

de las instalaciones de aguas existentes pero no tiene ninguna experiencia en la administración del funcionamiento de las plantas de purificación de agua. Una vez finalizado los trabajos de construcción del presente proyecto, será necesario escoger, de entre los técnicos actualmente empleados en el organismo, los que recibirán entrenamiento específico para la administración de estas instalaciones. Será necesario también nombrar a nuevo personal de base para el funcionamiento de las plantas.

La estructura administrativa para el control del funcionamiento de las nuevas plantas de tratamiento de aguas se detalla en el siguiente figura.

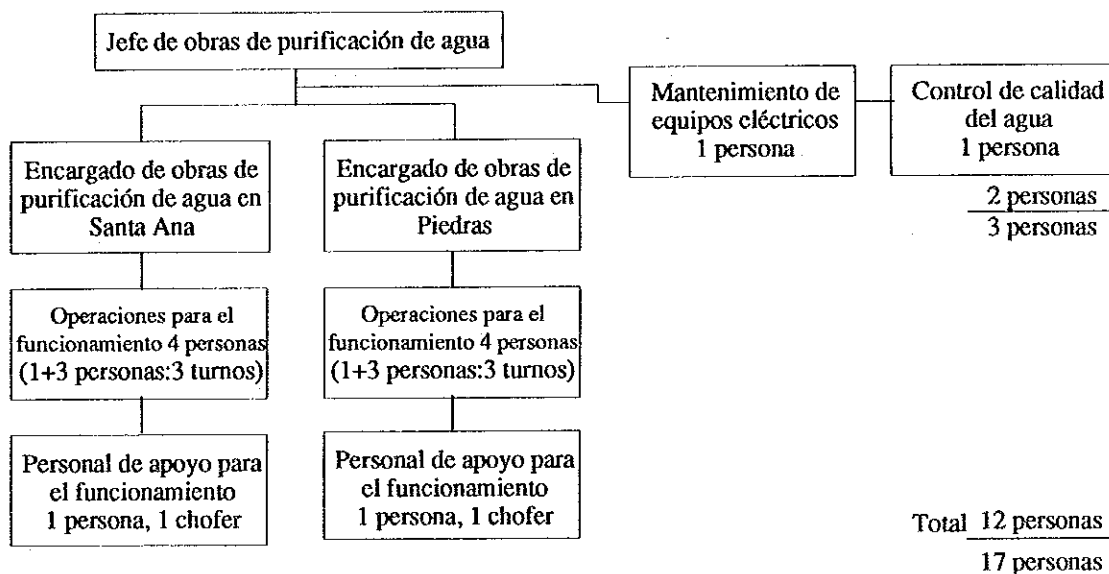


Figura - 10 Estructura administrativa para el funcionamiento de las plantas de purificación de aguas

4.5 Resumen de las instalaciones y los equipos

La fuente de agua de los dos sistemas para la captación de agua ocupa una superficie de 45 km² estando formada por la fuente que proviene de los bosques. La entrada a esta zona está prohibida para el público en general, para proteger el medio ambiente. Sin embargo, debido a que la exuberancia de la vida tropical, los excrementos animales y el humus vegetal son abundantes y, especialmente después de la lluvia, el agua empieza a tomar color debido al humus y aumenta la densidad de los coliformes y de las bacterias. La turbiedad no es tan fuerte como la coloración debido a que no tiene tanto tiempo de gestación y, cualquier proceso que elimine el color también eliminará la turbiedad. En el caso de que el depósito de filtración lenta no consiga eliminar la coloración debido a que

se ha vuelto muy densa por el transcurso del tiempo, se deberá dejar de tomar el agua del río porque ya no es posible hacer fluir el agua del fondo del depósito de sedimentación. (Después de más de 8 horas continuas: lluvias en la estación de lluvias) Se deberá instalar un depósito de mezcla de productos químicos con un agitador por gravedad en el cual se inyectan los productos químicos, antes del depósito de sedimentación. Esto permite eliminar la turbiedad y los restos, cuando son importantes, se eliminarán en el depósito de filtrado. Deberán haber técnicos entrenados que tengan suficientes conocimientos sobre el uso de los depósitos de sedimentación por productos químicos y los depósitos de filtrado. Los conceptos para las instalaciones y los equipos son los siguientes:

A continuación se describirán los métodos de filtrado rápido y de filtrado lento.

Método de filtrado rápido

(Para una planta de purificación de agua)

Cuadro 8 Generalidades sobre las instalaciones y equipos en cada planta

	Instalaciones y equipos	Cantidad	Necesidad o conveniencia
Instalaciones para la purificación del agua	Depósito de mezcla de químicos	1 depósito	Para eliminar la coloración se mezcla un coagulante (También elimina la turbiedad)
	Depósito de sedimentación de químicos	1 depósito 2 recipientes	Se ha diseñado de tal forma que facilite los manejos 2 recipientes para los trabajos de limpieza
	Depósito de filtrado rápido	6 depósitos	La operación es más fácil debido a que se emplea un método de filtrado rápido en paralelo, natural. Uno de los depósitos es de reserva.
	Depósito de distribución	1 depósito	Para estabilizar el funcionamiento del depósito de filtrado para solucionar los problemas de corte de agua, se deja el agua estancada durante 6 ~ 8 horas.
	Equipo para inyección de químicos	1 depósito	Es necesario mejorar la calidad del agua cruda agregando o mezclando alumbre y cal apagada y se debe utilizar los equipos de cloración y de cloro
	Transformador eléctrico	1 equipo	220 V. 220 kVA, trifase 2 líneas / trifase 3 líneas
	Generador eléctrico para emergencias	1 equipo	Debido a que el suministro de electricidad no es muy estable, hay frecuentes cortes de electricidad. Se ha instalado un generador eléctrico para que el suministro de agua sea más estable.
	Edificio	1 instalación	Para guardar todos los equipos necesarios para el funcionamiento de la planta de tratamiento se ha construido una sala para inyección de químicos, sala para inyección de cloro y una sala para el generador eléctrico
	Conexiones de tubería para suministro de agua existentes	1 juego	Conexión entre el depósito de purificación y la nueva red por el proyecto del Banco Mundial.
Instalaciones para medición	Medidor de flujo de agua	1 juego	Tipo Venturi (Tipo ultrasonido) Tipo dique Tipo parcial
Equipos a instalar	Instrumentos para la inspección de la calidad del agua	1 juego	Todos los equipos e instrumentos destinados al laboratorio de pruebas del agua para el análisis de los puntos básicos necesarios para el funcionamiento de la planta de tratamiento deben estar guardados en la sala de análisis de calidad de agua en la oficina administrativa.
	Vehículo para inspecciones	1 vehículo	Debido a que la planta de tratamiento está en un lugar distante, es necesario para optimizar la administración conjunta del funcionamiento de la captación de agua y de la planta tratamiento de agua.
	Pala excavadora	1 pala	
Repuestos	1 juego	Línea de impulsión del depósito de filtrado, tubería de impulsión y salida, válvulas del depósito de filtrado, químicos, etc.	

