de la planta de tratamiento, así como de las medidas a tomar.

1) Problemáticas de la línea de conducción:

El caudal del Río Plátanos es abundante, sin embargo, la cantidad de conducción actual es solamente de 62 a 73 lit/seg respecto a los 88 lit/seg de la cantidad de diseño, lo cual significa que sólo un porcentaje de 70 a 83% de la cantidad de diseño llega a la planta de tratamiento. Tal como se describe a continuación, la causa se debe a la falta de instalación de las válvulas de aire y de limpieza en los lugares apropiados, por lo que la acumulación de aire o de lodo impide el paso de agua. Por consiguiente, serán renovadas algunas válvulas de aire e instaladas nuevas válvulas de aire y de limpieza, así como el canal cerrado será sustituido parcialmente (18 metros) por el canal abierto en la parte alta del tanque desarenador y se instalará una válvula de compuerta en la tubería principal de conducción en la misma parte alta de dicho tanque.

- Existe fuga de agua en la válvula de limpieza de 150 (6") situada en el tanque desarenador de la línea de conducción, causando problemas de operación. Asimismo, el diámetro del tubo desarenador es pequeño, resultando baja la capacidad de evacuar la arena.

- Aunque no existe espacio de desnivel entre el nivel de la bocatoma y el nivel necesario del tanque desarenador, en la línea de conducción anterior a dicho tanque se tienden a acumular materias extrañas y lodo. No se encuentra instalada ninguna válvula de limpieza, siendo difícil realizar el trabajo de limpieza.
- Las 23 válvulas de aire existentes en la línea de conducción tienen capacidad insuficiente, siendo fácilmente obstruidas por el lodo, por lo que se requiere sustituirlas por otras de buena capacidad de escape rápido. Asimismo, algunas partes convexas de la línea de conducción o algunos tramos de larga distancia no tienen instalada la válvula de aire, por lo que se requiere instalar adicionalmente un total de 11 válvulas de aire.
- Aunque actualmente la válvula de limpieza se encuentra instalada en 13 lugares, todavía existen 12 lugares cóncavos sin dicha válvula, por lo que se requiere instalar nuevas válvulas en dichos lugares.
- No hay compuerta de control de agua en la bocatoma, y en la línea principal de conducción sólo existe una válvula de compuerta en la entrada de los tanques de sedimentación primarios de la planta. No habiendo ni una válvula de compuerta en el camino de la línea de conducción, resulta imposible interrumpir la conducción de agua incluso para el mantenimiento de dicha línea. Se requiere instalar una válvula de compuerta en la parte baja de la derivación de la tubería principal de la caja de limpieza, que se instalará en la parte alta del tanque desarenador.
- La pérdida de la columna de agua es grande debido a los aireadores situados en la entrada de los tanques de sedimentación primarios de la planta, impidiendo la conducción normal de agua.

2) Problemática de las instalaciones de la planta de tratamiento

- a. La capacidad de conducción de agua de las tuberías desde los tanques de sedimentación primarios hasta los dos sistemas de tratamiento es pequeña. Por lo tanto, para enviar suficiente cantidad de agua a los dos sistemas, se aprovecha, además de la tubería normalmente utilizada de transporte interior de la planta, un total de 4 tuberías provisionales (PVC, 75mm, 3") conectando sobre la tierra con el tubo de rebalse y la tubería de drenaje que salen de uno de los dos tanques de sedimentación primarios. Parece que la tubería de (150mm, 6"), que comunica con el primer sistema, inicialmente era capaz de enviar la cantidad de diseño de 30 lit/seg, sin embargo, en la actualidad sólo permite conducir unos 22 lit/seg. Otra tubería (150mm, 6"), que conecta con el segundo sistema, no tenía desde el principio más que 30 lit/seg de capacidad de conducción, la cual se ha reducido hasta 24 lit/seg en el momento actual. Se considera que todo esto se debe a la falta de válvulas de limpieza en las partes cóncavas de la tubería de transporte, por lo que se acumula y solidifica el lodo en el interior de dicha tubería impidiendo la conducción normal de agua.

- b. El caudal de diseño del primer sistema es de 40 lit/seg, pero en este caso la velocidad de filtración se aumenta hasta 180m/día, superando el valor normal de 150m/día. Actualmente, los operadores trabajan reduciendo el caudal de tratamiento hasta unos 30 lit/seg, de acuerdo con su experiencia, para asegurar la buena calidad del agua tratada, encontrándose en una situación en que no es posible tratar más agua de un 75% de 40 lit/seg del caudal de diseño. Asimismo, cuando se incrementa la turbiedad del agua cruda, se reduce aun más la cantidad de tratamiento, por lo que se nota una deficiencia funcional de filtración. Como consecuencia de esto, tanto el primer sistema como el segundo sólo pueden producir unos 30 lit/seg, respectivamente, siendo de unos 60 lit/seg la totalidad de producción de ambos sistemas. En el caso de que la capacidad de tratamiento de cada instalación fuera de 30 lit/seg, la velocidad de filtración del segundo sistema sería de 135 m/día, sin embargo, la del primer sistema se reduciría a 112 m/día, permitiéndose trabajar sólo con velocidad lenta, inferior al valor normal de 120 m/día. Hablando de la cantidad de producción, sólo se cubriría el 87% de los 69 lit/seg de la cantidad de diseño de tratamiento, el 78% de los 77 lit/seg de la demanda del año objetivo del Proyecto. En la actualidad, la demanda máxima diaria es de 67 lit/seg y, por lo tanto, falta cantidad de agua tratada.
- La calidad del agua tratada no es estable, habiendo variación de la turbiedad en dicha agua incluso a lo largo de un día.
 - Ambos sistemas tienen dañadas las placas desviadoras de corriente del tanque floculador, siendo deficiente la formación de flóculos.
 - El mecanismo de la toma de agua del tanque de sedimentación del primer sistema se encuentra deficiente. No está instalada la canaleta de sedimentación.
 - La mayoría de las placas inclinadas del tanque de sedimentación del segundo sistema se encuentran descolocadas, siendo deficiente su funcionamiento.
 - La composición de los tamaños de los granos y la calidad de la arena filtrante no satisfacen correctamente las normas.
 - Es deficiente el funcionamiento de numerosas válvulas, como por ejemplo, la válvula de limpieza del tanque de sedimentación, válvula de salida del tanque de filtración, válvula de retrolavado, y otras válvulas y similares.
- c. No está mecanizada la dosificación del producto de floculación, siendo difícil la dosificación estable de dicho producto. No se determina la cantidad de dosificación de acuerdo con el resultado de la prueba de jarras, sino según la experiencia de los operadores. No hay equipos para medir el caudal ni la turbiedad del agua cruda que entra a la planta, por lo que no se puede dosificar adecuadamente el producto de floculación.
- Ambos sistemas no cuentan con equipo para disolver el producto de floculación (sulfato de aluminio), y actualmente los operadores lo disuelven manualmente dentro de un tambor. Siendo

complicado el trabajo, no se puede llevar a cabo la dosificación de manera estable.

- En la caja de entrada no hay medidor de caudal, por lo que no se puede saber la cantidad de tratamiento de agua. Asimismo, no existe turbidímetro, resultando imposible saber la turbiedad. Por estas razones no se puede determinar la cantidad de producto de floculación a dosificar, que depende de la cantidad de tratamiento de agua y de la turbiedad, conjuntamente.
- d. La capacidad de la bomba para el retrolavado de los filtros del primer sistema resulta pequeña, siendo de 3 HP, por lo que se tarda más de 4 horas para el bombeo del agua para un filtro. Para terminar el bombeo de agua y retrolavado de dos filtros, se tarda más de 10 horas, lo cual no permite realizar el retrolavado en el momento que resulte más oportuno. Por otra parte, los operadores tienen que controlar las instalaciones del segundo sistema y, al mismo tiempo, dosificar y mezclar el producto de floculación. Por esta razón, en un día no se puede realizar el retrolavado de los 2 filtros del primer sistema, sino de sólo un filtro. Asimismo, la bomba se encuentra obsoleta, habiendo superado ya su vida útil.
- Es pequeña la capacidad de la bomba para el retrolavado de filtros del primer sistema.
 - Para el retrolavado de filtros no se utiliza el agua filtrada y clorada, sino el agua del tanque de sedimentación, que resulta inapropiada para este propósito.
 - Está averiada la válvula flotante de la tubería que entra a la caja de agua para la bomba de retrolavado.
- e. La cloración se realiza sólo para el agua tratada del primer sistema, aunque se debe hacer independientemente para el agua del primer y segundo sistema. Ya que no existe equipo de cloración en el segundo sistema, se debe dosificar el cloro teniendo en cuenta la cantidad de agua tratada en este sistema. Resulta imposible clorar el agua cuando se encuentra parado el primer sistema para realizar mantenimiento.
- f. Ambos sistemas carecen de un equipo para medir la cantidad de agua filtrada, por lo que resulta imposible dosificar con exactitud la cantidad de cloro conforme a la cantidad realmente tratada. Asimismo, no se puede saber la cantidad acumulada de agua tratada (cantidad de producción).
- g. Se requiere que la capacidad de la planta de tratamiento existente sea ampliada hasta los 77 lit/seg, equivalentes a la demanda del año objetivo del Proyecto. Sin embargo, si la superficie total de filtración de ambos sistemas tuvieran que realizar el tratamiento de dicha cantidad, la velocidad de filtración tendría que ser de 158 m/día, y faltaría área de filtración. Por lo tanto, se necesita construir otro tanque de filtración en el primer sistema.

$$77 \text{ lit/seg} \times 86.4 / (11.52 \times 2 \text{ tanques} + 2.4 \times 8 \text{ tanques}) = 157.5 \text{ m/día}$$

- h. En cuanto a otras instalaciones, si su capacidad, con la actual dimensión estructural, resulta insuficiente para atender la capacidad del primer sistema, establecido en 47 litros por segundo, y

la del segundo sistema, en 30 litros por segundo, dichas instalaciones serán ampliadas.

3) Contenido de la rehabilitación de la planta de tratamiento

[Tubería de conducción desde los tanques de sedimentación primarios hasta la planta de tratamiento]

El diámetro de la tubería es pequeño, habiendo acumulación de lodo en el interior, y la capacidad de conducción no satisface la capacidad prevista, razón por la cual se renovará dicha tubería. En el primer sistema se ampliará el diámetro de 150 (6") a 250 mm (10"), y en el segundo de 150 (6") a 200 mm (8"). Por otra parte, se instalará una válvula de limpieza en la tubería que sube a la caja de entrada de agua.

[Caja de entrada de agua]

En cuanto al primer sistema, se instalará una caja de entrada para cada uno de los tanques floculadores que se describen posteriormente, de modo que se distribuya el agua enviada de los tanques de sedimentación primarios en dos partes iguales. Para el segundo sistema se dejará la instalación existente tal como se encuentra.

[Dosificador de producto de floculación]

En ambos sistemas, con el objeto de realizar la dosificación de manera estable y segura, se introducirá un equipo mecánico de dosificación del producto de floculación. Asimismo, para determinar la cantidad de dosificación se requiere saber cuantitativamente el caudal y la turbiedad del agua que entra en la planta, por lo que se instalará un medidor de caudal y se suministrará un medidor de turbiedad.

[Tanque de mezcla]

En cuanto al primer sistema, el producto de floculación será dosificado en un tanque de mezcla de tipo conducto parcial que tenga función de agitación rápida. Será instalado un punto de dosificación sobre dicho tanque. En cuanto al segundo sistema, se aprovechará la instalación existente.

[Tanque de floculación]

Cuando se hace una agitación lenta del agua cruda mezclada con rapidez con el producto de floculación se forman los flóculos. La agitación se realizará por gravedad a través de las placas verticales desviadoras de corriente. En cuanto a la instalación actual del primer sistema, cuando se aplica la cantidad de tratamiento prevista para la rehabilitación, el tiempo de estancamiento es de 12.5 minutos, siendo inferior al valor normal de 20 minutos, y la velocidad media del fluido es de 32.5 cm/seg, superando el valor normal de 30 cm/seg. Asimismo, el valor G (valor de inclinación de velocidad) también supera el valor normal de 75/segundo, siendo de 133/segundo. Por lo tanto,

se construirá un tanque de floculación para ampliar la capacidad, tal como se ha solicitado. Con respecto al tanque del segundo sistema, no existe ningún problema con la capacidad actual de la instalación existente.

No obstante, numerosas placas desviadoras de corriente de ambos sistemas se encuentran dañadas, siendo imposible formar flóculos normales, por lo que se sustituirán todas las placas por otras nuevas de madera sintética (FFU).

[Tanque de sedimentación de producto químico]

El agua mezclada y agitada con el producto químico para formar flóculos entra en el tanque de sedimentación, donde avanza muy lentamente para que los flóculos crecidos queden sedimentados y separados. El agua decantada y separada de los flóculos se recoge en la canaleta ubicada en los extremos del tanque de sedimentación, y luego entra en el tanque de filtración. Al mismo tiempo, los flóculos sedimentados en el fondo del tanque se quedan condensados como lodo. La cantidad del lodo que se queda sedimentado, especialmente cerca de la entrada del tanque, es muy grande, por lo que debe realizarse oportunamente el trabajo de evacuación de lodo.

La carga superficial del primer sistema es de 21 mm/min, y se encuentra dentro del rango permisible establecido para este tipo de tanque, de entre 15 y 30 mm/min. Asimismo, la velocidad media del fluido es de 130 mm/min, siendo inferior a los 400 mm/min del valor normal. Por lo tanto, aun aplicándose el caudal ampliado de 47 lit/seg, la instalación actual tiene la capacidad suficiente como tanque de sedimentación normal de corriente horizontal, por lo que no es necesario ampliar la capacidad del tanque existente. En cuanto a las placas inclinadas contempladas en la solicitud, se consideran igualmente innecesarias. En lo que se refiere al segundo sistema, ya que no se incrementa la cantidad de agua a tratar, la estructura de la instalación existente puede ser utilizada sin problemas, sin embargo, las placas inclinadas serán renovadas por completo.

