

INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO  
SOBRE  
EL PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
AGUA POTABLE PARA LAS CIUDADES DE HUAQUILLAS Y ARENILLAS  
EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

NOVIEMBRE DE 2005

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

GM
JR
05-149

MUNICIPALIDADES DE HUAQUILLAS Y ARENILLAS  
LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

## INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BASICO

SOBRE

EL PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE  
AGUA POTABLE PARA LAS CIUDADES DE HUAQUILLAS Y ARENILLAS  
EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

NOVIEMBRE DE 2005

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

## **PREFACIO**

En respuesta a la solicitud del Gobierno de la República del Ecuador, el Gobierno del Japón decidió realizar un estudio de diseño básico para el Proyecto para el Mejoramiento del Sistema de Agua Potable para las Ciudades de Huaquillas y Arenillas y encargó dicho estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA envió a Ecuador dos misiones de estudio desde el 21 de noviembre de 2004 hasta el 14 de enero de 2005, y desde el 13 de junio de 2005 hasta el 14 de julio de 2005.

La misión sostuvo discusiones con las autoridades relacionadas del Gobierno de Ecuador 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 Ecuador desde el 20 de octubre hasta el 29 de octubre de 2005 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 del Ecuador, por su estrecha cooperación brindada a las misiones.

Noviembre de 2005

Seiji Kojima  
Vice Presidente  
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Noviembre de 2005

## **ACTA DE ENTREGA**

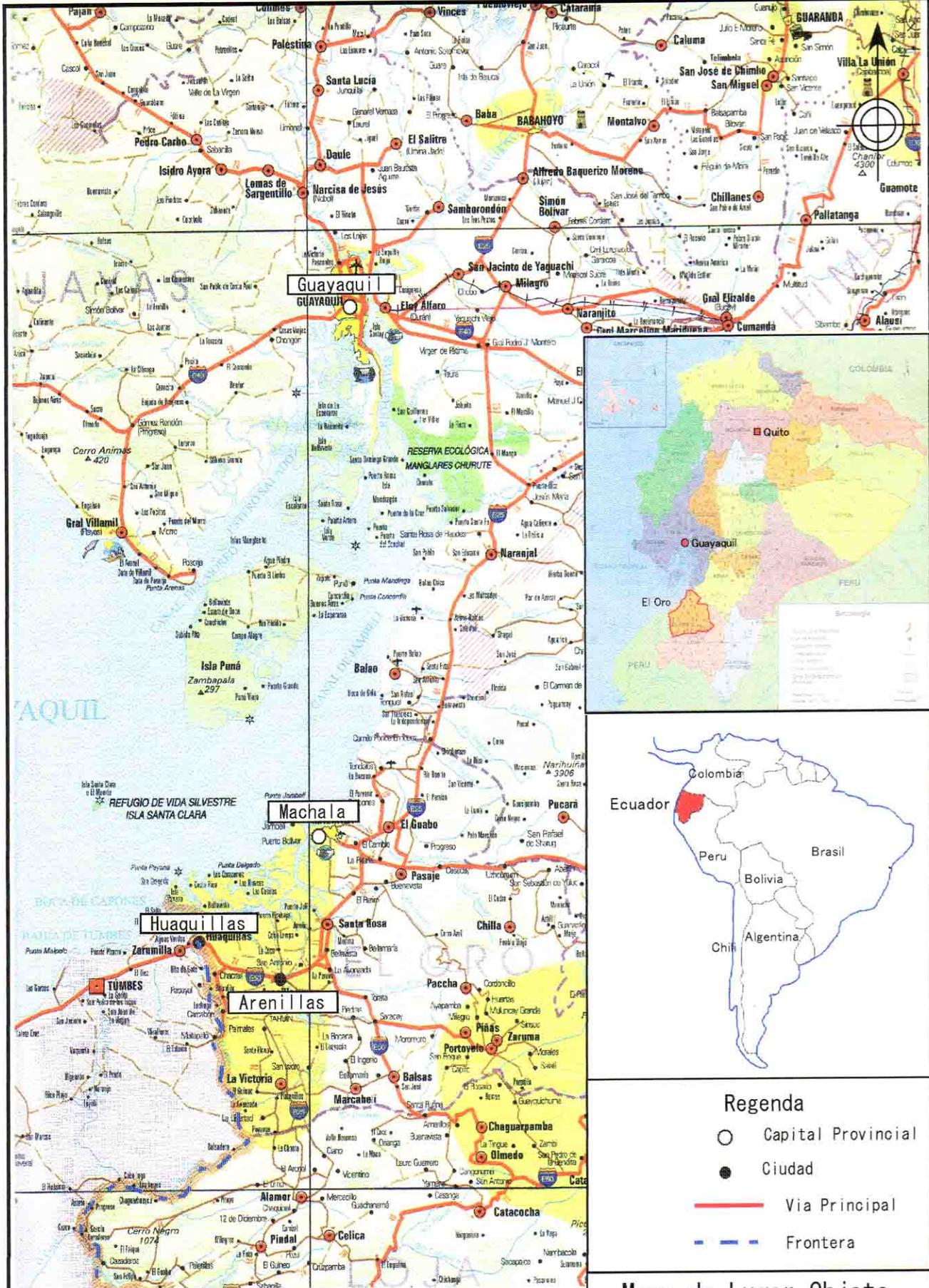
Tenemos el placer de presentarle el Informe del Estudio de Diseño Básico sobre el Proyecto para el Mejoramiento del Sistema de Agua Potable para las Ciudades de Huaquillas y Arenillas en la República del Ecuador.

Bajo el contrato firmado con JICA, el consorcio entre Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd. y Nihon Suido Consultants Co., Ltd., hemos llevado a cabo el presente Estudio desde noviembre de 2004 hasta noviembre de 2005. En el Estudio hemos examinado la pertinencia del proyecto en plena consideración a la situación actual del Ecuador, 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,

Masayuki Igawa  
Jefe del Equipo de Ingenieros  
Misión de Estudio de Diseño Básico  
sobre el Proyecto para el Mejoramiento del  
Sistema de Agua Potable para las Ciudades de  
Huaquillas y Arenillas  
Consortio de Kyowa Engineering Consultants  
Co., Ltd. y Nihon Suido Consultants Co., Ltd.

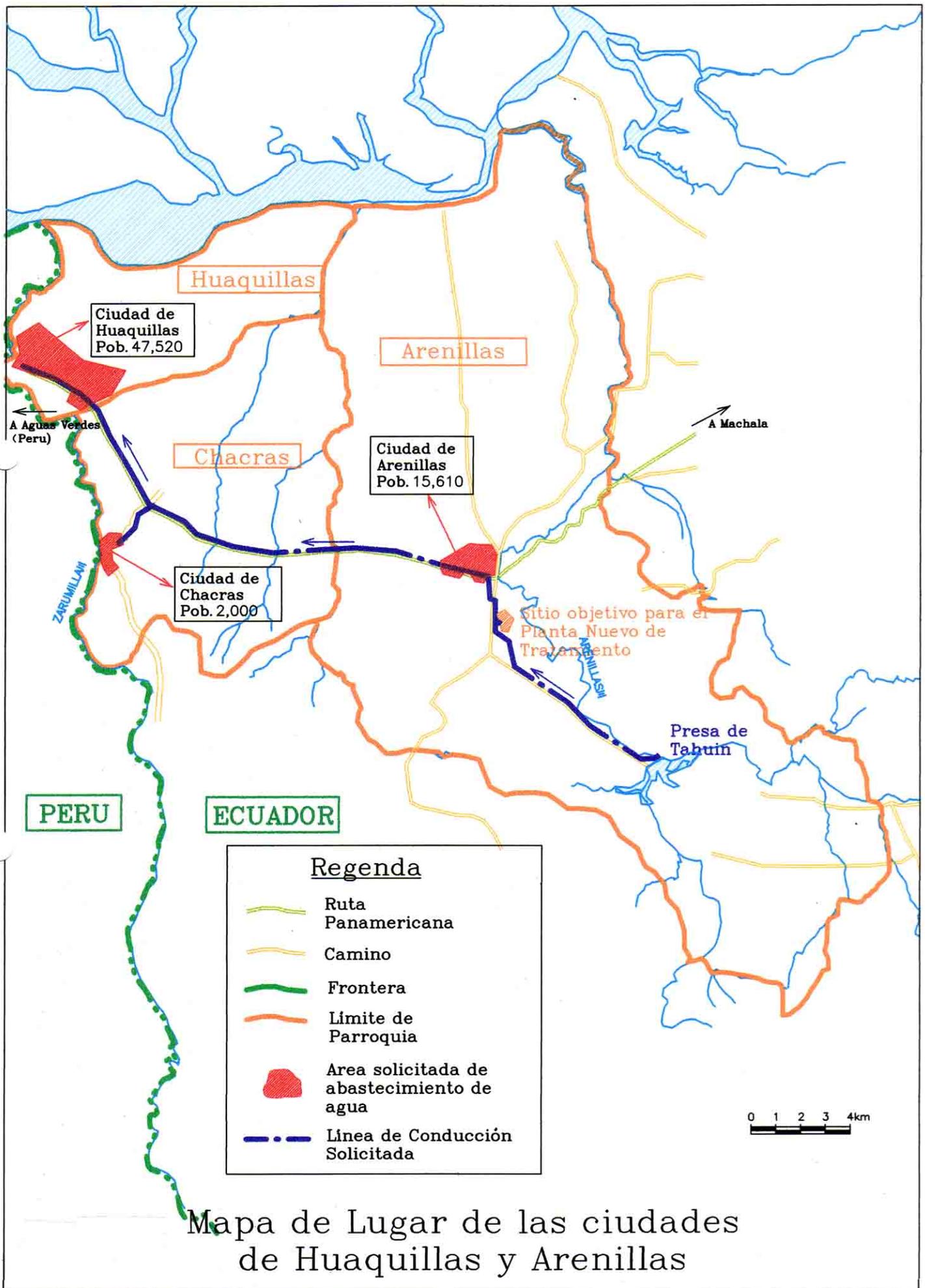


- Regenda**
- Capital Provincial
  - Ciudad
  - Via Principal
  - - - Frontera

**Mapa de Lugar Objeto del Proyecto**



Esquema Pronóstico



Huaquillas

Ciudad de Huaquillas  
Pob. 47,520

Arenillas

Ciudad de Arenillas  
Pob. 15,610

Chacras

Ciudad de Chacras  
Pob. 2,000

Sitio objetivo para el  
Planta Nuevo de  
Tratamiento

Presa de  
Tabuin

A Aguas Verdes  
(Peru)

A Machala

ZARUMILLAM

ZARUMILLAM

## **RESUMEN**

## Resumen

La República del Ecuador (en adelante llamado Ecuador) es un país ecuatorial ubicado al noroeste del continente de América del Sur, colindando al norte con Colombia, al sur y al este con Perú y al oeste con el Pacífico. Tiene una superficie de 270 mil km<sup>2</sup> aprox. Con una población de unos 13.200 mil habitantes. Los Municipios de Huaquillas (44.700 habitantes en el año 2004) y Arenillas (15.200 habitantes en el año 2004) de la Provincia de El Oro son objeto del presente Proyecto y están ubicados al sur del país, en la región fronteriza con Perú. El Municipio de Huaquillas presenta una topografía llana dando al Pacífico y el Municipio de Arenillas se encuentra un área de lomas. La región fronteriza que comprende ambos municipios es una zona afectada por el conflicto fronterizo entre Ecuador y Perú que duró medio siglo y como consecuencia está atrasada en la construcción de infraestructura.

Respecto al sector de agua potable, conforme al Plan de Desarrollo Nacional (2001-2005) vienen concentrándose los esfuerzos en la construcción y mejoramiento de instalaciones del servicio de agua potable, pero la tasa de abastecimiento de agua higiénica es más baja que los países vecinos, siendo el 65% en la parte urbana y el 43% en la parte rural con relación al promedio nacional. La competencia del servicio de agua potable en los municipios regionales, de acuerdo con el proceso de descentralización administrativa, se ha pasado de la institución estatal a los municipios. Pero el hecho de que dicha transferencia es reciente, son deficientes el número de personal técnico y su nivel técnico y se ha empeorado la economía del país, no permite avanzar la construcción de instalaciones de abastecimiento de agua potable como prevista en el plan.

El servicio de agua potable en los Municipios de Huaquillas y Arenillas actualmente está bajo competencia de la respectiva alcaldía. En ambos Municipios el servicio se da con horas limitadas y sobre todo en Huaquillas el abastecimiento de agua se da sólo una vez a la semana, presentando una pésima situación del servicio. El Municipio de Huaquillas tiene fuentes de agua en pozos profundos y se envía el agua de los pozos directamente a la línea de distribución mediante bombeo, lo que no permite ofrecer un volumen estable de las fuentes y junto con el deterioro y deficiencia de la línea de impulsión y distribución de agua obligan un servicio de agua limitado. Además, la construcción de la línea de distribución no puede alcanzar al paso de la expansión de nuevas urbanizaciones ni tampoco se puede asegurar una adecuada presión de abastecimiento de agua. Más aún, no se cuenta casi ningún medidor de caudal y no se conoce exactamente el volumen de agua y se supone el 75% la tasa de fugas de agua.

En el Municipio de Arenillas colindante, en 1960 se construyeron instalaciones de abastecimiento de agua tales como captación, planta de tratamiento y tanques y en 1984 para atender al crecimiento poblacional se reparó la captación y se ampliaron la planta de tratamiento y tanques, por tanto el Municipio cuenta con instalaciones con una capacidad de suministro de 55 litros/s., sin embargo el deterioro de las instalaciones y gran cantidad de consumo de agua no identificado obligan un servicio limitado de 6 horas diarias en toda la ciudad. A los habitantes de las zonas marginales de la ciudad y

las partes más altas que los tanques se les sirve el agua cada 3 días con camiones cisternas. En cuanto a la calidad de agua, debido a una deficiente operación y administración de las instalaciones no se puede asegurar una calidad de agua apropiada.

Bajo tal circunstancia, ambos Municipios con el apoyo de recursos del Fondo de Desarrollo de la Paz bilateral (2000) trazaron por su iniciativa el Plan de construcción de agua potable en los Municipios de Arenillas y Huaquillas con el año objetivo 2025. El plan propone construir un solo sistema de abastecimiento de agua que comprende las instalaciones del servicio de agua potable de ambos Municipios. Según el plan, no se utilizarán las fuentes de agua y las instalaciones de tratamiento de agua existentes, sino se captará el agua nuevamente de la presa de Tahuín y se construirán planta de tratamiento (capacidad de abastecimiento: 350 litros/s.), líneas de conducción e impulsión, tanques y línea de distribución, con el supuesto de aprovechar un abastecimiento bajo la gravedad para reducir el costo de operación. Aunque dicho plan es de alta prioridad dentro del plan de desarrollo nacional y el plan de construcción de infraestructura regional, debido a la falta de recursos financieros de Ecuador y a la gran magnitud de la obra no se ha ejecutado, razón por la cual ha sido presentado al Gobierno de Japón para una cooperación financiera no reembolsable.

El Gobierno de Japón, correspondiendo a la solicitud del Gobierno de Ecuador, decidió realizar un estudio de diseño básico para el proyecto de mejoramiento del servicio de agua potable en los Municipios de Huaquillas y Arenillas de dicho país. Ante esta decisión, la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA) envió una misión de estudio preliminar en mayo de 2004, con el fin de comprobar la necesidad y justificación del proyecto, recolecionar información faltante y confirmar las posibilidades de reducir la magnitud de las instalaciones, puesto que el contenido solicitado del mencionado proyecto requería un apoyo a gran escala con relación a la población beneficiaria.

Cuadro R-1 Contenido de la solicitud de los Municipios de Huaquillas y Arenillas y la alternativa de la misión del estudio preliminar

No	Ítem	Contenido solicitado	Alternativa de la Misión
1	Año objetivo	2025	2007
2	Captación de la Presa de Tahuín	350 l/s.	100 l/s.
3	Presa de Tahuín – Conducción a la planta de tratamiento	L= 10.785m, DIP $\phi$ 700m	L= 10.785m, DIP $\phi$ 450m
4	Planta de tratamiento	Capacidad de tratamiento: 350 l/s.	Capacidad de tratamiento: 100 l/s.
5	Planta de tratamiento – Línea de impulsión a Arenillas	L= 3.177m, PVC $\phi$ 450m	L= 3.177m, PVC $\phi$ 300m
6	Planta de tratamiento – Línea de impulsión a Huaquillas	L= 23.177m, PVC $\phi$ 450m	L= 23.177m, PVC $\phi$ 450m
7	Tanque de Arenillas	1 unidad, 2.000 m <sup>3</sup>	1 unidad, 800 m <sup>3</sup>
8	Red de distribución en Arenillas $\phi$ 63-351mm	L= 4.800m	L= 4.800m
9	Tanque de Huaquillas 500m <sup>3</sup>	4 unidades	4 unidades
10	Red de distribución en Huaquillas $\phi$ 63-351mm	L= 27.600m	L= 27.600m

Conforme a los resultados del estudio de la misión de estudio preliminar, JICA envió una misión de estudio de diseño básico desde el 21 de noviembre de 2004 hasta el 7 de enero de 2005 y la misión mantuvo deliberaciones con los dos Municipios e hizo estudios locales y recolección de datos pertinentes. Como consecuencia del estudio, se reveló que hubo errores en la altitud del lugar previsto para la construcción de una planta de tratamiento, lo que generó la necesidad de instalar nuevamente una bomba impulsora para el abastecimiento de agua en el Municipio de Arenillas. Asimismo el análisis de calidad de agua determinó que la calidad de agua de la presa de Tahuín, fuente de agua del Proyecto, presenta una tendencia decreciente y la calidad de agua de la actual captación es buena y estable, por lo que se propusieron 2 ideas: aprovechar la presa como fuente de agua según el proyecto inicial o captar el agua del río (alternativa).

En marzo de 2005 se dio explicación al gobierno de la contraparte sobre los resultados del análisis comparativo del contenido de las instalaciones, consto de construcción, operación, mantenimiento y administración. El gobierno de la contraparte, luego de analizarlo, solicitó la ejecución de la alternativa aprovechando el río como fuente de agua y se emprendió el estudio de diseño básico del 2º año. En el estudio de diseño básico del 2º año desde el 20 de junio hasta el 14 de julio de 2005, se estudiaron los siguientes ítems solicitados y también se analizaron la ubicación de la planta de tratamiento de agua y la estructura y ubicación del tanque para el Municipio de Huaquillas.

CuadroR-2 Contenido solicitado según la alternativa

No.	Ítem	Cantidad
1	Instalaciones de captación del río (Captación: 110/s.)	1 juego
2	Conducción entre la captación y la planta de tratamiento DIP $\phi$ 450mm	800m aprox.
3	Planta de tratamiento (Capacidad de tratamiento: 100 l./s.)	1 juego
4	Línea de impulsión entre la planta de tratamiento y Arenillas PVC $\phi$ 200	1.200m
5	Línea de impulsión entre la planta de tratamiento y Huaquillas DIP $\phi$ 450	22.200m
6	Tanque de Arenillas 800m <sup>3</sup>	1 unidad
7	Tanque de Huaquillas 500m <sup>3</sup>	4 unidades
8	Red de distribución de Huaquillas $\phi$ 63-350mm	20.000m

Luego del regreso a Japón, se analizaron sobre una apropiada magnitud del proyecto y su contenido para ser ejecutado bajo una cooperación financiera no reembolsable y se elaboró el borrador del informe del estudio de diseño básico. JICA envió una misión para explicar el borrador del diseño básico a Ecuador desde el 20 al 29 de octubre de 2005 y la misión dio explicación a las autoridades del gobierno del país receptor y sostuvo una serie de deliberaciones sobre el contenido del proyecto. Los resultados de las mismas se resumen en el presente informe.

El presente Proyecto contempla la construcción de instalaciones de captación de agua en el río de Arenillas como nueva fuente de agua, la instalación de conducción desde la captación, la construcción de planta de tratamiento y tanques de reserva, la instalación de líneas de impulsión desde la planta hasta los tanques y el mejoramiento de una parte de líneas de distribución principales.

El contenido del Proyecto es el siguiente:

Cuadro R-3 Contenido del Proyecto

Ítem solicitado	Contenido solicitado I	Contenido solicitado II	Contenido del presente Proyecto
Fuente de agua	Presa de captación	Captar el agua cruda del río de Arenillas (110 l/s.)	Captar el agua cruda del río de Arenillas (110 l/s.)
Instalaciones de captación	Sólo boca toma y conexión	Reparación de la estación de bombeo, 3 bombas de 70 kw	Reparación de la estación de bombeo, 5 bombas (3 nueva, 2 existente) de 45 kw
Conducción	Conducción entre la presa y la nueva planta de tratamiento, $\phi$ 450mm DIP, 10.785m	De la captación del río a la planta de tratamiento, $\phi$ 450mm DIP, 800m	De la captación del río a la planta de tratamiento, $\phi$ 300mm DIP, 270m
Línea de impulsión	Planta de tratamiento – Tanque de Arenillas, $\phi$ 300mm, PVC, 3.177m	Planta de tratamiento – Tanque de Arenillas, $\phi$ 200mm, PVC, 1200m	Planta de tratamiento – Tanque de Arenillas, $\phi$ 250mm, PVC, 1180m
	Planta de tratamiento – Tanques de Huaquillas, $\phi$ 350mm, PVC, 23.177m	Planta de tratamiento – Tanques de Huaquillas, $\phi$ 450mm, PVC, 22.200m	Sólo la conexión con el filtro
Planta de tratamiento	Instalaciones de aireación, floculación, sedimentador, filtro rápido, depósito de agua tratada	floculación, sedimentador, filtro rápido, depósito de agua tratada	floculación, sedimentador, filtro rápido,
Tanque de reserva	(Tanque de Arenillas) 1 tanque de 2000m <sup>3</sup>	1 tanque de 800m <sup>3</sup>	1 tanque de 500m <sup>3</sup>
	(Tanque de Huaquillas) 4 tanques elevados de 500m <sup>3</sup>	4 tanques elevados de 500m <sup>3</sup>	Construir tanque de distribución al lado de la planta de tratamiento 2 tanques de 1800m <sup>3</sup>
Línea de distribución principal	(Arenillas) $\phi$ 63-650mm, 4.800m	Ejecutar por la parte ecuatoriana	Ejecutar por la parte ecuatoriana
	(Huaquillas) 63-350mm, 27.600m	$\phi$ 63-650mm, 20.000m	$\phi$ 500mm,DIP, 23.810m $\phi$ 350mm,DIP, 140m $\phi$ 250mm, PVC, 930m

Mediante este Proyecto, ambos Municipios abastecerán de agua higiénica durante las 24 horas de manera estable y así mejorará el ambiente de la vida. Por consiguiente, como proyecto de cooperación, se construirán instalaciones de captación de agua, planta de tratamiento de agua, tanques de reserva y se instalarán líneas de impulsión y distribución de agua.

En la ejecución del Proyecto la división de las obras asignadas a la parte japonesa y a la ecuatoriana es la siguiente:

Cuadro R-4 División de las obras a ejecutar por ambos países

	Obras correspondientes a la parte japonesa	Obras correspondientes a la parte ecuatoriana
Instalaciones de captación de agua	<p>Reparación y mejoramiento de la caseta de bomba: Refuerzo del cimiento y paredes laterales, reparación del tejado</p> <p>Instalación de bomba: 3 bombas nuevas (1 de reserva) y 2 bombas existentes de 45kw, panel de control</p> <p>Tubería alrededor de la bomba: Succión (con válvula de aspiración), tubería dentro de la caseta, distribución</p>	<p>Disposición de fuente eléctrica: Transformadora para las nuevas bombas, acometida de la fuente eléctrica primaria hasta el panel de control</p> <p>Disposición de fuente eléctrica: Disposición de fuente eléctrica para el reemplazo</p> <p>Rehabilitación de pozos: Rehabilitación de los pozos con problemas en la calidad de agua y caudal bombeado (reducir 6 pozos en 4)</p>
Instalaciones de conducción e impulsión	<p>Instalación de conducción: De la captación a la planta de tratamiento, <math>\phi 300\text{mm}</math>, DIP, 270m</p> <p>Líneas de impulsión: De la planta de tratamiento al tanque de Arenillas, <math>\phi 250\text{mm}</math>. PVC, 1180 m</p>	<p>Rehabilitación de la conducción: Retirado de la bifurcación en la línea existente, inspección de la línea (Arenillas)</p> <p>Rehabilitación de la conducción: Reemplazo del tubo de asbesto deteriorado (Huaquillas)</p>
Planta de tratamiento	<p>Construcción de planta de tratamiento: Construcción de una planta de tratamiento con el método de filtro rápido. Floculador, sedimentador, filtros, etc.</p> <p>Construcción de edificio administrativo: Oficina, laboratorio de calidad de agua, etc.</p> <p>Construcción de instalaciones secundarias: Almacén de productos químicos, cuarto de mezcla e inyección, etc.</p> <p>Tubería dentro de la planta</p> <p>Equipamiento de instalaciones existentes: mezclador de agente floculador, inyector de cloro</p>	<p>Rehabilitación de la planta (existente): Almacén de productos químicos, cuarto de mezcla e inyección</p>
Instalaciones de distribución de agua	<p>Construcción de tanque de distribución: 1 tanque de <math>500\text{m}^3</math> para Arenillas</p> <p>Construcción de tanques de distribución: 2 tanques de <math>1.800\text{m}^3</math> que sirven también para la desinfección de agua dentro de la planta</p>	
Instalaciones de líneas de distribución de agua	<p>Líneas de distribución de agua principal: Del tanque al tanque reductor de presión en Huaquillas, <math>\phi 500\text{mm}</math>, DIP, 19.860m</p> <p>Instalación de líneas de distribución de agua: Instalar 5.020m de líneas de distribución (<math>\phi 250\text{-}500\text{mm}</math>, DIP o PVC) para conectar con las líneas de distribución primarias existentes con el fin de abastecer toda la ciudad de Huaquillas.</p>	<p>Rehabilitación de la red de distribución en Huaquillas: Rehabilitación de la red de distribución en la ciudad. Reemplazo de tubos obsoletos. Ajuste de diámetros de tubos. Instalación de medidores de agua.</p> <p>Rehabilitación de la red de distribución en Arenillas: Rehabilitación de la red de distribución en la ciudad. Reemplazo de tubos obsoletos y de asbesto. Ajuste de diámetros de tubos. Instalación de medidores de agua.</p>

El presente Proyecto será ejecutado como proyecto financiado con bonos del Tesoro del Estado y en el 1<sup>er</sup> año se hará el diseño de ejecución por el Consultor y a partir del 2º año se hará la obra de construcción en 3 años. El costo de la ejecución del Proyecto será de 2045 millones de yenes (Obra a cargo de la parte japonesa: 2023 millones de yenes y obra a cargo de la parte ecuatoriana: 22 millones de yenes).

Los efectos al ejecutar el Proyecto serán los siguientes:

(1) Aumento del suministro de agua y abastecimiento estable

La construcción de nuevas instalaciones de abastecimiento de agua aumentará el suministro diario de agua en 8.640 m<sup>3</sup> para ambos municipios abasteciendo de un agua higiénica durante las 24 horas. La construcción de tanques de distribución asegurará una presión de agua, lo que permitirá un abastecimiento en toda la ciudad.