Planta de tratamiento de agua del Río Santa Ana

Mapa general de las instalaciones (Escala 1/1.000)

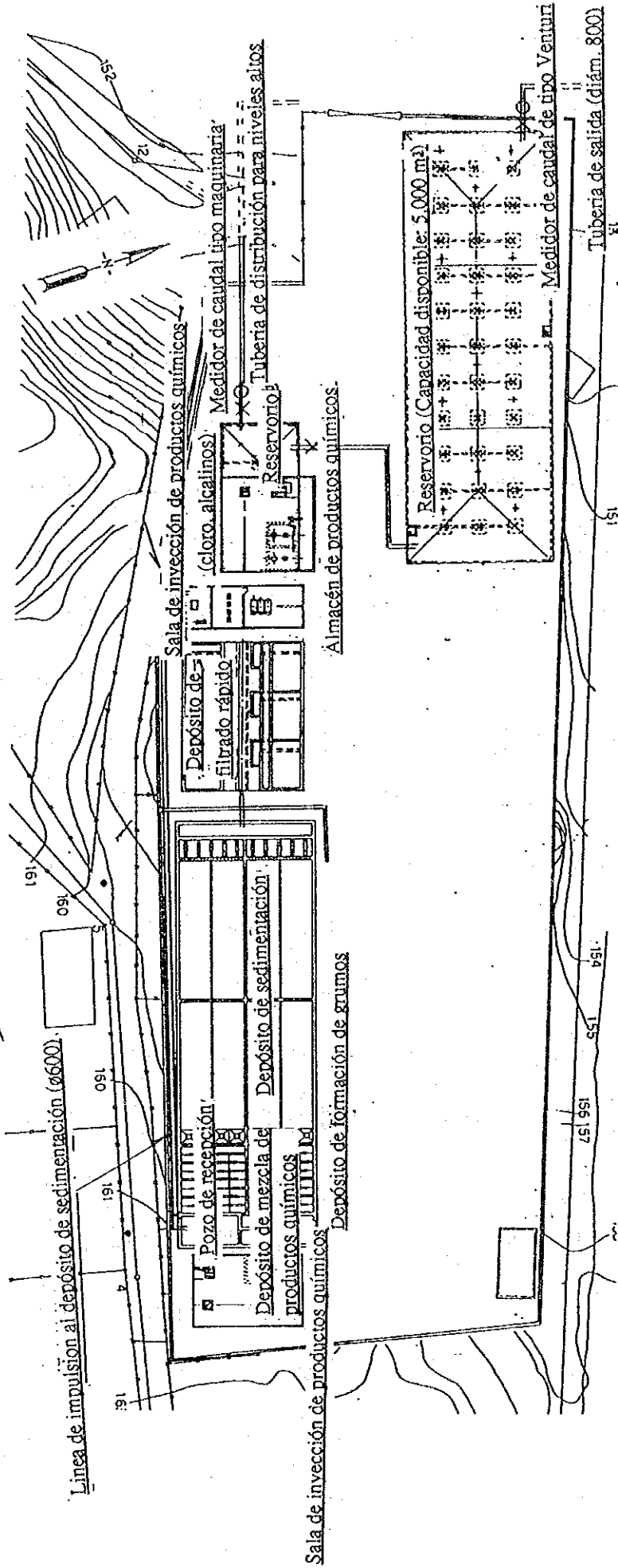


Figura - 11
Mapa de ubicación de las instalaciones

Planta de tratamiento de agua del Río Piedras

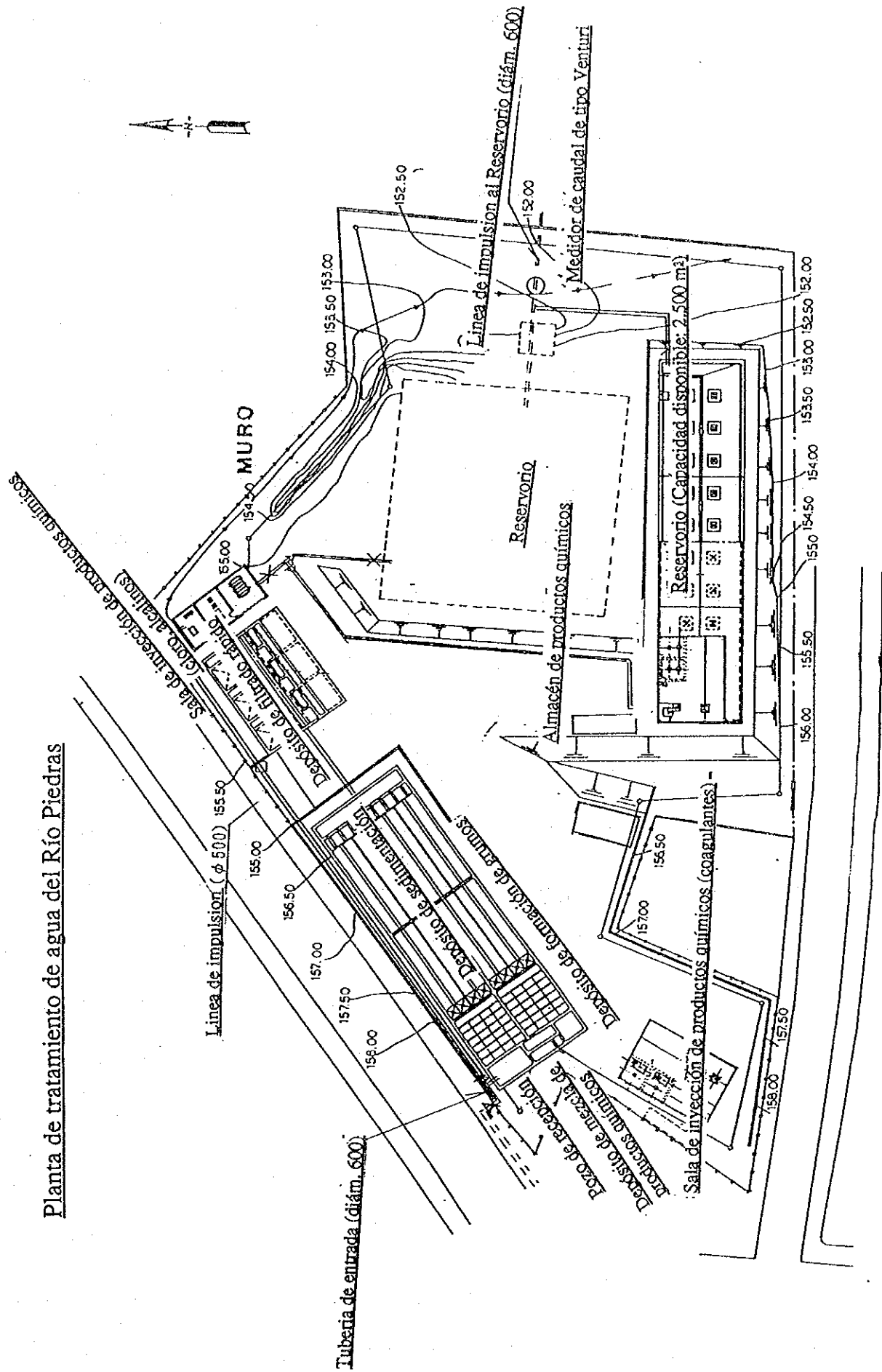


Figura - 12
Mapa de ubicación de las instalaciones



CAPITULO 5 DISEÑO BASICO

CAPITULO 5 DISEÑO BASICO

5.1 Objetivos del diseño

Los objetivos del diseño básico para el presente proyecto son los siguientes:

(1) Criterios con respecto a las condiciones naturales

La zona geográfica del proyecto está en las cercanías de la ciudad de San Pedro Sula, una región tropical monzónica, con un volumen pluviométrico normal de más 1.200 mm anuales. Las épocas seca y de lluvias están perfectamente delimitadas. La época seca va de enero a mayo y la época de las lluvias va de junio a diciembre.

Las fuentes de agua provienen de los ríos Santa Ana y Piedras. En la época de las lluvias, aumenta la coloración del agua y el método de depósito de filtrado lento solicitado para este proyecto no alcanza para purificar el agua. Consideramos que, en caso de utilizar este método, será necesario construir un depósito de sedimentación con coagulantes químicos, en combinación con el depósito de filtrado rápido. También comparamos este método con el método de filtrado rápido y llegamos a la conclusión de que éste último es el más apropiado.

Las características topográficas de los terrenos donde se tiene proyectado construir las plantas de purificación, tanto en el Río Santa Ana como en el Río Piedras están más cerca de las fuentes. En el caso del sistema del Río Santa Ana, a 2 km río arriba del sitio proyectado para la planta de purificación las rocas están expuestas, lo que hace que éste sea un lugar ideal para la captación de agua. En el caso del sistema del Río Piedras, a 700 m río arriba del sitio proyectado para el depósito de sedimentación también se dan las mismas condiciones. En ambos casos, es posible hacer que corra el agua naturalmente por la fuerza de la gravedad, desde el punto de captación de agua hasta la planta de purificación. También es posible usar la fuerza de gravedad para distribuir el agua de la planta de purificación a los lugares a los que va a ser suministrada. La diferencia en la altitud sobre el nivel del mar es lo suficientemente grande como hacer posible incluir dentro de la planificación del sistema de purificación el uso de la fuerza de gravedad. Al ser el uso de bombas eléctricas mínimo, el suministro de agua podrá hacerse más económicamente.

(2) Criterios en materia de condiciones sociales

La ciudad de San Pedro Sula que es el objetivo de este proyecto es la segunda

ciudad en importancia en la República de Honduras. Está ubicada a 50 km al sur del Mar del Caribe, en el centro de una planicie, lo que hace que su ubicación geográfica sea especial ya que favorece las exportaciones a los EE UU. Esta región ha sido objeto de una política de promoción industrial. Dentro de la República de Honduras, se considera que, en el aspecto técnico, es uno de los centros urbanos más desarrollados. Por lo tanto, DIMA ha tenido que recurrir a soluciones nuevas tales como la sedimentación por coagulación química y la utilización de un método de purificación de agua por filtrado rápido en arena pero, en lo posible, trataremos de introducir un nivel tecnológico que no presente mayores problemas para el funcionamiento y mantenimiento por parte del personal local. Para la sala de inyección de químicos, etc. será necesario construir techos no demasiado grandes y, en lo posible, desearíamos utilizar materiales de construcción obtenidos localmente.

(3) Criterios para la construcción

En la República de Honduras, los materiales más utilizados en la construcción son la arena, cemento, hormigón armado, por lo que hay suficientes materiales básicos como para su suministro local. Sin embargo, la mayor parte de la maquinaria tiene que ser importada. Según el Plan Maestro del Banco Mundial se utilizan materiales para tubos, importados de Inglaterra, utilizándose tubos de hierro fundido dúctiles. Para este proyecto, y teniendo en cuenta su vida útil, antecedentes del uso, facilidad para trabajar, características de la tubería, economía de costos, etc. recomendamos el uso de tuberías de hierro fundido dúctiles. En las tuberías más importantes, se propone también el uso de tuberías de acero.

(4) Criterios con respecto a la capacidad de la institución encargada de la puesta en práctica del suministro de agua localmente

Una vez finalizado este proyecto, el mantenimiento y funcionamiento de las instalaciones pasará a manos de DIMA. Esta se hace cargo de las fuentes de agua de los ríos y de los pozos, procediendo a la desinfección por cloro en ambos casos. Debido a que no tiene experiencia previa en el uso de plantas de purificación de agua, el presente proyecto tratará de proponer instalaciones que no requieran un esfuerzo especial para las operaciones de funcionamiento y mantenimiento. Durante la estación seca, la calidad del agua es relativamente buena y no será necesario agregar un gran volumen de coagulantes por lo que el funcionamiento será simple. En cambio, en la época en que baja la calidad del agua y el grado de coloración y turbiedad es más alto, deberá empezar a

usarse el depósito de sedimentación por productos químicos y el depósito de filtrado con gran frecuencia. Deberán inyectarse productos químicos que no se estaban usando hasta el momento y existirán nuevos costos por el uso y funcionamiento de máquinas y equipos. DIMA tiene planeado mejorar el sistema de cobro para aumentar el porcentaje de consumidores facturados y reconstruir así su situación financiera. Por otro lado, este proyecto aprovecha el desnivel natural en las altitudes sobre el nivel del mar para distribuir el agua de la planta de purificación a los consumidores. Esto ha permitido reducir al mínimo el aumento de costos originado en el funcionamiento de esta planta. Además, el personal de DIMA se ha mostrado muy interesado en el método de filtrado rápido y esperamos que, después de la transferencia tecnológica, puedan hacer funcionar correctamente las instalaciones de las plantas de purificación.

(5) Criterios para el contenido de las instalaciones planeadas y nivel de mantenimiento

La planta de purificación del Río Santa Ana se construirá cerca del río pero sobre un promontorio lo suficientemente alto como para no verse afectado por las crecientes del río. En el caso del Río Piedras, el depósito de agua cruda (depósito de sedimentación) está en la orilla del río, y la planta de purificación se construirá dentro del predio existente para la planta de distribución. La captación de agua en ambas plantas estará en un punto río arriba con respecto a las instalaciones, por lo que bajará hasta la planta naturalmente por la corriente del río y la fuerza de la gravedad, a través de la red existente. El proyecto del Banco Mundial tiene previsto renovar esta red y la tubería para este proyecto tiene previsto conectarse a este nuevo sistema. Se construirán tuberías que se conecten a la red de distribución de agua que también ha sido renovada (una parte de la tubería de distribución y en el caso del Río Piedras, el depósito de distribución existente) para distribuir, a continuación, el agua purificada, a los consumidores.