[Tanque de filtración rápida]

Cuando se aplica una velocidad uniforme en la superficie total de filtración de ambos sistemas respecto a los 77 lit/seg, cantidad total prevista de agua a tratar, la velocidad de filtración es de 157 m/día, superando el valor normal de 150 m/día. Por lo tanto, se requiere ampliar el área de filtración. En la solicitud se piden 2 tanques nuevos para el primer sistema.

$$\text{Área de filtración del primer sistema} \quad 11.52 \text{ m}^2/\text{tanque} \times 2\text{tanques} = 23.04 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de filtración del segundo sistema} \quad 2.40 \text{ m}^2/\text{tanque} \times 8\text{tanques} = 19.20 \text{ m}^2$$

$$77.0 \times 86.4 / (23.04 + 19.20) = 157.5 \text{ m/día} > 150 \text{ m/día (valor normal)}$$

Ya que el mecanismo de retrolavado de filtros del primer sistema permite trabajar en cada uno de los tanques de manera totalmente independiente por el uso del tanque elevado exclusivo, resulta

posible construir nuevos tanques de filtración sin demoler parcialmente la estructura existente. Por otra parte, los filtros del segundo sistema son de auto-retrolavado, y los colectores de agua para los 8 filtros por debajo del lecho de filtración se encuentran intercomunicados y, además, los canales de conducción del agua filtrada y los canales de almacenamiento de agua para el retrolavado son de uso común para todos los filtros. Por lo tanto, para construir nuevos tanques con hormigón armado, se requiere demoler parcialmente los tanques de filtración existentes, los canales de agua y la pared del tanque de sedimentación, y resulta imposible que las estructuras existentes no se vean afectadas por las obras de ampliación. Por todos estos motivos, es razonable realizar la ampliación de los tanques de filtración sólo en el primer sistema, tal como se pide en la solicitud.

En este último caso mencionado, se requiere que la superficie de filtración sea la misma que la de los filtros existentes, para que el caudal y presión del agua para retrolavado se mantengan constantes. En el caso de contar con 3 tanques, añadiendo un nuevo tanque en el primer sistema, la velocidad media de filtración sería de 124.2 m/día, entrando dentro del rango normal de entre 120 y 150 m/día, y así se formaría un sistema adecuado. Por lo tanto, no será necesario construir 2 tanques nuevos, tal como se pide en la solicitud, sino que se construirá sólo un tanque.

$$\text{Área de filtración del primer sistema } 11.52 \text{ m}^2/\text{tanque} \times 3 \text{ tanques} = 34.56 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de filtración del segundo sistema } 2.40 \text{ m}^2/\text{tanque} \times 8 \text{ tanques} = 19.20 \text{ m}^2$$

$$77.0 \times 86.4 / (34.56 + 19.20) = 124.2 \text{ m/día (entra en el rango de 120-150 m/día)}$$

Por otra parte, cuando se aplica una velocidad de filtración de 124.2 m/día, la cantidad de agua tratada en el primer y segundo sistema es tal como se calcula a continuación y, por lo tanto, la cantidad de agua a tratar en el segundo sistema se quedará en 30 litros por segundo, al igual que la producción actual, y la del primer sistema se establecerá en 47 litros por segundo.

$$\text{Primer sistema } 124.2 \text{ m/día} \times 11.52 \text{ m}^2/\text{tanque} \times 3 \text{ tanques} = 49.7 \text{ lit/seg} \rightarrow 47 \text{ lit/seg (117.5 m/día)}$$

$$\text{Segundo sistema } 124.2 \text{ m/día} \times 2.40 \text{ m}^2/\text{tanque} \times 8 \text{ tanques} = 27.6 \text{ lit/seg} \rightarrow 30 \text{ lit/seg (135.0 m/día)}$$

[Bomba de retrolavado]

En cuanto a la bomba de retrolavado del primer sistema contemplada en la solicitud, será renovada por otra que sea capaz de bombear en una hora la cantidad necesaria de retrolavado de un tanque. La especificación de dicha bomba es la siguiente:

Tanque de retrolavado: HWL 945m, Tanque de aspiración: LWL 929m, Altura total: H=16 m

Caudal de retrolavado: $0.9 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$, tiempo de retrolavado: más de 6 min.

Área de filtración: $3.6 \times 3.2 = 11.52 \text{ m}^2$

Capacidad de tanque existente de retrolavado: 100 m^3 (capacidad sólo de un tanque de filtración)

Tiempo de retrolavado: $100 / (0.9 \times 11.52) = 9.6 \text{ min} > 6 \text{ min.}$

Tiempo de bombeo: 60 min.

Diámetro de tubería de bombeo: $\phi 250 \text{ mm}$, extensión de tubería: 80m

Altura total: 16 m + pérdida interior del tubo: 1.0 m + pérdida en la bomba: 1.0 m $\rightarrow 18 \text{ m}$

Caudal de bombeo de operación simultánea de 2 bombas: $50 \text{ m}^3/60\text{min}=0.83 \text{ m}^3/\text{min} \rightarrow 0.9 \text{ m}^3/\text{min}$
Especificación de la bomba: eje horizontal y tipo centrífuga, cantidad de descarga: $0.9 \text{ m}^3/\text{min}$,
altura total: 18 m, número: 2 unidades
Potencia de salida = $0.163 \times 1.0 \times 0.9 \times 18 / 0.7 \times 1.15 = 4.3 \text{ kW} \rightarrow 5.5 \text{ kW}$

[Tanque de distribución]

La capacidad de los tanques de distribución interior y exterior de la planta es de 2.300 m^3 , equivalente a una capacidad de unas 8.3 horas respecto a los 77 litros por segundo de la capacidad prevista para la rehabilitación, por lo que no se requiere la ampliación.

[Equipo de cloración y medidor de caudal]

Actualmente, se realiza la cloración sólo en el primer sistema, sin embargo, el segundo sistema también contará con su equipo de cloración al rehabilitarse la planta. Será del tipo de inyección directa mediante cilindro de gas cloro, que en la actualidad se utiliza extensamente en las plantas de tratamiento de agua potable y pozos de los municipios rurales de Guatemala. Por otra parte, con el objeto de saber la cantidad apropiada de cloro y la cantidad de producción del agua tratada, será instalado un medidor de caudal en cada sistema.

(2) Salamá:

La planta actual cuenta con un sistema de filtración lenta. En cuanto a la introducción del tanque floculador contemplada en la solicitud como uno de los componentes de la rehabilitación, se considera innecesaria, puesto que la turbiedad normal del agua cruda durante la época de lluvias es inferior a 10 grados (14 NTU), y aún después de las lluvias no aumenta tanto, produciéndose sólo una vez a la semana una turbiedad superior a 30 grados (43 NTU). La combinación actual de la sedimentación normal con la filtración lenta puede solucionar esta situación, aunque habrá que aprovechar de modo eficiente el tanque de sedimentación a medio construir por el financiamiento de la Unión Europea (en adelante se llamará “tanque de sedimentación de la Unión Europea”), y tomar medidas para que el tiempo de estancamiento en el tanque de sedimentación, tratamiento anterior a la filtración, sea suficiente con 8 horas. En el caso de que aumente demasiado la turbiedad de manera temporal, se tomarán medidas, como por ejemplo, suspender temporalmente la captación de agua, o reducir la velocidad de filtración. Con todo esto, se puede evitar que se incremente innecesariamente el costo futuro de operación y mantenimiento.

La capacidad actual de diseño de la planta existente es de 24 lit/seg respecto a los 52 lit/seg de la capacidad prevista para la rehabilitación, por lo que se dotará de un nuevo sistema de filtración lenta (en adelante se llamará “el segundo sistema”) aprovechando el tanque de sedimentación de la Unión Europea, además del sistema actual que cuenta con el tanque de sedimentación existente (en adelante se llamará “primer sistema”). A este fin, se requiere construir 2 tanques nuevos de filtración y un

tanque de distribución dentro de la planta para acompañar al tanque de sedimentación de la Unión Europea.

Suponiendo que pueda haber momentos de alta turbiedad durante la época de lluvias, y teniendo en cuenta que no se utiliza producto de floculación aún en este caso, se ha determinado la distribución de capacidad entre los 2 sistemas tal como se muestra en la siguiente tabla, de modo que tanto la velocidad de filtración como el tiempo de estancamiento sean de valores más seguros dentro del rango normal. La caja de entrada del agua de la línea de conducción tendrá una estructura de caja repartidora, para que se pueda regular la distribución de caudal entre ambos sistemas. Asimismo, el pozo de regulación de caudal en la salida del tanque de filtración tendrá un mecanismo de salida de agua dotado de una estructura de presa de desbordamiento, para que se permita regular la velocidad de filtración.

Cuadro 2.2.9 Distribución de cantidad de agua tratada en la planta de Salamá

Sistema	Cantidad de agua tratada (lit/seg)	Tanque de filtración		Tanque de sedimentación	
		Velocidad de filtración (m/día)	Área de filtración (m ²)	Tiempo de estancamiento (hora)	Capacidad de tanque de sedimentación (m ³)
Primero (existente)	20	4.0	12.9×17.05×2 tanques, 439.9 m ²	8.6	310×2 tanques, 620 m ³
Segundo (U.E)	32	4.6	15.0×20.5×2 tanques, 615.0 m ²	15.6	896×2 tanques, 1,792 m ³
Total	52				

A continuación se resumen la situación actual, problemática y toma de medidas de las instalaciones relacionadas con la planta de tratamiento.

1) Instalaciones de la planta:

- a. El caudal del Río Cachil es abundante durante la época de lluvias, pero se reduce en la época seca. La cantidad de captación durante la época de lluvias es de 66 a 72 lit/seg, y durante la época seca de 25 a 30 lit/seg, siendo el 40% de la cantidad anterior. Las instalaciones de la línea de conducción no presentan problemas.
- b. Durante la época seca entra en la planta de tratamiento una cantidad de agua casi el triple de la cantidad de tratamiento diseñado, de 24 lit/seg. La demanda actual es de 55 lit/seg, y la demanda para el año objetivo del Proyecto será de 62 lit/seg.
- c. En el tanque de filtración, el agua, antes de pasar por el lecho filtrante, se está enviando al pozo de regulación de caudal mediante una tubería de sifón. Es decir, se envía una gran cantidad de agua sin tratamiento de filtración al tanque de distribución. Por otra parte, hay agua que pasa por el lecho filtrante, sin embargo, su velocidad de filtración (unos 10 m/día) es muy superior al valor normal correspondiente, por lo que todo el agua que pasa por la planta de tratamiento es como si no

recibiese ningún tratamiento. Asimismo, desde el pozo de regulación de caudal de los 2 tanques de filtración hasta el tanque de distribución, además de la tubería de transporte de uso normal, se encuentra instalada una tubería de interconexión, y el agua enviada por esta tubería no está clorada, ya que no pasa por la caseta de cloración.

- d. La arena filtrante es defectuosa respecto al tamaño de grano, etc; el espesor inicial del lecho filtrante se ha reducido de 1.2 m a 0.9 m, y la capa de arena apenas mide unos 20 cm. Según las directrices del diseño de las instalaciones de agua potable, se requiere un espesor de 1.5 m respecto a la totalidad de lecho filtrante y 0.6 m respecto a la capa de arena.
- e. La válvula de limpieza del tanque de sedimentación, las compuertas en los canales, etc., tienen un funcionamiento deficiente.
- f. No está realizándose adecuadamente el trabajo de raspado y lavado de arena filtrante con una frecuencia normal de una o dos veces al mes, sino que se está practicando dicho trabajo 2 veces al año a gran escala. La altura de la pared del tanque mide 2.1 m desde la superficie de la arena, por lo que resulta difícil sacar manualmente fuera del tanque la arena filtrante para el lavado.
- g. La planta de tratamiento no cuenta con operadores fijos, razón por la cual no se realiza debidamente el control de la operación cotidiana.
- h. El equipo de medición de caudal en la entrada de la planta se encuentra deshabilitado.
- i. No existe ningún equipo de medición de caudal después del proceso de filtración, razón por la cual no se puede dosificar el cloro con exactitud de acuerdo con la cantidad real de agua tratada, ni tampoco se sabe la suma acumulativa de la cantidad de tratamiento (producción).
- j. La capacidad de planta existente debe ampliarse hasta 52 lit/seg, que corresponden a la demanda para el año objetivo del Proyecto. En este caso, el tiempo de estancamiento en el tanque de sedimentación es de 3.3 horas, y no es suficiente respecto al valor normal (más de 8 horas). Asimismo, en el caso del tanque de filtración, si se tratara dicha cantidad de agua con el área actual de filtración, la velocidad de filtración sería de 10.2 m/día, superando enormemente el valor normal (de 4 a 5 m/día), lo cual significa falta de área de filtración. Por estas razones, se requiere la ampliación del tanque de filtración y sedimentación. Asimismo, el tanque de distribución también se necesita ampliar, ya que su capacidad no es suficiente, siendo de 4.3 horas respecto a más de 8 horas del valor normal.
- k. En cuanto a las demás instalaciones, si la capacidad, con su actual dimensión estructural, resulta insuficiente para atender la capacidad del primer sistema, que se establece en 20 litros por segundo, y la del segundo sistema, de 32 litros por segundo, dichas instalaciones serán ampliadas.

2) Contenido de la rehabilitación de las instalaciones de la planta de tratamiento

[Tanque de sedimentación]

En el caso de 52 litros por segundo, el tiempo de estancamiento en el tanque de sedimentación existente será de 3.3 horas, siendo imposible asegurar el tiempo superior a 8 horas, valor normal para la sedimentación normal de corriente horizontal, razón por la cual se requiere que dicho tanque sea ampliado. Para esta ampliación se aprovechará de manera eficiente el tanque de sedimentación de la Unión Europea. Ya que no se contempla un tanque de floculación, se requiere tomar medidas para asegurar un suficiente tiempo de estancamiento en el tanque de sedimentación en los momentos de alta turbiedad durante la época de lluvias.

[Tanque de filtración lenta]

La velocidad de filtración en el tanque existente será de 10.2 m/día, superando enormemente el valor normal de 5 m/día como máximo, razón por la cual se requiere construir otros tanques para que dicha velocidad se reduzca hasta 4 ó 5 m/día. Serán construidos 2 tanques nuevos para acompañar al tanque de sedimentación de la Unión Europea.

[Tanque de distribución]

La capacidad actual del tanque de distribución es de 800 m³. En el caso de atender la producción de 52 litros por segundo, dicha capacidad corresponde solamente a 4.3 horas de almacenamiento, razón por la cual se requiere construir otro tanque. Para asegurar una capacidad de 8 horas, se necesitan 1,500 m³, por lo que se construirá un tanque de 700 m³. Habrá un total de 3 tanques de distribución, los cuales serán aprovechados para el uso común de los dos sistemas.

[Equipo de cloración y equipo de medición de caudal]

Actualmente se inyecta el cloro en la tubería de transporte que conecta el primer sistema con el tanque de distribución. Se construirá el segundo sistema con un nuevo tanque de filtración y de distribución mediante la presente rehabilitación, sin embargo, las tuberías de transporte desde los dos sistemas hasta los tanques de distribución serán unificadas, de manera que la inyección del cloro sea realizada en un único punto aprovechando la caseta de cloración actual. El equipo de cloración se encuentra obsoleto, por lo que será renovado.