(2) Mejoramiento de la calidad de agua

La construcción de la nueva planta de tratamiento de agua, el mejoramiento de la planta existente y la instalación de un equipo de cloración mejorarán la calidad de agua y mediante el abastecimiento de un agua higiénica mejorará el ambiente de la vida.

(3) Efectos económicos

El abastecimiento de agua potable reducirá la necesidad de aguas embotelladas que actualmente muchos ciudadanos compran y contribuirá a disminuir los gastos del hogar. En el Municipio de Huaquillas, al asegurar una presión de agua, ya no será necesario el costo de energía de la bomba impulsora que posee cada familia ni tampoco el depósito subterráneo, lo que mejorará condiciones higiénicas.

(4) Efectos en la higiene

El abastecimiento de agua higiénica reducirá la morbilidad de dermatitis, diarrea, etc. provenientes de agua potable existente.

Como se menciona arriba, del presente Proyecto se pueden esperar muchos efectos y al mismo tiempo contribuirá ampliamente al mejoramiento de la necesidad básica humana de los habitantes, por lo tanto juzgamos que será muy grande el significado de la ejecución del Proyecto. No obstante, para llevar el servicio de agua potable de manera eficiente y sostenible aprovechando eficazmente las instalaciones a construir en el Proyecto, hay que tener en cuenta lo siguiente:

(1) Establecimiento de la organización y sistema de la empresa de agua potable

Se nombró el presidente de la empresa y se está llevando la selección del personal administrativo y técnico de la misma en torno a las alcaldías de ambos Municipios, pero existen cantidad de problemas pendientes tales como la operación, mantenimiento y administración de las instalaciones

nuevas y existentes, el establecimiento de las tarifas y el método de recaudación. Desde el punto de vista administrativo es difícil independizarse y necesita la cooperación de ambos Municipios. Siendo consejeros de la junta directiva de la empresa los alcaldes de ambos Municipios, es necesario que mantengan coordinación con la Provincia y el Gobierno central y ofrezcan apoyos y colaboraciones en el aspecto financiero y administrativo. La empresa tendrá que consolidar su organización y sistema para lograr una administración autónoma cuanto antes posible.

#### (2) Medidas presupuestarias seguras

La empresa, para las medidas presupuestarias de los gastos administrativos (gastos de personal y corrientes), gastos de operación y el costo mantenimiento y administración como el costo de productos químicos y energía eléctrica, necesarios para el servicio de agua potable, necesitará durante algún tiempo apoyo de los Municipios y cada año tendrá que solicitar y comprobar mediante las deliberaciones con las autoridades municipales la ejecución de las medidas presupuestarias tal como prevista. Asimismo hay que emprender positivamente la transferencia del trabajo de recaudación de las tarifas porque es necesaria la operación autónoma de la empresa lo más pronto posible.

#### (3) Operación y mantenimiento adecuado de las instalaciones

Las instalaciones a construir en el Proyecto, debido a que serán utilizadas conjuntamente con las existentes, será necesario llevar una operación eficiente de ambas instalaciones. Sobre todo, las instalaciones existentes están obsoletas y para reducir el costo de operación, hay que llevar una operación eficiente. Será importante primero registrar diariamente las condiciones de la operación (caudal, calidad de agua, nivel de agua, etc.) de cada instalación y realizar una operación de acuerdo con las mismas.

#### (4) Homogeneización de la calidad de agua

El agua proveniente de las nuevas instalaciones al Municipio de Arenillas será enviada al tanque de distribución existente y será mezclada de manera homogénea con el agua tratada en la planta existente, lo que no producirá problemas de calidad de agua. En el Municipio de Huaquillas el agua de los pozos y el agua de la planta de tratamiento se distribuyen por las rutas separadas, lo que producirá una diferencia en la calidad de agua entre los distritos servidos. Por tanto, en la ocasión de la rehabilitación de líneas de distribución en la ciudad, discontinuará la impulsión directa de agua de los pozos a las líneas de distribución y luego de depositarse el agua una vez en un vertedero, se conectará con las nuevas líneas de distribución para homogeneizar la calidad de agua. La instalación de un vertedero permitirá aumentar el caudal bombeado de los pozos y ser estable.

#### (5) Aseguramiento del ingreso por las tarifas de agua

En la operación, mantenimiento y administración después de ejecutado el Proyecto, se espera aumentar el ingreso por las tarifas de agua debido al aumento del volumen de agua suministrada, el

reajuste del sistema tarifario y aumento de la satisfacción de los habitantes beneficiarios. Será fundamental desarrollar firmemente las actividades para aumentar el ingreso por las tarifas de agua: incrementar el número de usuarios registrados mediante un estudio de clientes, controlar las conexiones ilegales, reparar los medidores dañados, etc.

(6) Aumento de caudal efectivo

Se supone el aumento de caudal inefectivo con el deterioro de las instalaciones existentes. Como carece de medidores de caudal, no se conoce un valor exacto, pero es grande la diferencia entre la producción y el abastecimiento. Coincidiendo con la ejecución del Proyecto, ambos Municipios tienen planeada la rehabilitación de la red de distribución con el apoyo del Gobierno central y también tienen que instalar medidores de caudal y reemplazar viejos tubos de AC para reducir fugas de agua y aumentar el caudal efectivo.

# RESUMEN DE DISEÑO BASICO

## INDICE

Prefacio	
Acta de Entrega	
Mapa Lugar Objeto del Project	
Abreviaturas	
Resumen	
Indice	
Lista de Figuras y Cuadros	

### CAPITULO 1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1-1 Antecedentes y Generalidades de la Solicitud de Cooperación Financiera No Reembolsable	1-1
--	-----

### CAPITULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO

2-1 Generalidades del Proyecto	2-1
2-1-1 Meta superior y Objetivo del Proyecto	2-1
2-1-2 Generalidades del Proyecto	2-1
2-2 Diseño Básico del Proyecto Objeto de la Cooperación	2-12
2-2-1 Lineamiento sobre el diseño	2-12
2-2-1-1 Lineamiento básico	2-12
2-2-1-2 Lineamiento sobre el diseño respecto a las condiciones naturales	2-19
2-2-1-3 Lineamiento sobre el diseño sobre las condiciones socioeconómicas	2-19
2-2-1-4 Lineamiento sobre la operación, mantenimiento y administración	2-20
2-2-1-5 Lineamiento sobre el nivel de instalaciones y equipos	2-20
2-2-1-6 Lineamiento sobre el periodo de la obra	2-20
2-2-2 Plan básico	2-21
2-2-3 Planos de diseño básico	2-29
2-2-4 Lineamiento de la ejecución	2-36
2-2-4-1 Diseño de la ejecución	2-36
2-2-4-2 Puntos de consideración para la ejecución y adquisición	2-43
2-2-4-3 División de la ejecución/ la adquisición e instalación	2-44
2-2-4-4 Plan de supervisión de ejecución	2-45
2-2-4-5 Plan de control de calidad	2-47
2-2-4-6 Plan de adquisición de los equipos y materiales	2-48
2-2-4-7 Procedimiento de ejecución	2-48
2-3 Resumen de los Trabajos Asignados a la parte ecuatoriana	2-50
2-4 Plan de operación, mantenimiento y administración del Proyecto	2-51

2-4-1 Sistema de operación, mantenimiento y administración	2-51
2-4-2 Métodos de operación, mantenimiento y administración	2-53
2-5 Costo estimado del Proyecto	2-54
2-5-1 Costo estimado del Proyecto objeto de la Cooperación Financiera No Reembolsable	2-54
2-5-2 Costo de operación, mantenimiento y administración	2-55

### **CAPÍTULO 3 Verificación de la justificación del Proyecto**

3-1 Efectos del Proyecto	3-1
3-2 Temas a solucionar y recomendaciones	3-2

### **APENDICE**

1. Miembros integrantes de la Misión	A-1
2. Calendario de Actividades de la Misión	A-3
3. Lista de Personas Entrevistadas	A-5
4. Minuta de Discusiones	A-7
5. Datos de Referencia	A-42
5.1 Resultado de Estudio sobre Presión de Agua en las Ciudades de Arenillas y Huaquillas	A-42
5.2 Resultado de Estudio Geológico	A-43

## Lista de Figuras y Cuadros

### Figura

2-1-1 Resumen del Proyecto	2-2
2-1-2 Flujo de tratamiento de agua	2-5
2-1-3 Resumen de las instalaciones de abastecimiento de agua en la altitud de captación	2-10
2-2-1 Lugares previstos para la planta de tratamiento y resumen de instalaciones de abastecimiento de agua	2-13
2-2-2 La planta de Ubicación de el Ployecto para el Mejoramiento del Sistema de Agua Portable para las ciudad de Huaquillas y Arenillas	2-22
2-2-3 Esquema de totalidad del plan de las instalaciones	2-23
2-2-4 Resumen de la obra de captación	2-24
2-2-5 Terreno candidato de la planta de tratamiento de agua	2-26
2-2-6 Flujo del tratamiento de agua	2-26
2-2-7 Disposición de las instalaciones de planta de tratamiento de agua	2-28
2-2-8 Plano de las instalaciones de captación de agua	2-30
2-2-9 Plano básico de la tubería de conducción	2-31
2-2-10 Plano básico de la planta de tratamiento de agua	2-32
2-2-11 Plano básico de la tubería de impulsión de agua	2-34
2-2-12 Plano básico del tanque de distribución de agua	2-35
2-2-13 Organización para la ejecución del Proyecto	2-36
2-2-14 Programa de la obra	2-50

### Cuadro

R-1 Contenido de la solicitud de los Municipios de Huaquillas y Arenillas y la alternativa de la misión del estudio preliminar	R-2
R-2 Contenido solicitado según la alternativa	R-3
R-3 Contenido del Proyecto	R-4
R-4 División de las obras a ejecutar por ambos países	R-5
1-1-1 Contenido de la solicitud de las ciudades de Huaquillas y Arenillas y propuesta de la Misión de Estudio Previo	1-2
1-1-2 Contenido solicitado según la alternativa	1-3
2-1-1 Idea básica del Proyecto en el momento del estudio de diseño	

básico del 1er año.....	2-2
2-1-2 Resumen de instalaciones de conducción e impulsión de agua.....	2-4
2-1-3 Ratio de inyección.....	2-5
2-1-4 Resumen de principales instalaciones.....	2-6
2-1-5 Análisis del lugar de captación.....	2-8
2-1-6 Concepto básico definitivo del Proyecto.....	2-11
2-2-1 Comparación de los lugares candidatos.....	2-13
2-2-2 Análisis de la ubicación del tanque de distribución de agua.....	2-15
2-2-3 Porcentaje del aumento poblacional de las zonas objeto.....	2-16
2-2-4 Abastecimiento de agua específico (Según las normas ecuatorianas).....	2-17
2-2-5 Pronóstico de demanda de agua y volumen de suministro proyectado en la ciudad de Huaquillas y Arenillas.....	2-18
2-2-6 Plan de producción en la ciudad de Huaquillas y Arenillas.....	2-18
2-2-7 Contenido de la solicitud y Resumen del proyecto.....	2-21
2-2-8 Resumen de instalaciones de conducción e impulsión de agua.....	2-25
2-2-9 Resumen de principales instalaciones.....	2-27
2-2-10 Resumen de las instalaciones del Proyecto.....	2-37
2-2-11 División de la ejecución de la obra de construcción.....	2-45
2-2-12 Lista de los países origen de la adquisición de equipos y materiales.....	2-48
2-5-1 Costo de los trabajos a cargo de la parte japonesa.....	2-54
2-5-2 Pronóstico del costo de los trabajos a cargo de la parte ecuatoriana.....	2-54
3-1-1 Efectos de la ejecución del Proyecto y el nivel de mejoramiento de las condiciones actuales.....	3-1

## Abreviaturas

AC	Asbesto Cemento
BHN	Basic Human Needs
CARE	CARE international
DCIP	Ductile Cast Iron Pipe
EMARAPAH	Empresa Municipal Regional de Agua Potable de Arenillas y Huaquillas
ISO	International Organization for Standardization
JIS	Japanese Industrial Standard
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda
PVC	Polyvinyl Chloride
RC	Reinforced Concrete

## **CAPITULO 1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

## **CAPITULO 1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO**

### **1-1 Antecedentes y Generalidades de la Solicitud de Cooperación Financiera No Reembolsable**

La situación actual del servicio de agua potable en las ciudades de Huaquillas y Arenillas es la siguiente: En la ciudad de Huaquillas se da el servicio limitado debido a la deficiencia y deterioro del sistema de abastecimiento de agua y tuberías de impulsión y distribución de agua. En la ciudad de Arenillas se presentan numerosas fugas de agua causadas por las instalaciones deterioradas y el abastecimiento está también limitado por la dificultad de disponer un agua de apropiada calidad.

Bajo tal situación, ambas ciudades trazaron bajo su propia iniciativa un plan de construcción de instalaciones de agua potable “Rediseño del sistema de agua potable regional en las ciudades de Huaquillas y Arenillas” para el año objetivo 2025. El plan contempla construir instalaciones de agua potable de ambas ciudades formando un solo sistema de abastecimiento de agua y concretamente se construirán una captación de agua (Presa de Tahuín), planta de tratamiento (capacidad de suministro: 350L/s.), líneas de conducción e impulsión, tanques de reserva, líneas de distribución de agua. Debido a que las fuentes de agua e planta de tratamiento existentes están obsoletas y presentan un elevado costo de operación y mantenimiento, se discontinuará su uso. El plan está basado en un abastecimiento de agua por la gravedad con el fin de mitigar el costo de operación. Sin embargo, el plan no se ha ejecutado por falta de recursos financieros de Ecuador, razón por la cual se ha presentado al Gobierno de Japón una solicitud de Cooperación Financiera No Reembolsable.

En respuesta a esta solicitud, el Gobierno de Japón envió una Misión de Estudio Preliminar, desde el mes de mayo de 2004, a fin de confirmar la necesidad y viabilidad de la solicitud antes indicada, y recopilar la información necesaria, así como para averiguar, además, la posibilidad de reducir el tamaño de las diferentes instalaciones, puesto que el contenido de dicha solicitud hace suponer una cooperación demasiado grande por comparación a la población que resultaría beneficiada. Como consecuencia de dicho estudio, en cuanto a la magnitud del proyecto de construcción de instalaciones de servicio de agua solicitado por ambas ciudades, la Misión de Estudio Preliminar propone planificar un proyecto de la magnitud mínima necesaria para poder realizar una cooperación que tenga un tamaño adecuado para la aplicación de la Cooperación Financiera No Reembolsable, aprovechando al mismo tiempo las instalaciones existentes y estableciéndose, inicialmente, el año objetivo en 2007. (Refiérase el cuadro 1-1-1)

Cuadro 1-1-1 Contenido de la solicitud de las ciudades de Huaquillas  
y Arenillas y propuesta de la Misión de Estudio Previo

No.	Ítem	Contenido de la solicitud	Propuesta de la Misión de Estudio Previo
1	Año objetivo	2025	2007
2	Instalación de Captación de Agua de Presa de Tahuín	350 lit/seg.	100 lit/seg.
3	Línea de conducción entre Presa Tahuín y Planta de tratamiento	L=10.785m DIP $\phi$ 450mm	L=10.785m DIP $\phi$ 450mm
4	Planta de tratamiento	Capacidad 350 litros/segundo	Capacidad 100 litros/segundo
5	Línea de Impulsión entre Planta de tratamiento y Ciudad de Arenillas	L=3.177m, PVC $\phi$ 300	L=3.177m PVC $\phi$ 300mm
6	Línea de Impulsión entre Planta de tratamiento y Ciudad de Huaquillas	L=23.177m, PVC350 $\phi$ mm	L=23.177m PVC $\phi$ 450mm
7	Tanque de Reserva de Arenillas	1 unidad	1 unidad
8	Red de distribución de Arenillas	L=4.800m, $\phi$ 63~351mm	L=4.800m, $\phi$ 63~351mm
9	Tanque de Reserva de Huaquillas	500 m <sup>3</sup> 4 unidad	500 m <sup>3</sup> 4 unidad
10	Red de distribución de Huaquillas	L=27.600m, $\phi$ 63~351mm	L=27.600m, $\phi$ 63~351mm

Como consecuencia del estudio de diseño básico del 1<sup>er</sup> año inicial realizado teniendo en cuenta los resultados del estudio preliminar, se determinó que la altitud del lugar previsto para la construcción de la planta de tratamiento de agua era 15 m más baja que los datos proporcionados del estudio “Rediseño” y que esto requeriría instalar una bomba impulsora adicional para el abastecimiento de agua en la ciudad de Arenillas, y como consecuencia se echó a perder la propia condición previa del estudio, lo que obligó revisar el proyecto en gran medida. Además, los resultados del estudio de calidad de agua determinó que la calidad de agua de la Presa de Tahuín tiende a deteriorarse y la calidad de agua de la captación existente es buena, por lo que después de analizar de manera comparativa las posibilidades de adoptar la presa de fuente de agua tal como prevista en el plan inicial o de captar agua de ríos (alternativa), se explicaron estas dos ideas al Gobierno del país receptor en el mes de marzo de 2005. El Gobierno, tras analizarlas con el personal técnico provincial, el Instituto Ecuatoriano de Cooperación Internacional, los alcaldes de ambas ciudades y su personal técnico, decidió solicitar la ejecución con la alternativa y un estudio adicional. El estudio de diseño básico del 2<sup>o</sup> año se ejecutó según el siguiente contenido solicitado. En la alternativa se analizó también el cambio de del lugar de construcción de la planta de tratamiento por la necesidad de captar agua de ríos, la estructura y ubicación del tanque de reserva para la ciudad de Huaquillas.

Cuadro 1-1-2 Contenido solicitado según la alternativa

No.	Ítem	Cantidad
1	Instalación de captación de agua de ríos (Captación 110L/s.)	1juego
2	Línea de conducción (Captación – Planta de tratamiento:DIP $\phi$ 450mm)	800m aprox.
3	Planta de tratamiento (Volumen tratado100L/s)	1juego
4	Línea de impulsión (Planta e tratamiento – Arenillas:PVC $\Phi$ 200mm)	1.200m
5	Línea de impulsión (Planta de tratamiento – Huaquillas:DIP $\Phi$ 450mm)	22.200m
6	Tanque de reserva (Arenillas:800m <sup>3</sup> )	1unidad
7	Tanque de reserva (Huaquillas : 500m <sup>3</sup> )	4unidades
8	Red de distribución (Huaquillas : $\phi$ 63~350mm)	20.000m

## **CAPITULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO**

## **CAPITULO 2 CONTENIDO DEL PROYECTO**

### **2-1 Generalidades del Proyecto**

#### **2-1-1 Meta superior y Objetivo del Proyecto**

La República de Ecuador tiene trazado el Plan Nacional de Desarrollo (2001-2005) y en dicho plan considera como el tema de mayor importancia la difusión y mejoramiento de instalaciones del servicio de agua potable, y sobre todo, está impulsando prioritariamente el “ Plan de mejoramiento de condiciones sanitarias de zonas urbanas de pequeños municipios ”. Las ciudades de Huaquillas y Arenillas son pequeños municipios ubicados en la Provincia de El Oro y por su condición geográfica que colinda con la frontera con Perú están consideradas como zonas prioritarias ya que tienen atrasada la construcción de infraestructura debido a los conflictos fronterizos que había durado medio siglo.

El gobierno central para solucionar esta situación, con motivo de la firma de la Paz con Perú en 1998 extendió apoyo financiero en 2000 mediante el “ Fondo de Desarrollo de Paz Bilateral ” y las dos ciudades trazó un plan de mejoramiento de servicio de agua potable “ Rediseño del sistema de agua potable regional en las ciudades de Huaquillas y Arenillas ” (en adelante llamado “ el Rediseño ”). Este plan tiene año objetivo para 2025 y se trata de un plan de instalaciones del servicio de agua potable para eliminar el abastecimiento en horas limitadas y mejorar la calidad de agua, teniendo por objeto un abastecimiento estable de agua higiénica y el mejoramiento del ambiente de la vida. Dentro del plan, el presente Proyecto contempla construir instalaciones de abastecimiento de agua tales como la captación de agua, planta de tratamiento y tanques de reserva y dar una transferencia técnica a la “ Empresa Regional de Agua Potable y Alcantarillado de Huaquillas y Arenillas ”, fundada nuevamente, para que la empresa se convierta en una organización capaz de llevar un servicio de agua continuo.

#### **2-1-2 Generalidades del Proyecto**

El plan de “ Rediseño ” es un plan de instalaciones del servicio de agua potable con el año objetivo 2025 y las instalaciones planeadas tienen gran envergadura que está más allá del marco de una Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón. Por tanto, el presente Proyecto ofrecerá la cooperación sólo a la parte fundamental de dicho plan (para el año objetivo 2008). Con el inicio de la cooperación, se fundará una empresa pública de agua potable y alcantarillado para establecer un sistema técnico y de operación y administración que permita una operación, mantenimiento y administración sostenible del servicio de agua.

El plan consiste en las siguientes 3 fases:

1ª fase: Uso de las instalaciones existentes y su rehabilitación

Las instalaciones existentes seguirán siendo aprovechadas de manera eficiente y se rehabilitará la red de distribución en la ciudad.

2ª fase: Ejecución de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón

Como proyecto objeto de la cooperación, se rehabilitarán instalaciones del servicio de agua potable que formarán parte principal del presente Proyecto.

### 3ª fase: Ampliación y rehabilitación por la parte ecuatoriana

Luego de finalizadas las instalaciones en 2008, la parte ecuatoriana, con el fin de atender a la creciente demanda y el mejoramiento del nivel del servicio de agua potable, rehabilitará instalaciones existentes, trazará plan de ampliación de planta de tratamiento para 2017 y lo ejecutará. (Refiérase la Fig.2-1-1 Resumen del Proyecto)

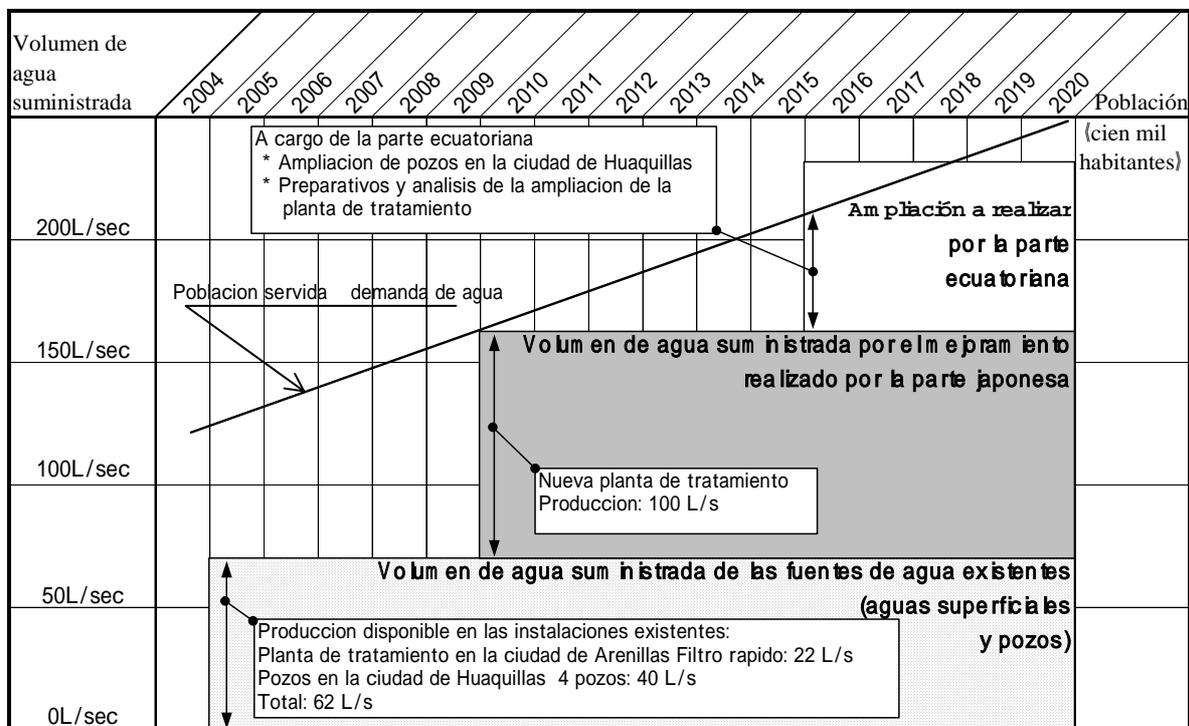


Fig. 2-1-1 Resumen del Proyecto

#### (1) Idea básica del Proyecto (Diseño Básico del 1<sup>er</sup> año)

La idea básica del Proyecto en el momento del estudio de diseño básico del 1<sup>er</sup> año se muestra a continuación:

Cuadro 2-1-1 Idea básica del Proyecto en el momento del estudio de diseño básico del 1<sup>er</sup> año

Ítem	Instalaciones a rehabilitar	Idea básica	Resultados
Fuente de agua	Conexión con el tubo de captación existente de la presa	Captación en la presa (120 l/s.)	Aseguramiento de un caudal en la fuente de agua
Conducción	Conducción de la presa a la nueva planta de tratamiento	Instalar tubería DIP de 450mm de diám. En 10.790m	Asegurar el caudal y estabilización del suministro
Planta de tratamiento	Aireación, floculación, sedimentador, filtro rápido	Adoptar un método óptimo para mejorar la calidad de agua de la presa.	Obtención de un agua higiénica
Tanque de distribución 1 (Para Arenillas)	Tanque de distribución	Construcción de un tanque circular de 800m <sup>3</sup> dentro del terreno del tanque existente.	Estabilización del abastecimiento de agua

Tanque de distribución 2 (Para Huaquillas)	Tanque elevado	Construcción de 4 tanques elevados (500m <sup>3</sup> ) en 4 lugares de la ciudad	Aumento de la presión de agua y estabilización del abastecimiento
Línea de impulsión 1 (Para Arenillas)	Línea de impulsión entre la planta de tratamiento y el tanque	Instalar tubería PVC de 250mm de diám. en 3.200m	Enviar el agua tratada
Línea de impulsión 2 (Para Huaquillas)	Línea de impulsión entre la planta de tratamiento y los tanques	Instalar tubería DIP de 450mm de diám. en 23.200m	Enviar el agua tratada
Línea de distribución 1 (Para Arenillas)	(Aprovechar las líneas de distribución existentes)	(Rehabilitación de la red de distribución a cargo de la parte ecuatoriana)	Estabilización del abastecimiento de agua
Línea de distribución 2 (Para Huaquillas)	Rehabilitación de principales líneas de distribución	Instalar principal tubería PVC de 100-50mm de diám. en 20.000m desde los tanques elevados.	Estabilización del abastecimiento de agua con presión

El plan básico de las instalaciones trazado en el estudio del diseño básico del 1<sup>er</sup> año es el siguiente:

#### 1) Instalaciones de captación de agua

De los tubos de captación (1.200mm x 3) ubicados en el pasillo de la presa de Tahuín se conectará con 2 tubos y se instalará un tubo de conducción del curso bajo de la presa a la vía de acceso para la obra de la presa. El quitamiento de la boca toma será sólo un tubo de montaje y se aprovechará la bifurcación (500mm) del tubo de captación existente. El caudal de captación proyectado y el caudal de conducción proyectado son 120 l/s (Volumen de agua tratada proyectado x 120%) respectivamente.