Debido a que, en la actualidad, hay pérdidas de agua y consumidores que reciben el agua sin estar registrados, ha sido necesario proceder a limitaciones en el suministro (cortes a determinadas horas) y no ha sido posible suministrar correctamente el agua a las zonas más bajas. Las instalaciones tienen una baja eficiencia. Por lo tanto, este proyecto pretende mejorar la distribución de las fuentes de agua económicamente y llevarla al máximo, con instalaciones que sean lo menos costosas posibles.

Sin embargo, para que este proyecto resulte realmente efectivo será necesario solucionar el problema de las pérdidas de agua en las tuberías existentes y mejorar las funciones administrativas.

(6) Criterios para las obras

Para DIMA, el orden de prioridad establecido es primero la planta de purificación de Santa Ana y después la planta de Río Piedras. Por lo tanto el plan propuesto en la actualidad es el de empezar las obras de la planta de purificación de Santa Ana el primer año y continuar con la planta de Río Piedras en el siguiente año.

Es decir, en la primera etapa se construirá la planta de purificación del Río Santa Ana, suministrando el agua a la planta de distribución existente. De esta forma se suministrará el agua purificada, una vez eliminados la turbiedad y el color, mejorando de esta forma la calidad del agua distribuida a la población. En la segunda etapa se construirá la planta de purificación de Río Piedras y se mejorará también la calidad del agua distribuida desde esa planta.

5.2 Condiciones del diseño

5.2.1 Normas del diseño

Las normas de diseño de las instalaciones de suministro de agua corresponden a las instituciones nacionales, en este caso a DIMA, pero la mayoría de las normas se refieren a las tuberías, utilizándose básicamente las normas de diseño norteamericanas. Debido a que no existen normas para el diseño de las instalaciones para la purificación del agua, básicamente utilizaremos las normas japonesas. Las normas utilizadas para el diseño básico son las siguientes.

- Supervisión del Ministerio de Salud (Criterios para el diseño de las instalaciones de suministro de agua • Interpretación)
Asociación de Obras de Agua del Japón
- Normas para el diseño estructural básico de la construcción • Instrucciones
Asociación de la Construcción del Japón
- Documentos interpretativo de las normas de cemento
Asociación de Ingenieros civiles del Japón
- Normas de JIS, etc.

5.2.2 Especificaciones para las instalaciones

Volumen de procesamiento de agua purificada según el Diseño Básico

Río Santa Ana 15.000 m³/día

Río Piedras 10.000 m³/día

Total del volumen de agua cuando sólo se considera el depósito de agua cruda

Río Santa Ana 44.000 m³/día

Río Piedras 35.000 m³/día

(1) Capacidad de la planta de purificación de agua

1) Caudal del río (Vea el cuadro 9~12)

El caudal del río ha empezado a medirse a partir de 1992. No existen muchos datos antecedentes y no es posible hacer estimaciones estadísticas relevantes con los pocos datos con los que se cuentan pero, si hacemos una comparación con los del agua tomada del río, será posible estimar el volumen de agua que puede tomarse de cada río.

Cuadro 9 Caudal del río y volumen de captación del agua

	Caudal de agua del río	Captación de agua
Río Piedras		
Primer semestre Enero - Febrero de 1993		
Marzo - Junio de 1992	24.900 m ³ /día	31.400 m ³ /día
Segundo semestre Julio- Diciembre de 1992	32.600	30.300
Promedio anual	28.700	30.900
Río Santa Ana		
Primer semestre	38.200 m ³ /día	30.300 m ³ /día
Segundo semestre	48.800	33.300
Promedio anual	43.491	31.800

En el caso del Río Piedras, el volumen de agua captada es mayor que el caudal real del río pero esto se debe a que hay errores en la medición (debido al número de datos disponibles y a diferencias en la metodología para la medición, puede haber una diferencia del 7%). Sin embargo, podemos suponer que se está captando casi toda el agua del caudal del río.

En el caso del Río Santa Ana, según las hipótesis del cuadro anterior, se está captando un 70 a 80% del caudal del río.

2) Volumen de agua que se puede captar

DIMA conserva datos de los últimos 8 años sobre el volumen del agua captada. Podemos comparar y analizar el volumen de agua que se puede captar y los datos de caudal del río en 1992 y estimar el volumen de agua captada en el pasado.

Los antecedentes sobre el volumen de agua captada por DIMA (Cuadro) muestran que en los últimos 8 años (1986 - 1993) el volumen mínimo promedio mensual de agua captada del Río Piedras y del Río Santa Ana fue en mayo de 1991 y resultó ser de 14.000 m³/día para el Río Piedras y de 17.000 m³/día para el Río Santa Ana. Estos datos coinciden con los valores de agua captada garantizados en la estación seca considerando un

período de diez años que incluye años en los que hay pocas lluvias. En la estación más seca (al final de la estación seca: en mayo) los datos firmes que poseemos corresponden a mayo de 1992 y a continuación se presenta un cuadro comparativo del volumen de agua captada y el caudal del río.

Cuadro 10 Comparación entre el volumen de agua captada y el caudal del río en el período más seco: al final de la estación seca

	Captación de agua (mayo de 1992 ~ año de pocas lluvias)	Caudal de agua del río (mayo de 1992)
Río Piedras	18.000 m ³ /día (promedio de 31 días)	16.900 m ³ (Promedio de la medición durante 3 días)
Río Santa Ana	27.700 m ³ /día	24.900 m ³ /día (Promedio de la medición durante 3 días)

Volumen de lluvias anual en la ciudad : 887,0 mm
 Valor promedio anual : 1.207 mm

El hecho de que el volumen de agua tomada sea mayor que el caudal del río se puede explicar como un error en la medición de los datos, diferencia en la cantidad de días para tomar los datos, pero esto hace suponer que en la estación seca casi toda el agua del caudal del río será tomada por la planta. (1992 fue un año de pocas lluvias, el volumen de lluvias promedio es de 1.207 pero ese año fue de 897 mm.)

De acuerdo a los datos recopilados por DIMA para la captación de agua en los últimos 8 años, 1991 fue el año más seco y, a pesar de que pueden haber errores en la medición, podemos tomar este año como el mínimo de captación asegurado en un año seco.

Volumen de captación de agua asegurado: volumen en un año seco, tomando un promedio de 10 años (como volumen de agua asegurado durante por lo menos 355 días al año).

Cuadro 11 Volumen de captación de agua garantizado

	Fecha	Nivel de agua estable	Volumen de agua tomada normal (valor de referencia)
Río Piedras	mayo de 1991	14.000 m ³ /día	11.000 m ³ /día (10.000 m ³ /día x 110%)
Río Santa Ana	mayo de 1991	17.000 m ³ /día	16.500 m ³ /día (15.000 m ³ /día x 110%)

Por otro lado, el volumen de agua tomada máximo en un año de aguas abundantes, teniendo en cuenta los antecedentes (se deja de tomar agua cuando el agua se vuelve muy turbia) se toma más agua de la capacidad de procesamiento por la planta de purificación de agua y con respecto al exceso se hace sólo la desinfección por cloro, suministrando esta agua en lugar del agua de pozo que es más costosa.