(3) Cabañas:

A continuación se resumen la situación actual, problemática y toma de medidas de las instalaciones relacionadas con la planta de tratamiento.

1) Problemas de las instalaciones de la línea de conducción:

Las obras de rehabilitación de la línea de conducción realizadas por el FIS (Fondo de Inversión

Social) se encuentran casi terminadas. No obstante, no se ha podido conducir el caudal previsto de 18 litros por segundo, llegando a la planta sólo una cantidad de alrededor de 12 a 14 lit/seg, debido a que es grande la cantidad de descarga a través del tubo de rebalse del tanque desarenador y de la caja de rompe-presión, ubicados en la línea de conducción. Como medidas para solucionar esta situación, se pueden tomar las siguientes:

- Elevar la pared del tanque desarenador y eliminar el tubo de rebalse para reducir la pérdida de agua conducida.
- Elevar la pared de la caja rompe-presión y eliminar el tubo de rebalse para reducir la pérdida de agua conducida.
- La presión estática en la entrada de la planta respecto al nivel de la caja rompe-presión es de 124 m, y las tuberías de PVC existentes ($160 \text{ psi}=11.2 \text{ kg/cm}^2$) presentan problemas de resistencia a la presión, por lo que se instalará una nueva caja de rompe-presión entre la caja existente y la planta de tratamiento. En este caso, se reducirá la presión de agua en la parte baja de la nueva caja de rompe-presión, y las tuberías de 100 mm (4") en el tramo de 866 m anterior a la planta no podrán asegurar la conducción de 18 lit/seg, razón por la cual serán renovadas las tuberías de dicho tramo por las de 150 mm (6"), tal como se pide en la solicitud.

2) Problemas de las instalaciones de la planta de tratamiento:

La planta actual cuenta con un sistema de filtración lenta. La turbiedad del agua cruda durante la época de lluvias es baja, marcando normalmente menos de 10 grados (14 NTU). Dicha turbiedad alcanza 30 grados (42 NTU) sólo 3 ó 4 veces al mes, y aun en este caso se normaliza en medio día. Por consiguiente, aunque estaba contemplada la construcción de un tanque floculador en la solicitud, no se ve la necesidad de dicha construcción, al igual que en el caso de Salamá. La misma combinación actual de sedimentación normal y filtración lenta puede tratar este tipo de agua; no obstante, habrá que tomar medidas para que el tiempo de estancamiento sea suficiente en el tanque de sedimentación, proceso anterior al del tanque de filtración. En el caso de incrementarse anormalmente la turbiedad, se suspenderá la conducción del agua, y se utilizará el agua de los pozos de la ciudad. Por todo lo anterior, quedan eliminadas de la solicitud la construcción de un tanque floculador y la instalación de un equipo dosificador de productos químicos. Por otra parte, se requiere la rehabilitación de las instalaciones auxiliares de la línea de conducción, la ampliación de la capacidad del tanque de sedimentación existente, la construcción de un nuevo tanque de filtración, la instalación de tuberías de drenaje al exterior, etc.

Actualmente existe sólo un tanque de sedimentación y otro de filtración. Sin embargo, para la operación y mantenimiento de dichas instalaciones, por ejemplo, evacuación de lodo y lavado de arena filtrante, hacen falta 2 unidades de cada tipo, razón por la cual se prevé la construcción de

nuevos tanques.

- a. El proceso de sedimentación y filtración cuenta sólo con un tanque respectivo, sin embargo, se necesitan 2 tanques para el trabajo de evacuación de lodo y de lavado de arena.
- b. Los tanques de sedimentación y filtración tienen grietas, produciendo fugas de agua en las paredes, por lo que se encuentran fuera de servicio desde hace 2 años.
- c. El tiempo de estancamiento en el tanque de sedimentación es de 4.5 horas, y no cumple con el valor normal de más de 8 horas establecido para el tanque de sedimentación normal con filtración lenta.
- d. La arena filtrante es defectuosa respecto al tamaño de grano, etc., y el espesor de lecho filtrante se encuentra reducido.
- e. La velocidad de filtración es de 6.5m/día, superando el valor normal de 4 a 5 m/día.
- f. La válvula de limpieza del tanque de sedimentación, las compuertas en los canales, etc., tienen funcionamiento deficiente.
- g. La planta de tratamiento no cuenta con operadores fijos, razón por la cual no se realiza debidamente el control de la operación cotidiana.
- h. El equipo de medición de caudal en la entrada de la planta se encuentra deshabilitado.
- i. No existe ningún equipo de medición de caudal después del proceso de filtración, razón por la cual no se puede dosificar el cloro con exactitud de acuerdo con la cantidad real de agua tratada, ni tampoco se sabe la suma acumulativa de la cantidad de tratamiento (producción).
- j. La capacidad de planta existente debe ampliarse hasta 18 litros por segundo, que es la capacidad de transporte de agua de la línea de conducción. En este caso, el tiempo de estancamiento en el tanque de sedimentación es de 2.2 horas, y no es suficiente respecto al valor normal (más de 8 horas). Asimismo, en el caso del tanque de filtración, si se tratara dicha cantidad de agua con el área actual de filtración, la velocidad de filtración sería de 10.7 m/día, superando enormemente el valor normal (de 5 a 6 m/día), lo cual significa falta del área de filtración. Por estas razones, se requiere la ampliación del tanque de filtración y sedimentación.
- k. Medidas para la ampliación de la capacidad

Si la capacidad de las instalaciones, con su actual dimensión estructural, resulta insuficiente para atender la capacidad de la planta, de 18 litros por segundo, dichas instalaciones serán ampliadas.

3) Contenido de la rehabilitación de las instalaciones de la planta de tratamiento

[Tanque de sedimentación]

Ya que no se introduce el tanque de floculación, se requieren tomar medidas para asegurar un

suficiente tiempo de estancamiento en el tanque de sedimentación en los momentos de alta turbiedad durante la época de lluvias. Asimismo, se prevé disponer de 2 tanques en vistas a la facilidad de operación y mantenimiento. Para ampliar la capacidad del tanque de sedimentación hasta los 18 litros por segundo de la capacidad prevista, se requiere ampliar el tanque hasta 520m³, equivalentes a una capacidad de 8 horas.

El tanque de sedimentación existente tiene una grieta en la pared, a unos 50 cm desde la parte superior, de una longitud de 2 m, consecuencia del terremoto de hace 2 años, que produce una fuga de agua diaria de unos 20 m³. Asimismo, las paredes del tanque consisten en una estructura de mampostería húmeda, y existe preocupación de que dicho terremoto haya causado otras grietas en el interior de la estructura. Ante esta posibilidad, como uno de los métodos de rehabilitación más seguros, se puede pensar en la colocación de nuevas paredes y suelo de hormigón armado en la parte interior de la estructura existente. Sin embargo, para el tanque rehabilitado con dicho método sólo se podría asegurar una capacidad de 145 m³ (2.2 horas de tiempo de estancamiento), siendo necesario construir otro tanque con una capacidad de 373 m³ (7.7 m de ancho × 18.0 m de largo × 2.7 m de profundidad). En este caso, haría falta instalar una caja unificadora del agua procedente de los dos tanques de sedimentación para distribuir el agua a los tanques de filtración, lo cual supondría la disposición muy concentrada de varias estructuras dentro de un recinto demasiado estrecho, haciendo complicada la operación de la planta y dificultando el acceso de los vehículos de mantenimiento, debido a la reducción del terreno libre. Por todo lo anterior, resulta más apropiado desmontar el tanque existente y construir otro nuevo que aprovecharlo mediante rehabilitación.

[Tanque de filtración lenta]

Se requiere disponer de 2 tanques de filtración desde el punto de vista del mantenimiento. Por otra parte, la velocidad de filtración será de 10.2 m/día para la cantidad prevista de agua a tratar de 18 litros por segundo, superando enormemente el valor normal de 5 m/día como máximo, razón por la cual se construirá otro tanque nuevo. No obstante, el tanque existente tiene una grieta de 1mm de ancho en la pared, como consecuencia del terremoto de hace 2 años, al igual que el tanque de sedimentación. Por lo tanto, se colocará una pared de hormigón armado con 30 cm de espesor en la parte interior de la estructura existente, a fin de evitar fugas de agua. Teniendo en cuenta el área de filtración del tanque existente después de esta rehabilitación, el área del tanque nuevo será tal que permita trabajar con una velocidad de 4.5 m/día para la cantidad prevista de 18 litros por segundo.

[Tanque de distribución]

La planta cuenta con un tanque de distribución (400 m³), y actualmente se está llevando a cabo la construcción de 3 tanques nuevos (150 m³ × 2 tanques, 60 m³ × 1 tanque) mediante un proyecto de financiamiento del FIS. La suma de todas estas cantidades hace 760 m³, asegurando un tiempo de estancamiento de 11.7 horas en el año objetivo del Proyecto, razón por la cual no es necesario

ampliar dicha capacidad.

[Equipo de cloración y equipo de medición de caudal]

Actualmente, se inyecta el cloro sólo en la tubería de transporte procedente del pozo Amate. Sin embargo, después de la rehabilitación, se dosificará el cloro para la cantidad total del agua tratada en la planta y del agua enviada de 2 pozos (Amate e Isla). Para esta finalidad se instalará una caja unificadora de todas estas aguas, así como un medidor de caudal en la tubería de transporte del agua tratada que procede de los tanques de filtración.

(4) Instalación eléctrica:

La potencia eléctrica se transmite desde el transformador de la línea eléctrica hasta la planta, a través de la acometida. En Sanarate será instalado en la galería de tuberías del tanque de filtración del primer sistema un medidor de potencia, que servirá del punto de límite de las obras entre la parte japonesa y la parte municipal. En Salamá un medidor de potencia se encuentra instalado en la caseta de bombeo existente, y en Cabañas se prevé su instalación en la caseta de cloración. En Sanarate se instalará un panel de control en dicha galería, mediante el cual se alimentará la energía eléctrica al equipo de bombeo, bomba dosificadora de sulfato de aluminio, mezcladora, alumbrado interior de la planta, etc. En Salamá y Cabañas se instalará un panel de interruptor en el exterior para la operación de cinta transportadora. El consumo de energía de cada planta de tratamiento y la capacidad de transformador necesaria son tal como se indican en la tabla siguiente:

Cuadro 2.2.10 Consumo de energía en las plantas de tratamiento

Planta de tratamiento	No.	Salida (kW)	Rendimiento	Consumo (kW)	Funcionamiento (h/día)	Consumo total (kWh/día)	Observación
Sanarate							
Bomba para retrolavado	2	5.5	0.85	12.941	3	38.823	Operación simultánea de 2 bombas
Dosificador de sulfato de aluminio	2	0.13	0.85	0.306	24	7.344	
Mezcladora de sulfato de aluminio	2	0.19	0.85	0.447	24	10.728	
Alumbrado interior	16	0.08	0.85	1.506	2	3.012	
Total				15.2		59.907	
Salamá							
Cinta transportadora	4	0.4	0.85	1.882	0.4	0.753	3h×2veces×2veces/30días
Alumbrado interior	2	0.08	0.85	0.188	2	0.376	
Total				2.070		1.129	
Cabañas							
Cinta transportadora	2	0.4	0.85	0.941	0.4	0.376	3 h×2veces×2veces/30días
Alumbrado interior	2	0.08	0.85	0.188	2	0.376	
Total				1.129		0.752	

Cuadro 2.2.11 Capacidad de transformador

Ítem	Sanarate	Salamá	Cabañas
Capacidad total (kW)	15.2	2.1	1.2
Capacidad necesaria (kVA)	30	5	5
Especificación	10KVA×3 unidades	5KVA×2 unidades	5KVA×2 unidades
Voltaje necesario	Trifásica 460V	Monofásica 220V	Monofásica 220V

(5) Adquisición de equipos:

Para mejorar la eficiencia de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento, así como realizar el control de la arena filtrante y de la calidad del agua en los procesos de tratamiento, serán suministrados los siguientes equipos y materiales:

Para el sistema de filtración rápida se requiere instalar un medidor de caudal y disponer de un medidor de turbiedad, para saber la cantidad y turbiedad del agua que entra, de acuerdo con la cual se establece la cantidad de dosificación adecuada del producto de floculación.

En cuanto al sistema de filtración lenta, se requiere realizar 2 veces al mes el trabajo de limpieza de la arena filtrante, que consiste en raspar la arena de la superficie, sacarla fuera del tanque, lavarla, secarla, llevarla dentro del tanque y nivelarla. Actualmente, la tarea de llevar la arena fuera y dentro del tanque, que mide unos 2 metros de altura, se realiza manualmente con palas, lo cual resulta un trabajo muy duro y de bajo rendimiento, tardándose un día completo para terminar el trabajo de un tanque. En el caso de Salamá, para llevar la arena fuera y dentro del tanque se tardaría 16 días (8 días × 2 veces), lo cual significa que en la mitad del mes no se podría poner en funcionamiento todos los tanques, sino que se realizaría la operación con 3 tanques. En Cabañas, igualmente, se operaría sólo un tanque de entre los 2 tanques disponibles durante 8 días. En Japón se utiliza normalmente la cinta transportadora para evitar estas pérdidas, por lo que en Salamá y Cabañas también será introducida dicha cinta a fin de mejorar el rendimiento del trabajo. A continuación se indican los equipos objeto de donación.

Sanarate: un juego de medidor de turbiedad

Salamá: 4 cintas transportadoras y un juego de turbidímetro.

Cabañas: 1 cinta transportadora y un juego de turbidímetro.