Por otra parte, el nivel de agua de la captación en el lago de la presa se establece de siguiente manera:

- Nivel de agua máximo proyectado del lago de la presa (HWL):+ 115,00m (Nivel de rebose máximo:+117,50m)
- Nivel de agua mínimo proyectado del lago de la presa (LWL): +105m
- Nivel de agua mínimo proyectado del lago de la presa en la parte baja de la boca toma (LLWL): Altitud + 90,00m (La parte baja de la boca toma del lago está a 87,50m)

El agua se envía bajo la gravedad desde la boca toma de la presa hasta la planta de tratamiento.

#### 2) Instalaciones de conducción e impulsión

En relación con el nivel de agua de la captación proyectado de 105m en la presa de Tahuín, el nivel de agua máximo (HWL) de las instalaciones de aeración de la nueva planta de tratamiento será de GL.85m y el LWL de la planta de tratamiento será de GL.75m. El caudal de conducción será el caudal de captación proyectado (120 l/s).

Básicamente según la relación de la población de ambos municipios, el caudal impulsado al Municipio de Arenillas será de 30 (l/s) y al Huaquillas 70(l/s). No obstante, en las épocas secas

el agua del río de Arenillas presenta baja turbiedad y es posible que la planta de tratamiento existente pueda cubrir todo el caudal. En tal caso, la totalidad del agua tratada proveniente de la presa puede ser enviada a Huaquillas. Por esta razón, el caudal impulsado a Huaquillas se calculará como 100 l/s máximo.

Las instalaciones de conducción e impulsión se resumen a continuación:

Cuadro 2-1-2 Resumen de instalaciones de conducción e impulsión de agua

No.	Ruta de tubería de conducción	Caudal (L/s)	Diámetro de tubo (mm)	Extensión (m)	Material
1	Captación en la presa Nueva planta de tratamiento	120	450	10.900	DIP
2	Depósito de agua tratada de la nueva planta de tratamiento Tanque de distribución en Arenillas (500m <sup>3</sup> )	30	250	3.130	PVC
3	Depósito de agua tratada de la nueva planta de tratamiento, tanque de distribución para Huaquillas - Ciudad	100 ~ 50	450 ~ 300	22.230	DIP

### 3) Instalaciones de la planta de tratamiento

El la nueva planta de tratamiento tendrá introducidas como pre-tratamiento las instalaciones de aireación y de tratamiento biológico, seguido por un método de filtro rápido ordinario. Asimismo contará con instalaciones de cloración previa, intermedia y posterior del tratamiento.

La planta tendrá un caudal de captación proyectado (caudal de conducción) y un caudal tratado proyectado de 120 l/s respectivamente (teniendo en cuenta el volumen del agua para el lavado del filtro rápido y otros), una producción de 8.640 m<sup>3</sup>/día (100 l/s) y un caudal de impulsión de 100 l/s.

Temas a solucionar para analizar el tratamiento de agua

- Debido a que el nitrógeno amoníaco consume una cantidad del cloro 10 veces mayor, se requerirán más de 10 mg/l de cloro.
- Puesto que se da olor de hidrógeno sulfúrico, es necesario realizar sin falta un tratamiento con cloro.
- Debido a que se contienen hierro y manganeso resueltos, es necesario un tratamiento para eliminarlos.
- Se supone la generación de un olor a moho a causa de plankton vegetal (No obstante, se capta el agua desde la capa inferior, no habrá una concentración tan alta como la de la capa superficial.)
- Pueden producirse obturaciones en el filtro por el plankton vegetal.
- Debido a alto pH, se necesitará mucha cantidad de coagulante.

Método de tratamiento de agua e instalaciones

En caso de adoptar un método de filtro lento como método de tratamiento de agua para solucionar los temas arriba mencionados, serán necesarias instalaciones de filtración gruesa y la superficie de los filtros será mayor, lo que dificultará asegurar un terreno para el plan de futura ampliación, razón por la cual no se adoptará el método de filtro lento, sino de filtro rápido.

El tratamiento según el método de filtro rápido requiere gran cantidad de cloro para eliminar hierro, manganeso, nitrógeno amoníaco e hidrógeno sulfúrico y puesto que el olor a moho no se elimina con esto, necesita introducir el uso de carbón activo o tratamiento biológico. El uso de carbón activo aumentará el

costo de operación, por tanto se introducirá el tratamiento biológico y después de este tratamiento seguirá el método de filtro rápido ordinario.

El método de tratamiento con cloro consiste principalmente en el tratamiento intermedio con el fin de reducir la cantidad del cloro a usar, pero cuando el manganeso resuelto o el nitrógeno amoníaco presenten alta concentración, puede necesitarse una pre-cloración, por tanto se introducirán instalaciones de cloración previa, intermedia y posterior.



Figura 2-1-2 Flujo de tratamiento de agua

Cada una de las instalaciones se resume a continuación:

a. Instalaciones de aireación preliminar e instalaciones de tratamiento biológico

Se colocarán instalaciones de aireación primaria en el vertedero. En caso de que el nivel de agua del lago esté más alto que el nivel de captación proyectado, se aprovechará la carga excedente de manera eficaz ahorrando la cantidad del aire a introducir en el posterior tratamiento biológico.

Las instalaciones de tratamiento biológico tendrán adoptado el método de filtración por contacto de flujo descendiente, con una velocidad de filtración de 50m/día, y el material de contacto será de gravas de 5-10mm de diámetro. Se instalarán 6 depósitos con una capa de contacto de 150cm de espesor. El lavado se hará con el método retrolavado y neumático y la cantidad del aire será 5-10 veces mayor que la cantidad del agua cruda. El agua del lavado de los filtros de contacto será evacuada directamente fuera de la planta.

b. Instalaciones de floculación y dosis de productos químicos

Las instalaciones de floculación están compuestas de un cuarto de inyección de productos químicos que cuenta con un mezclador de líquidos químicos y sirve también para guardar los productos químicos, un mezclador rápido (depósito mezclador) y un floculador. El mezclador rápido será de tipo cascada y el floculador será de tipo serpenteo horizontal para aumentar el tamaño de los flóculos. En el momento de la limpieza el agua se desviará a un canal by-pass.

Cuadro 2-1-3 Ratio de inyección

Producto químico		Ratio de inyección (mg/L)		
		Máximo	Mínimo	Promedio
Sulfato de aluminio		80	10	50
Soda cáustica		10	2	3
Cloro	Pre-cloración	7	1	3
	Cloración intermedia	5	1	2
	Posto-cloración	1	0,3	0,5

### c. Sedimentador

Será un sedimentador con tablas inclinadas de corrientes ascendentes. Teniendo en cuenta necesidades de limpieza, revisión y reparación, se dispondrán dos sedimentadores. El lodo del sedimentador se descargará una vez esté vacío el sedimentador. El agua encima del lodo se descargará directamente fuera del terreno y el lodo inferior se descargará bajo gravedad para ser secado al sol. La limpieza se hará manualmente.

### d. Filtro rápido

Las partículas suspendidas que hayan pasado el filtro, en el proceso de filtración rápida se eliminarán por la precipitación por la gravedad antes de llegar a la superficie del material filtrante y se eliminarán del agua tratada siendo pegadas a la superficie del material filtrante. El material filtrante será arena y Antracita o sólo arena. La velocidad de filtración será de 150m/día por una filtración rápida con control de entrada de agua bajo la gravedad.

Las instalaciones se componen de 6 depósitos y el mecanismo del lavado de la arena filtrante será el lavado superficial con agua (método de bombeo de lavado superficial) y el retrolavado (método de depósito de retrolavado). El agua del lavado del filtro rápido será descargada directamente fuera del terreno. Las válvulas de control se abrirán y cerrarán manualmente.

### e. Deposito de agua tratada

Será instalado para ajustar la variación entre el volumen de agua filtrada y el volumen de agua enviada. Teniendo en cuenta las condiciones de la energía eléctrica, tendrá una capacidad para 2 horas del volumen de agua tratada. Por la conveniencia del lavado, se contarán 2 depósitos.

Cuadro 2-1-4 Resumen de principales instalaciones

Nombre de instalaciones		Dimensiones	Cantidad	Observaciones
Vertedero		8,7m × 10,0m × 2 lados	1 depósito	Sirve también para la aireación.
Filtro por contacto biológico		5,0m × 7,0m 35 m <sup>2</sup>	6 depósitos	Velocidad de filtración: 60m/día
Mezclador		Tipo cascada	1 depósito	Perteneciente a la entrada del floculador
Floculador		4,0m × 37,4m × 1,7 m	1 depósito	Tipo serpenteo horizontal, con conducto de By-pass
Sedimentador de productos químicos		5,3m × 14,75m × 3,0m	2 depósitos	Tipo plato inclinado con corriente ascendente
Filtro rápido		4,2m × 3,1m × 13,02m <sup>2</sup>	6 depósitos	Velocidad de filtración: 159m/día
Depósito de agua tratada		10,0m × 15,0m × 2,5m	2 depósitos	375m <sup>3</sup>
Cuarto de bomba		7,0m × 13,0m Edificio de una sola planta	1 caseta	
Equipamiento de bomba		Para el lavado superficial, retrolavado, cloración	1 juego	
Instalaciones secundarias	Lecho de secado al sol	5,5m × 12,0m × 1,0m	4 depósitos	
	Edificio administrativo	13,0m × 20,0m Una sola planta	Uno de cada	

	Edificaciones	Cuarto de cloro, cuarto de panel de entrada eléctrica, cuarto de ventiladores		
	Inyector de producto químico	Sulfato de aluminio	1 juego	El cuarto de productos químicos pertenece al floculador.
	Inyector de producto químico	Cloración previa, intermedia y posterior	1 juego	
	Depósito de agua cruda	4,0m × 10,0m × 4,0m	1 depósito	Para el retrolavado del filtro por contacto biológico
	Depósito de retrolavado	4,0m × 6,0m × 4,0m	1 depósito	Para el retrolavado del filtro rápido

#### 4) Instalaciones de tanques de distribución de agua

Para la ciudad de Arenillas se construirá un tanque medio subterráneo dentro de la planta de tratamiento existente. Juzgamos que los 5 tanques existentes (capacidad: 660m<sup>3</sup>) podrán seguir sirviendo, por lo que la capacidad del tanque proyectado será de 500m<sup>3</sup>.

El sistema de distribución de agua existente en Huaquillas no tiene tanque de distribución y presenta una baja presión de suministro, por lo que se solicitó y planificó la construcción de tanques elevados en 4 lugares en la ciudad. La zona objeto del abastecimiento de agua en la ciudad de Huaquillas presenta una topografía plana con una altitud que varía de 5m a 12m y carece de lugares apropiados para construir tanques colocados en el suelo.

Por esta razón, como método de distribución de agua se dan opciones de tanque elevado o tanque colocado sobre el suelo con bombeo. Con el fin de reducir el costo de operación, se seleccionó el método de tanque elevado. El tanque tendrá capacidad de 2.000 m<sup>3</sup> (500 m<sup>3</sup> × 4 unidades) aprox. para 8 horas del abastecimiento correspondiendo al caudal enviado de la presa de 70 l/s y el nivel LWL de 20m.

#### 5) Instalación de tubería de distribución en las ciudades

En la ciudad de Huaquillas se instalará una tubería principal de distribución de 500mm de diámetro desde el nuevo tanque de distribución arriba mencionado, paralelamente a la carretera Panamericana y se conectará con principales tuberías de distribución existentes. Debido a que en la ciudad es baja la presión de agua, se planeará un sistema de abastecimiento de agua con el tanque elevado. Para ejecutar dicho método, es necesario modificar el diseño a nivel de la tubería de distribución principal (tubería primaria). Por tanto, aunque la parte ecuatoriana se encargará de la rehabilitación de la tubería de distribución existente, la tubería de distribución principal será incluida en el presente Proyecto y el mejoramiento de la red de distribución existente (incluyendo instalaciones de suministro de agua como los tubos de suministro de agua y medidores de agua) será ejecutado a cargo de la parte ecuatoriana.

El sistema de distribución de agua en la ciudad de Arenillas tiene adoptado un método en que se distribuye el agua en las zonas del servicio mediante 16 tuberías de distribución principales que vienen directamente del tanque de distribución. El nuevo tanque de distribución, una vez conectado con el tanque existente, distribuirá el agua en las zonas del servicio mediante la tubería de distribución. El mejoramiento de la red de

distribución en la ciudad, puesto que el Municipio ya tiene trazado un plan de mejoramiento y solicitado el presupuesto correspondiente al Gobierno Central a través de la Provincia, será a cargo de la parte ecuatoriana.

(2) Revisión del concepto básico

El estudio de diseño básico del 1<sup>er</sup> año fue ejecutado de acuerdo con los resultados del estudio preliminar y como consecuencia del presente estudio se ha revelado que hay errores en la altitud del lugar previsto para la construcción de planta de tratamiento y que existen problemas en la calidad de agua de la presa, por tanto se hizo comparación de dos ideas: el plan básico inicial y una alternativa (captación en el río y cambio del lugar para la construcción de nueva planta de tratamiento).

Primero se analizó la ubicación de toma de agua y luego el contenido de las instalaciones de abastecimiento de agua a modificar dependiendo de dicha ubicación. Cada una de las ideas fue resumida mediante el estudio local y el análisis posterior en Japón y una misión visitó nuevamente Ecuador para exhibir y explicar lo resumido al gobierno del país receptor. En Ecuador, las autoridades concernientes de la Provincia, Empresa de desarrollo provincial y ambos municipios tras deliberar y analizar al respecto, solicitaron la adopción de la alternativa. Bajo tal circunstancia, se emprendió el estudio de diseño básico del 2º año. El resumen del plan básico y la alternativa se presenta en el cuadro 2-1-5 y la fig. 2-1-3.

Cuadro 2-1-5 Análisis del lugar de captación

Lugar de captación	Plan básico (Alternativa 1) Tubo de descarga de la presa Tahuín	Alternativa 2 Cerca de la captación existente de Arenillas
Propósito del plan	Es un plan basado en la solicitud. Aprovecha eficazmente la energía potencial del agua depositada en la presa ubicada a una elevada altitud. Captar directamente el agua depositada de la presa y construir una planta de tratamiento en la ruta de conducción a 11km curso debajo de la boca toma. Enviar el agua tratada bajo la gravedad al tanque elevado de Huaquillas y por una bomba impulsora al tanque de Arenillas.	Captar el agua del río cuya calidad de agua esté mejorada mediante una purificación del río, cerca de la captación existente de Arenillas y construir una planta de tratamiento en un lugar apropiado y adyacente. El agua tratada será enviada con el mismo método aplicado a la alternativa 1 y el plan de instalaciones contempla una misma presión de agua para ambos municipios. Todo el envío de agua será ejecutado bajo la gravedad.
Método de tratamiento de agua	Introducir un tratamiento biológico antes del filtro rápido. El tratamiento biológico consiste en una aireación por contacto y se hará la filtración en medio de la aireación. El método de filtración rápida es el mismo en las dos alternativas.	Se adopta el método de filtración rápida. El método de filtración lenta como alternativa necesita una sedimentación contra alta turbiedad en las épocas de lluvias y también una filtración gruesa en caso de que alta turbiedad continúe por largo tiempo. (El filtro lento existente queda obstruido en 2-3 días en las épocas de lluvias y en 10-15 días en las épocas secas.) Por esta razón se requiere una gran superficie incluyendo la de filtro lento. Por tanto aquí se adopta el método de filtración rápida.
	Con el fin de oxidar el nitrógeno amoníaco y el manganeso, se hará una cloración previa e intermedia. El filtro rápido tendrá doble capa de filtración para reducir la obstrucción en el filtro de arena causada por el plankton vegetal.	

Selección de lugar de captación	Aprovechar el tubo de descarga existente de la presa de Tahuín	Se capta el agua del canal de riego agrícola (canal de riego bifurcada del río Arenillas) que es el lugar de captación de la planta de tratamiento existente de Arenillas por las siguientes razones: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Debido a que el nivel de agua es más estable que la captación del río natural, no es necesario construir un dique de captación.</li> <li>● Debido a que se cuenta con una profundidad y estructura apropiada, es fácil instalar un tubo de succión para la captación.</li> </ul>
Método de captación/ Instalaciones de captación	Puesto que es fácil construir instalaciones de captación, se captará del tubo T de bifurcación (abrazadera con brida) instalado en el tubo de descarga.	Se adoptará la misma forma que las instalaciones y equipamiento de captación existentes y se instalará una bomba de captación. <ul style="list-style-type: none"> <li>● Instalar un tubo de succión en el canal de riego y bombear mediante una bomba de captación instalada en el nuevo cuarto de bomba.</li> </ul> Caudal de captación: 110 l/s (= 6,6m <sup>3</sup> /min.) Carga hidrostática real: Vertedero+79,50m – Nivel de captación +30,00m = 49,50m Pérdida de carga en la tubería: $\phi$ 450mm x 800mm = 1,38m Pérdida de carga alrededor de la bomba: = 3,12m Carga hidrostática total: = 54,00m
Calidad de agua en el lugar de captación	El agua descargada tiene olor a moho y de hidrógeno sulfúrico y contiene 1,0 ppm de nitrógeno amoníaco y 1mg/l máx. de manganeso resuelto.	Se ha eliminado el olor. En comparación con la alternativa 1, el contenido del nitrógeno amoníaco ha reducido en una 1/3 parte, el manganeso resuelto a la mitad y pH a 7,1 bajando en 0,4. Además el hidrógeno sulfúrico ha desaparecido y se supone que se contiene el oxígeno resuelto.
Calidad de agua cruda	En el área recolectora de agua de la presa de Tahuín existe bastante cantidad de comunidades, por tanto hay que tener cuidado con la futura tendencia, pero un proyecto de preservación del agua del lago de la presa está en marcha.	Además de la preservación de la futura calidad de agua del lago de la presa, es necesario tomar medidas contra la entrada de aguas residuales de las comunidades ubicadas entre la presa y el lugar de captación.
Lugar previsto para la planta de tratamiento	Es un lugar propuesto por la misión de estudio preliminar o el país receptor.	En la orilla opuesta de la planta de la planta de tratamiento existente y la captación existente del río Arenillas existe un lugar apto desde el punto de vista de la altitud y la superficie, por lo que será considerado.
Nivel de agua de la planta de tratamiento proyectado	Nivel de agua del vertedero: +82,000m Depósito de agua tratada LWL: +74,300m	Nivel de agua del vertedero: +79,50m Depósito de agua tratada LWL: +73,00m Es un nivel de agua igual que el nivel de agua recibida en los tanques de Huaquillas en la alternativa 1.

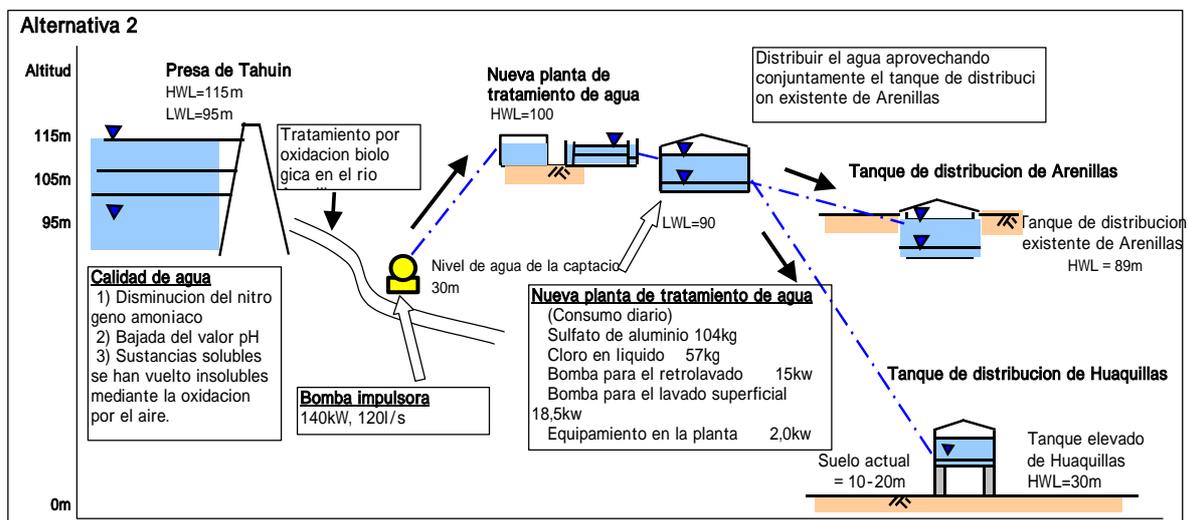
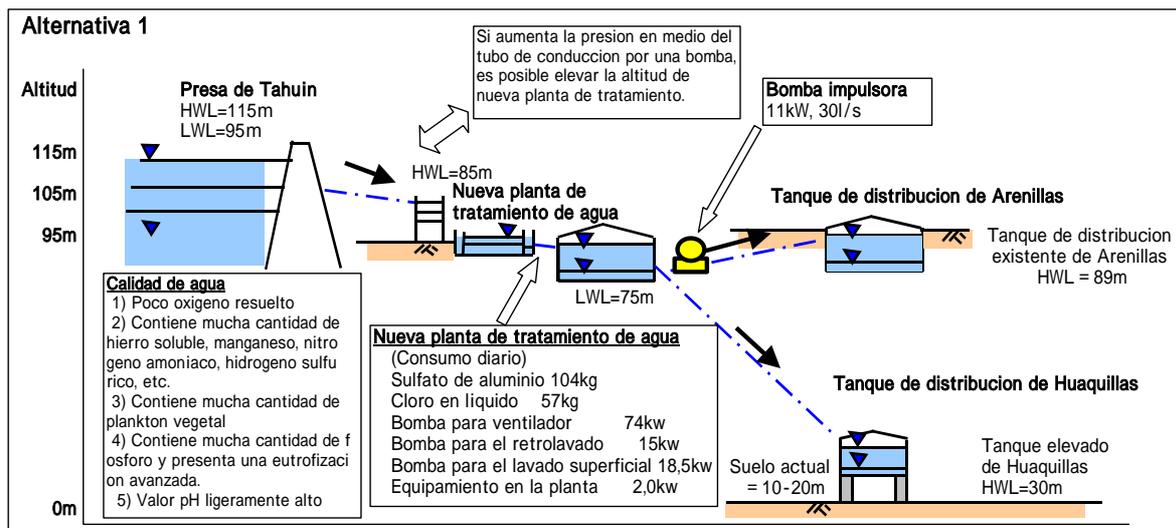


Fig. 2-1-3 Resumen de las instalaciones de abastecimiento de agua en la altitud de captación

Como consecuencia del estudio de diseño básico del 2º año, el concepto básico definitivo del presente Proyecto es el siguiente: Construir instalaciones de captación en el río Arenillas que será nueva fuente de agua, instalar tubos de conducción desde la obra de captación, construir una planta de tratamiento, tanques de distribución para ambos municipios. Instalar líneas de impulsión de la planta de tratamiento a los tanques y rehabilitar una parte de la tubería de distribución principal.

Cuadro 2-1-6 Concepto básico definitivo del Proyecto

Ítem	Contenido de instalaciones	Concepto básico	Resultados
Fuente de agua	Obra de captación de agua	Captar el agua cruda del río Arenillas (110 l/s)	Asegurar un caudal en la fuente de agua
Estación de bomba, conducción	Conducción desde el lugar de captación en el río hasta la nueva planta de tratamiento	Instalar 5 bombas (3 bombas nuevas y 2 bombas existentes) de 45kw, y instalar tubos DIP de 300mm de diámetro en 270m.	Asegurar un caudal y estabilizar el abastecimiento de agua
Planta de tratamiento	Floculación, sedimentador, filtro rápido	Adoptar óptimo método de tratamiento para purificar la calidad de agua del río Arenillas. Capacidad de la planta (100 l/s)	Obtener un agua higiénica.
(Instalaciones de impulsión y distribución en Arenillas) Tanque de distribución Instalaciones de impulsión (Red de distribución)	Ampliación de tanque de distribución Bomba impulsora, líneas de impulsión entre la planta de tratamiento y el tanque de distribución (Aprovechar la tubería de distribución existente)	Construir un tanque rectangular de 500m <sup>3</sup> dentro del tanque de distribución existente, instalar 2 bombas de 15kw y tubos PVC de 250mm de diámetro en 1.180m. (La rehabilitación de la red de distribución será ejecutada por la parte ecuatoriana.)	Estabilización de la distribución de agua. Enviar el agua tratada.  Reducir fugas de agua Abastecimiento de agua estable
(Instalaciones de impulsión y distribución en Huaquillas) Tanque de distribución Instalaciones de impulsión (Red de distribución)	Construcción de tanque de distribución Instalar tubería de distribución principal en la línea de distribución existente proveniente del tanque. (Aprovechar la tubería de distribución existente)	Construir 2 tanques de 1.800m <sup>3</sup> Instalar tubos DIP de 500mm de diámetro en 19.860m, Instalar tubos DIP y PVC de 250-500mm de diámetro en 5.020m y conectarlos con la tubería existente. (La rehabilitación de la red de distribución será ejecutada por la parte ecuatoriana.)	Aumento de la presión de agua y ajuste del caudal en las horas pico Mejoramiento de la presión de agua y abastecimiento de agua estable Reducir fugas de agua Abastecimiento de agua estable

El presente Proyecto contempla construir las instalaciones de abastecimiento de agua indicadas en el concepto básico con el fin de lograr los objetivos arriba mencionados. Mediante esto, ambos municipios podrán abastecer de un agua higiénico durante las 24 horas de manera estable, lo que permitirá mejorar el ambiente de la vida. Por consiguiente, como proyecto de cooperación se construirán instalaciones de captación, planta de tratamiento y tanques de distribución de agua y se instalarán tuberías de impulsión y distribución de agua.

## **2-2 Diseño Básico del Proyecto Objeto de la Cooperación**

### **2-2-1 Lineamiento sobre el diseño**

#### **2-2-1-1 Lineamiento básico**

##### 1) Alcance del objeto de la cooperación

La zona objeto de la cooperación son los Municipios de Huaquillas y Arenillas. El Municipio de Chacra y el Municipio de Aguas Verdes ubicado en la frontera peruana serán excluidos teniendo en cuenta la magnitud apropiada del Proyecto.

##### 2) Selección de sitios

Para las instalaciones de captación de agua, aunque están obsoletas las instalaciones existentes, pero pueden atender al aumento del caudal bombeado con la instalación de una bomba impulsora, por tanto estas serán aprovechadas.