Cuadro 12 Volumen de agua tomada en un año de abundante caudal

	Río Piedras	Rfo Santa Ana
Volumen de agua captada máximo (pronosticado)	35.000 m ³ /día	44.000 m ³ /día
Volumen de agua captada máximo real	59.900 m ³ /día	37.400 m ³ /día
Caudal del río en el segundo semestre de 1992	33.000 m ³ /día	49.000 m ³ /día

(1992 fue un año de pocas precipitaciones con 887 mm frente a una media de 1.207 mm)

3) Capacidad de procesamiento de las plantas de purificación de agua

De acuerdo a la solicitud de la República de Honduras, la capacidad de procesamiento de las plantas de purificación de agua para el Río Santa Ana es de 15.000 m³/día y para el Río Piedras es de 10.000 m³/día. Se piensa que, incluso en los años secos dentro de un intervalo de 10 años (teniendo en cuenta los errores de medición mencionados previamente) y en el período más seco del año, podrán cumplirse las capacidades mencionadas en la solicitud.

Por lo tanto, de acuerdo a la solicitud, la capacidad de las plantas de purificación de agua serán

Río Santa Ana 15.000 m³/día
 Río Piedras 10.000 m³/día

(2) Capacidad de suministro de agua de cada una de las líneas de impulsión

En ambos sistemas, la capacidad de impulsión y salida de agua debe suministrar el volumen de agua purificada determinado a una velocidad determinada.

El caudal de agua transportado por el sistema se calculará de acuerdo a la siguiente fórmula

Fórmula Williams-Hensen

$$Q = AV = \frac{\pi D^2}{4} \times 0,84935 \cdot C \cdot R^{0,63} \cdot I^{0,54} (\text{m}^3 / \text{s})$$

D = Diámetro (m)

R = profundidad: $\frac{D}{4}$ (m)

I = Inclinación para flujo de agua: $\frac{h}{L}$

C = 130

1) Río Santa Ana

Nuevas tuberías de impulsión: Diám. 800 mm (el mismo diámetro que las tuberías existentes)

Cantidad : Q

La velocidad : V = 1,2 m/seg.

Q = A·V

$$A = \pi R^2 / 4 = \pi \cdot (0,8)^2 / 4 = 0,502 \text{m}^2$$

De esta forma la cantidad de agua de acuerdo a la velocidad de flujo utilizada será

$$Q = 0,502 \text{m}^2 \times 1,2 \text{ m / seg.} = 0,602 \text{m}^3 / \text{seg.} = \\ = 52.000 \text{m}^3 / \text{día} > 44.000 \text{m}^3 / \text{día}$$

Determinación la máximo cantidad

A. Distancia entre el dique de captación de agua (Pozo de control de flujo)

~Planta de purificación de agua

Distancia (Longitud) : 2 km

Diferencia de altura (m) : Pozo de control de flujo

200 m s/nivel del mar

Planta de purificación de agua

180 m s/nivel del mar

Diferencia de altura 20 m

Fórmula Williams•Hensen

$$Q = AV = \frac{\pi D^2}{4} \times 0,84935 \cdot C \cdot R^{0,63} \cdot I^{0,54} \text{ (m}^3 \text{ / s)}$$

D = Diámetro (m): 0,8 m

$$R = \text{Profundidad: } \frac{D}{4} = \frac{0,8 \text{ m}}{4} = 0,2 \text{ m}$$

$$I = \text{Inclinación para flujo de agua: } \frac{h}{L} = 20 / 2.000$$

C = 130

De esta forma la cantidad máxima será de Q=145.000 m³/día.

V=3,3 m/seg.

B. Distancia entre la planta de purificación de agua y el depósito de distribución

Distancia (Longitud) : 700 m

Diferencia de altura (h) : Planta de purificación de agua

150 m nivel de agua bajo

Depósito de distribución de agua

140 m nivel de agua alto

Diferencia 10 m

Fórmula Williams•Hensen

$$Q = AV = \frac{\pi D^2}{4} \times 0,84935 \cdot C \cdot R^{0,63} \cdot I^{0,54} \text{ (m}^3 \text{ / s)}$$

D = Diámetro (m): 0,8 m

$$R = \text{profundidad: } \frac{D}{4} = \frac{0,8 \text{ m}}{4} = 0,2 \text{ m}$$

$$I = \text{Inclinación para flujo de agua: } \frac{h}{L}$$

C = 130

De esta forma el máximo volumen suministrable será de Q=175.000 m³/día. V=4,0 m/seg.

2) Río Piedras

Nuevas tuberías de impulsión: Diám. 600 mm

Cantidad: La velocidad: Si V = 1,5 m/seg. al igual que para (1),

$$Q=37.000 \text{ m}^3/\text{día} > 35.000 \text{ m}^3/\text{día}$$

Determinación la cantidad máxima

A. Distancia entre el dique - Depósito de sedimentación

Distancia : 200 m
Diferencia de altura (m) : Dique 195 m
Pozo de recepción 190 m
Diferencia de altura 5 m

Al igual que para (1)

$$Q = AV = \frac{\pi \cdot 0,6^2}{4} \times 0,84935 \cdot 130 \cdot \frac{0,63^{0,63}}{4} \cdot \frac{5^{0,54}}{200} \text{ (m}^3 \text{ / s)}$$

Cantidad máxima $Q=111.000 \text{ m}^3/\text{día}$. $V=4,6 \text{ m/seg}$.

B. Distancia entre el depósito de sedimentación y el depósito de filtrado

Distancia : 700 m
Diferencia de altura (h) : Depósito de sedimentación 185 m
Pozo de recepción 165 m
Diferencia 20 m

De la misma forma

$Q=120.000 \text{ m}^3/\text{día}$.

$V=4,9 \text{ m/seg}$.