Cuadro 2.2.12 Diagnóstico del funcionamiento de facilidades de las plantas existentes
(según la demanda de agua en el año 2009)

FACILIDADES		UNIDAD	VALOR ESTANDAR DE DISEÑO	SANARATE		SALAMÁ	CABAÑAS
				LÍNEA N°1 (AÑO 1962)	LÍNEA N°2 (AÑO 1998)		
Capacidad en diseño		m³/día	-	4,061	2,592	4,493	1,556
		lit/seg	-	47.0	30.0	52.0	18.0
Presedimentador	Número de tanque		2 o mayor en principio	2 tanques		-	-
	Dimensión (Profundidad efectiva)	m	-	15.0×14.0×2.5		-	-
	Capacidad efectiva/tanque	m³	-	525.0		-	-
	Tiempo de permanencia	hora	1 hora o mayor	3.1	4.9	-	-
Equipos de medidor			-	Defecto del canal parcial	Defecto del vertedero cuadrado de presa	Defecto del vertedero triángulo de presa	No hay
Equipos de mezcla de materiales para floculación			-	Por fuerza humano	Por fuerza humano	No hay	No hay
Tanque de Floculación	Tipo		-	Flujo vertical	Flujo vertical	No hay	No hay
	Dimensión efectiva	m	-	0.7×19.3×2.6	de 0.7 a 0.9×3.5×3.6	-	-
	Capacidad efectiva	m³	-	35.1	43.3	-	-
	Tiempo de permanencia	min	de 20 a 40	12.5	24.1	-	-
	Velocidad media de flujo	cm/seg	de 15 a 30	32.5	15.0	-	-
	Valor G (Pendiente de velocidad)	seg-1	de 10 a 75	133.0	51.0	-	-
	Valor GT (G*tiempo de pertenencia)	-	de 23,000 a 210,000	95,000	71,900	-	-
Tanque de Sedimentación	Tipo		-	Flujo horizontal	Placa Inclínada	Flujo horizontal	Flujo horizontal (Renovación)
	Número de tanque	tanque	2 o mayor	2	6	2	1
	Dimensión efectiva/tanque	m	-	3.6×18.6×3.0	2.4×4.25×2.47	4.1×26.1×2.9	1.6×36.2×2.5
	Largo/Ancho (Proporción)	-	de 3 a 8	5.2	1.8	6.4	22.6
	Superficie efectivo/tanque	m²	-	67.1	10.2	107.0	57.9
	Capacidad efectiva/tanque	m³	-	201.3	25.2	310.3	144.8
	Profundidad efectiva	m	de 3 a 4, aprox.	3.0	2.5	2.9	2.5
	Carga superficial	mm/min	Sedimentador normal :de 5 a 10	-	-	14.6	18.7
			Sedimentador químico :de 15 a 30	21.0	-	-	-
			Placa inclinada :de 7 a 14	-	6.5	-	-
Velocidad media/Velocidad media de elevación	mm/min	Sedimentador normal :300 o menor	-	-	131.2	270.1	
		Sedimentador químico : 400 o menor Placa inclinada : 80 o menor	130.6	-	-	-	
Tiempo de permanencia	hora	Sedimentador normal (8 horas o mayor)	-	-	3.3	2.2	
Tanque de Filtración	Tipo		-	Filtro Rápido	Filtro Rápido	Filtro Lento	Filtro Lento
	Tipo de retrolavado	-	-	Retrolavado con bomba	Autoretrolavado	No hay	No hay
	Número de tanque	tanque	2 o mayor	2	8	2	1
	Dimensión efectiva/tanque	m/tanque	-	3.6×3.2	1.5×1.6	12.9×17.05	9.4×15.4
	Superficie de filtro/tanque	m²	-	11.52	2.40	219.95	144.80
	Velocidad de filtración (Operación total)	m/día	Filtro rápido : de 120 a 150	176.3	135.0	-	-
		m/día	Filtro lento : de 4 a 5	-	-	10.2	10.7
Medidor del agua de salida	-	-	No instalado	No instalado	No instalado	No instalado	
Tanque de Distribución	Número de tanque	tanque	-	5		2	4
	Capacidad efectiva/tanque	m³×tanque	-	150m³×2 tanque 500m³×3 tanque 500m³×1 tanque		400m³×2 tanque	400m³×1 tanque 150m³×2 tanque(FIS) 60m³×1 tanque(FIS)
	Capacidad efectiva/tanques totales	m³	-	2,300		800	760
	Tiempo de permanencia/tanque total	hora	8 ~ 12	8.3		4.3	11.7

Regenda:



No conforme al valor de la norma de diseño (Guía de diseño para las facilidades de tratamiento de agua)

Cuadro 2.2.13 Diagnóstico del funcionamiento de facilidades de las plantas rehabilitadas

FACILIDADES	UNIDAD	VALOR ESTANDAR DE DISEÑO	SANARATE		SALAMÁ		CABAÑAS	
			LÍNEA N°1 (AÑO 1962)	LÍNEA N°2 (AÑO 1998)	EXISTENTE	NUEVO		
Capacidad en diseño	m ³ /día	-	4,061	2,592	1,728	2,765	1,556	
	lit/seg	-	47.0	30.0	20.0	32.0	18.0	
Tanque de recepción y separación	Número de tanque	-	2 o mayor en principio		1 tanque		-	
	Dimensión (Profundidad efectiva)	m	-		1.5×2.7×1.2		-	
	Capacidad efectiva/tanque	m ³	-		4.86 (parte delantera de presa)		-	
	Tiempo de permanencia	min	1.5 min o mayor		1.2		-	
Presedimentador	Número de tanque	-	2 o mayor en principio		-	-	-	
	Dimensión (Profundidad efectiva)	m	-		15.0×14.0×2.5		-	
	Capacidad efectiva/tanque	m ³	-		525.0		-	
	Tiempo de permanencia	hora	1 hora o mayor		3.1	4.9	-	
Equipos de medidor	-	-	Instalación de medidor	Instalación de medidor	Vertedero cuadrado	Vertedero cuadrado	Vertedero cuadrado	
Equipos de mezcla de materiales para floculación	-	-	Renovación de facilidades	Renovación de facilidades	-	-	-	
Tanque de Floculación	Tipo	-	Flujo vertical	Flujo vertical	-	-	-	
	Dimensión efectiva	m	0.7×16.65×2.8 0.7×15.40×2.8	0.7 ~ 0.9×3.5×3.6	-	-	-	
	Capacidad efectiva	m ³	32.6/30.2	41.0	-	-	-	
	Tiempo de permanencia	min	de 20 a 40	23.1/21.4	22.8	-	-	
	Velocidad media de flujo	cm/seg	de 15 a 30	16.3	15.0	-	-	
	Valor G (Pendiente de velocidad)	/seg	de 10 a 75	50/50	50.0	-	-	
	Valor GT (G×tiempo de pertenencia)	-	de 23,000 a 210,000	61,000/55,800	70,600	-	-	
Tanque de Sedimentación	Tipo	-	Flujo horizontal	Flujo de elevación con placa inclinada	Flujo horizontal	Flujo horizontal (aumento)	Flujo horizontal (renovación)	
	Superficie de la instalación de placa inclinada	-	-	2.4×4.25	-	-	-	
	Número de tanque	tanque	2 o mayor	2	6	2	2	
	Dimensión efectiva/tanque	m	-	3.6×18.6×3.0	2.4×4.25×2.47	4.1×26.1×2.9	7.45×38.8×3.1	4.7×17.5×3.2
	Largo/Ancho (Proporción)	-	3 ~ 8	5.2	1.8	6.4	5.2	3.7
	Superficie efectivo/tanque	m ²	-	67.1	10.2	107.0	289.1	82.3
	Capacidad efectiva/tanque	m ³	-	201.3	25.2	310.3	896.0	263.0
	Profundidad efectiva	m	de 3 a 4 aprox.	3.0	2.5	2.9	3.1	3.2
	Carga superficial	mm/min	Sedimentador normal :de 5 a 10	-	-	5.6	3.3	6.6
			Sedimentador químico :de 15 a 30	21.0	-	-	-	-
			Placa inclinada :de 7 a 14	-	6.5	-	-	-
Velocidad media /Velocidad media de elevación	mm/min	Sedimentador normal :300 o menor	-	-	50.5	41.6	35.9	
		Sedimentador químico : 400 o menor Placa inclinada : 80 o menor	130.0	-	-	-	-	
Tiempo de permanencia	hora	Sedimentador normal (8 horas o mayor)	-	-	8.6	15.6	8.1	
Tanque de Filtración	Tipo	-	Filtro Rápido	Filtro Rápido	Filtro Lento	Filtro Lento	Filtro Lento	
	Tipo de retrolavado	-	Retrolavado com bomba	Autoretrolavado	-	-	-	
	Número de tanque	tanque	-	3 (Aumento de 1 tanque)	8	2	2	2
	Dimensión efectiva/tanque	m/tanque	-	3.6×3.2	1.5×1.6	12.9×17.05	15.0×20.5	9.4×15.4 11.8×17.0
	Superficie de filtro/tanque	m ²	-	11.52	2.40	219.95	307.50	339.10
	Velocidad de filtración (Operación total)	m/día	Filtro Rápido : de 120 a 150	117.5	135.0	-	-	-
			Filtro Lento : de 4 a 5	-	-	4.0	4.6	4.6
Medidor del agua de salida	-	-	Instalación de medidor	Instalación de medidor	Instalación de medidor	Instalación de medidor	Instalación de medidor	
Facilidad para cloración	-	-	Renovación	Nuevo	Renovación	Nuevo	Renovación	
Tanque de Distribución	Número de tanque	tanque	-	5	4	4	4	
	Capacidad efectiva/tanque	m ³ ×tanque	-	150m ³ ×2 tanque 500m ³ ×3 tanque 500m ³ ×1 tanque	400m ³ ×2 tanque 350m ³ ×2 tanque	400m ³ ×1 tanque 150m ³ ×2 tanque (FIS) 60m ³ ×1 tanque (FIS)	-	
	Capacidad efectiva/tanques totales	m ³	-	2,300	1,500	760	-	
	Tiempo de permanencia/tanque total	hora	de 8 a 12	8.3	8.0	11.7	-	

2.2.2.3 Determinación del Plan Tentativo

Como resultado de los estudios antes indicados, se resumen el contenido del plan de instalaciones en los cuadros 2.2.14 y 2.2.15, la comparación entre la solicitud y el plan tentativo de rehabilitación en el cuadro 2.2.16, y el desglose de los equipos y materiales en los cuadros 2.2.17 y 2.2.18. Asimismo, en el cuadro 2.2.19 se describen los problemas actuales, componentes de la solicitud y el contenido de la rehabilitación de las instalaciones.

Cuadro 2.2.14 Resumen del método de rehabilitación

Ítem	Sanarate		Salamá		Cabañas
	Primer sistema	Segundo sistema	Primer sistema	Segundo sistema	
Capacidad actual de la planta (lit/seg)	69.0		24.0	-	12.0
	29.0	40.0	24.0	-	
Capacidad después de rehabilitación (lit/seg)	77.0		52.0		18.0
	47.0	30.0	20.0	32.0	
Sistema actual	Sistema de filtración rápida		Sistema de filtración lenta		Sistema de filtración lenta
Concepto de rehabilitación del sistema	En la época seca la turbiedad llega constantemente a más de 30 grados, y en la época de lluvias a más de 100 grados, alcanzando a veces 1000 grados, aproximadamente, razón por la cual se aplicará el mismo sistema de filtración rápida.		La turbiedad normal de agua cruda durante la época de lluvias es inferior a 10 grados, y aun después de las lluvias no se aumenta tanto, produciéndose sólo una vez a la semana una turbiedad superior a 30 grados, por lo que no es necesario introducir equipo de dosificación química.		
Línea de conducción	Actualmente llega a la planta sólo un 70 ó 80% del caudal de conducción diseñado, por lo que se requiere la rehabilitación. Serán rehabilitadas las cajas de válvulas de aire, las cajas de limpieza, cajas de entrada de agua de los tanque de sedimentación primarios, etc.		Las tuberías de conducción existentes no presentan problemas.		Actualmente se está rehabilitando la línea mediante el financiamiento de FIS, sin embargo, sólo un 70 ó 80% del caudal previsto llega a la planta, por lo que se requiere rehabilitar aun más mediante el presente proyecto.
Ampliación del área de filtración	En el caso de aplicar la capacidad prevista para la rehabilitación, la velocidad de filtración supera el valor normal, por lo que se requiere ampliar el área de filtración. En la solicitud se pide la construcción de 2 tanques para el primer sistema, sin embargo, no hay problema con la construcción de sólo un tanque.		Se ampliará la capacidad de la planta, por lo que se aprovechará el tanque de sedimentación de la Unión Europea para formar el segundo sistema de tratamiento. Se construirán 2 nuevos tanques de filtración para dicho sistema.		Actualmente existe sólo un tanque y, además, la velocidad de filtración supera el valor normal, por lo que se construirá un nuevo tanque para que sean 2 tanques. Se aprovechará el tanque existente mediante la rehabilitación y prevención de fugas de agua.
Sedimentador primario	La canaleta se encuentra deficiente, y la tubería de conducción de agua a la planta tiene problema de conducción de agua, por lo que se ampliará el diámetro de dicha tubería y se instalará una caja de limpieza en la misma.		No hay (no es necesario)		No hay (no es necesario)
Equipo de dosificación química	Se instalará un equipo de dosificación mecánica para que la dosificación sea correcta, así como un flujómetro para medir el caudal de agua.		No hay (no es necesario)		No hay (no es necesario)

Ítem	Sanarate		Salamá		Cabañas
	Primer sistema	Segundo sistema	Primer sistema	Segundo sistema	
Tanque floculador	Actualmente se dispone de un tanque, cuya capacidad no es suficiente, por lo que se construirá otro tanque. Las placas desviadoras de corriente serán renovadas.	No hay problema de capacidad. Sólo se renovarán las placas desviadoras de corriente.	No hay (no es necesario)		No hay (no es necesario)
Tanque de sedimentación	Se realizarán la instalación de muro deflector y canaleta de sedimentación, y la renovación de válvula de limpieza.	Se renovarán las placas inclinadas y algunas válvulas y similares.	Se realizarán la instalación de muro deflector y canaleta de sedimentación, y la renovación de válvula de limpieza.	Se revestirá el interior del tanque de la Unión Europea, y se rehabilitarán la canaleta y la válvula de limpieza.	Aunque se rehabilite el tanque existente para evitar fugas de agua, la capacidad no es suficiente, y además, hay que construir otro tanque nuevo. Por lo tanto, se desmontará el tanque existente y se construirán 2 tanques nuevos, teniendo en cuenta la facilidad de control y mantenimiento en un terreno estrecho.
Tanque de filtración	Se construirá un tanque. En el tanque existente se renovarán la compuesta móvil de entrada, placa recolectora de agua y lecho filtrante.	Se renovará el lecho filtrante.	Serán renovados los tubos colectores de agua y el lecho filtrante.	Se construirán 2 tanques.	Se construirá un nuevo tanque. El interior del tanque será protegido por una capa de hormigón armado para evitar fugas de agua. Se renovarán los tubos colectores de agua, compuerta de regulación de salida y lecho filtrante.
Equipo de retrolavado	2 bombas se encuentran obsoletas y no tienen capacidad suficiente, por lo que serán sustituidos por otras nuevas.	-	No hay (no es necesario)		No hay (no es necesario)
Equipo de cloración	Se renovará el equipo de cloración.	Actualmente no hay equipo, por lo que se suministrará un nuevo equipo.	En la caseta de cloración existente se inyectará el cloro a la tubería de transporte de agua de los dos sistemas.		Se instalará una caja unificadora de agua procedente del proceso de filtración y de los pozos de la ciudad, para inyectar el cloro.
Equipo de medición de caudal	Ambos sistemas no cuentan actualmente con el equipo de medición, por lo que se instalará un medidor en la entrada y salida de la planta, para saber la cantidad de tratamiento.		Se instalará un medidor en la tubería de transporte antes del punto de inyección de cloro.		Se instalará un medidor en la tubería de transporte antes del punto de inyección de cloro.
Tanque de distribución	No es necesario ampliar ni rehabilitar.		La capacidad de almacenamiento no es suficiente, por lo que se construirá un nuevo tanque.		No es necesario ampliar ni rehabilitar.