El lugar previsto para la construcción de planta de tratamiento de agua era inicialmente una colina ubicada a 2km al sur del suburbio del Municipio de Arenillas, pero después de una medición topográfica se determinó que faltaba la altitud como para una planta de tratamiento y al adoptar una fuente de agua en el río, quedó inapropiado como lugar de construcción y fue excluido del objeto. Cuando una planta de tratamiento tenga fuente de agua está en un río, es recomendable que esté ubicada en colinas alrededor del río, por tanto se seleccionaron 2 lugares candidatos en ambas orillas de un río cercano a la boca toma existente y se hizo estudios de condiciones naturales y exploración de campo. El resumen de los dos lugares candidatos es el siguiente.

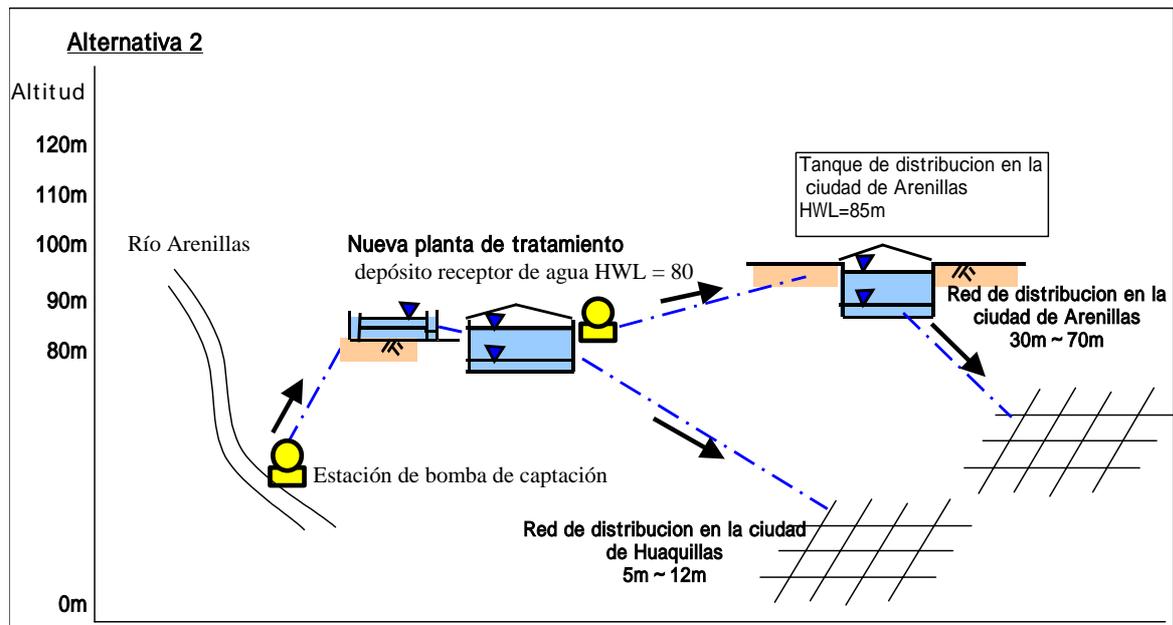
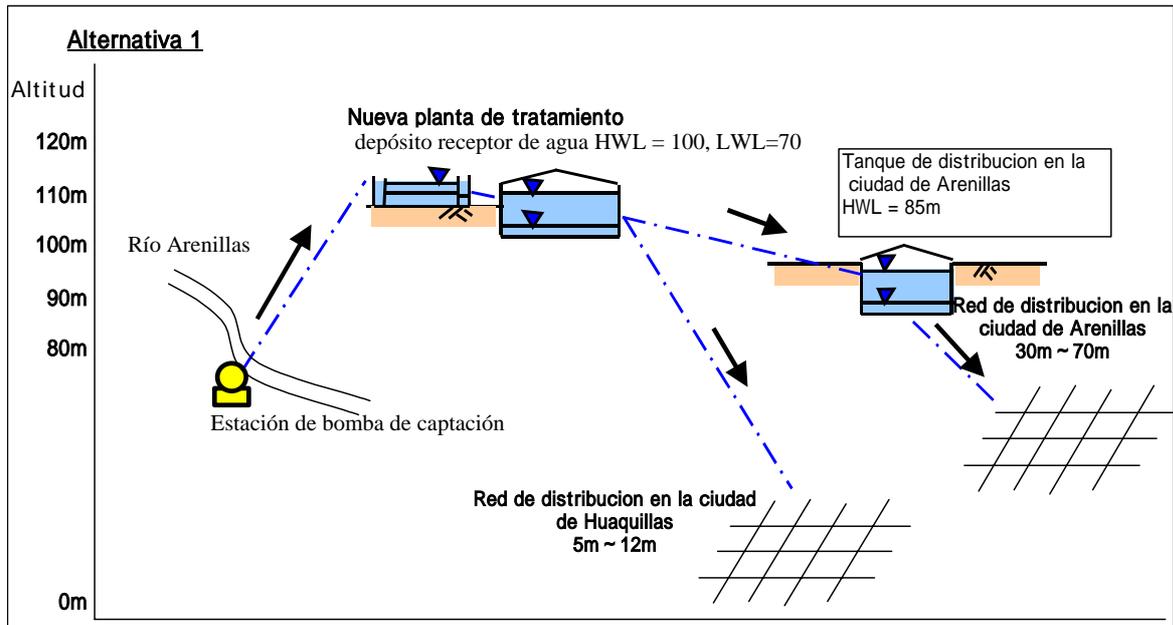


Fig. 2-2-1 Lugares previstos para la planta de tratamiento y resumen de instalaciones de abastecimiento de agua

Cuadro 2-2-1 Comparación de los lugares candidatos

Ítems a comparar	Alternativa 1 (candidato 1)	Alternativa 2 (candidato 2)
Ubicación	Orilla derecha del río Arenillas	Orilla izquierda del río Arenillas
Altitud	+90m - +130m	+80m - +90m
Topografía	Pendiente pronunciada del 20%	Pendiente suave del 10%
Geología de alrededor	Muchas grandes piedras clásticas como los cantos rodados	Tierra mezclada con piedras clásticas consolidadas
Acceso	No hay vías de acceso existentes (Es necesario construir una vía de acceso bastante larga.)	Muy cerca de la carretera Panamericana (Hay un camino angosto al sitio de la construcción de planta de tratamiento.)

Desarrollo de terreno, excavación, terraplén, disposición de instalaciones, trabajabilidad, costo de la obra, etc.	Es necesaria una obra de retención de tierra de gran magnitud. (Para la racionalidad y economía hidrológica)	Una cantidad apropiada de movimiento de tierra (El desnivel en la disposición de las instalaciones (pendiente hidrológica) tiene coherencia con la actual pendiente de la superficie de la tierra.)
Acceso de la tubería Tubería de impulsión en la ciudad de Arenillas Tubería de distribución en la ciudad de Huaquillas	Es necesario cruzar el río Arenillas. La extensión de la tubería es mayor que la de la alternativa 2.	No es necesario cruzar el río. La extensión de la tubería es menor que la de la alternativa 1.
Juicio	×	

Se seleccionó el lugar del mismo lado de las instalaciones de captación, es decir, la orilla izquierda del río Arenillas. Aunque existe algún problema en cuanto a la altitud, la tubería no tiene que cruzar el río, el volumen de la obra de tierra es menos debido a que la topografía no es abrupta y es conveniente para la instalación de tubería de impulsión ya que está cerca del Municipio de Huaquillas; son las razones de la selección.

En el análisis realizado en Japón después de terminado el estudio de diseño básico del 1<sup>er</sup> año, se hizo una comparación entre el plan básico y la alternativa en cuanto al contenido de las instalaciones, el costo de construcción de las mismas y el costo de operación, mantenimiento y administración. En ese momento no estaba definida la ubicación de las instalaciones de captación y la planta de tratamiento, por tanto se hizo la comparación suponiendo un lugar para la construcción. Los resultados de la comparación fueron explicados a las autoridades concernientes del gobierno receptor. El gobierno receptor solicitó a la parte japonesa la alternativa que consideraba el agua del río como fuente. En respuesta a esto, se hizo un estudio de diseño básico del 2<sup>o</sup> año para re-estudiar la parte faltante y trazar el plan con mayor exactitud. Por consiguiente, agregando los resultados de este estudio a la idea trazada inicialmente suponiendo la captación en el río está formada la presente alternativa.

La calidad del agua de la boca toma de la presa presenta las siguientes características como se menciona anteriormente.

- \* Contiene poco oxígeno resuelto.
- \* Contiene gran cantidad de hierro soluble, manganeso, nitrógeno amoníaco, hidrógeno sulfúrico, etc.
- \* Contiene gran cantidad de plankton vegetal.
- \* Alto contenido de fósforo y avanzada eutrofización
- \* Valor pH un poco alto

Por otra parte, la calidad de agua del río a 10km río abajo de la boca toma presenta los siguientes cambios debido al contacto con el aire causado por la descarga forzosa de la presa y también a los efectos del tratamiento de oxidación biológica en el fondo del río (auto purificación del río).

- \* Baja el contenido de nitrógeno amoníaco e hidrógeno sulfúrico.
- \* Baja el valor pH.
- \* Sustancias solubles se vuelven a insolubles debido a la oxidación por el aire.

Al adoptar la captación en el río, ya no son necesarias las instalaciones de aireación preliminar y de tratamiento biológico, por lo que hace falta analizar la modificación del sistema de tratamiento en la planta y la ubicación de

la misma.

Respecto a los tanques de distribución, se planearon 4 tanques elevados en la ciudad de Huaquillas en el plan básico inicial, pero según los resultados del estudio geológico y la estructura antisísmica aumenta el costo de construcción, por tanto fueron excluidos del objeto. Como nuevos lugares para la construcción se consideraron 3: un lugar dentro del terreno de la planta de tratamiento, un lugar a 15,5km del Municipio de Huaquillas y un lugar dentro del sector de distribución de agua, y se hizo comparación y análisis de los 3 lugares. Como se presentan los resultados en el siguiente cuadro, fue elegido un lugar para la construcción de nuevo tanque de distribución dentro del terreno de la planta de tratamiento, puesto que el costo de obra es más bajo y la operación y mantenimiento es más fácil.

Cuadro 2-2-2 Análisis de la ubicación del tanque de distribución de agua

Ítem	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Ubicación	Dentro de la planta de tratamiento	Un lugar intermedio	Dentro de la zona del servicio
Punto clave de la alternativa	Simplicidad	Reducir el diámetro de la tubería en el curso alto	Deducir el diámetro de la toda la red de distribución
Costo de construcción del tanque de distribución	Bajo	Medio	Alto (tanque elevado)
Costo de instalación de tubería de distribución	Alto	Medio	Bajo (con pequeño diámetro)
Para la selección del lugar	No hay problemas.	Hay que tener en cuenta la gradiente hidráulica en los cursos bajo y altos. Por falta de planos topográficos confiables, será difícil la selección. Estará bastante alejado de la Carretera Panamericana.	No hay problemas.
Pérdida de la carga en el momento del abastecimiento	Más ventajosa que otras alternativas	Se produce una pérdida de carga en el control de la entrada de agua.	Se produce una pérdida de carga en el control de la entrada de agua.
Manejo, mantenimiento y reparación	Es recomendable instalar una válvula reductora en el curso más bajo.	Hay muchos puntos de control.	Se requiere frecuente mantenimiento y reparación de la estructura.
Confiabilidad y seguridad			Un tanque elevado de gran capacidad da una sensación imponente y poco tranquilizadora. Hace falta una precisión en la obra.
Juicio		×	×

### 3) Lineamiento para establecer el marco fundamental

Los lineamientos básicos para establecer un marco principal son: Seguir usando las instalaciones existentes eficazmente, construir instalaciones que sean fáciles de operar, mantener y administrar con bajo costo, ser un proyecto dentro del marco de la cooperación financiera no reembolsable e incluir también un apoyo técnico sobre la operación, mantenimiento y administración de instalaciones de servicio de agua potable. Puesto que se prevé una renovación y mejoramiento de la red de distribución de agua por la parte ecuatoriana en paralelo a la ejecución del presente Proyecto, se elaborará un plan de impulsión y distribución de agua teniendo en cuenta las

conexiones con la tubería de distribución existente y la renovación de la red de distribución por la parte ecuatoriana.

#### 4) Abastecimiento de agua específico y plan de abastecimiento de agua

##### Abastecimiento de agua específico

Para establecer un abastecimiento de agua específico que será la base del plan de servicio de agua potable, se hizo una estimación de la población de cada año aprovechando los resultados de censos (según el cuadro 2-1: Porcentaje de crecimiento poblacional) y se adoptó como consumo de agua individual diario el valor de 150L/persona/día, cifra de Machara, capital provincial. El porcentaje de efectividad y el de carga son el 80% y el 110% respectivamente.

Cuadro 2-2-3 Porcentaje del aumento poblacional de las zonas objeto

Zona	Población en 2001	Crecimiento
Ciudad de Huaquillas	40.285	~ 2010: 3,4% 2010 ~ : 3,0%
Ciudad de Arenillas	14.318	2.5%

##### Huaquillas

No.		Unidad	2004	2008	2010	2015	2020
1	Población	habitantes	44.665	51.056	54.587	63.281	71.597
2	Consumo de agua individual diario	L/persona/día	100	150	150	150	150
3	Adición del consumo de agua industrial y comercial		0	0	0	0	0
4	2+3		100	150	150	150	150
5	Porcentaje de efectividad	%	50	70	70	80	85
6	Porcentaje de carga	%	1	1,1	1,1	1,1	1,1
7	Consumo máximo de agua individual diario	L/persona/día	220	236	220	206	194
8	Suministro de agua máximo diario	m <sup>3</sup> /día	7.100	9.327	10.208	12.073	13.377
9	Suministro de agua máximo diario	L/s	82	108	118	140	174
10	Capacidad del tanque de distribución (8 horas)		2.769	3.193	3.335	3.718	4.145

##### Arenillas

No.		Unidad	2004	2008	2010	2015	2020
1	Población	habitantes	15.183	16.759	17.608	19.921	22.539
2	Consumo de agua individual diario	L/persona/día	150	150	150	150	150
3	Adición del consumo de agua industrial y comercial		0	0	0	0	0
4	2+3		150	150	150	150	150
5	Porcentaje de efectividad	%	50	70	75	80	85
6	Porcentaje de carga	%	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
7	Consumo máximo de agua individual diario	L/persona/día	330	236	220	206	194
8	Suministro de agua máximo diario	m <sup>3</sup> /día	4.259	3.506	3.583	3.955	4.375
9	Suministro de agua máximo diario	L/s	49	41	41	46	51
10	Capacidad del tanque de distribución (8 horas)	m <sup>3</sup>	1.044	1.152	1.304	1.475	1.669
11	Tanque de distribución existente	m <sup>3</sup>	660	390	390	390	390
12	Tanque de distribución proyectado	m <sup>3</sup>		762	914	1.085	1.279

### Volumen de suministro de agua proyectado

Ambas ciudades tienen una población de 15.000 habitantes y 45.000 habitantes respectivamente y un clima caluroso, por lo que corresponden al criterio nacional de 200-230 (L/persona/día). Sin embargo, después de un análisis teniendo en cuenta que la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Machala (EMAPA-M) tiene adoptado 150 L/persona/día como promedio del consumo de agua, este valor se adoptará también en este Proyecto. Para las casas no conectadas al servicio y que reciben agua de camiones cisternas, el volumen de abastecimiento de agua se calculará como el 25% del volumen abastecido en las casas conectadas. El promedio del abastecimiento diario proyectado y el abastecimiento diario máximo proyectado son los siguientes:

$\text{Promedio del abastecimiento diario proyectado} = \text{Población proyectada} \times \text{Consumo/persona/día proyectado}$
$\text{Abastecimiento diario máximo proyectado} = \text{Promedio del abastecimiento diario proyectado} \times \% \text{ de efectividad} \times \% \text{ de carga}$

Cuadro 2-2-4 Abastecimiento de agua específico (Según las normas ecuatorianas)

Población servida	Clima	Abastecimiento de agua específico (L/persona/día)
Menos de 5.000 habitantes	Frío	120 ~ 150
	Templado	130 ~ 160
	Caluroso	170 ~ 200
5.001-50.000 habitantes	Frío	180 ~ 200
	Templado	190 ~ 220
	Caluroso	200 ~ 230
Más de 50.001 habitantes	Frío	Más de 200
	Templado	Más de 220
	Caluroso	Más de 230

### Plan de abastecimiento de agua

El año objetivo para trazar un plan de abastecimiento de agua será generalmente dentro de 15-20 años más y el "Rediseño" también tiene el año objetivo para 2025. Pero, teniendo en cuenta los resultados del estudio preliminar y el alcance de la cooperación, el año objetivo será el año 2008, cuando finalice la construcción de las instalaciones del Proyecto.

Como condición básica para establecer un pronóstico de demanda de agua y un volumen de suministro proyectado en las ciudades de Huaquillas y Arenillas, se estima que el porcentaje de conexión (2004) sea del 63% en Huaquillas y el 80% en Arenillas, el porcentaje de efectividad proveniente de las fugas de agua, el 50% y ambos porcentajes vayan mejorando gradualmente mediante la renovación de la tubería de distribución y las obras de mejoramiento por la parte ecuatoriana. El pronóstico de demanda de agua y el volumen de suministro proyectado en las ciudades de Huaquillas y Arenillas se presentan en los cuadros 2-2-5.

Cuadro 2-2-5 Pronóstico de demanda de agua y volumen de suministro proyectado en la ciudad de Huaquillas y Arenillas

Huaquillas

No.		Unidad	2004	2008	2010	2015	2020
1	Población	habitantes	44.665	51.056	54.587	63.281	71.597
2	Consumo de agua individual diario	L/persona/día	100	150	150	150	150
3	Adición del consumo de agua industrial y comercial		0	0	0	0	0
4	2+3		100	150	150	150	150
5	Porcentaje de efectividad	%	50	70	70	80	85
6	Porcentaje de carga	%	1	1,1	1,1	1,1	1,1
7	Consumo máximo de agua individual diario	L/persona/día	220	236	220	206	194
8	Suministro de agua máximo diario	m <sup>3</sup> /día	7.100	9.327	10.208	12.073	13.377
9	Suministro de agua máximo diario	L/s	82	108	118	140	174
10	Capacidad del tanque de distribución (8 horas)		2.769	3.193	3.335	3.718	4.145

Arenillas

No.		Unidad	2004	2008	2010	2015	2020
1	Población	habitantes	15.183	16.759	17.608	19.921	22.539
2	Consumo de agua individual diario	L/persona/día	150	150	150	150	150
3	Adición del consumo de agua industrial y comercial		0	0	0	0	0
4	2+3		150	150	150	150	150
5	Porcentaje de efectividad	%	50	70	75	80	85
6	Porcentaje de carga	%	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
7	Consumo máximo de agua individual diario	L/persona/día	330	236	220	206	194
8	Suministro de agua máximo diario	m <sup>3</sup> /día	4.259	3.506	3.583	3.955	4.375
9	Suministro de agua máximo diario	L/s	49	41	41	46	51
10	Capacidad del tanque de distribución (8 horas)	m <sup>3</sup>	1.044	1.152	1.304	1.475	1.669
11	Tanque de distribución existente	m <sup>3</sup>	660	390	390	390	390
12	Tanque de distribución proyectado	m <sup>3</sup>		762	914	1.085	1.279

Para el abastecimiento de agua seguirán en uso los pozos en la ciudad de Huaquillas, la obra de captación existente en la ciudad de Arenillas y también una fuente nueva a construir. Sin embargo, en la ciudad de Huaquillas los pozos pH1 y pH7, que presentan grandes problemas en la calidad e agua, serán considerados como pozos de reserva para la emergencia y básicamente trabajarán los 4 pozos con una profundidad del orden de 100m. En la ciudad de Arenillas se suspenderá la operación del filtro lento que no puede atender al aumento de la turbiedad en las épocas de lluvias y operará sólo el filtro rápido. El plan de producción en este caso se presenta en los cuadros 2-2-6.

Cuadro 2-2-6 Plan de producción en la ciudad de Huaquillas y Arenillas

Huaquillas

No.	Fuente de agua	2004	2008	2010	2015	2020
1	Proyecto	0	72	75	80	80
2	Pozos existentes	73	36	38	38	38
3	Pozos nuevos		0	5	22	22
4	Ampliación de la planta de tratamiento por la parte ecuatoriana					37

## Arenillas

No.	Fuente de agua	2004	2008	2010	2015	2020
1	Proyecto	0	28	25	20	20
2	Pozos existentes	50	12	22	26	30
3	Ampliación de la planta de tratamiento por la parte ecuatoriana					1

En la época de lluvias del año 2008 en que terminará la construcción en el Proyecto, de la producción de 100 L/s de la nueva planta de tratamiento se enviará 72 L/s a la ciudad de Huaquillas y 28 L/s a la ciudad de Arenillas. En la ciudad de Huaquillas continuará la producción de 36 L/s en los pozos existentes y en la ciudad de Arenillas producirá 12 L/s en la planta de tratamiento existente. Posteriormente con el aumento de la producción en las instalaciones existentes se atenderá la demanda creciente de agua. En la ciudad de Huaquillas se hará necesario según el estado de pozos, repararlos o construir nuevos pozos.

Así, con el uso conjunto de las fuentes de agua existentes la operación del sistema actual del Proyecto será factible el abastecimiento de agua hasta 2015. Será necesario que la parte ecuatoriana emprenda paralelamente el mejoramiento de eficiencia de la totalidad del sistema de abastecimiento de agua incluyendo la red de distribución, la reducción del volumen de agua no facturada, revidar los factores básicos de la demanda de agua y comenzar un estudio para la planificación de la ampliación de la planta de tratamiento a partir de 2015.

### **2-2-1-2 Lineamiento del diseño sobre las condiciones naturales**

Las zonas objeto del Proyecto tienen épocas secas y de lluvias. La precipitación en una época de lluvias es de 250-500mm y no es muy grande, pero debido a que llueven de manera concentrada, será necesario tomar medidas al respecto en las obras de captación y las líneas de conducción e impulsión. La ubicación de la instalación de la tubería será hacia la parte de montaña para reducir el peligro de que la tubería quede expuesta. La condición absoluta para la instalación será que se instale debajo de la línea de gradiente hidráulico correspondiente al volumen de agua proyectado.

Para la construcción de la planta de tratamiento, puesto que el terreno previsto es una colina, se aprovechará la pendiente natural del terreno para la disposición de las instalaciones, procurando tener coherencia con el plan de nivel de agua de otras instalaciones del tratamiento de agua, admitiendo condiciones naturales, reduciendo la cantidad de la obra de tierra como la excavación y recubrimiento, para bajar el costo de la obra básica. Debido a que Ecuador es un país sísmico con muchos volcanes activos, el diseño tiene que ser antisísmico.

### **2-2-1-3 Lineamiento de diseño sobre las condiciones socioeconómicas**

Las ciudades de Huaquillas y Arenillas están situadas a lo largo de la frontera con Perú y debido a largos conflictos de ambos países tienen infraestructura menos desarrollada en comparación con otras provincias y se encuentran en una situación difícil económicamente. Se tendrá en cuenta también la presencia de gran número de gente con bajo ingreso para hacer un diseño de instalaciones que cueste menos posible en la operación, mantenimiento y administración.

#### **2-2-1-4 Lineamiento sobre la operación, mantenimiento y administración**

Ambas ciudad no cuentan con suficiente número de personal técnico que trabaje en las instalaciones del servicio de agua potable y es deficiente la capacidad y experiencia en el mantenimiento y administración. Ante el diseño de las instalaciones, hay que procurar que sea lo más simple posible la operación, mantenimiento y administración e incluir un apoyo técnico durante y después de la construcción.

#### **2-2-1-5 Lineamiento sobre el nivel de instalaciones y equipos**

##### 1) Instalaciones

Todas las instalaciones tendrán uso duradero de ahora en adelante, por lo que el diseño procurará una operación, mantenimiento y administración simple. Asimismo los equipamientos no adoptarán instrumentos y fuerza motriz de última novedad.

##### Planta de tratamiento

Se analizará suficientemente la calidad de agua de las fuentes de agua para determinar un óptimo tratamiento. El costo de operación y de productos químicos relacionado con la captación e impulsión de agua será lo más económico posible.

##### Tanque de distribución

Se analizará suficientemente la futura división de bloques de distribución de agua y la tendencia creciente de población en cada área servida para determinar la ubicación y la capacidad del tanque.

##### Tubería de conducción e impulsión

Los tubos PVC y dúctiles serán determinados teniendo en cuenta no sólo el precio unitario del material sino también la economía y trabajabilidad incluyendo los tubos deformados. Puesto que la carretera Panamericana en el tramo Arenillas – Huaquillas tiene prevista una ampliación de dos carriles actuales a 4 carriles, el plan de tubería lo tendrá en cuenta.

##### 2) Equipos

Se seleccionarán equipos de manejo acostumbrado con piezas de repuesto cuyo pedido y reparación sea relativamente fácil, siendo en lo posible productos locales.

#### **2-2-1-6 Lineamiento sobre el periodo de la obra**

El periodo de la obra necesario para la construcción de las instalaciones será de 30 meses incluyendo el periodo de preparación. Debido a que el contenido de las instalaciones se compone de un solo paquete desde la obra de captación hasta la instalación de línea de distribución, será difícil ir completando instalaciones por fases divididas, razón por la cual será un proyecto financiado de bonos del Estado de 3 años.