5.2.3 Condiciones básicas

(1) Calidad del agua (tomada en julio y agosto de 1993 por la Misión en la República de Honduras)

1) Agua cruda

a) Puntos para la calidad del agua en el filtrado lento

Cuadro 13 Puntos analizados en el método de filtrado lento (julio y agosto de 1993)

	Valor promedio	Valor medido
A, BOD	2 mg/l o menos	0,3 mg/l
B, Coliforme total	(100 mlMPN) 1.000 o menos	Vea el cuadro a continuación

Cuadro 14 Coliforme y volúmenes pluviométricos

(NPM/100ml)

			Río Santa Ana		Río Piedras		Nivel de precipitaciones de referencia
			Coliforme total	Coliforme fecal	Coliforme total	Coliforme fecal	
Epoca seca	Datos diarios	marzo de 1992	224	10	494	50	14,4
		abril de 1992	345	53	384	31	43,1
Epoca de lluvias	Datos diarios	diciembre de 1990	1.383	123	1.391	124	179,3 abundante
	Datos diarios	junio de 1991	897	238	880	224	232,2 abundante
	Datos diarios	octubre de 1991	441	61	616	143	73,5 poco
	Datos diarios	julio de 1992	603	20	679	40	154,1 promedio
	Datos promedio	julio de 1993	909,3	205,3	946,6	218	35,2 poco

El número de coliformes aumenta después de la lluvia. La causa probable son los restos de excrementos y cadáveres de los animales de la montaña que se ven arrastrados al principio de la estación de lluvias o durante una inundación. El promedio anual es de menos de 1.000 pero en diciembre de 1990, el promedio mensual (de 12 días) fue de más de 1000.

b) Puntos para la sedimentación por productos químicos (coagulación)

Cuadro 15 Puntos de sedimentación por productos químicos

Valor estándar (agua cruda)		Medición		
			Medición coloración (promedio diario)	Opacidad (máximo diario)
A	Color y opacidad O.P.S. 5°~ 0 menos O.M.S. 15°~ 0 menos	Santa Ana (lluvias) Piedras (lluvias) Promedio de junio ~ septiembre de 1992	25° 20° (máxima: 1.000°)	5° 12°
B	Consumo de ácido permangánico: 12 mg/l	Santa Ana (agosto 1993) Piedras	Color 32° : 22 mg/l Color 16° : 11 mg/l	
C	COD	Santa Ana Piedras	Color 32° : 70 mg/l Color 16° : 49 mg/l	

Para la coloración, turbiedad, densidad y cambios temporales hay material de referencia por separado

c) Puntos para la inspección general (registro parcial de los resultados del Estudio)

Cuadro 16 Resultados del análisis de calidad del agua cruda 1 (Muestra del 4 de agosto de 1993)

Investigación en el sitio	Centro Sanitario Interamericano Valor promedio (agua potable)	Río Piedras	Río Santa Ana
Agua cruda (durante la lluvia)	Temperatura del agua (unidad de medida) mg/l	(25,2°C) mg/l	(25,1°C) mg/l
(1) Turbiedad	NTU 1 - 5	11°	8,5°
(2) Color	< 5° (O.M.S. : <15°)	37°	36°
(3) Volumen de oxígeno diluido	-		
(4) Nitrógeno amoniacal	< 0,08		
(5) Nitrógeno nítrico		0,006	No
(6) Nitrate de nitrógeno	2 - 10	1,0	0,10
(7) Bacterias			
(8) Coliforme (NPM/100ml)	No se ha detectado	2.800	700
(9) pH	6,5 ~ 8,0	6,45	6,75
(10) Conductividad eléctrica			
(11) COD		70	49
(12) Acidez			
(13) Calcio	< 40	9,0	4,56
(14) Salinidad	250	0,47	0,94
(15) Dureza	100	28,7	19,9
(16) Magnesio	< 30	1,49	2,04
(17) Ionización por ácido clórico	< 250	22,3	2,30
(18) Residuos de la evaporación	500	128	106
(19) Sólidos solubles	500	55,9	32,6
(20) Hierro	< 0,3	0,0	0,0
(21) Manganeseo	< 0,05	0,0	0,0

Se ha hecho el análisis de calidad de agua cruda obtenidas los días 27 y 28 de Julio como investigación preliminar antes de realizar el análisis de calidad del agua cruda arriba-mencionado.

Sus resultados son lo siguiente;

Cuadro 17 Resultados del análisis de calidad del agua cruda 2

Agua cruda (estación lluviosa)	28 de julio Río Santa Ana	27 de julio Río Piedras
Oxígeno diluido	11 mg/l	11 mg/l
Hierro	0	0
Manganeso	0	0
Nitrógeno amoniacal	0,04	0,02
Nitrógeno nítrico	0,05	0,03
Nitrato de nitrógeno	0,03	0,012
Turbiedad	5°	10°
Color	20°	6°
Coliforme (NPM/100ml)	5.000	1.000
Bacterias	-	-
pH	5,8	
Conductividad eléctrica	70 μ s/cm	
Temperatura del agua	25°C	25°C
• Color (junio a setiembre de 1992: estación lluviosa)	15°+ (15°+: Hubo muchos días que superó 15°)	15°+

d) Distribución de agua

Cuadro 18 Resultados del análisis del agua cruda distribuida 3 (suministrada en la ciudad)

Distribución de agua (muestra tomada del suministro en julio de 1993)		Pozos urbanos	En el final de la cañería urbana
(1) Cloro remanente	0,1 ~ 0,5 >	0,1	0,1
(2) Bacterias		Detección ocasional	Detección ocasional
(3) Coliforme (NPM/100ml)		Detección ocasional	Detección ocasional
(4) pH		6,8	6,7
(5) Conductividad eléctrica		400	240

e) Valores de mediciones en la continuidad del color y turbiedad en el pasado (1992)

Cuadro 19 Valores promedio de coloración y turbiedad para el agua cruda
 Valor promedio diario (valor máximo para la turbiedad) Unidad de medida:
 grados 1/3

Fecha	Río Santa Ana		Río Piedras	
	Color (promedio diario)	Turbiedad (máximo diario)	Color (promedio diario)	Turbiedad (máximo diario)
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17	⊙ 34°	2°		Tiempo continuo de turbiedad de más de
18	⊙ 55	67 ← (2 horas)		
19	⊙ 102 Promedio	83 ← (2 horas)		
20	⊙ 51 (61°)	5		
21	-	-		
22	⊙ 45	3		
23	○ 23	1		
24	19	1		
25	18	3		
26	12	1		
27	○ 29	3		
28	20 Promedio	1		
29	- de 10 días	-		
30	12 (22°)	4		
Promedio mensual	35°	15°		