Cuadro 2.2.15 Generalidades del plan de rehabilitación de la planta

Ítem	Unidad	Sanarate		Salamá		Cabañas
Población beneficiaria	Hab.	25,000		20,300		7,900
Año de construcción	Año	1962	1998	1968	2002	1973
Nombre de los sistemas	-	Primer sistema	Segundo sistema	Primer sistema	Segundo sistema	-
Sistema de tratamiento	-	Filtración rápida	Filtración rápida	Filtración lenta	Filtración lenta	Filtración lenta
Capacidad actual diseño	l/seg	69		24		12
Capacidad prevista	l/seg	77		52		18
	m ³ /día	6,650		4,490		1,560
Capacidad según cada sistema	l/seg	47	30	20	32	18
Línea de conducción	Juego	1 (rehabilitar obras complementarias)		1 (sin rehabilitar)		1 (rehabilitar obras complementarias, y renovar un tramo)
Caja repartidora de agua de entrada	Tanque	No hay	No hay	1 (construir)		No hay
Sedimentador primario	Tanque	1 (rehabilitar)	1 (rehabilitar)	No hay	No hay	No hay
Medidor de caudal de entrada	Juego	1 (instalar)	1 (instalar)	No hay		No hay
Equipo de dosificación de producto químico	Juego	1 (instalar)	1 (instalar)	No hay	No hay	No hay
Tanque de floculación	Tanque	2 de corriente vertical (1 rehabilitar y 1 construir)	1 de corriente vertical (rehabilitar)	No hay	No hay	No hay
Tanque de sedimentación	Tanque	2 sedimentadores de producto químico, corriente horizontal (rehabilitar)	6 sedimentadores de producto químico con placas inclinadas (rehabilitar)	2 sedimentadores normales con corriente horizontal (rehabilitar)	2 sedimentadores normales con corriente horizontal (construir)	2 sedimentadores normales con corriente horizontal (1 desmontar y 2 construir)
Tanque de filtración	Tanque	3 tanques de filtración rápida (2 rehabilitar y 1 construir)	8 tanques de filtración rápida (8 rehabilitar)	2 tanques de filtración lenta (2 rehabilitar)	2 tanques de filtración lenta (2 construir)	2 tanques de filtración lenta (1 rehabilitar y 1 construir)
Equipo de retrolavado	Juego	1 (renovar)	No hay	No hay		No hay
Lugar de lavado del arena filtrante	Juego	No hay	No hay	2 (rehabilitar)	2 (construir)	1 (construir)
Caja unificadora de agua tratada	Tanque	1 (sin rehabilitar)		No hay		1 (construir)
Equipo de cloración	Caseta	1 (renovar)	1 (instalar)	1 (renovar)		1 (renovar)
Medidor de agua tratada	Juego	1 (instalar)	1 (instalar)	1 (instalar)		1 (instalar)

Ítem	Unidad	Sanarate		Salamá	Cabañas
Tanque de distribución	Tanque	2(sin rehabilitar)	3(sin rehabilitar)	5 (2 construir)	2 (sin rehabilitar)
Tubería de transporte en el interior de la planta	Juego	1 (rehabilitar)		1 (rehabilitar)	1 (rehabilitar)
Sistema de drenaje en el interior y exterior de la planta	Juego	1 (rehabilitar)		1 (rehabilitar)	1 (rehabilitar)
Adquisición de equipos	Unidad	1 medidor de turbiedad		4 cintas transportadoras y 1 medidor de turbiedad	1 cinta transportadora y 1 medidor de turbiedad

Cuadro 2.2.16 Tabla de comparación entre los componentes de la solicitud y el plan tentativo de rehabilitación (los componentes resaltados no están contemplados en la solicitud, y los componentes subrayados están eliminados de la solicitud original.)

Sitio	Componentes de la solicitud	Plan tentativo de rehabilitación
SANARATE	<p>< Instalaciones del primer sistema ></p> <ul style="list-style-type: none"> · Instalación de nueva tubería que conecta a los tanques sedimentadores primarios y la entrada de la planta. · Construcción de 1 nuevo tanque floculador. · Rehabilitación del tanque sedimentador incluyendo instalación de las placas inclinadas. · Construcción de <u>2 nuevos tanques</u> de filtro y rehabilitación de los tanques filtrantes existentes incluyendo instalación de 2 bombas de retrolavado, reemplazo total del lecho filtrante y panel de control. · Instalación de nuevo sistema de dosificación química. · Reemplazo del sistema de cloración. <p>< Instalaciones del segundo sistema ></p> <ul style="list-style-type: none"> · Instalación de nueva tubería que conecta a los tanques sedimentadores primarios y la entrada de la planta. · Rehabilitación del tanque sedimentador incluyendo reemplazo de las placas inclinadas. · Instalación de nuevo sistema de dosificación química. · Reemplazo del sistema de cloración. 	<p>< Rehabilitación de la línea de conducción ></p> <ul style="list-style-type: none"> · Adición y reparación de las cajas de válvula de compuerta, de válvula de aire y de válvula de limpieza. · Cambio de la válvula de limpieza del tanque de desarenador. · Rehabilitación de la caja de entrada de los sedimentadores primarios. · Rehabilitación de la canaleta de salida de los mismos. <p>< Instalaciones del primer sistema ></p> <ul style="list-style-type: none"> · Instalación de nueva tubería que conecta a los tanques sedimentadores primarios y la entrada de la planta. · Construcción de 1 nuevo tanque floculador, y <u>renovación de placas desviadoras de corriente del tanque existente.</u> · Rehabilitación del tanque sedimentador (<u>no se requiere la instalación de las placas inclinadas</u>) · Construcción de <u>un nuevo tanque</u> de filtro rápido. · Rehabilitación de los tanques filtrantes existentes incluyendo instalación de 2 bombas de retrolavado, reemplazo total del lecho filtrante y panel de control. · Instalación de nuevo sistema de dosificación química. · Reemplazo del sistema de cloración. · <u>Instalación de medidor de caudal de entrada y salida.</u> <p>< Instalaciones del segundo sistema ></p> <ul style="list-style-type: none"> · Instalación de nueva tubería que conecta a los tanques sedimentadores primarios y la entrada de la planta. · <u>Renovación de las placas desviadoras de corriente en el tanque floculador.</u> · Rehabilitación del tanque sedimentador incluyendo reemplazo de las placas inclinadas. · <u>Cambio del lecho filtrante de 8 tanques de filtración.</u> · Instalación de nuevo sistema de dosificación química. · Reemplazo del sistema de cloración. · <u>Instalación de medidor de caudal de entrada y salida.</u> <p>< Suministro de equipos ></p> <ul style="list-style-type: none"> · <u>Turbidímetro (Medidor de turbiedad)</u>

Sitio	Componentes de la solicitud	Plan tentativo de rehabilitación
SALAMA	<p>< Instalaciones existentes (primer sistema) ></p> <ul style="list-style-type: none"> · <u>Construcción de un nuevo tanque flocculador.</u> · Rehabilitación del tanque sedimentador incluyendo instalación de canaleta de sedimentación y muro deflector. · Construcción de un nuevo tanque filtrante y rehabilitación de los tanques filtrantes existentes incluyendo reemplazo del lecho filtrante. · <u>Instalación de nuevo sistema de dosificación química.</u> · Reemplazo del sistema de cloración <p>< Instalación de la Unión Europea EU(segundo sistema) ></p>	<ul style="list-style-type: none"> · <u>Instalación de una caja repartidora en la caja de entrada y un vertedero</u> <p>< primer sistema ></p> <ul style="list-style-type: none"> · <u>No es necesario instalar tanque flocculador.</u> · Rehabilitación del tanque sedimentador incluyendo instalación de canaleta de sedimentación y muro deflector. · Rehabilitación del tanque de filtración incluyendo el lecho filtrante. <ul style="list-style-type: none"> · <u>No es necesario el sistema de dosificación química.</u> · Reemplazo del sistema de cloración. · <u>Instalación de medidor de caudal de salida</u> · <u>Acondicionamiento del lugar de lavado de arena.</u> <p>< segundo sistema ></p> <ul style="list-style-type: none"> · <u>Rehabilitación del tanque de sedimentación del Unión Europea.</u> · <u>Construcción de 2 tanques de filtración lenta.</u> · <u>Construcción de 2 tanques de distribución.</u> · <u>Acondicionamiento del lugar de lavado de arena.</u> · <u>Mejoramiento de las tuberías de impulsión y drenaje en el interior de la planta.</u> · <u>Mejoramiento de la tubería de drenaje en el exterior de la planta.</u> <p>< Suministro de equipos ></p> <ul style="list-style-type: none"> · <u>Cinta transportadora y medidor de turbiedad.</u>
CABAÑAS	<ul style="list-style-type: none"> · Reemplazo de la última parte de la tubería que conecta la bocatoma (800m) y la planta a diámetro 6" (100mm) en lugar del existente 4" (150mm). · <u>Construcción de un nuevo tanque flocculador.</u> <ul style="list-style-type: none"> · Rehabilitación del tanque sedimentador incluyendo instalación de canaleta de sedimentación y muro deflector. · Rehabilitación del tanque filtrante existente y construcción de un tanque nuevo de filtro lento y suministro de nuevo lecho filtrante. · <u>Instalación de nuevo sistema de dosificación química.</u> · Reemplazo del sistema de cloración 	<ul style="list-style-type: none"> · <u>Reparación del tanque desarenador y caja de rompe-presión, e instalación de nuevas cajas de rompe-presión.</u> <ul style="list-style-type: none"> · Reemplazo de la última parte de la tubería que conecta la bocatoma(866 m) y la planta a diámetro 6" (100 mm) en lugar del existente 4" (150 mm) · <u>No es necesario el tanque flocculador.</u> · <u>Desmontaje del tanque sedimentador existente y construcción de nuevos tanques.</u> · Rehabilitación del tanque filtrante existente y construcción de un tanque nuevo de filtro lento y suministro de nuevo lecho filtrante. · <u>Acondicionamiento del lugar de lavado de arena.</u> <ul style="list-style-type: none"> · <u>No es necesario el sistema de dosificación química.</u> · Reemplazo del sistema de cloración. · <u>Instalación de un medidor de caudal de salida.</u> · <u>Instalación de una caja unificadora de agua.</u> · <u>Mejoramiento de tuberías de drenaje en el interior y exterior de la planta.</u> <p>< Suministro de equipos ></p> <ul style="list-style-type: none"> · <u>Cinta transportadora y medidor de turbiedad.</u>

Cuadro 2.2.17 Desglose de equipos y materiales del plan de rehabilitación

Lugar	Nombre de instalación o equipo	Componentes	Obra	Contenido y especificación	Cantidad	
S A N A R A T E	Línea de conducción	Tanque desarenador	Cambio	Válvula de limpieza y válvula de compuesta manual $\phi 8''$	2	
			Rehabilitación	Renovación del tubo de limpieza ($\phi 10''$)	47m	
			Rehabilitación	Construcción de canal abierto para sustituir la tubería	18m	
		Caja de válvula de aire	Construcción	Construcción de caja de válvula de aire	11	
			Cambio	Cambio de válvula de aire	23	
		Caja de limpieza	Construcción	Construcción de vía derivadora y caja de válvula de compuerta	12	
		Caja de válvula de compuerta	Construcción	Construcción de caja de válvula de compuerta	1	
		Tanques sedimentadores primarios	Tubería de entrada	Construcción	Válvula de compuerta manual ($\phi 12''$)	3
				Construcción	Válvula de compuerta manual ($\phi 8''$)	1
				Construcción	Construcción del tubo derivador de entrada	2
	Válvula de salida		Rehabilitación	Canaleta de FRP de tipo V, L=12 m	2	
			Cambio	Válvula de compuerta manual ($\phi 10''$)	1	
			Cambio	Válvula de compuerta manual ($\phi 8''$)	2	
	Válvula de limpieza		Cambio	Válvula de compuerta manual ($\phi 8''$)	2	
	Tubo de salida		Rehabilitación	PVC($\phi 8'' \sim 10''$)	1	
	Válvula de regulación de salida		Construcción	Válvula de mariposa manual ($\phi 10''$)	1	
	Válvula de regulación de salida		Construcción	Válvula de mariposa manual ($\phi 8''$)	1	
	Válvula de drenaje	Construcción	Válvula de compuerta manual ($\phi 4''$)	2		
	Equipo de medición de caudal	Medidor de caudal	Construcción	Tipo turbina, $\phi 200$ mm, indicación acumulativa y momentánea, incluido una fosa.	2	
	Instalación del proceso de floculación del primer sistema	Tanque de floculación	Cambio	84 Placas desviadoras de corriente, FFU	1	
			Construcción	Corriente vertical, placas de hormigón armado.	1	
		Válvula de drenaje	Construcción	Válvula de mariposa manual ($\phi 4''$)	2	
	Tanque sedimentador del primer sistema	Compuerta de entrada	Cambio	Forma cuadrada y de acero, 200 mm \times 760 mm	10	
Válvula de extracción de lodo		Cambio	Válvula de fondo plano, $\phi 200$ mm, extensión de eje 3.5m	2		
Canal de salida		Rehabilitación	Canaleta de FRP tipo V, L=1.5 m	6		
Tanque de filtración rápida del primer sistema	Compuerta de entrada	Construcción	Forma cuadrada de hierro fundido, W=300 mm	3		
		Cambio	Tipo boquillas, 3.6 m \times 3.2 m	3		
	Válvula de salida	Cambio	Válvula de compuerta manual $\phi 8''$	3		
	Válvula reguladora de caudal para retrolavado	Cambio	Válvula de mariposa manual $\phi 10''$	1		
	Válvula de entrada de agua de retrolavado	Cambio	Válvula de compuerta manual $\phi 10''$	3		
	Válvula de drenaje de agua de lavado	Cambio	Válvula de fondo plano, $\phi 350$ mm, extensión de eje 2.35 m	3		
	Arena filtrante	Cambio	Diámetro efectivo 0.45 ~ 0.7, peso específico 1.7	25m ³		
	Grava filtrante	Cambio	Turbiedad lavada 30 o menos	14m ³		
	Válvula de drenaje	Construcción	Válvula de compuerta manual ($\phi 3''$)	3		
Instalación del proceso de floculación del segundo sistema	Tanque de floculación	Cambio	48 placas desviadoras de corriente de FFU	1		