## 2-2-2 Plan básico

### 2-2-2-1 Pronóstico de la demanda de agua y plan de suministro de agua

#### (1) Plan de total

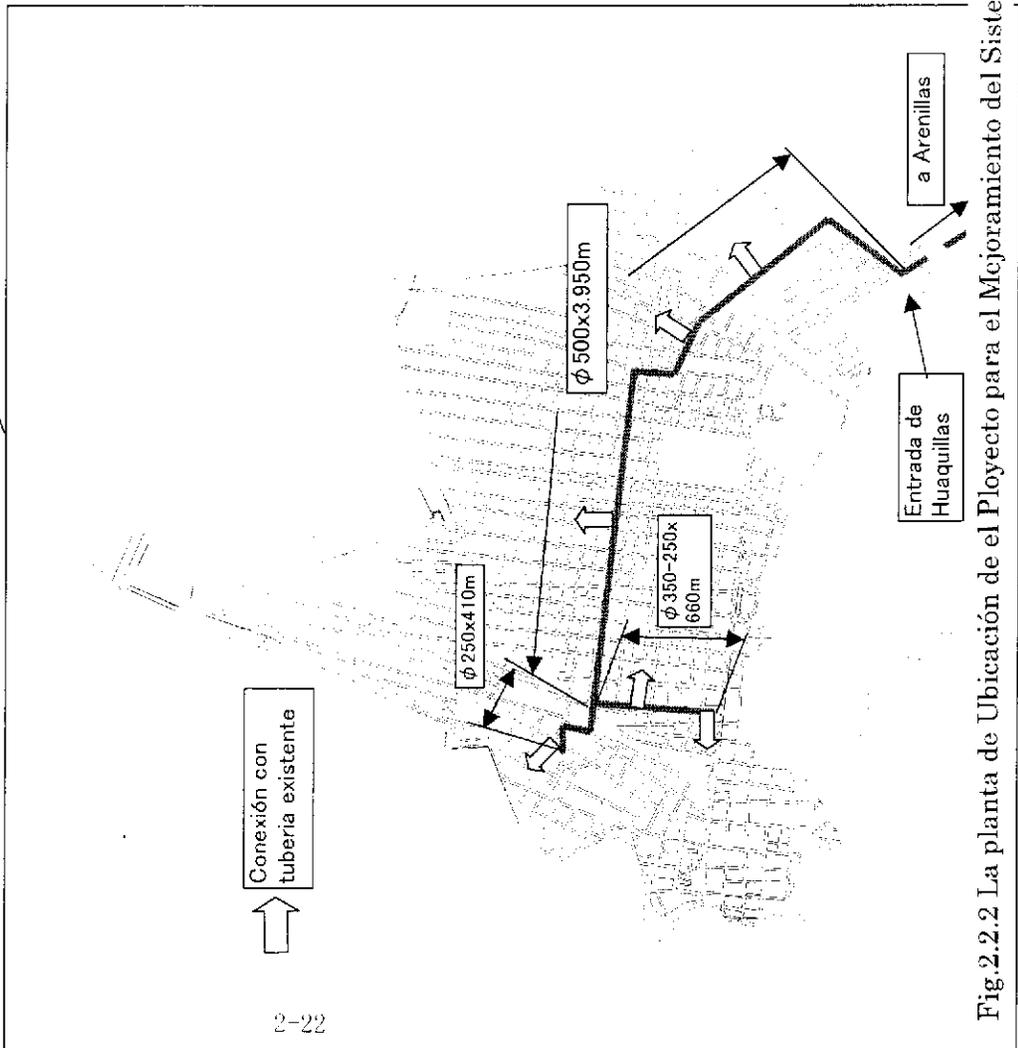
El plan de instalaciones de abastecimiento de agua contemplará como fuente de agua el río Arenillas cuya calidad de agua es estable. Se instalará una obra de captación en la orilla del río Arenillas y se construirán la línea de conducción hasta la planta de tratamiento e instalaciones de impulsión de agua, planta de tratamiento, línea de impulsión desde la planta de tratamiento hasta el tanque de distribución, tanque de distribución y la línea de distribución de agua.

Cuadro 2-2-7 Contenido de la solicitud y Resumen del proyecto

Ítem	Contenido solicitado por la parte ecuatoriana	Presente Proyecto
Año objetivo	2025	2008
Fuente de agua	Captación en la presa (350 l/s)	Captación en el río (110 l/s)
Instalaciones de captación	Sólo la boca toma y la conexión	Bomba 45kw x 3
Instalaciones de conducción	Presa – Planta de tratamiento 700mm, 10.785m, DIP	Río – Planta de tratamiento 300mm, 270m, DIP
Instalaciones de Impulsión	Planta de tratamiento – Bifurcación 700mm, 3.177m, DIP	Planta de tratamiento – Tanque de Arenillas 250mm, 1.180m, PVC
	Bifurcación-Tanque de Arenillas 450mm, 1.000m, DIP	
	Bifurcación-Tanques de Huaquillas 450mm, 21.000m, DIP	Sólo la conexión con el tanque del filtro
Planta de tratamiento	Instalaciones de aireación, floculación, sedimentador, filtro rápido, depósito de agua tratada	Tratamiento de floculación, sedimentador, filtro rápido
Tanque de distribución	Tanque de Arenillas 2.000m <sup>3</sup> x 1 unidad	Tanque de Arenillas 500m <sup>3</sup> x 1 unidad
	Tanques de Huaquillas Tanque elevado 500m <sup>3</sup> x 4 unidades	Tanques de Huaquillas Tanque colocado sobre el suelo 1.800m <sup>3</sup> x 2 unidades
Tubería de distribución principal	Municipio de Arenillas 63-350mm, 4.800m	Municipio de Arenillas Ejecución por la parte ecuatoriana
	Municipio de Huaquillas 63-350mm, 27.600m	Municipio de Huaquillas 500mm, 19.860m: DIP 250-500mm, 5.020m: PVC, DIP

# Ubicación de Planta de Tratamiento y Tubería del Proyecto

Ciudad de Huaquillas Población : 44.700



Ciudad de Arenillas Población : 15.200

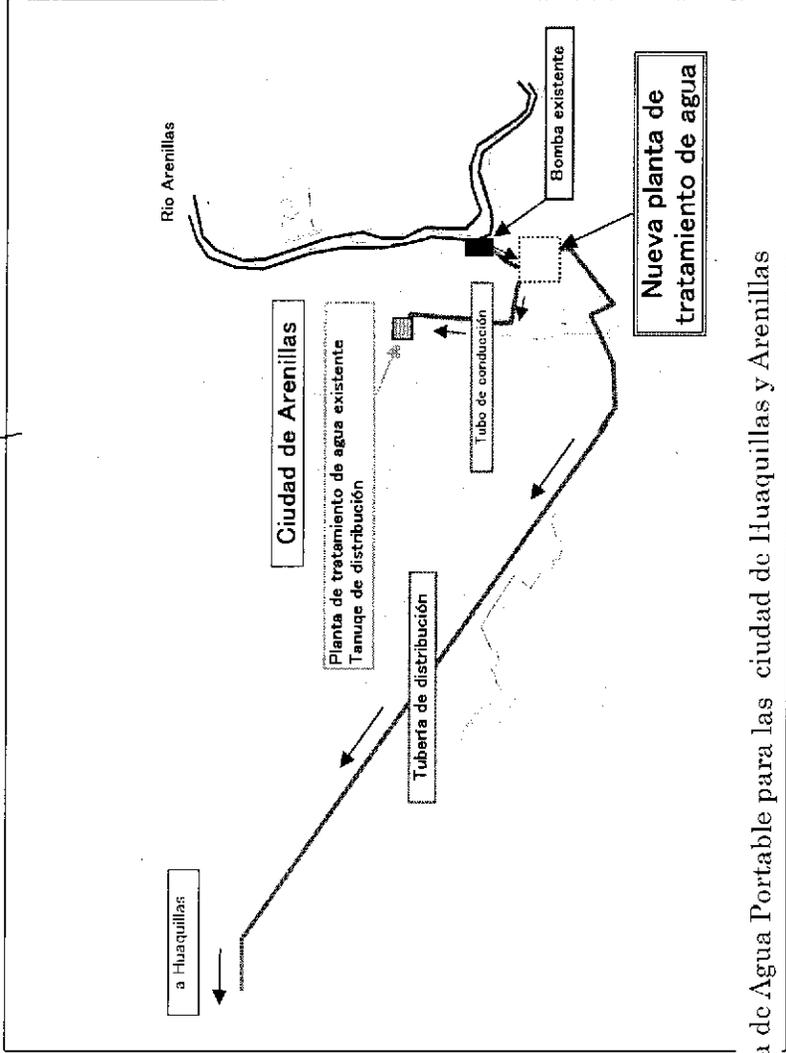


Fig.2.2.2 La planta de Ubicación de el Proyecto para el Mejoramiento del Sistema de Agua Portable para las ciudad de Huaquillas y Arenillas

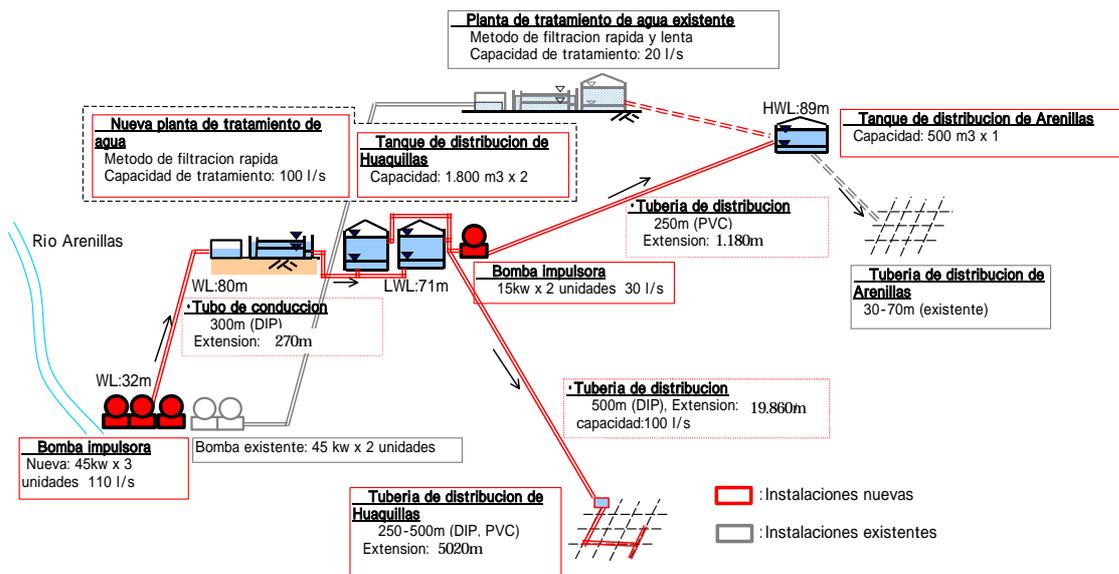


Figura 2-2-3 Esquema de totalidad del plan de las instalaciones

Los puntos modificados del contenido solicitado y el plan son los siguientes:

1) Año objetivo

Conforme a la magnitud de una cooperación financiera no reembolsable, el año objetivo será 2008.

2) Fuente de agua

Debido al deterioro de la calidad de agua de la presa, se adoptará el río como fuente de agua.

3) Instalaciones de captación

Aprovechando las instalaciones de captación existente ubicadas al lado del río, se instalará nueva bomba de captación.

4) Instalaciones de conducción

El cambio de la fuente de agua causó la modificación del lugar previsto para la construcción de planta de tratamiento, por lo que se ha acortado considerablemente la longitud de la instalación del tubo de conducción. Además, con el cambio del caudal de captación se adoptará tubería de un diámetro menor.

5) Instalaciones de impulsión de agua

La tubería de impulsión de la planta de tratamiento al Municipio de Arenillas será cambiada en su diámetro y la extensión a instalar, de acuerdo con la modificación de la ubicación de la planta de tratamiento y el caudal a impulsar.

6) Planta de tratamiento

Debido a la alteración en la calidad de agua de la fuente, se simplificará el método de tratamiento de agua (eliminación de instalaciones de aireación).

7) Tanque de distribución

Las dimensiones del tanque de distribución de Arenillas serán reducidas por aprovechar las

instalaciones existentes eficazmente.

Respecto a los tanques de distribución de Huaquillas, serán excluidos los tanques elevados para reducir el costo y se instalarán tanques colocados sobre el suelo. El lugar para la construcción será dentro de la planta de tratamiento teniendo en cuenta la presión de agua.

#### 8) Tubería de distribución principal

La rehabilitación de la tubería de distribución principal en el Municipio de Arenillas, una vez confirmada la magnitud de la cooperación financiera no reembolsable y el plan de ejecución de la parte ecuatoriana, pasará al cargo de la misma parte.

En el Municipio de Huaquillas, con el cambio del lugar del tanque de distribución, la gran modificación de la extensión de la tubería de distribución a instalar y la revocación de los tanques elevados, se hará la instalación de la tubería primaria en la ciudad.

#### (2) Plan de instalaciones

##### 1) Obra de captación

La fuente de agua será el río Arenillas y se construirá una obra de captación en la actual caseta de bomba y una estación de bomba para enviar el agua hasta la planta de tratamiento. El volumen de captación proyectado y el volumen de conducción proyectado serán los dos 110 L/s (volumen de agua tratada x 110%). La obra de captación tendrá 3 bombas impulsoras de 45kw (de las cuales una es de reserva). Las bombas tendrán una carga hidrostática de 70,0m y un volumen de agua impulsada de 55 L/s. Con el fin de aprovechar eficientemente las instalaciones existentes se sustituirán 2 bombas impulsoras de 45kw.

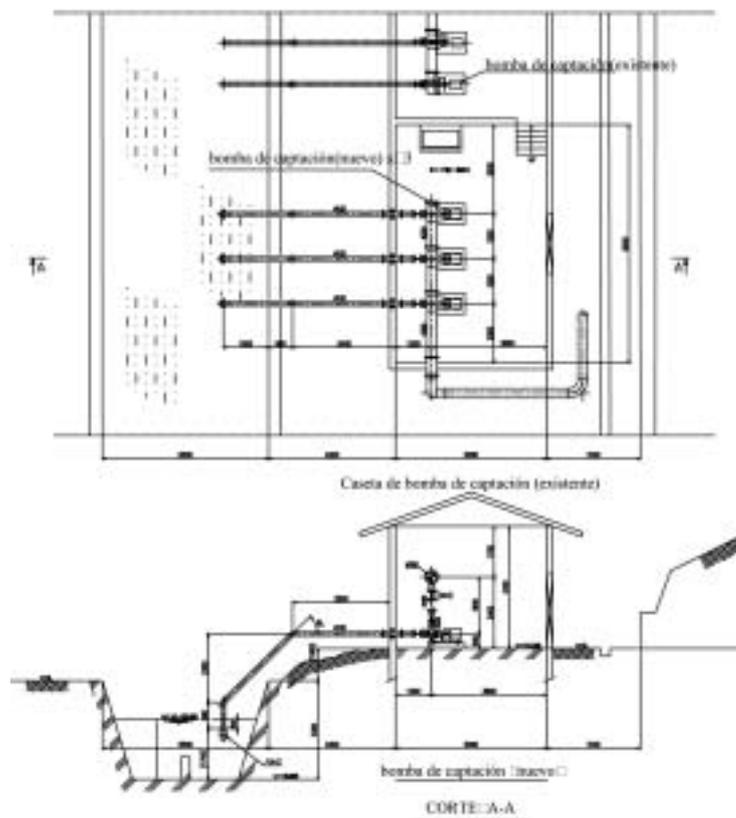


Figura 2-2-4 Resumen de la obra de captación

## 2) Instalaciones de conducción e impulsión de agua

El resumen de instalaciones de conducción e impulsión de agua es el siguiente:

Cuadro 2-2-8 Resumen de instalaciones de conducción e impulsión de agua

No.	Ruta de tubería de conducción	Caudal (L/s)	Diámetro de tubo (mm)	Extensión (m)	Material
1	Captación en el río Nueva planta de tratamiento	110	300	270	DIP
2	Depósito de agua tratada de la nueva planta de tratamiento Tanque de distribución en Arenillas (500m <sup>3</sup> )	30	250	1.180	PVC

Respecto a la ruta de la tubería de impulsión desde la captación hasta el vertedero de la planta de tratamiento a construir, se analizaron 2 rutas: una ruta a lo largo de la carretera en el municipio de Huaquillas y una ruta mínima atravesando una zona montañosa. La primera ruta permite una ejecución segura, pero será larga la longitud de la instalación. La segunda ruta presenta declive abrupto en la parte prevista para la instalación de tubería, será difícil hacer trabajo con máquinas civiles y se suponen problemas de seguridad, pero la extensión de la instalación será corta. Como consecuencia de la exploración de campo, se ha juzgado que es posible realizar una ejecución manual con seguridad y se ha seleccionado la segunda ruta.

Para la ruta de impulsión de agua desde la planta de tratamiento hasta la ciudad de Arenillas se escogerá una ruta más cerca de la zona montañosa que la conducción existente instalada a lo largo de la carretera en la ciudad.

## 3) Instalaciones de planta de tratamiento de agua

La nueva planta de tratamiento de agua se construirá en una colina detrás de la obra de captación ubicada en la orilla izquierda del río Arenillas.

### Análisis de la ubicación de la planta de tratamiento

Para analizar la ubicación de la planta de tratamiento se hizo una exploración en los alrededores del lugar de captación en el río Arenillas y se dieron 2 lugares separados por el río. Los dos están situados en colinas de propiedad privada, por lo que el estudio se hizo con el permiso obtenido.

El lugar candidato 1 se encuentra en la orilla derecha del río Arenillas con una altitud que varía entre 90 y 130m. De esta altura es posible enviar agua bajo la gravedad hasta ambas ciudades de Huaquillas y Arenillas, lo que permitirá una operación simple. Sin embargo, este lugar presenta una pendiente bastante pronunciada, por lo que la construcción de una planta de tratamiento requerirá gran cantidad de movimiento de tierra para el corte de tierra y el allanamiento.

Por otra parte, el lugar candidato 2 está situado en la orilla izquierda del río Arenillas, cerca de la rotonda de la carretera Panamericana, con una altitud que varía entre 70 y 80m. De esta altura se impulsará el agua por bombeo hasta el tanque de distribución en la ciudad de Arenillas y bajo la gravedad hasta la ciudad de Huaquillas. Tras analizar y comparar los dos lugares candidatos, se quedó elegido el candidato 2 que presenta mejor trabajabilidad y economía en la operación de bomba. La siguiente figura resume los resultados del análisis comparativo de los dos lugares.



Fig. 2-2-5 Terreno candidato de la planta de tratamiento de agua

#### Método de tratamiento de agua

El método de tratamiento de agua consiste en la filtración rápida. El sistema de tratamiento es el siguiente:

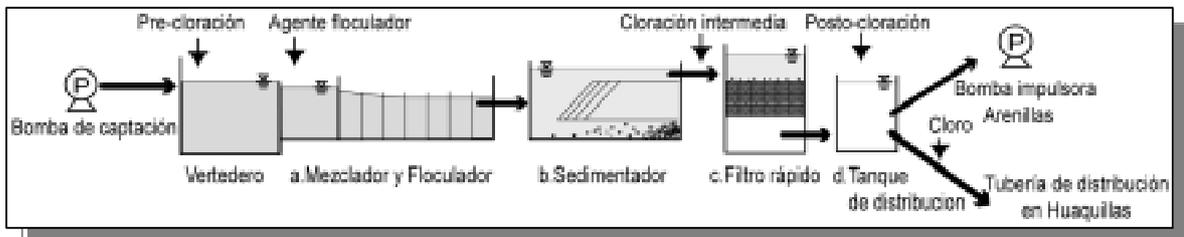


Fig. 2-2-6 Flujo del tratamiento de agua

#### Instalaciones de planta de tratamiento

La disposición de las instalaciones de la planta de tratamiento se determinará teniendo en cuenta los siguientes puntos. La planta tendrá una producción de agua de  $8.640 \text{ m}^3/\text{día}$  ( $100 \text{ L/s}$ ).

##### a. Idea básica del diseño de la planta de tratamiento

- Teniendo en cuenta la operación, revisión preventiva y reparación, evitar en lo posible el uso de máquinas.
- El número de los medidores será el mínimo necesario y no tendrá instrumentos medidores eléctricos a menos que se afirme la rapidez y certeza técnica en la revisión preventiva y reparación.

b. Plan de disposición de la planta de tratamiento

- Teniendo en cuenta la economía y la seguridad, las principales estructuras tendrán sus bases sobre la tierra natural.
- Aprovechando la naturaleza de la pendiente, procurará tener una coherencia con el plan de nivel de agua.
- Tener en consideración la facilidad de la obra y la conveniencia del mantenimiento y administración.

c. Posibilidad de la ampliación en el futuro

- Las instalaciones objeto de este diseño serán instalaciones de una planta de tratamiento capaz de enviar 100 L/s de agua.
- No se contará con un margen en la capacidad para atender a la futura ampliación.
- Para la futura ampliación será posible ampliar hacia fuera de la vía alrededor de la planta de tratamiento.

Resumen de las instalaciones de la planta de tratamiento

Al captar el agua del río, mejorará la calidad de agua cruda y en comparación con el contenido de las instalaciones de la planta de tratamiento planeadas en el momento del estudio de diseño básico del 1<sup>er</sup> año, ya no habrá necesidad de las instalaciones de aireación preliminar y de tratamiento biológico. El procedimiento de tratamiento a partir de estas tendrá las mismas instalaciones y equipamiento. Por consiguiente, las instalaciones necesarias serán las siguientes. La capacidad de cada instalación ha sido analizada y modificada.

Cuadro 2-2-9 Resumen de principales instalaciones

Nombre de instalaciones		Dimensiones (1 deposito)	Cantidad	Observaciones
Vertedero, mezclador		2,0m × 2,0m × 3,0m	1 depósito	Perteneciente a la entrada del floculador
Floculador		4,0m × 37,4m × 1,7m	1 depósito	Tipo serpenteo horizontal, con conducto de By-pass
Sedimentado de productos químicos		5,3m × 14,75m × 3,0m	2 depósitos	Tipo plato inclinado con corriente ascendente
Filtro rápido		4,2m × 3,1m 13,02m <sup>2</sup>	6 depósitos	Velocidad de filtración: 146m/día
Instalaciones de impulsión de agua (bomba y cuarto de bomba)		6,5m × 14,0m Edificio de una sola planta	1 juego	Para el lavado superficial, retrolavado. cloración y uso en la planta
Depósito de agua tratada		20,0m × 30,0m × 3,0m	2 depósitos	Sirve también como tanque de distribución para Huaquillas
Instalaciones secundarias	Lecho de secado al sol	5,5m × 12,0m × 1,0m	4 depósitos	
	Edificio administrativo y caseta	13,0m × 20,0m	Uno de cada	Edificio de una sola planta Cuarto de cloración y control eléctrica
	Inyector de producto químico	Sulfato de aluminio, cal apagada	1 juego	El cuarto de productos químicos pertenece al floculador.
	Inyector de producto químico	Cloración previa, media y posterior	1 juego	

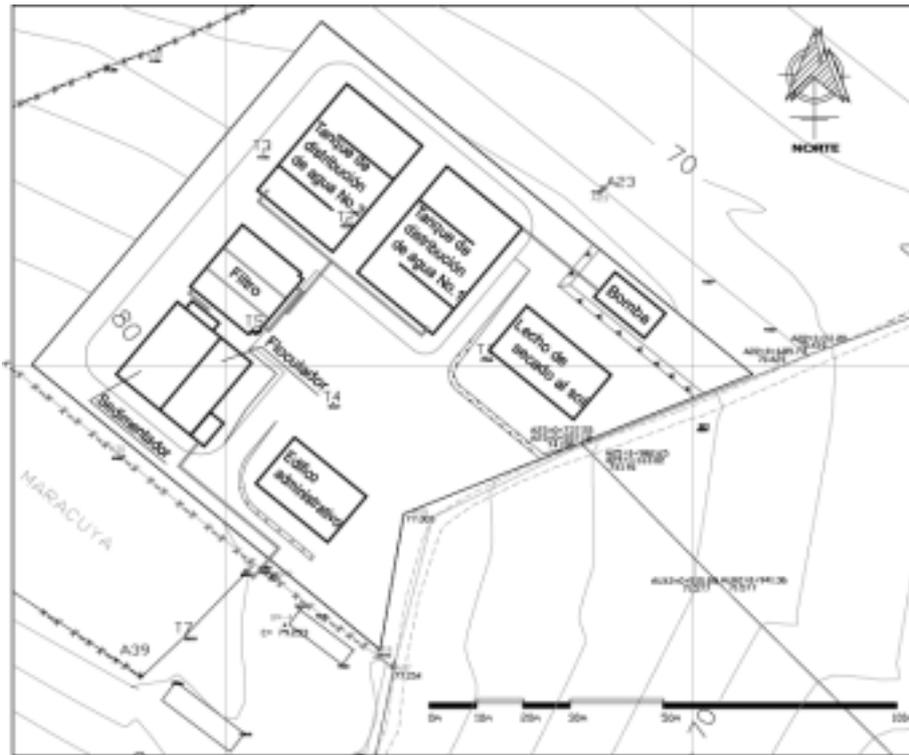


Fig. 2-2-7 Disposición de las instalaciones de planta de tratamiento de agua

#### 4) Instalaciones de tanques de distribución de agua

El sistema de distribución de agua existente en Huaquillas no tiene tanque de distribución y presenta una baja presión de suministro, por lo que se solicitó y planificó la construcción de tanques elevados en 4 lugares en la ciudad. La zona objeto del abastecimiento de agua en la ciudad de Huaquillas presenta una topografía plana con una altitud que varía de 5m a 12m y carece de lugares apropiados para construir tanques colocados en el suelo. Por esta razón, se hizo una comparación entre el método de tanque elevado o tanque colocado sobre el suelo y el método comprimido por la bomba y se seleccionó el método de tanque elevado que cuesta menos costo de operación. Pero, cuando un tanque elevado con capacidad grande tenga diseño antisísmico, el costo de construcción subirá por el aumento de la cantidad de concreto. Por otra parte, si se reduce la capacidad, tendrá problemas en el ajuste de la operación en horas pico de la demanda y en las emergencias como los incendios y corte de electricidad. Por consiguiente, con el fin de reducir el costo de operación adoptando en lo posible el método de flujo natural por la gravedad, se analizó construir un tanque colocado sobre el suelo en un lugar (a 35m de altitud) al lado de la carretera Panamericana, a 8km de la ciudad de Huaquillas, o bien un tanque que sirva también de depósito de agua tratada dentro de la nueva planta de tratamiento. Sobre la alternativa del lugar al lado de la Panamericana, se buscó algún lugar adecuado a unos 8km de la entrada de Huaquillas, según el mapa topográfico de 1:50.000 de escala, pero para localizar una altitud que asegure una presión de suministro de agua en la ciudad de Huaquillas hay que alejarse de la carretera más de 2km, lo que reducirá el costo de construcción del tanque, pero la extensión de la tubería de impulsión será más largo y se determinó que resultaría poco económico. Por otra parte, en caso de construir un tanque dentro de la planta de tratamiento, se presentarán problemas: el diámetro de la tubería será mayor para atender a la demanda de horas pico, la diferencia de la altitud entre la planta de tratamiento y la ciudad de Huaquillas son unos 60m y aumentará la

presión de suministro de agua en las horas fuera de las de pico de noche por ejemplo, la extensión de la tubería es larga con unos 20km y se tendrá que tomar medidas contra posibles accidentes.

Para Arenillas se construirá un tanque medio enterrado dentro de la planta de tratamiento existente. Juzgando que los 5 tanques de distribución existentes (capacidad: 660m<sup>3</sup>) pueden seguir sirviendo, la capacidad del tanque proyectada será de 500m<sup>3</sup>.