⊙ : Días en que suspera 30°
 ○ : Días en que suspera 20°

Valor promedio diario (valor máximo para la turbiedad) 2/3

Fecha	Río Santa Ana		Río Piedras	
	Color (promedio diario)	Turbiedad (máximo diario)	Color (promedio diario)	Turbiedad (máximo diario)
1	16°	2°	23°	43°
2	○ 21	7	14	8
3	○ 27	2	9	3
4	○ 24	1	8	1
5	10	1	7	2
6	15	2	9	5
7	15	2	8	1
8	⊙ 30	1	12	7 Promedio de 10 días
9	○ 22 Promedio de	7	○ 8	7 (8°)
10	⊙ 44 10 días (22°)	8 (3,3)	⊙ 20 (11,8)	3 Tiempo continuo de turbiedad de más de 30°
11	⊙ 74	9	⊙ 95	87 ⇐ (5 horas)
12	⊙ 37	3	○ 54	68 ⇐ (2 horas)
13	⊙ 30	2	20	4
14	○ 22	1	17	7
15	14	2	12	3
16	⊙ 39	28 (continuo	17	8
17	○ 23	11 durante 3	10	16
18	19	1 horas)	7	4
19	14 Promedio de	1	14	36 Promedio de 10 días
20	19 10 días (29°)	4 (6,2)	15 (26,1)	2 (23,5)
21	-	-	17	3
22	13	2	11	3
23	○ 24	7	12	2
24	○ 26	3	18	2
25	13	1	11	3
26	○ 25	8	14	2
27	⊙ 64	8	⊙ 49 ⇐ (Se mantiene 26 Promedio de 10 días	26 Promedio de 10 días
28	19	2	○ 23 a más de 30°	4 (5,8°)
29	14 Promedio de	2	11 durante 6 horas)	5 Tiempo continuo de turbiedad de
30	- 10 días (27°)	-	⊙ 84 (24,5)	75 ⇐ (7 horas) más de 30°
31	⊙ 43	3 4	○ 29	56 ⇐ (1 horas)
Promedio mensual	26°	4,5°	21°	12°
Símbolo ⊙ :	Días en que supera 30° (7 días)		(4 días)	

⊙ : Días en que suspera 30°

○ : Días en que suspera 20°

Valor promedio diario (valor máximo para la turbiedad) 3/3

Fecha	Río Santa Ana		Río Piedras	
	Color (promedio diario)	Turbiedad (máximo diario)	Color (promedio diario)	Turbiedad (máximo diario)
Agosto de 1992				
1	○ 26°	2°		
2	17	3		
3	9	1		
4	⊙ 44	30		
5	⊙ 40	6		
6	⊙ 33	4		
7	⊙ 30	1		
8	○ 20	2		
9	14	2		
10	15	1		
11	8	1		
12	9	2		
13	14	2		
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
Promedio mensual	21°	4,4°		

f) Datos anteriores (color, turbiedad)

Cuadro 20 Datos anteriores (color, turbiedad)

Fecha	Río Santa Ana		Río Piedras		Observaciones
	Color (a la vista)	Opacidad NTU	Color (a la vista)	Opacidad NTU	
5 de feb. 1979	20	5'	10'	2'	Estación seca
23 de abril	15	40			"
4 de mayo	50	15	5	2	"
19 de oct. 1981	100	12	15	31	Estación lluviosa
24 de nov. 1982	0	0,5	0	0,6	"
30 de enero 1984	0	1,5	0	2,0	Estación seca
31 de enero	0	2,0	-	2,0	"
3 de feb.	10	0,5	0	0,5	"
6 de feb.	15	1	10	1	"
7 de feb.	15	1			"
20 de junio	25	1,5	20	2,5	Estación lluviosa
12 de julio 1985	10	10	10	0	"
13 de julio	10	10	10	0	"
27 de abril 1987			12	1,1	Estación seca
28 de abril			0	0,7	"
29 de abril			20	0,6	"
5 de mayo			15	0,3	"
6 de mayo			10	0,8	"
11 de mayo			10	0,9	"

g) Análisis de la calidad del agua en Japón

i) Resultados del análisis de la calidad del agua

Los resultados del análisis de la calidad del agua aparecen en el cuadro del informe de evaluación del análisis de la calidad el agua

El agua cruda del Río Santa Ana tiene un grado de coloración alto y contiene una gran cantidad de materias consumidoras de permanganato de potasio pero no existe un problema serio de turbiedad o de hierro. En la mayoría de los casos de agua natural, el color deriva del hierro o del humus. El agua de este río contiene poco hierro pero, en cambio, el contenido de permanganato de potasio, que es un indicador de materias orgánicas, es muy alto. El filtrado del agua no podrá eliminar ni la coloración ni las materias consumidoras de permanganato de potasio por lo que teniendo en cuenta su disolución; la coloración del agua del río se debe a materias orgánicas provenientes del humus.

El agua cruda del Río Piedras también tiene un alto grado de coloración y una gran cantidad de materias consumidoras de permanganato de potasio pero en cantidades que son la mitad del Río Santa Ana. Suponemos que el origen del color también se debe al humus. Entre las dos muestras tomadas los días 30 de julio y 4 de agosto hay una gran diferencia en el contenido de hierro; el 30 de julio había 0,06 mg/l y el 4 de agosto había 0,69 mg/l. Cuando se filtró el agua del 4 de agosto con un filtro de papel el contenido de hierro bajó a 0,16 mg/l por lo que el hierro es un gran factor en la turbiedad.

ii) Resultados de las pruebas de coagulación

Los resultados de las pruebas de coagulación aparecen en los cuadros. Debido a que no había suficiente agua para hacer la prueba, se combinaron las muestras de agua cruda del Río Santa Ana de los días 30 de julio y 4 de agosto para hacer la prueba de coagulación. Como coagulante se utiliza alumbre sólido o polivinilo de cloruro de aluminio.

El Río Santa Ana tiene coloración de 34 grados y con 30 mg/l de alumbre pasa a tener 3 grados, con una inyección de 30 mg/l de polivinilo de cloruro de aluminio baja a 25 grados. El alumbre parece haber surtido mejor efecto. El consumo de potasio de permanganato bajó al disminuir la coloración. Incluso con el polivinilo de cloruro de aluminio, cuando se inyectó 90 mg/l, la coloración bajó a 3 grados. La forma de los grumos de la coagulación con una inyección de 30 mg/l de ambos coagulantes es muy pequeña y no se precipita fácilmente. Con polivinilo de cloruro

de aluminio de 90 mg/l, se formaron grumos grandes que se precipitaron fácilmente.

El Río Piedras tiene coloración de 16 grados y con 30 mg/l de alumbre pasa a tener 3 grados, con una inyección de 30 mg/l de polivinilo de cloruro de aluminio baja a 4 grados. Ambos métodos produjeron buenos resultados. El consumo de permanganato de potasio también disminuyó con la coloración. Sin embargo la forma de los grumos en ambos coagulantes es pequeña y no precipita bien.

iii) Conclusiones

El agua de ambos ríos contiene mucho humus, lo que afecta su coloración. El humus puede coagularse con alumbre o polivinilo de cloruro de aluminio pero, debido a que el humus se coagula más fácilmente con un bajo valor de pH, el alumbre sólido produce mejores resultados. Sin embargo, los grumos coagulados por el alumbre son muy pequeños y no precipitan fácilmente. Debido a que se produce un traspaso muy grande de grumos del depósito de sedimentación, habrá demasiados residuos en la etapa de filtrado.