Lugar	Nombre de instalación o equipo	Componentes	Obra	Contenido y especificación	Cantidad
	Tanque sedimentador del segundo sistema	Placas inclinadas	Cambio	PV, 2.4 m×4.25 m, corriente hacia arriba	6
		Válvula de extracción de lodo	Cambio	Válvula de mariposa manual φ300 mm, extensión de eje 3.7m	4
	Tanque de filtración rápida del segundo sistema	Válvula de entrada	Cambio	Válvula de compuerta manual φ65(80) mm, extensión de 2.1 m	2
		Válvula de drenaje de agua de lavado	Cambio	Válvula de mariposa manual φ250mm, extensión de eje 2.5 m	1
		Arena filtrante	Cambio	Diámetro efectivo 0.45 ~ 0.7, peso específico 1.7	14 m ³
		Grava filtrante	Cambio	Turbiedad lavada 30 o menos	8m ³
		Bomba de agua	Cambio	Succión simple, tipo centrífuga, 5.5 kW	2
	Equipo de bombeo para retrolavado	Válvula flotante en la cisterna de retrolavado	Construcción	Tipo bola φ4"	1
		Válvula de impulsión de agua	Construcción	Válvula de compuerta manual φ4"	1
		Válvula de drenaje	Construcción	Válvula de compuerta manual φ3"	1
	Equipo de dosificación de producto químico	Dosificador de sulfato de aluminio	Construcción	Tipo hélice y volumétrico, incluida la rehabilitación de la caseta.	2
		Caseta de dosificación química	Construcción	Se incluye en la estructura del nuevo tanque de filtración del primer sistema.	1
		Tanque de agua	Construcción	Tipo cilíndrico de PE, 1 m ³	2
	Equipo de desinfección	Equipo de cloración	Cambio	50ppd, conmutación automática	2
	Tanque de tratamiento de agua	Medidor de caudal	Construcción	Tipo turbina, φ200mm, indicación acumulativa, incluida una fosa.	2
		Válvula reguladora de caudal	Construcción	Válvula de mariposa manual φ8"	2
	Equipo de drenaje	Tubería de drenaje interior de la planta	Rehabilitación	PVCφ12"	1
	Equipos eléctricos	Panel de control	Construcción	Panel de control de bomba para el equipo de dosificación química.	1
		Panel de distribución para alumbrado	Construcción	Para alumbrado interior de la planta	1
	S A L A M Á	Captación de agua	Válvula de entrada y salida	Construcción	Válvula de mariposa manual φ8"
Caja repartidora			Construcción	1.9 m × 3.4 m × 1.8 m, hormigón armado	1
Tanque de sedimentación normal del primer sistema		Compuerta de entrada	Construcción	Forma cuadrada de acero, 500 mm × 300 mm	1
		Compuerta de entrada	Cambio	Forma cuadrada de acero, 200 mm × 500 mm	2
		Válvula de extracción de lodo	Cambio	Válvula de fondo plano φ200 mm, extensión de eje 3.35 m	2
		Rebalse de la canal de salida	Construcción	Tipo V de FRP, 4.1 m	2
		Muro deflector	Construcción	Hormigón armado 4.1 m × 3.4 m × 0.2 m	2
Tanque de filtración lenta del primer sistema		Válvula de entrada	Cambio	Válvula de mariposa manual φ12"	2
		Colector de agua	Cambio	PVC, tubo perforado, dimensión de tanque 13 m × 17 m	2
		Compuerta de regulación de caudal de salida	Cambio	Forma cuadrada de hierro fundido, 300mm×300mm	2
		Arena filtrante	Cambio	Diámetro efectivo 0.3 ~ 0.45 mm, peso específico 1.7	430 m ³
		Grava filtrante	Cambio	Turbiedad lavada 30 o menos	264 m ³
		Válvula de salida de la tubería de impulsión	Cambio	Válvula de compuerta manual φ6"	2
	Válvula de drenaje	Cambio	Válvula de compuerta manual φ4"	3	

Lugar	Nombre de instalación o equipo	Componentes	Obra	Contenido y especificación	Cantidad	
		Lugar de lavado de arena	Construcción	5 m × 10 m, canal abierto, grifo de agua	2	
	Tanque de sedimentación normal del segundo sistema	Estructura	Rehabilitación	Cemento reforzado	1	
		Compuerta de entrada	Construcción	Forma cuadrada de acero, 200 mm × 500 mm	2	
		Válvula de extracción de lodo	Construcción	Fondo plano φ150 mm, extensión de eje	4	
		Rebalse de la canal de salida	Construcción	FRP, tipo V, 7.45 m	2	
		Estructura	Construcción	15m×19m/tanque	2	
	Tanque de filtración lenta del segundo sistema	Válvula de entrada	Construcción	Válvula de mariposa manual φ12"	2	
		Colector de agua	Construcción	PVC, tubo perforado, dimensión de tanque 15 m × 20.5 m	2	
		Compuerta de regulación de caudal de salida	Construcción	Forma cuadrada, hierro fundido, 300mm×300mm	2	
		Arena filtrante	Construcción	Diámetro efectivo 0.3-0.45mm, peso específico 1.7	602m ³	
		Grava filtrante	Construcción	Turbiedad lavada 30 o menos	369m ³	
		Válvula de salida	Construcción	Válvula de compuerta manual φ8"	2	
		Válvula de drenaje	Construcción	Válvula de compuerta manual φ4"	3	
		Lugar de lavado de arena	Construcción	5m×10m, canal abierto, grifo de agua	2	
		Equipo de medición de caudal	Medidor de caudal	Construcción	Tipo turbina, φ200 mm, indicación acumulativa, incluida una fosa	1
			Válvula reguladora de caudal	Construcción	Válvula de mariposa manual φ8"	2
	Tanque de distribución	Estructura	Construcción	350 m ³ /tanque, incluida una fosa	2	
		Válvula de entrada	Construcción	Válvula de compuerta manual φ8"	2	
		Válvula de salida	Construcción	Válvula de compuerta manual φ8"	2	
		Válvula de drenaje	Construcción	Válvula de compuerta manual φ6"	2	
	Equipo de desinfección	Equipo de cloración	Construcción	50ppd, conmutación automática	1	
	Equipos eléctricos	Panel de interruptor	Construcción	Para la energía de la cinta transportadora	1	
	C	Captación de agua	Fosa de captación de agua	Rehabilitación	Elevar la pared y desmontar tubo de rebalse	1
	A B A Ñ A	Línea de conducción	Tubería de conducción	Construcción	Instalar tubería de conducción (PVCφ6")	866m
			Caja de válvula de aire	Construcción	Instalar caja de válvula de aire	1
			Caja de limpieza	Construcción	Construcción de vía derivadora y caja de válvula de compuerta	2
			Caja de rompe-presión	Rehabilitación	Elevar la pared y desmontar tubo de rebalse	1
Caja de rompe-presión			Construcción	1.0 m × 1.0 m × 1.35 m, hormigón armado	1	
S	Tanque de sedimentación normal	Desmontaje de la estructura existente	Desmontaje	5.1 m × 18 m × 2.5 m	1	
		Estructura	Construcción	4.7 m × 17.5 m × 3.5m	2	
		Válvula de entrada	Construcción	Válvula de mariposa manual φ8"	2	
		Válvula de extracción de lodo	Construcción	Fondo plano, φ150 mm, extensión de eje 4.1m	2	
		Rebalse de la canal de salida	Construcción	FRP, tipo V, 4.7 m	2	
		Válvula de salida	Construcción	Válvula de mariposa manual φ150 mm , extensión de eje 1.4m	2	
Tanque de filtración lenta del primer sistema	Estructura	Rehabilitación	9.4 m × 15.4 m	1		
	Colector de agua	Cambio	PVC, tubo perforado, dimensión de tanque 9.4 m × 15.4 m	1		
	Compuerta de regulación de caudal de salida	Construcción	Forma cuadrada de hierro fundido 300 mm × 300 mm	1		

Lugar	Nombre de instalación o equipo	Componentes	Obra	Contenido y especificación	Cantidad
		Arena filtrante	Cambio	Diámetro efectivo 0.3-0.45, peso específico 1.7, incluida la reserva	154m ³
		Grava filtrante	Cambio		85m ³
		Válvula de salida	Cambio	Válvula de mariposa manual $\phi 6''$	1
		Válvula de limpieza	Cambio	Válvula de compuerta manual $\phi 4''$	1
	Tanque de filtración lenta del segundo sistema	Estructura	Construcción	11.8 m \times 17.0 m	1
		Colector de agua	Construcción	PVC, tubo perforado, dimensión de tanque 11.8 m \times 17.0 m	1
		Compuerta de regulación de caudal de salida	Construcción	Forma cuadrada de hierro fundido 300 mm \times 300 mm	1
		Arena filtrante	Construcción	Diámetro eficaz 0.3-0.45, peso específico 1.7	178m ³
		Grava filtrante	Construcción	Turbiedad lavada 30 o menos	119m ³
		Válvula de salida	Construcción	Válvula de mariposa manual $\phi 6''$	1
		Válvula de limpieza	Construcción	Válvula de compuerta manual $\phi 4''$	1
		Válvula de limpieza	Construcción	Válvula de compuerta manual $\phi 6''$	1
	Equipo de medición de caudal	Medidor de caudal	Construcción	Tipo turbina, $\phi 150$ mm, indicación acumulativa, incluida una fosa	1
		Válvula reguladora de caudal	Construcción	Válvula de mariposa manual $\phi 6''$	1
	Equipo de desinfección	Equipo de cloración	Construcción	50 ppd, conmutación automática	1
		Válvula de parada	Construcción	Válvula de cheque giratorio $\phi 6''$	2
		Válvula de limpieza	Construcción	Válvula de compuerta manual $\phi 4''$	1
	Otros	Lugar de lavado de arena	Construcción	5 m \times 10 m, canal abierto, grifo de agua	1
	Equipos eléctricos	Panel de interruptor	Construcción	Para la energía de la cinta transportadora	1

Asimismo, con la finalidad de que la entidad ejecutora pueda realizar regularmente la operación, mantenimiento y administración de las instalaciones después de la finalización de obras de construcción, serán suministrados los siguientes equipos:

Cuadro 2.2.18 Lista de equipos a suministrarse

Nombre de equipo	Especificación	Cantidad
Cinta transportadora portátil	Accionada por motor 200 V (monofásica 0.4 kW) Longitud 5m, cinta cóncava en el centro (ancho 350mm), 1 juego de repuestos	5 unidades (4 para Salamá y 1 para Cabañas)
Medidor de turbiedad	0.5 ~ 20 grado de la unidad de JIS (normas japonesas) Placa estándar de turbiedad 0.5, 1, 2, 5, 10, 15, 20°	3 unidades (1 para cada municipio)

Cuadro 2.2.19 Contenido de la rehabilitación de las instalaciones en Sanarate

Instalación		Problemas	Contenido de la solicitud	Contenido de la rehabilitación
Línea de conducción		<ul style="list-style-type: none"> No están bien conservados los equipos auxiliares, tales como, válvula de aire, válvula de limpieza, etc., por lo que no se puede conducir el caudal previsto. Se encuentran acumulados demasiados sedimentos dentro de las tuberías. 		<ol style="list-style-type: none"> Cambiar la válvula de limpieza del tanque desarenador: $\phi 200 \times 2$ unidades y renovar el tubo de limpieza: $\phi 150 \rightarrow \phi 250$, L = 47 m aprox. Canal desde la captación hasta el tanque desarenador. <ul style="list-style-type: none"> · Instalación de válvula de compuerta: $\phi 350(14'') \times 1$ unidad. · Válvula de limpieza: $\phi 200 \times 1$ unidad; tubo de limpieza: PVC $\phi 200$, L=30m · Sustituir la tubería por el canal abierto: L=18m. Rehabilitar o instalar de nuevo las cajas de válvula de aire y de limpieza de la línea de conducción. <ul style="list-style-type: none"> · Cambiar la válvula de aire: $\phi 25 \times 23$ unidades. · Instalar de nuevo la válvula de aire: $\phi 25 \times 11$ unidades. · Instalar el sistema de evacuación de lodo: 200 \times 11 unidades.
Tanque sedimentador primario		<ul style="list-style-type: none"> El diámetro de la tubería del sistema de aireación es pequeño, siendo imposible enviar el caudal de diseño. Los tubos de PVC de la entrada y salida tienen menos número de orificios, siendo imposible enviar el caudal previsto. Asimismo, tratándose de tubos, no se puede sacar el lodo. El volante de la válvula de compuerta no funciona bien debido a haber sobrepasado su vida útil, por lo que no se puede abrir y cerrar dicha válvula de manera normal. Está corrompida la escalera de mano. 		<ol style="list-style-type: none"> Dejar el sistema de aireación tal como está, y colocar la tubería desviadora independiente para la entrada directa del agua. <ul style="list-style-type: none"> · Desviación para la entrada de agua: PVC $\phi 300$, 2 unidades, válvula de mariposa $\phi 300 \times 2$ unidades. · Instalar la válvula de compuerta: $\phi 300 \times 1$ unidad. · Cambiar la válvula de compuerta: $\phi 200 \times 1$ unidad. Renovar el tubo perforado de PVC $\phi 200$ por la canaleta de sedimentación (FRP, L12.0m \times 2 unidades). Renovar la válvula de compuerta por mal funcionamiento ($\phi 250 \times 1$ unidad, $\phi 200 \times 4$ unidades) Instalar escaleras de mano (2 juegos).
Primer sistema (1962)	Caja de entrada de agua	<ul style="list-style-type: none"> No hay sistema de evacuación de lodo en la tubería de comunicación entre el tanque sedimentador y la planta de tratamiento, por lo que se acumula el lodo en dicha tubería, siendo imposible conducir el caudal previsto del agua. No hay medidor de caudal, por lo que no se puede medir la cantidad de dosificación del sulfato de aluminio. Asimismo, no hay válvula reguladora del caudal, por lo que no se puede regular el caudal de entrada. 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de nueva tubería que conecta a los tanques sedimentadores primarios y la entrada de la planta. 	<ol style="list-style-type: none"> Renovar la tubería de comunicación ($\phi 150 \rightarrow \phi 250$, caudal 47 ~ 77 lit/seg.). Instalar la caja de limpieza (tubo de evacuación de lodo PVC $\phi 100 \times 1$ unidad). Instalar el medidor de caudal (cálculo acumulativo e instantáneo), $\phi 200 \times 1$ unidad. Instalar la válvula reguladora de caudal, $\phi 150 \times 2$ unidades (entrada de la caja de entrada), $\phi 250 \times 1$ unidad. Instalar un canal de mezcla del sulfato de aluminio y 2 puntos de entrada del sulfato de aluminio.