#### 5) Instalación de tubería de distribución en las ciudades

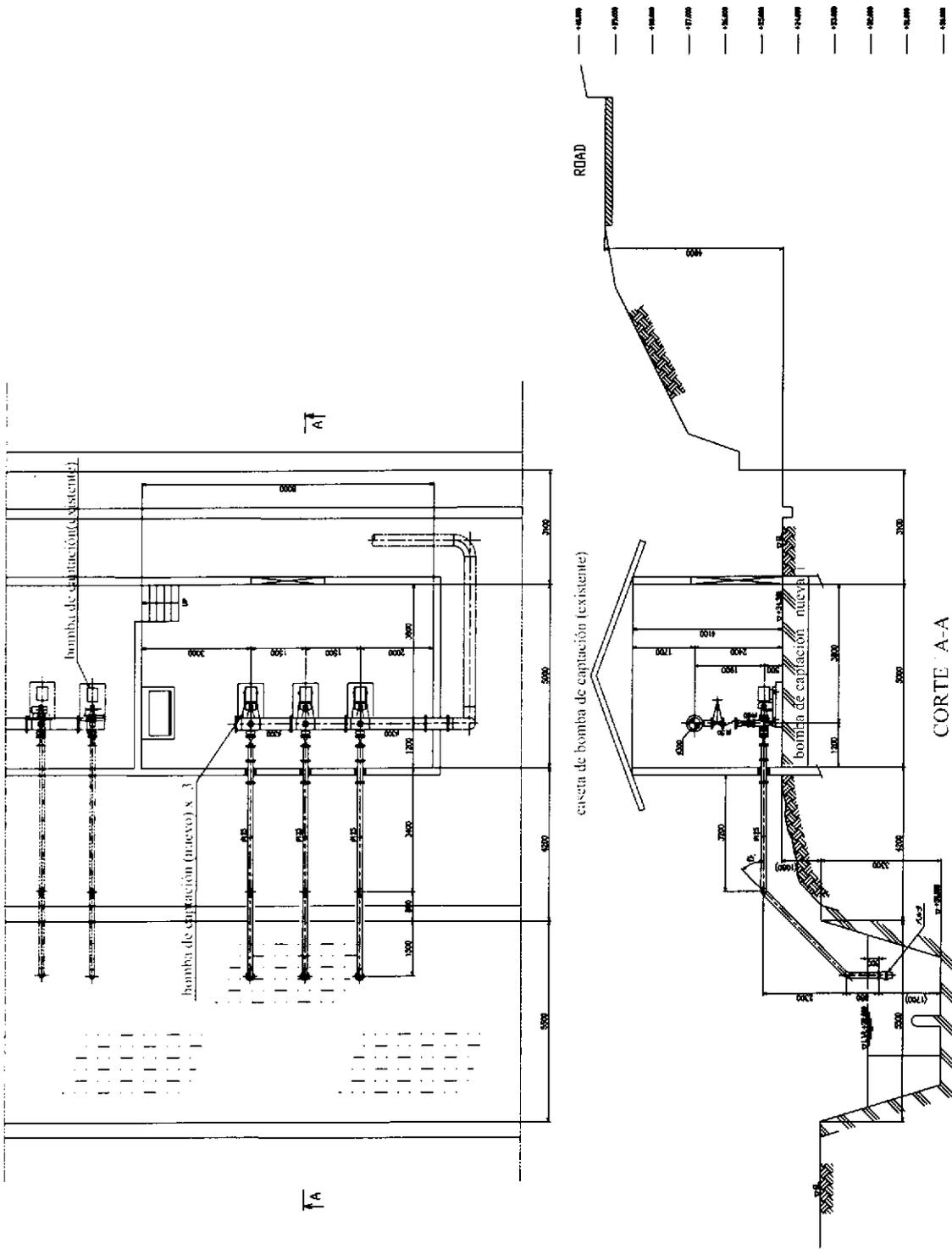
En la ciudad de Huaquillas se instalará una tubería principal de distribución de 600mm de diámetro desde el nuevo tanque de distribución arriba mencionado, paralelamente a la carretera Panamericana y se conectará con principales tuberías de distribución existentes. El mejoramiento de la red de distribución existente (incluyendo instalaciones de suministro de agua como los tubos de suministro de agua y medidores de agua) será ejecutado a cargo de la parte ecuatoriana.

El sistema de distribución de agua en la ciudad de Arenillas tiene adoptado un método en que se distribuye el agua en las zonas del servicio mediante 16 tuberías de distribución principales que vienen directamente del tanque de distribución. El nuevo tanque de distribución, una vez conectado con el tanque existente, distribuirá el agua en las zonas del servicio mediante la tubería de distribución. El mejoramiento de la red de distribución en la ciudad, puesto que el Municipio ya tiene trazado un plan de mejoramiento y solicitado el presupuesto correspondiente al Gobierno Central a través de la Provincia, será a cargo de la parte ecuatoriana.

### **2-2-3 Planos de diseño básico**

A continuación se adjuntan los planos del plan básico y los representativos de las alternativas (de Fig.2-2-8 a Fig.2-2-12).

- 1) Plano de las instalaciones de captación de agua (Fig.2-2-8)
- 2) Plano básico de la tubería de conducción (Fig.2-2-9)
- 3) Plano básico de la planta de tratamiento de agua (Fig.2-2-10)
- 4) Plano básico de la tubería de impulsión de agua (Fig.2-2-11)
- 5) Plano básico del tanque de distribución de agua (Fig.2-2-12)



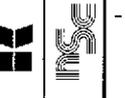
PROYECTO: ESTUDIO DE DISEÑO BASICO SOBRE EL PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA PORTABLE PARA LAS CIUDADES DE HUAQUILLAS Y ARENILLAS EN LA REPUBLICA DEL ECUADOR

FIGURA: 2-2-8 Plano de las instalaciones de captación de agua

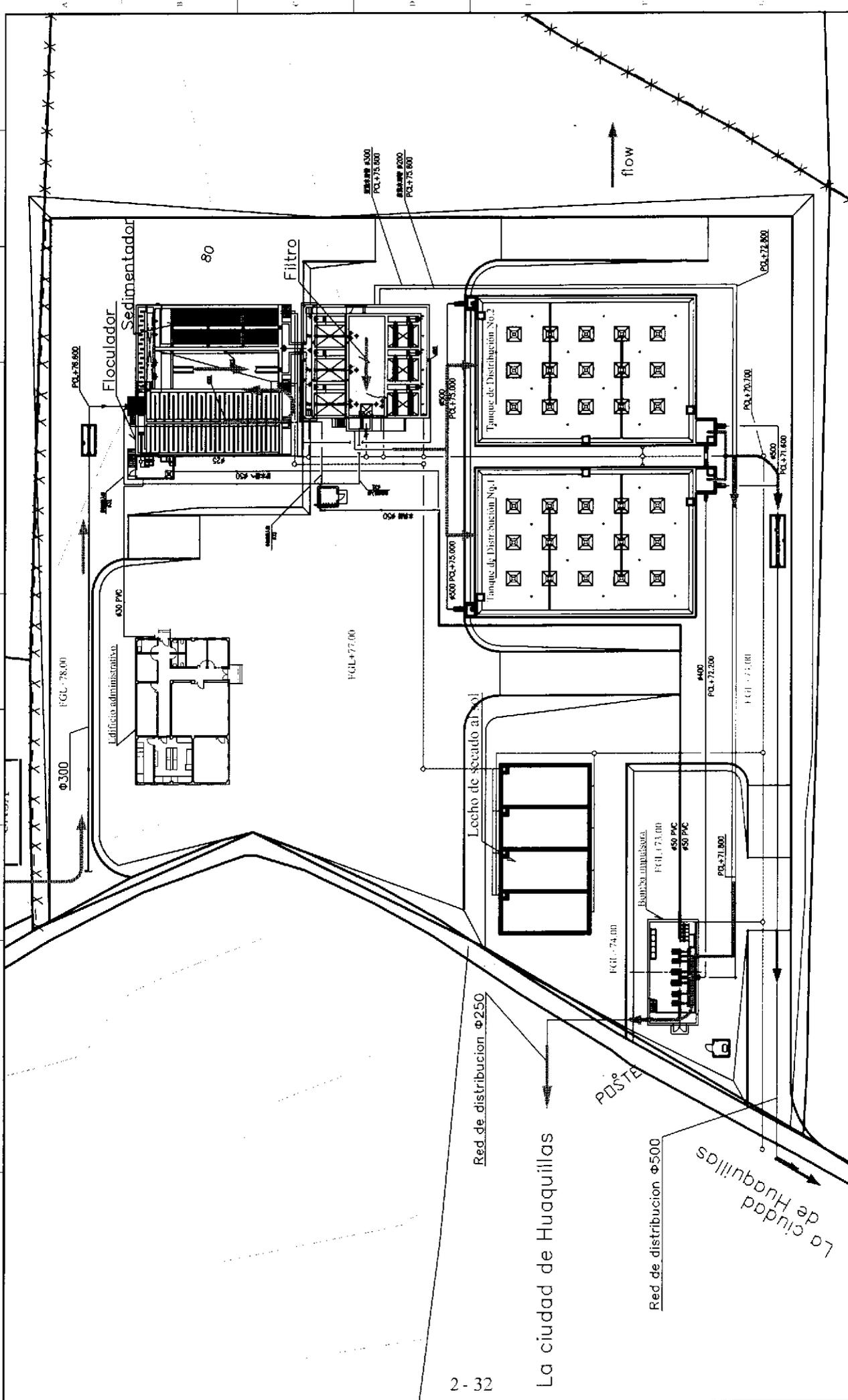
ESCALA: 1/1

NUMERO: 1/125

CLIENTE: KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN  
 MIHON SUDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN







ESTUDIO DE DISEÑO BASICO  
 SOBRE  
 EL PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA  
 DE AGUA PORTABLE  
 PARA LAS CIUDADES DE HUACUILLAS Y ARENILLAS  
 EN LA REPUBLICA DEL ECUADOR

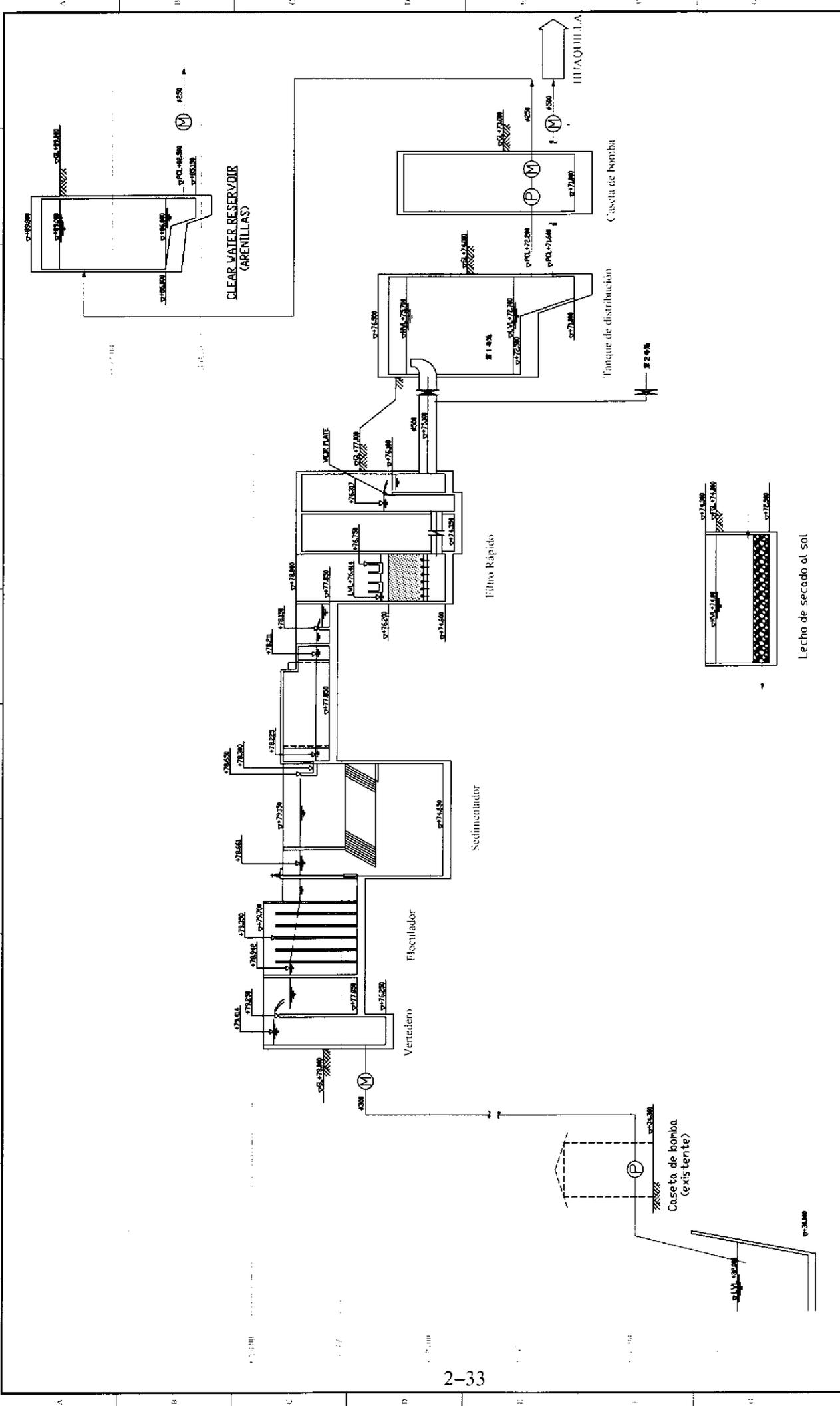
Fig. 2 10(1) Plano básico de la planta de Tratamiento de agua  
 Nueva Planta de Tratamiento de Agua  
 ESCALA 1/500

MEMO  
 KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.  
 TOKYO, JAPAN

MEMO  
 NIHON SUJICO CONSULTANTS CO., LTD.  
 TOKYO, JAPAN

La ciudad de Huaquillas

La ciudad de Huaquillas

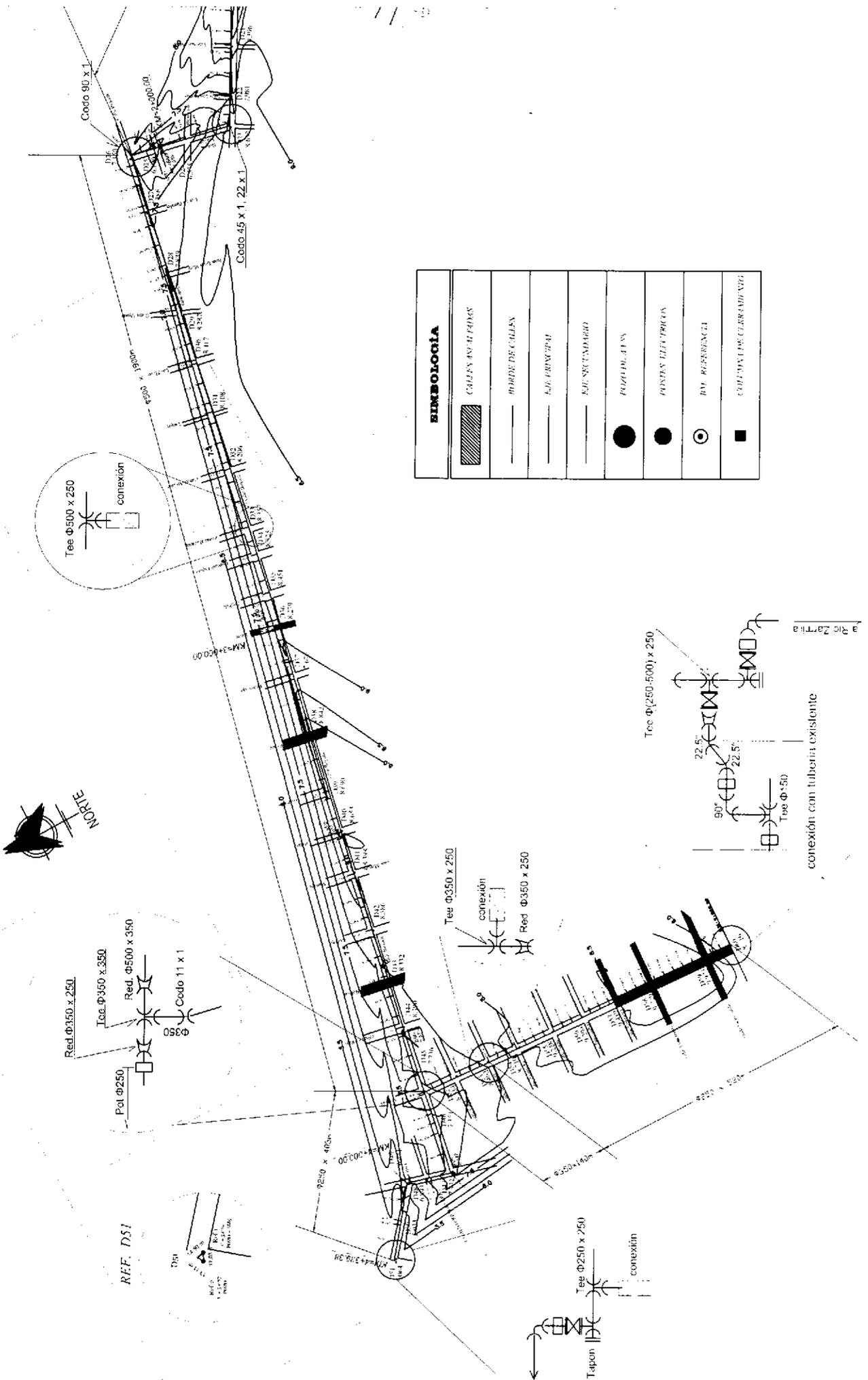


ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO  
 SOBRE  
 EL PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA  
 DE AGUA POTABLE  
 PARA LAS CIUDADES DE IUAQUILLAS Y ARENILLAS  
 EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR

Fig. 2-10(2) Plano básico de la planta de tratamiento de agua  
 Nueva Planta de Tratamiento de agua

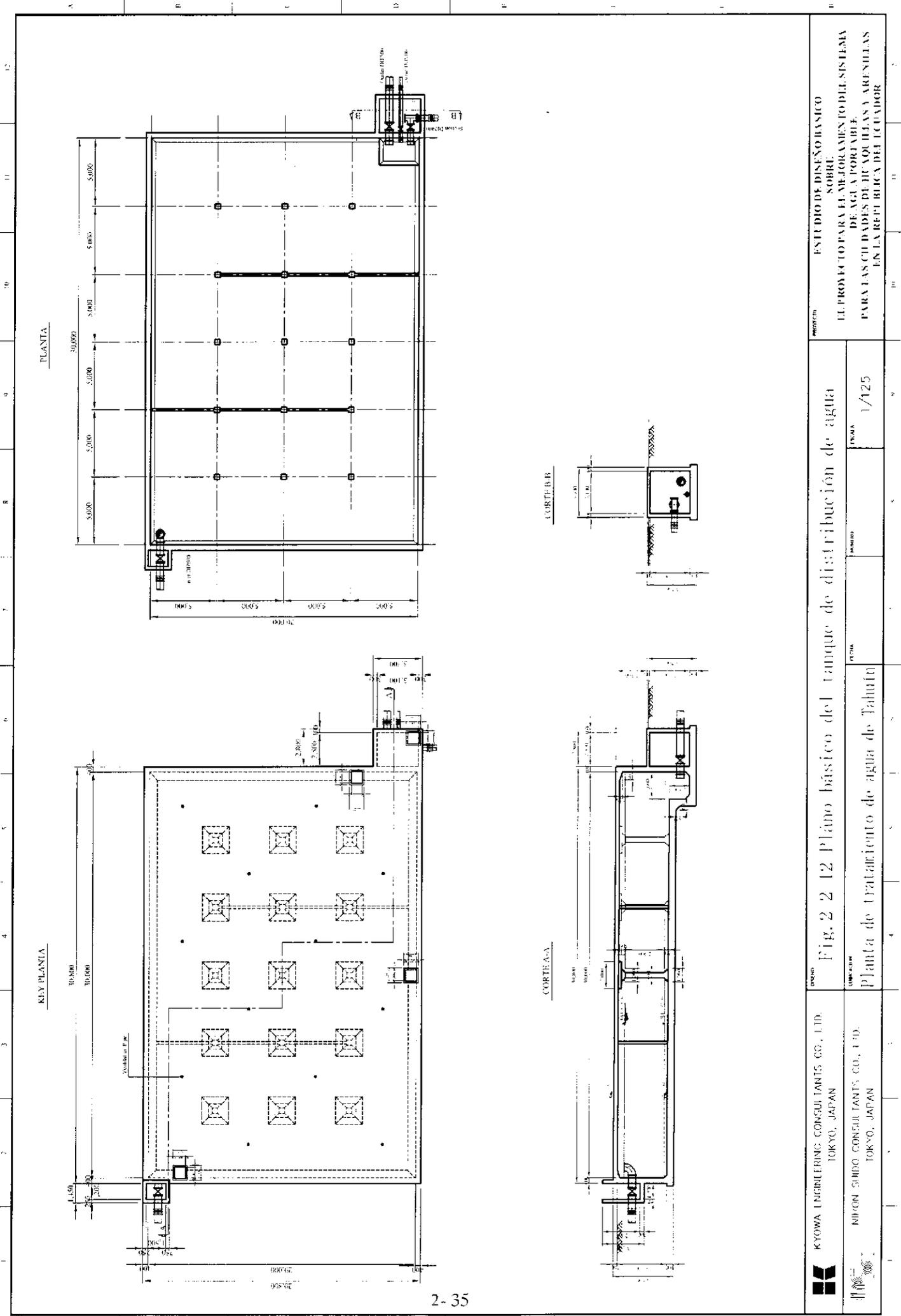

 KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD.  
 TOKYO, JAPAN  

 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD.  
 TOKYO, JAPAN



SIMBOLOGÍA	
	CALLES AV. M. POMA
	BARRIO DE CALLES
	AL. PINTURA
	EJES UNIDARIO
	PLAZA DE ATIS
	PUNTA ELÉCTRICAS
	BM. REFERENCIA
	CURVA DE CURVADURA

Fig. 2-11 Plano básico de la tubería de impulsión de agua



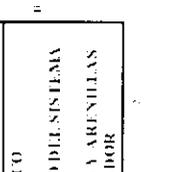
 <p>KYOWA ENGINEERING CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN</p>	<p>PROYECTO</p> <p>ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO SOBRE EL PROYECTO PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE PARA LAS CIUDADES DE BUENAVISTA Y ARENILLAS EN LA REPÚBLICA DEL ECUADOR</p>
<p>CLIENTE</p> <p>MIYONO SUDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN</p>	<p>TÍTULO</p> <p>Planta de tratamiento de agua de Taluto</p>
<p>ESCALA</p> <p>1/125</p>	<p>FECHA</p> <p>1/125</p>

Fig. 2 12 Plano básico del tanque de distribución de agua

## 2-2-4 Lineamiento de la ejecución

### 2-2-4-1 Lineamiento de ejecución y adquisición

#### 1) Resumen de la ejecución del Proyecto

El presente proyecto consta de (1) diseño de ejecución y supervisión de la ejecución y (2) construcción de instalaciones de agua potable, a cargo de la parte japonesa, y (3) obras a cargo de la parte ecuatoriana. Entre estos, (1) y (2) son objetos de una cooperación financiera no reembolsable del Gobierno de Japón y (3) tiene que ser ejecutado bajo la responsabilidad del Gobierno de Ecuador con sus recursos propios, conforme al avance de la obra a ejecutar por la parte japonesa.

El procedimiento de la ejecución del Proyecto es como sigue: Primero, se firma un Canje de Notas (C/N) entre los dos Gobiernos sobre la ejecución del Proyecto y después se firma un contrato de consultoría con la Empresa Regional de Agua Potable y Alcantarillado de Huaquillas y Arenillas (EMRAPAH). El Consultor, de acuerdo con este contrato, hará un diseño de ejecución, y luego de un estudio local, diseño detallado y elaboración de documentos de licitación, llevará al cabo una licitación en representación de la institución ejecutora ecuatoriana para determinar un constructor. Una vez determinado un constructor y firmado el contrato correspondiente, se emprenderán en seguida el trabajo preparativo de la obra y la propia construcción. La parte ecuatoriana, una vez firmado el Canje de Notas, inmediatamente hará un arreglo bancario (A/B) y en las autoridades concernientes tomará las medidas necesarias para la exoneración de los derechos aduaneros e impuestos internos imponibles a los equipos y materiales a importar en el país. Para una buena marcha del Proyecto, EMRAPAH mantendrá buena coordinación con el Gobierno Central, Municipios de Huaquillas y Arenillas, policía municipal, compañía telefónica y las demás instituciones involucradas. A continuación se muestra un sistema de ejecución del Proyecto.

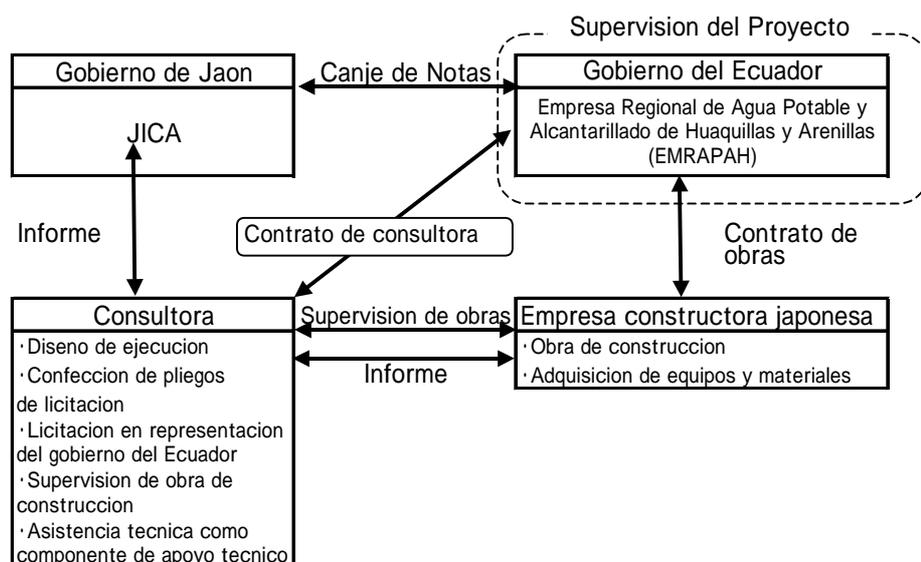


Fig. 2-2-13 Organización para la ejecución del Proyecto

2) Contenido y magnitud del Proyecto

El contenido de las instalaciones del Proyecto es el siguiente:

Cuadro 2-2-10 Resumen de las instalaciones del Proyecto

No.	Nombre de instalaciones	Contenido y especificaciones	Cantidad
<b>Obra de captación</b>			
1	Reparación de la obra de captación	Compuerta	1 juego
2	Reparación de la caseta (existente)	Base, refuerzo de las paredes, re-tejado, etc.	1 juego
3	Instalación de bomba impulsora	Instalación de 3 bombas nuevas y 2 bombas existentes de 45kw	1 juego
4	Instalación de panel de control	Para una bomba existente y otra nueva	2 juegos
5	Obra de tubo de succión y tubería interna		1 juego
<b>Obra de tubería de conducción e impulsión de agua</b>			
1	Captación Planta de tratamiento	: 300mm DCIP ( :Tubo de hierro fundido dúctil)	270m
2	Planta de tratamiento Tanque de distribución de Arenillas	: 250mm PVC	1.180m
<b>Obra de planta de tratamiento</b>			
1	Vertedero, Mezclador	2.0m x 2.0m x 3.0m	1 unidad
2	Floculador	4.0m x 37.4m x 1.7m	1 unidad
3	Sedimentador de productos químicos	5.3m x 14.75m x 3.0m	2 unidades
4	Filtro rápido	4.2m x 3.1m, 13.02m <sup>2</sup>	6 unidades
5	Instalaciones de impulsión de agua (bomba y cuarto de comba)	6.5m x 14.0m, Caseta de una sola planta	1 juego
6	Depósito de agua tratada	20.0m x 30.0m x 3.0m	2 unidades
7	Lecho de secado al sol	5.5m x 12.0m x 1.0m	4 unidades
8	Edificio administrativo y caseta	13.0m x 20.0m, una sola planta Cuarto de cloración y de panel de control	Uno de cada
9	Inyector de producto químico	Sulfato de aluminio, cal apagada	1 juego
10	Inyector de producto químico	Cloración previa, media y posterior	1 juego
<b>Obra de tanque de distribución</b>			
1	Tanque para Arenillas	De concreto reforzado, tanque tubular, Capacidad: 500m <sup>3</sup> Dimensiones: 12,0m x 14,0m x 3,0m	1 unidad
2	Tanque para Huaquillas (sirve también como depósito de agua tratada)	De concreto reforzado, tanque rectangular Capacidad: 1.800m <sup>3</sup> x 2 tanques Dimensiones: 20,0m x 30,0m x 3,0m	2 unidades
<b>Obra de tubería de distribución</b>			
1	Del tanque a la entrada de la ciudad	: 500mm, DCIP	19.860m
2	De la entrada de la ciudad a la tubería de distribución	: 250 ~ 500mm, DCIP, PVC	5.020m

(3) Método de ejecución

1) Obra de captación de agua

La obra de captación de agua captará el agua por bombeo desde un dique instalado en el río. El agua cruda captada se transportará a la planta de tratamiento mediante una tubería de hierro fundido de 300mm de diámetro a instalar.