	Instalación	Problemas	Contenido de la solicitud	Contenido de la rehabilitación
Primer sistema (1962)	Equipo de dosificación química	<ul style="list-style-type: none"> No hay equipo de dosificación química, por lo que no se puede dosificar el sulfato de aluminio de modo estable. No hay pila de agua para disolver el sulfato de aluminio, por lo que no se puede controlar el caudal. 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de un nuevo equipo de dosificación química. 	<ol style="list-style-type: none"> Instalar un nuevo equipo de dosificación química (monofásica, 110V). Instalar un tanque de agua ($V=1.0m^3$). Instalar una tubería de agua, PVCϕ40 (tubo de descarga de la bomba ~ tanque de agua).
	Tanque de floculación	<ul style="list-style-type: none"> En el caso de aumentar la cantidad de tratamiento, de los 29 lit/seg de la cantidad actual a los 47 lit/seg de la cantidad prevista, ésta excede la capacidad de tratamiento. La mayoría de las placas desviadoras de corriente están dañadas, por lo que no se pueden formar flóculos adecuados. Está corrompida la escalera de mano. 	<ul style="list-style-type: none"> Construcción de un nuevo tanque floculador. 	<ol style="list-style-type: none"> Construir un nuevo tanque floculador, e instalación de placas desviadoras de corriente (madera sintética, un juego completo). Renovar las placas desviadoras del tanque existente (madera sintética, un juego completo). Instalar la caja de válvula de limpieza (válvula de compuerta, ϕ100\times2 unidades) Instalar la escalera de mano (2 juegos).
	Tanque sedimentador de productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> La válvula reguladora del caudal de entrada no funciona bien debido a haber sobrepasado su vida útil, por lo que no se puede abrir y cerrar perfectamente dicha válvula. No hay muro deflector. La válvula de fondo plano para la limpieza no funciona bien debido a haber sobrepasado su vida útil, por lo que no se puede abrir y cerrar perfectamente dicha válvula. Las escaleras de mano están medio dañadas por ser demasiado viejas. 	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitación del tanque sedimentador, incluyendo la instalación de las placas inclinadas. 	<ol style="list-style-type: none"> Compuerta sencilla de acero en la entrada desde el tanque floculador (renovación de 10 compuertas). Instalar la canaleta de sedimentación en ambos lados (FRP, L1.5m\times6 unidades) Instalar 2 muros deflectores. Renovar la válvula de fondo plano para la limpieza (ϕ200\times2 unidades). Renovar la escalera de mano (2 juegos completos). Instalar el canal de distribución de agua al tanque de filtración.

	Instalación	Problemas	Contenido de la solicitud	Contenido de la rehabilitación
Primer sistema (1962)	Tanque de filtración	<ul style="list-style-type: none"> • Con el número actual de tanques no se puede cubrir el caudal de tratamiento previsto para el año objetivo del Proyecto. • Actualmente existen 2 compuertas manuales en cada tanque. En el caso de aumentar de 2 tanques a 3 tanques mediante el Proyecto de rehabilitación, el agua tratada en los tanques sedimentadores no podrá distribuirse adecuadamente a cada uno de los 3 tanques. • La calidad y diámetro de la arena filtrante no están de acuerdo con las normas, por lo que resulta inadecuada. La arena se encuentra casi obstruida, por lo que ya no se produce el efecto del lavado. El sistema colector de agua de los tanques existentes deberá tener la misma especificación que los nuevos tanques, para que no se produzca un desequilibrio de pérdida de presión. • El envejecimiento de la escalera de mano no permite trabajar con seguridad. • La válvula de fondo plano para la limpieza no funciona bien debido a haber sobrepasado su vida útil, por lo que no se puede abrir y cerrar perfectamente dicha válvula. • No hay lugar donde se pueda tomar muestra de agua. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de 2 tanques nuevos de filtración. • Rehabilitación de 2 tanques existentes de filtración • Reemplazo total del lecho filtrante. 	<ol style="list-style-type: none"> 26. Construir un nuevo tanque de filtración (B3.6m×L3.2m). <ul style="list-style-type: none"> • Instalación del sistema colector de agua, y cambio de grava y arena. • Instalación de una compuerta de regulación de caudal de entrada (300×300). • Instalación de una tubería de drenaje de $\phi 65$. • Instalación de una nueva escalera de mano. • Instalación de canal de drenaje y pozo de inspección. • Instalación de una válvula de drenaje de $\phi 350$. • Instalación de rebalse. • Instalación de cubierta del canal. 27. Reemplazar 2 compuertas manuales de entrada existentes por las compuertas mecánicas de regulación de caudal (300×300). 28. Renovar la arena y grava de los 2 tanques existentes por completo. 29. Renovar el sistema colector de agua (tipo boquillas) de los 2 tanques. 30. Cambiar los 2 juegos de escalera de mano de los tanques existentes. 31. Mejorar los pasillos de los tanques (en las compuertas de regulación de caudal de entrada y travesaño del tanque floculador). 32. Renovar la válvula de fondo plano para la limpieza ($\phi 350 \times 2$ unidades) 33. Instalar un grifo para la toma de muestra de $\phi 15$ en la tubería de impulsión.
	Equipo de bombeo para retrolavado	<ul style="list-style-type: none"> • El flotador del depósito de agua para retrolavado está dañado, siendo imposible bombear el agua. • Las bombas de agua se encuentran obsoletas con sobrepaso de vida útil. La capacidad de bomba es pequeña, de 3HP, por lo que sólo se permite realizar el retrolavado de un tanque al día. 	<ul style="list-style-type: none"> • Renovación de 2 bombas de retrolavado y panel de control. 	<ol style="list-style-type: none"> 34. Instalar una tubería de agua en el depósito de agua para las bombas de retrolavado ($\phi 100$) y una válvula flotadora ($\phi 100$). 35. Instalar una válvula reguladora de caudal en la tubería de agua para retrolavado ($\phi 250$). 36. Instalar 2 bombas de agua para retrolavado (5.5kW, trifásica, 220V) con sistema temporizador de operación automática. 37. Renovar el panel de control.
	Equipo de cloración	<ul style="list-style-type: none"> • El equipo de cloración existente se encuentra obsoleto, y la parte exterior está dañada. 	<ul style="list-style-type: none"> • Renovación del equipo de cloración. 	<ol style="list-style-type: none"> 38. Renovar un equipo de cloración.

Instalación		Problemas	Contenido de la solicitud	Contenido de la rehabilitación
Primer sistema (1962)	Tubería	<ul style="list-style-type: none"> La galería de tuberías de agua filtrada y de agua para retrolavado se encuentra obsoleta y oxidada (en la planta baja). No hay medidor de caudal, por lo que no se puede saber la cantidad de tratamiento. 		39. Tubería de agua desde los filtros nuevos, tubería de agua para retrolavado, tubería vertical para el mantenimiento del nivel de agua de los filtros y purga de aire. Válvula de salida de los filtros ($\varphi 200 \times 3$ unidades), válvula de entrada de agua de retrolavado ($\varphi 250 \times 3$ unidades), válvula de distribución de agua de los filtros ($\varphi 65 \times 3$ unidades) 40. Renovar por completo las tuberías existentes, válvulas y otros similares que se encuentran en el interior de las casetas (tuberías de acero o PVC). 41. Instalar un medidor de caudal entre los filtros y la caja repartidora de agua (cálculo acumulativo).
	Caseta	<ul style="list-style-type: none"> La caseta de cloración no está aislada de la caseta de bombas, por lo que esta caseta de bombas puede ser afectada por las posibles fugas de cloro. 		42. Demoler la pared existente de la planta baja para la nueva disposición de tuberías, y construir una nueva galería de tuberías. 43. Instalar una pared de separación dentro del pozo de tuberías para aislar la caseta de bombas a la caseta de cloración ($0.9 \times 0.9 \times 0.2$ m). 44. Alumbrado interior, cableado e instalación de tomas de corriente.
Segundo sistema (1998)	Caja de entrada de agua	<ul style="list-style-type: none"> No hay sistema de evacuación de lodo en la tubería de comunicación entre el tanque sedimentador y la planta de tratamiento, por lo que se acumula el lodo en dicha tubería, siendo imposible conducir el caudal previsto del agua. No hay medidor de caudal, por lo que no se puede medir la cantidad de dosificación del sulfato de aluminio. Asimismo, no hay válvula reguladora del caudal, por lo que no se puede regular el caudal de entrada. 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de nueva tubería que conecta a los tanques sedimentadores primarios y la entrada de la planta. 	45. Renovar la tubería de comunicación ($\varphi 150 \rightarrow \varphi 200$, caudal 30 ~ 40lit/seg.). 46. Instalar una caja de limpieza (tubo de evacuación de lodo, PVC $\varphi 100$) 47. Instalar un medidor de caudal (cálculo acumulativo e instantáneo), $\varphi 200$. 48. Instalar una válvula reguladora de caudal, $\varphi 200$ (dentro de la caja del medidor de caudal).
	Equipo de dosificación química	<ul style="list-style-type: none"> No hay equipo de dosificación química, por lo que no se puede dosificar correctamente el sulfato de aluminio. No hay pila de agua para disolver el sulfato de aluminio, por lo que no se puede controlar el caudal. 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de un nuevo equipo de dosificación química. 	49. Instalar un equipo de dosificación química (monofásica, 110V). 50. Instalar un tanque de agua, $V=1.0\text{m}^3$ 51. Instalar una tubería de agua, PVC $\varphi 40$ 52. Retirar la mesa de hormigón para el equipo de dosificación química existente.
	Tanque de floculación	<ul style="list-style-type: none"> Las placas desviadoras de corriente están dañadas, por lo que no se pueden formar flóculos adecuados. 		53. Renovar las placas desviadoras de corriente (madera sintética, un juego completo)
	Tanque sedimentador de productos químicos	<ul style="list-style-type: none"> Las placas inclinadas están hechas de láminas de plástico, y se salen fácilmente de su gancho, por lo que no se puede asegurar el rendimiento de sedimentación. 	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitación del tanque sedimentador, incluyendo la renovación de las placas inclinadas. 	54. Renovar las placas inclinadas, PVC ($2.4\text{m} \times 4.25\text{m}$, 6 juegos) 55. Renovar la válvula de compuerta para la limpieza, $\varphi 300 \times 4$ unidades.

Instalación	Problemas	Contenido de la solicitud	Contenido de la rehabilitación
Segundo sistema (1998) Tanque de filtración	<ul style="list-style-type: none"> • La calidad y diámetro de la arena filtrante no están de acuerdo con las normas, por lo que resulta inadecuada. • La válvula de compuerta para la limpieza no funciona bien debido a haber sobrepasado su vida útil, por lo que no se puede abrir y cerrar perfectamente dicha válvula. • La válvula de compuerta para el lavado no se abre ni cierra correctamente debido a haber sobrepasado su vida útil. • No hay medidor de caudal, siendo imposible saber la cantidad de producción. 		56. Renovar por completo la arena y grava de los 8 tanques existentes. 57. Renovar la válvula de entrada, $\phi 65 \times 2$ unidades. 58. Renovar la válvula de limpieza, $\phi 250 \times 1$ unidad.
Equipo de cloración	<ul style="list-style-type: none"> • No hay equipo de cloración. 	<ul style="list-style-type: none"> • Renovación del equipo de cloración. 	59. Instalar un equipo de cloración. 60. Cambiar la puerta de la caseta por otra de rejilla de acero.
Tubería	<ul style="list-style-type: none"> • No hay medidor de caudal, por lo que no se puede saber la cantidad de agua tratada. 		61. Instalar un medidor de caudal (cálculo acumulativo) entre los tanques de filtración y la caja repartidora, $\phi 200 \times 1$ unidad. 62. Instalar un grifo para la toma de muestras del agua tratada en la tubería de impulsión $\phi 15 \times 1$ unidad.
Caseta			63. Retirar la pila de agua para el equipo de dosificación existente. 64. Alumbrado interior, cableado e instalación de tomas de corriente.
Sistema de drenaje			65. Renovar la tubería de evacuación del lodo del primer sistema (instalación de 3 pozos de inspección y tubería de evacuación PVC $\phi 300$)
Tanque de distribución	<ul style="list-style-type: none"> • Las válvulas de compuerta en los alrededores de los tanques de distribución no funcionan bien, debido a haber sobrepasado su vida útil, por lo que no se pueden abrir y cerrar dichas válvulas de manera normal. 		66. Renovar la válvula de compuerta, $\phi 200 \times 2$ unidades.
Equipos			67. Suministrar un juego de medidor de turbiedad.

Cuadro 2.2.20 Contenido de la rehabilitación de las instalaciones en Salamá

Instalación			Contenido de la solicitud	Contenido de la rehabilitación
Caja repartidora de entrada		<ul style="list-style-type: none"> No se puede regular el caudal de la línea de conducción. No hay caja repartidora de agua, por lo que no se puede distribuir correctamente el agua a los 2 sistemas. 		<ol style="list-style-type: none"> Instalar una válvula de control de caudal en la línea de conducción, $\phi 200 \times 1$ unidad. Instalar una caja repartidora que sirva de caja de entrada de agua (instalación de una presa de rebalse para medir el caudal, proporción del ancho de la presa 5:8), e instalar una válvula reguladora de caudal para cada uno de los 2 sistemas, $\phi 200 \times 1$ unidad, respectivamente.
Primer sistema (Planta existente)	Caja de entrada	<ul style="list-style-type: none"> La presa de rebalse del canal está muy deteriorada, y la capacidad de medición no es suficiente. La compuerta reguladora de caudal se encuentra envejecida, siendo imposible regular el caudal. 		<ol style="list-style-type: none"> Instalar una presa de medición de caudal para el primer sistema ($0.5m \times 0.3m$). Renovar la compuerta sencilla de acero de la entrada del tanque sedimentador, $0.2m \times 0.5m \times 2$ unidades.
	Equipo de dosificación química	<ul style="list-style-type: none"> 	<ul style="list-style-type: none"> Instalación de un equipo de dosificación química. Construcción de un tanque de floculación. 	(No se requiere un tratamiento mediante productos químicos, por lo que no se instalará equipo de dosificación ni se construirá un tanque de floculación.)
	Tanque sedimentador normal	<ul style="list-style-type: none"> La válvula de fondo plano para la limpieza no funciona bien debido a haber sobrepasado su vida útil, por lo que no se puede abrir y cerrar correctamente dicha válvula. No hay muro deflector, siendo deficiente la sedimentación. No hay escaleras de mano en la pared interior, por lo que no se puede trabajar con seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> Rehabilitación del tanque sedimentador, incluyendo la instalación de canaletas sedimentadores y muros deflectores. 	<ol style="list-style-type: none"> Renovar la válvula de fondo plano para la limpieza, $\phi 200 \times 2$ unidades, e instalar un acceso para la operación y barandilla. Instalar 2 canaletas de sedimentación (FRP, $L=4.1m$) Instalar 2 muros deflectores. Instalar escaleras de mano (2 en el interior y 3 en el exterior).

Instalación		Contenido de la solicitud	Contenido de la rehabilitación	
Primer sistema (Planta existente)	Tanque de filtración	<ul style="list-style-type: none"> • El tubo colector de agua está hecho de hierro fundido, encontrándose muy oxidado debido al envejecimiento. • La calidad y diámetro de la arena filtrante no están de acuerdo con las normas, por lo que resulta inadecuada. • La compuerta reguladora del caudal que entra en el tanque de filtración se encuentra vieja, por lo que no se puede cerrarla por completo, causando numerosas fugas de agua. • La tubería en el interior del pozo de regulación está vieja, y no se puede regular el caudal. • La altura del tanque desde la superficie de la arena es de 1.5m, por lo que resulta difícil sacar la arena fuera del tanque. La altura del tanque para meter la arena adentro corresponde a 3.0m. • No hay escalera de mano en el interior, por lo que no se puede trabajar con seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de un nuevo tanque de filtración. • Rehabilitación de los tanques existentes, incluida la renovación del lecho filtrante. 	<ol style="list-style-type: none"> 9. Renovar el tubo colector de agua en 2 tanques, 12.9m×17.05m, (PVCφ100, φ300) 10. Renovar por completo la arena y grava de los 2 tanques (incluida la arena de reserva). 11. Renovar la válvula de entrada desde el tanque sedimentador, φ300×2 unidades. 12. Renovar 2 pozos de regulación (compuerta de regulación de caudal de salida, 0.3m×0.3m×2 unidades). 13. Válvula de salida de la tubería de impulsión, φ150×2 unidades y válvula de drenaje φ100× 2 unidades. 14. Área de trabajo para la carga y descarga de la arena y área de lavado (instalación de canal de agua para lavado, tubería de drenaje y escalera) en 2 lugares. 15. Instalar la tubería de agua para el lavado y la válvula, (φ20×2 unidades.) 16. Instalar escaleras de mano en 2 tanques.
	Tubería	<ul style="list-style-type: none"> • No hay medidor de caudal. Por lo que no se puede saber la cantidad de agua tratada. 		<ol style="list-style-type: none"> 17. Instalar un medidor de caudal en la parte baja del tanque de filtración (cálculo acumulativo y momentáneo), φ200×1 unidad. 18. Tubería entre la caja repartidora del agua que entra y el tanque sedimentador (PVC φ200) 19. Tubería entre el tanque de filtración y el tanque de distribución (PVCφ200).
	Equipo de cloración	<ul style="list-style-type: none"> • El equipo de cloración se encuentra obsoleto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Renovación del equipo de cloración. 	<ol style="list-style-type: none"> 20. Renovar el equipo de cloración e instalar el punto de entrada del cloro.
Segundo sistema (Nueva planta)	Tanque sedimentador normal	<ul style="list-style-type: none"> • La capacidad de la planta actual no puede cubrir la cantidad de agua a tratar en el año objetivo del Proyecto, por lo que se requiere ampliar el tanque sedimentador. • Se desconoce la estructura de hormigón armado del tanque existente, por lo que la fiabilidad es baja respecto a la resistencia. Asimismo, existen varias sopladuras en la pared, siendo imposible aprovechar la estructura con estos defectos. 	<ol style="list-style-type: none"> 21. Rehabilitar los 2 tanques sedimentadores de la Unión Europea, reforzando la pared interior con una capa de 0.3m de hormigón (7.45m×38.8m×3.4m). 22. Terminar el canal de entrada de agua e instalar una compuerta sencilla, 0.2m×0.5m×2 unidades. 23. Instalar la válvula de fondo plano para la evacuación de lodo, φ150×4 unidades. 24. Instalar 2 canaletas de sedimentación (FRP, L=7.45m). 25. Instalar un pasillo para la operación de la válvula de limpieza y barandillas. 	

Instalación			Contenido de la solicitud	Contenido de la rehabilitación
Segundo sistema (Nueva planta)	Tanque de filtración	<ul style="list-style-type: none"> La capacidad de la planta actual no puede cubrir la cantidad de agua a tratar en el año objetivo del Proyecto, por lo que se requiere ampliar el tanque de filtración. 		26. Construir 2 tanques de filtración lenta (15.0m×20.5m×2 tanques). <ul style="list-style-type: none"> Tubo colector de agua, 15.0m×20.5m, (PVCφ100, φ350) Instalación de arena y grava (incluida la arena de reserva). Instalación de válvula de entrada. Instalación de pozo de regulación (compuerta de regulación de la salida de agua, 0.3m×0.3m×2 unidades). Instalación de tubería de impulsión inversa. Instalación de sistema de drenaje. 27. Área de trabajo para la carga y descarga de la arena y área de lavado (instalación de canal de agua para lavado, tubería de drenaje y escalera) en 2 lugares. 28. Instalar una tubería (desde la caja repartidora del agua que llega a la planta) y válvulas para el lavado de arena, φ20×2 unidades.
	Tubería			29. Tubería desde la primera caja repartidora de agua hasta los tanques sedimentadores, (PVCφ200). 30. Instalar una tubería de conexión entre los tanques sedimentadores y los tanques de filtración, (PVCφ300). 31. Instalar una tubería de conexión entre los tanques de filtración y los tanques de distribución, (PVCφ200).
Sistema de drenaje		<ul style="list-style-type: none"> El pozo de inspección del drenaje está dañado, y las aguas residuales se salen por el terreno de la planta. Faltan algunas tuberías de drenaje, por lo que las aguas residuales se salen por el terreno de la planta. 		32. Instalar una tubería de drenaje, (PVCφ150 ~ φ200), y pozo de inspección de drenaje (13 unidades). 33. Instalar una caja de descarga en el punto final de drenaje.
Tanque de distribución		<ul style="list-style-type: none"> La capacidad de los tanques de distribución actual no podrá asegurar la cantidad de almacenamiento necesaria respecto a la cantidad de agua a tratar en el año objetivo. 		34. Construir nuevos tanques, 350m ³ ×2 tanques, e instalar válvulas de entrada φ200×2 unidades, válvulas de salida φ200×2 unidades, y válvulas de drenaje φ150×2 unidades. 35. Instalar una tubería de comunicación entre los tanques de distribución existentes y la tubería de impulsión.
Otros		<ul style="list-style-type: none"> El raspado y lavado de la arena filtrante resultan demasiado trabajosos, por lo que hay varios días en que se quedan fuera de servicio los filtros, debido a la operación ineficiente. 		36. Suministrar 4 cintas transportadoras. 37. Instalar de la caja de interruptores in situ para las cintas transportadoras. (Acometida desde el transformador para las bombas de la planta, 2 unidades de 220V). 38. Suministrar un juego de medidor de turbiedad.

Cuadro 2.2.21 Contenido de la rehabilitación de las instalaciones en Cabañas

Instalación	Problemas	Contenido de la solicitud	Contenido de la rehabilitación
Línea de conducción	<ul style="list-style-type: none"> • La obra de rehabilitación de la línea de conducción se está llevando a cabo mediante el financiamiento de FIS, sin embargo, la cantidad de conducción de agua no satisface la cantidad prevista para el Proyecto. Existen muchas fugas en el tanque desarenador y en la caja de rompe-presión. • No hay suficientes cajas de rompe-presión, por lo que resulta insuficiente la resistencia a la presión de las tuberías existentes. • En el caso de instalar otras más cajas de rompe-presión, no llega el caudal previsto a la planta, debido a que el diámetro de la tubería del extremo existente es pequeño, de 100mm. 	<ul style="list-style-type: none"> • Reemplazo de la última parte de la tubería que conecta la bocatoma (aprox. 800 m) y la planta a $\phi 150(6'')$ en lugar del existente de $\phi 100(4'')$. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Rehabilitar el tanque desarenador (subir la pared 1.0m). 2. Rehabilitar la caja de rompe-presión existente (subir la pared 1.0 m). 3. Construir una nueva caja de rompe-presión. 4. Renovar el último tramo de la línea de conducción, PVC$\phi 100 \rightarrow \phi 150$, L=866 m. Obras adicionales (una caja con válvula de aire y 2 cajas con válvula de limpieza).
Equipo de dosificación química		<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de un equipo de dosificación química. • Construcción de un tanque de floculación. 	(No se requiere un tratamiento mediante productos químicos, por lo que no se instalará equipo de dosificación ni se construirá un tanque de floculación.)
Tanque sedimentador normal	<ul style="list-style-type: none"> • No hay equipo para regular el caudal. • El tiempo de estancamiento respecto a la actual cantidad susceptible de tratamiento es corto, de 4.5 horas, y respecto a la cantidad prevista para el año objetivo aún más corto, siendo de 2.2 horas. • Hay grietas en la pared, que están originando fugas de agua de cantidad considerable. • No hay muros deflectores. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitación del tanque sedimentador, incluyendo la instalación de canaletas de sedimentación y muros deflectores. 	<ol style="list-style-type: none"> 5. Instalar la válvula reguladora de caudal en la tubería de entrada al tanque sedimentador, $\phi 150 \times 2$ unidades. 6. Desmontar los tanques existentes y construir nuevos tanques de sedimentación normal (hormigón armado, 4.7 m \times 17.5 m \times 3.5 m \times 2 tanques). Instalar válvula de salida $\phi 150$, válvula de limpieza $\phi 150$, muros deflectores, canaletas de sedimentación (FRP, L=4.05 m), etc. Instalar una caja repartidora de agua para el proceso de filtración (proporción del ancho de la presa 52:38).

Instalación	Problemas	Contenido de la solicitud	Contenido de la rehabilitación
Tanque de filtración	<ul style="list-style-type: none"> • La velocidad de filtración respecto a la actual cantidad susceptible de tratamiento es de 6.6m/día, y respecto a la cantidad prevista para el año objetivo del Proyecto se estima en 9.9m, superando la velocidad normal, por lo que se requiere ampliar el área de filtración. • Hay grietas en la pared. • La calidad y diámetro de la arena filtrante no están de acuerdo con las normas, siendo inadecuada dicha arena. • No hay medidor de caudal en la salida del tanque. • No hay ninguna atención para el control de la arena filtrante. No existen lugares para cargar y descargar la arena, ni para lavarla. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construcción de un nuevo tanque de filtración lenta. • Rehabilitación de los tanques existentes. • Suministro del lecho filtrante nuevo. 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Rehabilitar el tanque de filtración existente, 9.4m×15.4m. <ul style="list-style-type: none"> • Prevención de fugas de agua mediante una pared interior de refuerzo (0.3 m de espesor y hormigón armado). • Renovación del tubo colector de agua (9.4m×15.4m, PVCφ100, φ300). • Renovación de arena y grava por completo (incluida la arena de reserva). • Renovación de la compuerta de regulación de caudal del tanque sedimentador, 0.3m×0.3m×2 unidades. • Renovación del pozo de regulación de caudal. • Válvula de salida φ150 y válvula de drenaje φ100. • Instalación de escalera de mano. 8. Construir un nuevo tanque de filtración 11.8m×17.0m×1 tanque). <ul style="list-style-type: none"> • Instalación de un sistema colector de agua. • Colocación de la arena y grava (incluida la arena de reserva). • Instalación de la válvula de entrada. • Instalación del pozo de regulación de caudal. • Válvula de salida φ150, válvula de drenaje φ100 • Instalación del sistema de drenaje. 9. Asegurar un lugar para la carga y descarga de la arena (para instalar la cinta transportadora). 10. Asegurar un lugar de lavado de arena (instalación de canal de agua y tubería de drenaje), y un lugar de almacenamiento de la arena. 11. Instalar una tubería de agua para lavado y una válvula (desde la tubería de conducción), φ20×1 unidad.

Instalación	Problemas	Contenido de la solicitud	Contenido de la rehabilitación
Tubería			12. Instalar una tubería de comunicación entre los tanques sedimentadores y los tanques de filtración (PVCφ150). 13. Instalar una tubería de comunicación entre los tanques de filtración, caja unificadora y los tanques de distribución (PVCφ150). 14. Trasladar parcialmente la tubería de impulsión de agua procedente del pozo Amate (PVCφ150). 15. Trasladar parcialmente la tubería de impulsión de agua procedente del pozo La Isla (PVCφ200). 16. Instalar un medidor de caudal (φ150, cálculo acumulativo e instantáneo) en la salida de los tanques de filtración y una válvula reguladora de caudal φ150. 17. Trasladar la tubería interior de la planta, del tanque de distribución al tanque elevado de FIS (PVCφ150).
Equipo de cloración	<ul style="list-style-type: none"> Actualmente la cloración se realiza sólo en la tubería de impulsión del agua procedente de los pozos de la ciudad, y no está trabajando el equipo de cloración para el agua tratada del tanque de filtración. 	<ul style="list-style-type: none"> Renovación del equipo de cloración. 	18. Instalar una caja unificadora de la tubería de interconexión de los tanques de filtración y la tubería de impulsión de agua de los pozos. 19. Renovar el equipo de cloración.
Sistema de drenaje	<ul style="list-style-type: none"> No hay tubería de evacuación de lodo hasta el punto final, descargándolo sólo afuera del terreno de la planta. 		20. Instalar la tubería de drenaje en el interior de la planta, PVC φ150, y 4 pozos de inspección. 21. Instalar una tubería de drenaje en el exterior de la planta, PVC φ150 y un canal abierto. 22. Instalar una caja de descarga en el punto final de drenaje.
Otros	<ul style="list-style-type: none"> El raspado y lavado de la arena filtrante resultan demasiado trabajosos, por lo que puede haber varios días en que se quedan fuera de servicio los filtros, debido a la operación ineficiente. 		23. Suministrar una cinta transportadora. 24. Instalar una caja de interruptores in situ para la cinta transportadora (Acometida desde el transformador para las bombas de la planta, 1 unidad de 220V). 25. Suministrar un juego de medidor de turbiedad.