Las instalaciones serán reparadas para ser aprovechadas. Están abandonadas tres bombas y la generadora de emergencia instaladas en 1960, y cuando se hizo la ampliación de la planta de tratamiento en 1984, se amplió también la estación de bombeo. Por tanto, serán reparadas las instalaciones construidas en 1960. No obstante, como no es posible suspender el servicio de la bomba, se requiere una ejecución cautelosa. Primero, hay que retirar la bomba y tubos antiguos abandonados. La base no está formada de un solo cuerpo debido a la ampliación. Se supone que no será afectada por vibraciones durante la obra de base, pero hay que tener cuidado. Asimismo hay que prestar minuciosa atención al refuerzo de las paredes y el re-tejado al igual que la obra de base. Aunque la disponibilidad de la energía eléctrica no es buena, no se instalará generadora de emergencia. Los tubos serán colocados después de instalada la bomba. Al mismo tiempo se renovarán las bombas existentes y el panel de control eléctrico.

< Resumen de la obra de captación de agua y procedimiento de la ejecución >

#### Estancamiento provisional

En la obra de captación, hay una parte del talud de la base donde instalar el tubo de captación está derrumbada, por tanto es quebradiza. Si es necesario, se hará un estancamiento provisional con sacos de tierra para reforzar la base. Este estancamiento tiene por objeto secar la parte a ejecutar y no se espera el efecto de retención de tierra. Para la ejecución se fabricarán sacos de tierra en el lugar y se colocarán en el río. En caso necesario se reforzarán con mampostería.

#### Obra de gavión y gavión zapata

Las cestas de gavión y gavión zapata serán transportadas en forma dobladas hasta el lugar de ejecución. Una vez en el sitio, se desplegarán las cestas transportadas a un determinado tamaño y se colocarán en lugares indicados en el plano. Se llenarán las cestas con piedras de unos 30cm. Una vez llenas las cestas, se cerrarán y se liarán con un alambre galvanizado y se colocarán siguientes cestas. Se repetirá este proceso hasta terminar las cestas y finalmente se echarán piedras alrededor de las cestas para llenar los huecos.

#### 2) Instalación de tubería de distribución

En la instalación de la tubería de conducción desde la estación de bombeo hasta la planta de tratamiento, debido a que la tubería atraviesa la colina detrás de dicha estación, no se puede introducir maquinaria de obra civil, por tanto se ejecutará manualmente. Hay que tomar medidas contra el hundimiento de los tubos y la pérdida de la tierra de recubrimiento. Para la instalación de la tubería de impulsión la excavación se hará con la máquina debido a que el lugar de la instalación serán vías en la ciudad. Hay que hacer trámites legales para la ocupación de vías y control de tráfico, tener suficiente cuidado con la seguridad e instalar la tubería en la posición y profundidad determinada (con un recubrimiento de 1,0-1,2m). La tubería de distribución para la ciudad de Huaquillas se instalará al lado de la carretera Panamericana. Puesto que existe un plan de ampliación de la carretera, hay que elaborar un programa de ejecución recogiendo información necesaria para que el periodo de las dos obras no se coincida. El equipamiento secundario (válvulas, válvula de aire, drenaje, etc.) será instalado en los lugares necesarios.

< Resumen de la obra de instalación de tubería y procedimiento de la ejecución >

#### Obra de colocación de tubos

Los tubos de hierro fundido que son productos importados, serán transportados de la fábrica. Además de tubos rectos, hay cantidad de tubos encorvados y válvulas, por tanto serán transportados temporalmente al depósito del contratista para comprobar la calidad y cantidad.

Después, los tubos serán distribuidos en cada sitio de obra de acuerdo con el orden establecido en la ejecución. En cada sitio se comprobarán los tubos entregados y se colocarán correctamente en los lugares determinados según los planos de diseño con el uso de grúa si es necesario.

#### Instalación de válvulas de compuerta y de aire

Para la instalación de válvulas de compuerta y de aire se hará uso de grúa según la necesidad para ser colocadas correctamente en los lugares determinados según los planos de diseño. Una vez confirmada la colocación, se comprobará el funcionamiento de cada válvula.

### 3) Construcción de la planta de tratamiento

La planta de tratamiento de agua está compuesta de depósito de agua tratada y edificios. El depósito de agua tratada está conectado con el tubo de conducción proveniente de la obra de captación y el tubo de impulsión que conduce al tanque de distribución. En la ejecución, primero se construirá el depósito de agua tratada (filtro rápido, floculador y sedimentador) y luego la tubería y los edificios. El terreno para la construcción de la planta de tratamiento se encuentra en una colina, hay que excavar la tierra superficial para hacer una cimentación del terreno. La excavación se hará con una retro-excavadora y tractor y también se usará camión volquete para la corte de tierra y terraplén.

< Resumen de la obra de la planta de tratamiento y procedimiento de la ejecución >

#### Obra de estructura (depósito de agua tratada y edificios)

La obra de estructura consta de excavación (excavación para la estructura), obra de varillas de acero, encofrado y obra de concreto. El contenido está descrito en los métodos de cada tipo de obra antes indicados.

#### Obra de colocación de tubos

Una vez terminada la obra de estructura, se conectarán los tubos de conducción e impulsión de agua a la planta de tratamiento. También se colocará la tubería de cada estructura. El trabajo de colocación, al igual que la obra de tubería, seguirá los planos de diseño para colocar los tubos correctamente en los lugares determinados.

#### Obra de equipamiento

Paralelo a la obra de colocación de tuberías, se instalarán los equipamientos de máquinas. Cada equipamiento será instalado correctamente en los lugares determinados según los planos de diseño.

### 4) Construcción de tanque de distribución de agua

El tanque de distribución de agua consta de una tubería de impulsión conectada de la planta de tratamiento de

agua y una tubería de distribución de agua que conduce a la ciudad. En la ejecución, primero se construye el tanque y después se instalan las tuberías.

El tanque tendrá una estructura de concreto reforzado. En el suelo base se hará una cimentación directa a una profundidad que permita una fuerza de soporte duradera de acuerdo con los resultados del estudio geológico realizado con la contratación local. En el movimiento de tierra, la excavación se hará a cielo abierto con una máquina y el acabado de la superficie del cimiento se hará manualmente. La tierra extraída para ser aprovechada en el recubrimiento se depositará provisionalmente en un determinado lugar y el resto de la tierra se llevará a un lugar de disposición. El concreto será de premezclado. La instalación de concreto se dividirá en lotes y se hará la ejecución gradualmente según el orden de andamio, montaje de varillas de acero, encofrado e instalación de concreto. En este Proyecto cada lote tendrá 2-3m. El orden de la instalación de concreto será: parte inferior, paredes laterales y parte superior. El método de instalación será una instalación con el brazo extensible de un camión de bomba de concreto.

En las juntas entre la parte inferior y las paredes laterales se colocarán placas interceptoras para mejorar la impermeabilidad. Hay que construir una vía de acceso provisional que conduce al sitio de la obra.

< Resumen de la obra de tanque de distribución y procedimiento de la ejecución >

Obra de estructura (tanque de distribución y edificios)

La obra de estructura consta de excavación (para las estructuras), montaje de varillas de acero, encofrado e instalación de concreto. El contenido se indica en los métodos de cada tipo de obra antes mencionados.

Obra de tubería

Una vez terminada la obra de estructura, se conectarán las tuberías de distribución a la entrada y la salida de la planta de tratamiento. El trabajo de instalación de tubería seguirá las indicaciones de la obra de tubería y se colocarán correctamente en los lugares determinados según los documentos de diseño.

Obra de equipamiento

Paralelo a la obra de tubería se instalarán los equipamientos de máquinas. Cada equipamiento será colocado correctamente en los lugares determinados según los documentos de diseño.

5) Obra de tubería de distribución de agua

El mejoramiento de la red de distribución en la ciudad será a cargo de la parte ecuatoriana, no obstante la tubería de distribución desde el tanque hasta la ciudad de Huaquillas será conectada con la tubería de distribución primaria existente en la ciudad a cargo de la parte japonesa. Hay que tener cuidado con los objetos enterrados existentes y velar por la seguridad.

(4) Plan de envío de personal japonés para la construcción

Con el fin de llevar el Proyecto regularmente, se planea el envío del siguiente personal japonés.

Jefe/ Ingeniero civil (1 persona)

Será el responsable de la obra de construcción del Proyecto y se encargará de la administración del programa de la obra en general y control de calidad y seguridad. Y mantendrá una estrecha comunicación y deliberaciones con la empresa de agua municipal para hacerse responsable de un avance regular de la obra. También hará comunicaciones, negociaciones y solicitudes a las autoridades ecuatorianas relacionadas con la obra a través de la empresa de agua municipal. Presenciará la inspección de la obra finalizada y la de defectos a realizar al año de terminada la obra.

Encargado de obra civil (1 persona: también se encargará de la obra de planta de tratamiento)

Como sub-responsable de la obra de construcción, bajo el jefe realizará el control del programa de la obra y control de calidad y seguridad, además de responsabilizarse de disponer equipos y materiales. También se encargará de la administración de la construcción de planta de tratamiento. La obra de la planta de tratamiento comprende muchas estructuras a construir casi paralelamente y es importante administrar el procedimiento de la ejecución, por tanto el encargado de obra civil, además del trabajo de la administración general, se ocupará de la administración de la ejecución de la obra de la planta de tratamiento.

Ingeniero civil (1 personas: obra de tubería)

Se harán responsables de la instalación de las tuberías de impulsión y distribución. Además de realizar las inspecciones de material de construcción, preparativos de la obra de instalación (incluyendo la elaboración de planos de ejecución), obra de instalación de tubería, administración de la obra de acabado como la compactación de la tierra recubierta y obras secundarias tales como la instalación de válvulas reductoras, de aire y de compuertas y medidor de caudal, mediante la obra darán un asesoramiento técnico al personal técnico ecuatoriano sobre el plan de ejecución y supervisión de la ejecución. También se encargará de la coordinación con los administradores concernientes de las obras que atraviesen las vías y de captación, asimismo atenderá a los reclamos contra las vibraciones, ruido en el casco urbano. En la ciudad existen numerosos objetos enterrados y hay que prestar minuciosa atención en el momento de realizar conexiones con la nueva tubería a instalar, por tanto es muy grande la importancia del control e instrucciones a los obreros locales.

La profundidad a excavar es de 1,3-2m, poco profunda, pero suficiente para dañar o matar a los obreros en caso de colapso, por tanto hay que aplicarse un control de seguridad suficiente. Se harán la inspección de los materiales de construcción, la administración de los preparativos antes de la ejecución de la obra de instalación (incluyendo la elaboración de documentos de ejecución), las obras de instalación de tubería, el acabado como la compactación del relleno y la ejecución de las obras secundarias tales como la instalación de válvulas reductoras, válvulas de aire y válvulas de compuertas. Al mismo tiempo mediante esta obra se dará un asesoramiento técnico al persona técnico de la parte ecuatoriana sobre el plan de ejecución y la administración de la ejecución.

Ingeniero civil (1 persona: obra de planta de tratamiento, obra de tanque de distribución de agua)

Principalmente se hará responsable de la administración de las obras de construcción de tanque de distribución y de la planta de tratamiento. Realizará las inspecciones de los equipos y material de construcción, obra de

cimentación, estructura principal, y obras secundarias de la planta de tratamiento. También dará un asesoramiento técnico al personal técnico ecuatoriano sobre el ajuste de la operación del sistema de tratamiento de agua general incluyendo el manejo de los equipos. Y, mediante la obra dará un asesoramiento técnico sobre el plan de ejecución y supervisión de la ejecución.

Ingeniero en equipamiento (1 persona: encargado del equipamiento de las instalaciones)

Se hará responsable del equipamiento general de la obra de captación de agua, planta de tratamiento, tanque de distribución de agua, etc. Realizará la colocación e instalación de los instrumentos de la planta de tratamiento y la instalación del equipamiento secundario del tanque de distribución de agua. Una vez terminada la obra comprobará las funciones mediante una marcha de prueba. Respecto a las placas inclinadas del sedimentador, equipo inyector de producto químico y válvulas reductoras, la institución ejecutora carece de experiencia en el uso de los mismos, por tanto hay que dar suficiente asesoramiento sobre el método de mantenimiento y administración.

Ingeniero electricista (1 persona: encargado de la electricidad)

Se hará responsable de la administración de los aparatos e instrumentos eléctricos generales tales como la bomba impulsora, inyectores de productos químicos y bomba en la planta de tratamiento de agua.

Encargado administrativo (1 persona)

Administrará los trabajos para una buena marcha del Proyecto mediante la administración de la obra, contabilidad, inventario del material, apoyo al jefe, comunicaciones y coordinaciones con las autoridades concernientes ecuatorianas.

Especialista en el encofrado (una persona)

Sobre todo realizarán los encofrados para las obras de la planta de tratamiento y del tanque de distribución de agua. Darán un asesoramiento técnico a técnicos y obreros locales sobre las técnicas no comunes aún en Ecuador: el uso de espaciador, formación de encofrado en los rincones de una estructura de concreto armado, etc.

Especialista en el montaje de varillas de acero (una persona)

Debido a que la estructura de concreto es compleja, es necesario elevar el nivel de precisión del montaje de varillas de acero. El especialista administrará como responsable de este trabajo y también dará un asesoramiento técnico a técnicos locales.

Especialistas en la instalación de tubería (2 personas)

Realizará la obra de tubería de conducción e impulsión de agua con una extensión de unos 22,0 km, que comprende la colocación del tubo de succión de la obra de captación, instalación de la tubería de conducción desde la estación de bombeo hasta la planta de tratamiento, tubería de impulsión desde la planta de tratamiento hasta el tanque de distribución de agua, colocación de los tubos dentro de estas instalaciones e instalación de

tubería de distribución desde el tanque de distribución de agua. Darán un asesoramiento técnico a técnicos y obreros locales sobre los métodos de ejecución incluyendo la sujeción de los objetos enterrados existentes como la tubería de distribución, alcantarillado, cable telefónico y cable óptico, el trabajo eficiente, prueba de presión de agua y trabajo de desagüe. Se enviarán 2 especialistas durante el periodo de la obra de tubería.

#### **2-2-4-2 Puntos de consideraciones en la ejecución y la adquisición**

##### 1) Establecimiento de un sistema de colaboración entre las instituciones involucradas

Las instituciones gubernamentales y privadas de la parte ecuatoriana involucradas en la ejecución de la obra del Proyecto son las siguientes y es necesario mantener comunicaciones, deliberaciones y coordinaciones con las mismas a través de la empresa de agua municipal, para lo cual se establecerá un sistema de colaboración.

Vías: Las obras de instalación de tubería en las carreteras nacionales requieren un permiso de la Dirección de Caminos del Ministerio de Obras Públicas, autoridad competente. Para las obras en las vías de competencia municipal, se obtendrá el permiso correspondiente de la dirección de obras públicas del Municipio.

Teléfono: Por debajo de muchas vías en la ciudad existen cables telefónicos enterrados y parte de ellos es cable óptico, por lo que requiere una atención minuciosa a la obra de excavación para instalar la tubería. Hay que obtener información de la compañía telefónica (ANDIATEL) sobre las ubicaciones exactas de los cables y solicitar la presencia en la obra o el permiso de la misma.

Policía de tráfico: Por la ejecución de la obra que se hará en principales vías en las ciudades de Huaquillas y Arenillas, se solicitará el permiso y la colaboración sobre el control de tráfico y de seguridad.

##### 2) Explicación a los habitantes

La ocupación de vías y el control de paso a causa de la obra de instalación de tubería de impulsión y distribución de agua serán publicados previamente a los habitantes. El método de aviso será por la televisión, diarios y folletos y se obtendrá la comprensión por parte de los ciudadanos sobre el Proyecto. Respecto al corte de agua debido al reemplazo de la tubería existente, aunque la obra se hará de manera que la corte sea la mínima posible, igualmente se les avisará previamente a los habitantes. Actualmente el alcalde de Arenillas está informando de la política municipal hablando en radio cada sábado y aprovechando la ocasión podrá hacer actividades de relaciones públicas. Para la ciudad de Huaquillas se tomarán medidas similares.

##### 3) Condiciones climáticas

Durante una época de lluvias (de diciembre a abril) las vías de acceso a la obra de captación, planta de tratamiento y tanque de distribución de agua se vuelven resbaladizas por ser constituidas de arcilla de color pardo rojizo, por tanto será necesario cubrirlas con grava, guijarros, etc. Asimismo debido al deterioro del estado de desagüe de las vías, hay que tener en cuenta el desagüe de la obra de excavación de las rutas de tubería.

##### 4) Estado del tráfico y los objetos enterrados

En caso de hacer una obra de instalación de tubería ocupando parte de la calzada, hay que tomar medidas como el control de tráfico y la desviación de vehículos. A este efecto, será necesario recurrir positivamente a las

autoridades concernientes para obtener comprensión por parte de los ciudadanos y tener suficiente cuidado con la seguridad.

#### 5) Estado de los objetos enterrados

Los objetos enterrados, en particular el cable óptico de la compañía telefónica, en caso de que quede dañado accidentalmente en la obra de instalación de tubería, será difícil su restauración y puede afectar considerablemente las comunicaciones en toda el área de las dos ciudades de Huaquillas y Arenillas. Por tanto, hay que obtener información de la compañía telefónica sobre las ubicaciones exactas de los objetos enterrados y solicitarle una colaboración como la presencia en la obra.

#### 6) Control de seguridad

En el sitio de la obra se prohíbe la entrada de las personas ajenas a la obra y se prestará atención al control de seguridad contra posibles accidentes humanos. A este efecto, será necesario instalar cercos protectores y disponer vigilantes. Sobre todo, cuando una obra de instalación de tubería tenga lugar en una calzada, hay que tener suficiente cuidado con los accidentes de tráfico.

#### 7) Adquisición de quipos

Se hará un análisis comparativo de los equipos y materiales a adquirir dentro y fuera del país sobre la calidad y el precio para adoptar los más adecuados.

### **2-2-4-3 División de la ejecución/ la adquisición e instalación**

El presente Proyecto se trata de una obra de construcción de instalaciones. El contenido y la división de la obra entre las partes japonesa y ecuatoriana se muestran a continuación.

Cuadro 2-2-11 División de la ejecución de la obra de construcción

No.	Trabajo a cargo de la parte japonesa	Trabajo a cargo de la parte ecuatoriana
1	Construcción de obra de captación, planta de tratamiento, tanque de distribución de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Obtención de los terrenos para la obra de captación, planta de tratamiento y tanque de distribución de agua, limpieza y allanamiento de los mismos, traslado de instalaciones existentes</li> <li>● Construcción de vías de acceso hasta los terrenos de obra de captación, planta de tratamiento y tanque de distribución de agua (pavimentación sencilla con la carpeta de grava)</li> <li>● Instalación de cables transmisores eléctricos hasta los sitios de construcción (acometida eléctrica e instalación de transformadoras)</li> <li>● Obras secundarias como los cercos, puertas, iluminación y vegetación.</li> <li>● Comprobación de la ubicación de la tubería de distribución existente alrededor de los tanques de distribución existentes.</li> <li>● Medidas contra el corte de agua en el momento de la conexión del nuevo tanque con la tubería de impulsión y distribución de agua existente.</li> </ul>
2	Obra de construcción de tubería de impulsión y distribución de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Obtención de los terrenos para la obra de tubería y el pago de fianza para el periodo de la obra</li> <li>● Solicitud y obtención de permisos de la autoridad municipal sobre la obra de tubería</li> <li>● Pago de fianzas y contribuciones por el retiro de la pavimentación de vías por la obra de tubería y su restauración.</li> <li>● Solicitud y obtención de permisos de la Policía de tráfico sobre la ocupación de vías a causa de la obra de tubería. Solicitud del control de tráfico y de seguridad de los peatones y vehículos durante el periodo de la obra.</li> <li>● Recolección de infamación de la dirección de desarrollo urbano municipal, compañías telefónica y eléctrica, etc. sobre los objetos enterrados.</li> <li>● Aviso a los habitantes sobre la corte de agua y el control de tráfico a través de diarios, TV, radio, etc.</li> <li>● Medidas contra el corte de agua en el momento de la conexión del nueva tubería de distribución con la tubería de suministro de agua existente.</li> <li>● Explicación y coordinación con los habitantes de los distritos correspondientes de la obra</li> <li>● Coordinaciones con las demás instituciones relacionadas</li> <li>● Suministro de agua necesaria para las pruebas de presión de agua, desinfección y otras obras.</li> </ul>

#### 2-2-4-4 Plan de supervisión de ejecución

##### (1) Trabajo del Consultor

Para ejecutar su trabajo en el Proyecto, el Consultor tendrá en cuenta los siguientes puntos:

Tener conocimiento cabal del Canje de Notas (C/N) firmado entre los Gobiernos de Ecuador y Japón.

Comprobar el contenido de las responsabilidades de la parte ecuatoriana y coordinarlas con el programa de ejecución de las obras a cargo de la parte japonesa.

Reconfirmar los trámites de despacho aduanero y exoneración de impuestos y deliberar con la institución ejecutora.

Conocer la cultura y el trasfondo histórico de la zona objeto y obtener la comprensión de los habitantes sobre la ejecución del Proyecto.

##### (2) Contenido del Trabajo

El Trabajo a realizar por el Consultor en el Proyecto se resume a continuación.

1) Diseño de ejecución

Estudio local

- Reconfirmación de las condiciones necesarias para el diseño de ejecución como la meteorología, topografía, geología, material e construcción, mano de obra, métodos de ejecución.
- Confirmación del estado de la preparación del sistema de ejecución del Proyecto y las medidas presupuestarias de la institución ejecutora.
- Confirmación de la obtención de los terrenos para la construcción de obra de captación, planta de tratamiento y tanque de distribución de agua.
- Confirmación de la tubería de distribución existente en la obra de captación. Confirmación de los puntos de conexión de la nueva tubería de distribución con la existente en los terrenos previstos para la construcción de planta de tratamiento y tanque de distribución de agua.
- Medición detallada de principales rutas de la tubería de distribución a instalar.
- Confirmación de los puntos de conexión de la nueva tubería de distribución con la existente.
- Confirmación de la ubicación de las instalaciones secundarias como las válvulas de aire, desagüe, reductora, y de control.
- Explicación de las obras, solicitud de colaboración y deliberaciones con las instituciones ecuatorianas involucradas en el Proyecto.

Diseño detallado

- Elaboración de planos de diseño detallado, cálculo del costo del Proyecto y trazado de plan de ejecución.

2) Supervisión de ejecución

Trabajo para la licitación

Elaboración de los documentos de licitación, precalificación, ejecución de la licitación en nombre del Cliente, evaluación de los resultados de la licitación, asistencia a la firma del contrato de proveedor.

Elaboración de plan de supervisión de ejecución

Aprobación de la fabricación de equipos y materiales, inspección antes del embarque y a la entrega local

Aprobación de los planos de ejecución de la obra

Supervisión de la ejecución de la construcción de instalaciones a cargo de la parte japonesa

Asesoramiento técnico y apoyo a la supervisión de ejecución de la obra a cargo de la parte ecuatoriana

Elaboración y presentación de informe de avance mensual

Coordinación con las instituciones relacionadas con la obra

Inspección de defectos

(3) Encargados del Trabajo del Consultor

Los encargados del Trabajo son los siguientes:

1) Diseño de ejecución

Jefe del Proyecto/Plan de abastecimiento de agua: Fomento de la ejecución del plan, deliberaciones con las instituciones relacionadas

Diseño de instalaciones (Diseño de planta de tratamiento): Diseño de planta de tratamiento

Diseño de instalaciones (Tanque de distribución, estación de bombeo): Diseño de tanque de distribución y estación de bombeo

Diseño de instalaciones (Instalaciones de tubería): Diseño de tubería de impulsión y red de distribución de agua

Equipamiento eléctrico y mecánico: Diseño de equipamiento eléctrico y mecánico

Plan de adquisición/cálculo de costo: Adquisición de equipo y cálculo de costo del Proyecto

Elaboración de los documentos de licitación: Elaboración de los documentos de licitación y contratos

2) Trabajo de licitación

Jefe de trabajo: Precalificación, presenciar la licitación y evaluación de la licitación

Diseño de instalaciones (Instalación de tubería): Preparativos de la licitación, presenciar la licitación y evaluación de la licitación

3) Supervisión de ejecución

Supervisión permanente

Obra de captación, planta de tratamiento, tanque de distribución e instalación de tubería: Responsable y supervisor local de la construcción de Obra de captación, planta de tratamiento, tanque de distribución y rutas de tubería.

Supervisión puntual

- a. Obra de instalación de tubería: Inspección de equipo y materiales a la entrega local, administración local de la obra de tubería de conducción, impulsión y distribución
- b. Obra de planta de tratamiento: Supervisión de inicio y terminación de la obra.
- c. Equipamientos, equipos eléctricos: Supervisión y aprobación de instalaciones de bombas, y equipos eléctricos.
- d. Prueba de operación de la planta de agua potable: Prueba de operación total, transferencia técnica de la operación y el mantenimiento de la planta para operadores.
- e. Calidad de agua: Transferencia técnica de los instrumentos nuevos del laboratorio.
- f. Obra de tanque de reserva: Comprobación del avance de la obra, ajuste operacional del tanque de reserva en Arenillas.
- g. Inspección de defectos: Aprobación de facilidades de captación, planta nueva de agua potable, tanque de distribución, y tuberías.

#### **2-2-4-5 Plan de control de calidad**

Para la calidad de los materiales de la obra y los edificios a construir se elaborará un plan de control de calidad y se harán inspecciones de calidad. La frecuencia de la inspección y los puntos a inspeccionar seguirán la norma JIS y las normas de construcción. El principal material objeto del control de calidad es la obra de movimiento de tierra, la obra de concreto, etc.

#### 2-2-4-6 Plan de adquisición de equipos y materiales

Los equipos y materiales a utilizar en el Proyecto serán los equipos y materiales de construcción de obra de captación, planta de tratamiento y tanque de distribución, y los tubos y los demás materiales relacionados de la obra de tubería. De los equipos y materiales necesarios en la obra de construcción, si hay productos adquiribles en el mercado local, se adoptarán en la obra. Sin embargo, aquellos materiales cuya adquisición resulte difícil dentro de un determinado plazo debido a problemas de la distribución en el mercado ecuatoriano, o que presente notable problema en la calidad, o que no sean adquiribles localmente, serán adquiridos en Japón o terceros países. Los equipos y materiales que sean de uso común y fácilmente adquiribles en el mercado local mediante distribuidores en el país, serán adquiridos localmente. A continuación se presenta los países origen de la adquisición de equipos y materiales.

Cuadro 2-2-12 Lista de los países origen de la adquisición de equipos y materiales

Equipos y materiales	Japón	Ecuador	Tercer país
Tubo de hierro fundido dúctil			○
Tubo de PVC		○	
Válvulas (tipo estándar)		○	
Equipamiento de bomba impulsora, panel de control de bomba	○		
Inyector de cloro			○
Material de construcción de obra civil (varillas de acero)	○		
Material de construcción de obra civil (arena, agregado, cemento, madera, etc.)		○	
Encofrado	○	○	
Medidor de caudal	○		
Instrumentos y mueble en la planta de tratamiento	○		
Inyector de producto químico			○

#### 2-2-4-7 Procedimiento de ejecución

El procedimiento general del Proyecto comprende todo el periodo de la construcción y el contenido de instalaciones será un proyecto con financiación del Estado.

Luego de firmado el C/N, el Consultor formará un contrato de consultoría y elaborará el diseño detallado y los documentos de licitación. Después hará los trámites de la licitación para determinar un contratista de la obra y una vez firmado el contrato correspondiente, se emprenderá la obra. Terminada la firma del contrato, empezarán en Ecuador a preparar la obra provisional, depósito de material, oficina local, etc. y al mismo tiempo comenzará la adquisición de equipos y materiales de construcción tanto en Japón como en Ecuador. Los equipos y materiales adquiridos en Japón serán transportados por vía marítima atravesando el Pacífico para ser desembarcados en el puerto de Guayaquil, Ecuador, y luego transportados por vía terrestre a la ciudad de Arenillas recorriendo unos 200km. Los equipos y materiales de construcción serán adquiridos en 2 ó 3 partes divididas dentro del periodo de la obra. Las zonas objeto del Proyecto son las ciudades de Arenillas y Huaquillas. El resumen del programa de la obra (tentativa) del Proyecto para el mejoramiento del sistema de agua potable para las ciudades de Huaquillas y Arenillas es el siguiente. (Refiérase la Fig.2-9 Programa de la obra)

- 1) El periodo del diseño detallado y el trabajo de la licitación será de 8 meses.
- 2) La fabricación y adquisición de materiales (varillas de acero, tubos, etc.) requiere un total de 6 meses.
- 3) La obra de construcción de las instalaciones requiere 30 meses.
- 4) El periodo de la obra será de 3 años.
- 5) Luego de firmado un contrato de construcción en septiembre de 2006, el constructor emprenderá los preparativos de la obra y al terminarlos empezará la construcción de la obra de captación.
- 6) También comenzará la construcción de planta de tratamiento inmediatamente después de terminados los preparativos y el periodo de la obra será de 12,0 meses.
- 7) La obra de tuberías de conducción empezará luego de adquiridos los tubos y terminará en 4 meses.
- 8) Por la necesidad de hacer pruebas de funcionamiento de la planta de tratamiento y pruebas de impulsión de agua desde la planta hasta el tanque de distribución, al terminar la instalación de la tubería de conducción, habrá que estar completada la construcción de la obra e captación, planta de tratamiento y tanque de distribución.
- 9) La instalación de la tubería de impulsión entre la planta de tratamiento y la ciudad de Arenillas terminará en 2,0 meses. La instalación de la tubería entre la planta de tratamiento y la ciudad de Huaquillas terminará en 11,0 meses.
- 10) La construcción de dos tanques de distribución necesitará 12,0 meses.

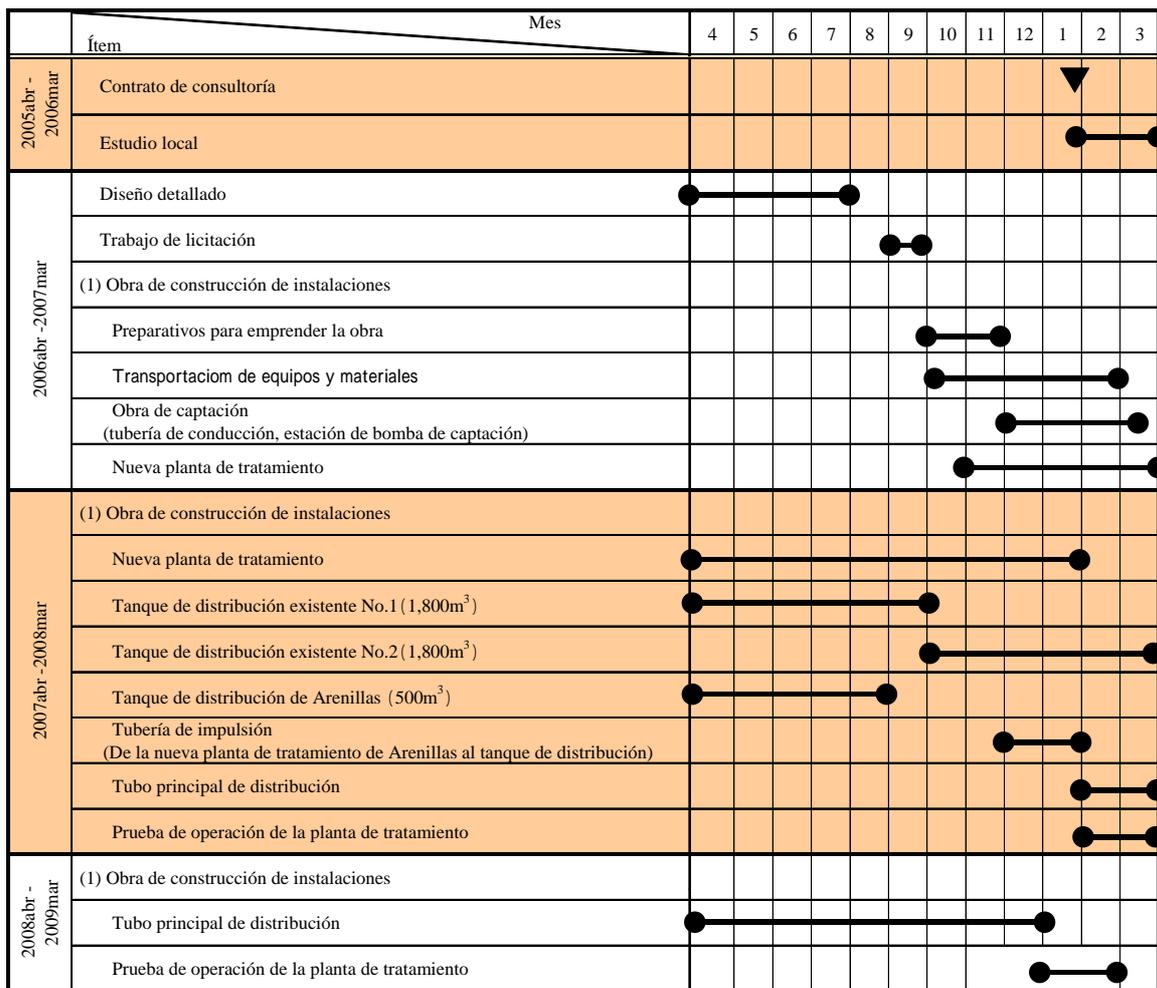


Fig. 2-2-14 Programa de la obra

### 2-3 Resumen de los trabajos asignados a la parte ecuatoriana

Ante la ejecución del Proyecto, los trabajos asignados a la parte ecuatoriana son los indicados en el cuadro 2-15 (División de la ejecución) y los que se presentan a continuación.

(1) Obtención de los terrenos para la construcción de obra de captación, planta de tratamiento y tanque de distribución.

Para la construcción de la obra de captación está previsto reparar las instalaciones existentes, por lo que no será necesaria la obtención de terreno. Como terreno para la planta de tratamiento fue seleccionado el lugar candidato No. 2 entre los dos candidatos según una exploración local, estudio geológico y condiciones de la instalación de tubería y se solicitó la obtención de este terreno. Los dos Municipios prometieron adquirirlo después de la firma del C/N. El terreno para el tanque de distribución para Arenillas está ubicado dentro del terreno de la planta de tratamiento existente, por lo que no habrá problemas. El tanque de distribución para Huaquillas será construida debajo de la nueva planta de tratamiento y será necesaria obtención de un terreno al respecto. La adquisición del terreno se hará con las mismas condiciones que la nueva planta de tratamiento. También será necesario obtener un terreno para las tuberías de conducción e impulsión y un permiso para la obra. Asimismo será necesario hacer pago de una fianza al propietario del terreno para el periodo de la obra.

El terreno al lado de la carretera Panamericana para la tubería de distribución desde el tanque de distribución hasta la ciudad de Huaquillas pertenece a un terreno público que mide 15m desde el centro de la carretera, por lo que no habrá problemas de terreno. Pero, hay que tener en cuenta la existencia de un plan de ampliación de la carretera.

(2) Construcción de vía de acceso seguro hasta el sitio del Proyecto

Muchos de los accesos a los lugares de construcción de instalaciones se encuentran en pendientes con la superficie cubierta de arcilla de color pardo rojizo, que se volverá resbaladiza en las épocas de lluvias. Será necesario cubrirla con la grava.

(3) Limpieza y allanamiento de los sitios y el traslado de instalaciones existentes antes del inicio de la obra

Se harán la tala de árboles, la eliminación de raíces y los demás preparativos en los terrenos previstos para la construcción. También se hará el traslado de los cercos, postes eléctricos y los demás instalaciones que puedan ser obstáculos de la obra.

(4) Instalación de cables transmisores eléctricos hasta los sitios de construcción e instalación de transformadoras

(5) Las demás medidas necesarias para la ejecución del Proyecto

Exoneración de los derechos aduaneros, impuestos internos incluyendo el IVA y los demás contribuciones financieras imponibles a las personas jurídicas japonesas, los productos y servicios involucrados en el Proyecto.

Un rápido desembarque, exoneración de impuestos y despacho aduanero de los equipos y materiales a adquirir en el Proyecto.

Proporcionar a las personas japonesas relacionadas con el Proyecto las facilidades necesarias para su entrada y salida y una estadía segura en el país.

Abrir una cuenta bancaria para el arreglo bancario y pago de las comisiones bancarias para el aviso de la autorización de pago (A/P).

Disposición de personal técnico contraparte.

Uso eficiente y apropiado de las instalaciones construidas y los equipos y materiales adquiridos con la cooperación financiera no reembolsable y el mantenimiento y administración de los mismos.

Las demás consideraciones para los trámites necesarios en Ecuador para una buena marcha del Proyecto.

## **2-4. Plan de operación, mantenimiento y administración del Proyecto**

### **2-4-1 Sistema de operación, mantenimiento y administración**

La empresa de agua municipal se hará cargo de la operación, mantenimiento y administración del Proyecto y actualmente se está preparando una organización a este efecto por la junta directiva y el director general. La

dirección de agua potable y alcantarillado de los dos Municipios cuentan 42 funcionarios y la nueva empresa de agua municipal tiene intención de buscar el personal en dicha dirección de ambos Municipios, pero como falta el personal técnico, será necesario hacer un reclutamiento público. La nueva empresa tendrá un sistema de operación, mantenimiento y administración bajo una junta directiva (7 miembros) dirigida por un director general como responsable. Debajo del director general habrá 3 direcciones (Comercialización, Administración y Finanzas, y Técnica). La dirección de comercialización se encargará de los trabajos relacionados con la recaudación de las tarifas, la dirección de administración y finanzas, los trabajos relacionados con el personal, labores y presupuesto, y la dirección técnica, la operación, mantenimiento y administración de las instalaciones de abastecimiento de agua tales como las plantas de tratamiento nueva y existente y la obra de captación, entre otras. La dirección técnica está compuesta de 3 secciones: sección de planta de tratamiento que se encargará de la obra de captación y las plantas de tratamiento, la sección de administración de instalaciones se encargará de la operación, mantenimiento y administración de las instalaciones existentes (pozos) y la sección de obra se encargará de la reparación, prevención de fuga de agua y los demás obras en general.

Para que dicha empresa sea una organización financieramente independiente del Municipio, será necesario concentrar sus esfuerzos en lograr pronto las metas como el establecimiento de las tarifas, mejoramiento de la tasa de recaudación y reducción del agua no facturada. A este efecto, hará falta la comprensión y colaboración de los habitantes y también una colaboración política además del apoyo financiero de ambos Municipios. En este aspecto se estudió la posibilidad de una asistencia técnica por la parte japonesa, pero dado que el director general estuvo en el cargo del director general en la fundación de la empresa de agua municipal de Santa Rosa (EMAPA SR) y tiene experiencia en el establecimiento de las tarifas, mejoramiento de métodos de recaudación, aumento de los usuarios inscritos mediante la instalación de medidores, etc. y dicha empresa se encuentra en un buen estado financiero, juzgamos que la parte ecuatoriana es capaz de solucionarlo por sí sola contando con la capacidad del director general.

La sección de planta de tratamiento que se encargará de la operación, mantenimiento y administración de principales instalaciones, se hará responsable de las plantas de tratamiento nueva y existente y la obra de captación. Puesto que las plantas de tratamiento existentes no están operadas ni administradas de manera apropiada, ni tampoco aprovechadas eficientemente, en el momento de dar un asesoramiento técnico sobre la operación, mantenimiento y administración de la nueva planta de tratamiento, se incluirá también las plantas de tratamiento existentes. La sección de administración de instalaciones se hará cargo de las instalaciones de pozos, pero actualmente sólo se hace la manipulación del botón de las bombas sumergibles y no se da una adecuada operación, mantenimiento y administración, por tanto hay que introducir alguna medida para usar esta valiosa fuente de agua mediante la disposición de personal técnico. La sección de obra se encargará del mejoramiento de las tuberías en la ciudad y la atención a las fugas de agua. Con el fin de reducir el volumen de agua no facturada, hay que agilizar el mejoramiento de las tuberías en la ciudad, la instalación de medidores de agua y tomar medidas contra las fugas de agua. Para controlar las fugas de agua es necesario dar un asesoramiento técnico.

#### **2-4-2 Métodos de operación, mantenimiento y administración**

Respecto a la operación, mantenimiento y administración de la planta de tratamiento que es una instalación de mayor importancia, teniendo en cuenta la deficiencia del número de personal técnico, bajo nivel técnico y falta de experiencia, será necesaria una asistencia técnica. Para que estas instalaciones sean usadas eficiente y continuamente por un largo periodo, será necesario dar un asesoramiento técnico sobre métodos de operación, mantenimiento y administración.

Para la operación, mantenimiento y administración del equipamiento de la nueva planta de tratamiento, será necesaria dar un asesoramiento técnico en la planta en marcha y no una transferencia técnica ordinaria como la instalación de equipos y las marchas de prueba que se da en el momento de la incorporación de dichos equipos.

Concretamente, será un asesoramiento técnico sobre la proporción de coagulante atendiendo diferentes turbiedades en las épocas secas y de lluvias, el cambio de la tasa de inyección del gas de cloro se acuerdo con la variación de la calidad de agua, métodos de lavado de filtro rápido, etc. Al trazar el plan, están previstas instalaciones con facilidad de operación, mantenimiento y administración, pero teniendo en cuenta la situación actual de la empresa municipal, se requiere un asesoramiento técnico. Además, para una operación adecuada de la planta de tratamiento existente y su uso con las nuevas instalaciones, será importante un asesoramiento técnico sobre métodos que permitan una operación óptima de ambas instalaciones.

Para la operación, mantenimiento y administración de los pozos existentes es importante conocer el estado de aguas subterráneas con la medición del volumen de agua bombeada y el nivel de agua estático y dinámico de los pozos, para lo cual se dispondrá personal técnico en adelante. Pero, en caso de que este personal técnico asignado tenga problema en su nivel técnico, puede necesitar un asesoramiento técnico, ya que las fuentes de agua existentes son también instalaciones importantes.

De acuerdo con la ejecución del Proyecto, la parte ecuatoriana tiene planeado el mejoramiento de la red de distribución en las dos ciudades y pretende reemplazar los tubos de asbesto muy deteriorados y el tubo de conducción de pozos y suspender la impulsión directa de agua de los pozos a la tubería de distribución para construir pozos recolectores de agua. Esto se tiene que tomar en cuenta en el mejoramiento de la red de distribución. Coincidiendo con la ejecución de este plan, se elaborará un plano de red de distribución correcta para la operación, mantenimiento y administración de la misma.

La sección de comercialización tendrá un importante rol en la administración de la nueva empresa. Hay que mejorar la actual tasa de recaudación de las tarifas que es baja, para mejorar el ingreso por las tarifas. Será necesario establecer unas tarifas adecuadas, definir sanciones para los atrasados en pago y ampliar los nuevos inscritos (reducción de no inscritos y conexiones ilegales), además del trabajo ordinario de la recaudación de las tarifas.

## 2-5 Costo estimado del Proyecto

### 2-5-1 Costo estimado del Proyecto objeto de la Cooperación Financiera No Reembolsable

El costo total del Proyecto en caso de ser ejecutado bajo una Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón será de 2.044,8 millones de yenes japoneses. Según la división de los trabajos a cargo de la parte japonesa y ecuatoriana, bajo las siguientes condiciones del cálculo el desglose del costo correspondiente a cada parte se estima a continuación. Como se indica abajo, el costo correspondiente a la parte japonesa es de 2.023,3 millones de yenes aprox. y a la ecuatoriana, 21,5 millones aprox.

- 1) Costo de los trabajos a cargo de la parte japonesa  
Costo total del Proyecto 2.023,3 millones de yenes

Cuadro 2-5-1 Costo de los trabajos a cargo de la parte japonesa

Partida			Costo estimado del trabajo (millón de yenes)	
Instalaciones	Obra de captación	Obra de instalaciones de captación	36,2	1.855,8
	Planta de tratamiento	Construcción de planta de tratamiento	345,7	
	Tanque de distribución	Construcción de tanque de distribución	103,2	
	Instalación de tubería de conducción e impulsión	Obra de instalación de tubería de conducción e impulsión	839,5	
	Otros Costos (Costo de Obra temporal, Costo de Administración general , etc. )		531,2	
Diseño de ejecución, supervisión de ejecución			167,5	

Nota: El costo estimado del Proyecto es provisional y no representa directamente el límite de la donación indicada en el Canje de Notas.

- 2) Costo de los trabajos a cargo de la parte ecuatoriana

El costo de los trabajos a cargo de la parte ecuatoriana se presenta en el siguiente cuadro.

Cuadro 2-5-2 Pronóstico del costo de los trabajos a cargo de la parte ecuatoriana

No.	Instalaciones	Total (US\$)	Total (millón de yenes)
1	Adquisición de terreno	20.000	2,14
2	Mejoramiento de las vías de acceso	28.000	3,00
3	Acometida de cables transmisores, instalación de transformadoras	90.000	9,64
4	Mejoramiento dentro del terreno como la instalación de cercos	33.000	3,54
5	Otros(Adquisición terrenos, IVA, etc)	30.000	3,21
	Total	201.000	21,53

- 3) Condiciones del cálculo

Fecha del cálculo: Julio de 2005

Tasa de cambio: 1 US\$ = 107,16 yenes (Promedio entre enero de 2005 y junio de 2005)

Periodo de la ejecución: Será una obra con financiamiento del Estado. Véase la Fig.2-2-14 Programa de ejecución (tentativa).

Otros: El Proyecto será ejecutado según el sistema de Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón.

## 2-5-2 Costo de operación, mantenimiento y administración

El costo anual de operación, mantenimiento y administración de las instalaciones una vez completadas (2009) será de 620.000US\$ aprox. según el siguiente desglose.

Gastos de personal	Costo de energía eléctrica	Costo de productos químicos	Gastos de administración	Total
237.600	156.417	106.956	118.800	619.773

Suponiendo que el actual número de usuarios (11.900 hogares en 2005) siga siendo lo mismo con la mismas tarifas de agua (el promedio de las tarifas de agua: 5 US\$/mes/hogar) en el momento de completar las instalaciones, el ingreso por las tarifas será de 714.000 US\$, lo que sobrepasará el costo de operación, mantenimiento y administración. El sueldo mínimo de la esta zona es de 300 US\$/mes y la tarifa de agua de 5 US\$ mensual por hogar representa apenas el 1,6% del ingreso y será suficientemente asequible. La empresa, además del ingreso por las tarifas, recibirá el impuesto del 10% del teléfono, los derechos de la inscripción nueva y de los trámites de la solicitud de permiso de negocios y varios subsidios. En caso de que el costo de operación, mantenimiento y administración supere el ingreso, lo complementará con los subsidios del Gobierno central y no tendrá problemas financieros para la operación, mantenimiento y administración del Proyecto.

## **CAPÍTULO 3 VERIFICACIÓN DE LA PERTINENCIA DEL PROYECTO**

## Capítulo 3 Verificación de la justificación del Proyecto

### 3-1 Efectos del Proyecto

Los efectos esperados de la ejecución del Proyecto se resumen en el cuadro 3-1-1.

Cuadro 3-1-1 Efectos de la ejecución del Proyecto y el nivel de mejoramiento de las condiciones actuales

Actualidad y problemática	Medidas en el Proyecto (Obras objeto de la cooperación)	Efectos del Proyecto y nivel de mejoramiento
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Abastecimiento deficiente</li> <li>● Servicio en horas limitadas (En Huaquillas 1 vez/semana, en Arenillas 6 horas diarias.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Construcción de instalaciones de captación (Captación 110 l/s., 3 bombas)</li> <li>● Instalación de conducción y líneas de impulsión y distribución (tubos DIP, PVC, 250-500mm, 26.330m)</li> <li>● Construcción de planta de tratamiento (capacidad: 100 l/s., Producción: 8.640 m<sup>3</sup>/día)</li> </ul>	<p>(1) 44.700 habitantes de Huaquillas recibirán el agua durante las 24 horas (actualmente 68 horas semanales). Además, el aumento de la presión de agua permitirá usar el grifo de cada hogar.</p>
<p>* Hay problemas en la calidad de agua (El agua de Huaquillas tiene problemas en el olor y la calidad. El de Arenillas, debido a que la planta de tratamiento no funciona regularmente, presenta una calidad como la del agua del río.)</p>	<p>* Construcción de planta de tratamiento * Construcción de tanques de distribución (Arenillas: 500m<sup>3</sup>, Huaquillas: 3.600 m<sup>3</sup>)</p>	<p>(2) 15.200 habitantes de Arenillas recibirán el agua durante las 24 horas (actualmente 29 horas semanales). (3) El mejoramiento de la calidad de agua reducirá la morbilidad de enfermedades con causas hídricas. (No. de enfermos actuales: 3.859 en Huaquillas y 885 en Arenillas (2003))</p>

### 3-2 Temas a solucionar y recomendaciones

#### (1) Establecimiento de la organización y sistema de la empresa de agua potable

Se nombró el presidente de la empresa y se está llevando la selección del personal administrativo y técnico de la misma en torno a las alcaldías de ambos Municipios, pero existen cantidad de problemas pendientes tales como la operación, mantenimiento y administración de las instalaciones nuevas y existentes, el establecimiento de nuevas tarifas y el método de recaudación. Desde el punto de vista administrativo es difícil independizarse y necesita la cooperación de ambos Municipios. Siendo consejeros de la junta directiva de la empresa los alcaldes de ambos Municipios, es necesario que mantengan coordinación con la Provincia y el Gobierno central y ofrezcan apoyos y colaboraciones en el aspecto financiero y administrativo. La empresa tendrá que consolidar su organización y sistema para lograr una administración autónoma cuanto antes posible.

#### (2) Medidas presupuestarias seguras

La empresa, para las medidas presupuestarias de los gastos administrativos (gastos de personal y corrientes), gastos de operación y el costo mantenimiento y administración como el costo de productos químicos y energía eléctrica, necesarios para el servicio de agua potable, necesitará durante algún tiempo apoyo de los Municipios y cada año tendrá que solicitar y comprobar mediante las deliberaciones con las autoridades municipales la ejecución de las medidas presupuestarias tal como prevista. Asimismo hay que emprender positivamente la transferencia del trabajo de recaudación de las

tarifas porque es necesaria la operación autónoma de la empresa lo más pronto posible.

### (3) Operación y mantenimiento adecuado de las instalaciones

Las instalaciones a construir en el Proyecto, debido a que serán utilizadas conjuntamente con las existentes, será necesario llevar una operación eficiente de ambas instalaciones. Sobre todo, las instalaciones existentes están obsoletas y para reducir el costo de operación, hay que llevar una operación eficiente. Será importante primero registrar diariamente las condiciones de la operación (caudal, calidad de agua, nivel de agua, etc.) de cada instalación y realizar una operación de acuerdo con las mismas.

### (4) Homogeneización de la calidad de agua

El agua proveniente de las nuevas instalaciones al Municipio de Arenillas será enviada al tanque de distribución existente y será mezclada de manera homogénea con el agua tratada en la planta existente para ser servida con una calidad homogénea en la ciudad. Por otra parte, en el Municipio de Huaquillas el agua de los pozos y el agua de la planta de tratamiento se distribuyen por las rutas separadas, lo que producirá una diferencia en la calidad de agua entre los distritos servidos. Por tanto, en la ocasión de la rehabilitación de líneas de distribución en la ciudad, discontinuará el sistema del abastecimiento de agua actual en el que se impulsa el agua directamente de los pozos a las líneas de distribución y se constituirá un vertedero, se conectará con las nuevas líneas de distribución para homogeneizar la calidad de agua. La instalación de un vertedero permitirá aumentar el caudal bombeado de los pozos y ser estable.

### (5) Aseguramiento del ingreso por las tarifas de agua

En la operación, mantenimiento y administración después de ejecutado el Proyecto, se espera aumentar el ingreso por las tarifas de agua debido al aumento del volumen de agua suministrada, el reajuste del sistema tarifario y aumento de la satisfacción de los habitantes beneficiarios. Será fundamental desarrollar firmemente las actividades para aumentar el ingreso por las tarifas de agua: incrementar el número de usuarios registrados mediante un estudio de clientes, controlar las conexiones ilegales, reparar los medidores dañados, etc.

### (6) Aumento de caudal efectivo

Para dar una solución al estado actual con gran cantidad de caudal inefectivo debido al deterioro de las instalaciones existentes, ambos Municipios, en el momento de ejecutar la rehabilitación de la red de distribución, tienen que instalar medidores de caudal y reemplazar viejos tubos de AC para recaudar las tarifas según el consumo, reducir fugas de agua, prevenir la conexiones ilegales y aumentar el caudal efectivo.