- 2) Problemas en la calidad del agua cruda y en la purificación del agua
- Método para la purificación del agua según la calidad del agua cruda
- Debemos destacar los siguientes puntos en cuanto a la calidad del agua cruda de la fuente de agua, en este caso el Río Piedras y Río Santa Ana. La coloración es alta en la estación de las lluvias. Y es especialmente alta después de una lluvia. La estación de las lluvias dura 6 meses, de junio a diciembre y, en el centro de la ciudad de San Pedro Sula el promedio de precipitaciones anual es de 1.200 mm. El promedio mensual oscila entre 120 mm y 170 mm. Las lluvias en la estación seca tienen valores que son la mitad de los mencionados previamente. El bosque que sirve de fuente de agua está protegido por los reglamentos sobre protección del medio ambiente y no hay casas, fábricas de productos químicos por encima de las instalaciones de captación de agua. Tanto la vida animal como la vegetal son abundantes y hay acumulación de excrementos de pájaros y humus de las hojas que han caído.

La causa de la coloración está en la protección de las fuentes de agua. Cuando analizamos el color y la transparencia del agua cruda, el consumo de permanganato de potasio, sedimentado mediante coagulantes, la mayoría tiene su origen en el ácido húmico. La coloración es especialmente elevada

en el Río Santa Ana. El Río Piedras tiene un valor que es sólo la mitad. La coloración promedio en la estación de lluvias en agosto de 1992 fue de 26°. La turbiedad fue de 5°. Durante este mes, hubo 8 días con más de 30°. El número promedio de coliformes fue de más de 1,000 en algunos meses, superando la capacidad de purificación incluso con el filtrado lento. En la estación de lluvias, durante y después de una lluvia será necesario agregar una gran cantidad de coagulantes para eliminar la coloración. Utilizamos las muestras de agua cruda tomadas y llevadas a Japón para hacer una prueba de jarra para determinar el contenido de alumbre (pruebas no posibles en la República de Honduras). Se llegó a la conclusión de que es posible coagular el humus del agua cruda pero los grumos formados son muy pequeños y livianos y al pasar el filtrado lento, se traslada una cantidad excesiva de grumos al depósito de filtrado y se produce un problema de obstrucciones en el depósito. Normalmente, en el caso del depósito de filtrado lento, se debe limpiar la arena 1 ó 2 veces al mes. Debido a que hay seis depósitos y si le restamos los días de descanso y feriados laborales, se deberá hacer la limpieza de 2 depósitos a la semana. Sin embargo, si la calidad del agua es mala y llueve constantemente en la estación de lluvias, deberá procederse a estos trabajos con más intensidad. En casos extremos puede taparse completamente con lodo todo el depósito de filtrado, disminuyendo enormemente su eficacia. Es decir, cuando aumenta la coloración y el número de coliformes, será necesario utilizar también el depósito de sedimentación por productos químicos y la cloración durante el proceso. Debido a que las condiciones son extremas, se ha llegado a la conclusión de que el depósito de filtrado lento no es suficiente y, finalmente se ha llegado a la conclusión de que deberá emplearse el método de filtrado rápido.

En el caso de utilizarse el método de filtrado rápido, normalmente se inyecta cloro al principio o en el medio del proceso (cloración antes del depósito de filtrado) pero esto significa un consumo grande de cloro y, al combinarse con el humus se forma un exceso de un compuesto clórico (trihalometano : substancia cancerígena). Sin embargo, el análisis de calidad de agua realizado esta vez muestra que, excepto por la coloración, generalmente es de buena calidad. En consecuencia, en la estación seca, el uso del depósito de filtrado rápido no representa grandes problemas, siendo posible disminuir la cantidad de cloro inyectada antes y durante el proceso.

Para poder utilizar un depósito de filtrado rápido correctamente, será necesario un entrenamiento efectivo. La tecnología necesaria para el funcionamiento

no es muy diferente a la del depósito de filtrado rápido tradicional, siendo necesario tener algunos conocimientos sobre la forma de actuar frente a cambios en la coloración y al uso de la sedimentación por productos químicos. Si se hace un entrenamiento adecuado sobre la forma de uso de esta planta, se piensa que no habrá problemas graves.

Como recomendación final para la planta de purificación de agua del Río Santa Ana, para que el control del funcionamiento pueda hacerse normalmente durante todo el año se utilizará el método de filtrado rápido. Es el más apropiado para el volumen a producir en esta planta, y la mejora en la calidad del agua potable que se suministra a la población debido a la construcción de esta planta de purificación estará asegurado.

Además, se considera de gran importancia la realizar correctamente la transferencia de tecnología necesaria para la administración del funcionamiento de esta planta.

Cuadro 21 Análisis de calidad del agua

17 de agosto de 1993

Tipo y denominación de agua cruda		Uso	Volumen de agua tratada			
Agua de río		Agua potable	Río Santa Ana 45.000 m ³ /día. Río Piedras 35.000 m ³ /día.			
Fecha de toma de prueba		Clima		Observaciones : Filtrado por papel No. 5C		
1993		Día anterior	Hoy			
Punto	Tipo	Normas de calidad del agua	Agua cruda del Río Santa Ana 28 de julio 9:30 A.M.	Agua cruda del Río Santa Ana 4 de agosto 2:30 P.M.	Agua cruda del Río Piedras 30 de julio 9:00 A.M.	Agua cruda del Río Piedras 4 de agosto 2:30 P.M.
Aspecto exterior			Amarillo	Amarillo	Amarillo pálido	Amarillo pálido
Olor y sabor		No hay anomalías	Sin anomalías	Sin anomalías	Sin anomalías	Sin anomalías
Color	(grado)	menos de 5	34 (32)	33 (32)	16 (14)	16 (15)
Turbiedad	(grado)	menos de 2	0,8	0,6	0,6	1,6
Valor pH		5,8 ~ 8,6	6,9	7,2	7,1	7,1
Porcentaje de conductividad eléctrica	µS/cm		41	41	75	70
Alcalinidad total	mg/l		24,7	-	23,7	-
Dureza total	mg/l	menos de 300	-	-	-	-
Consumo de ácido permangánico	mg/l	menos de 10	22,0 (18,2)	20,5 (19,5)	10,6 (10,0)	10,6 (10,1)
Nitrógeno amoniacal	mg/l		-	-	-	-
Ionización por ácido clórico	mg/l	menos de 200	-	-	-	-
Acido silíceo	mg/l		-	-	-	-
Hierro	mg/l	menos de 0,3	0,14 (0,06)	0,10 (0,05)	0,14 (0,06)	0,69 (0,16)
Manganeo	mg/l	menos de 0,3	No llega a 0,01	No llega a 0,01	0,01 (<0,01)	0,02 (0,01)
Nitrato de nitrógeno o nitrógeno nítrico	mg/l		-	-	-	-
Calcio nítrico	mg/l		-	-	-	-
Residuos de la evaporación	mg/l	menos de 500	-	-	-	-
Valores Langeria (corrosión)	mg/l		-	-	-	-

Cuadro 22 Resultados generales de la prueba de coagulación

18 de agosto de 1993

Nombre del agua para pruebas		Agua cruda del Río Santa Ana (Mezcla de agua cruda del 28 de julio y 4 de agosto)								
Volumen de agua para pruebas		300 ml x 3								
(Velocidad, tiempo)		Altas revoluciones		110 r.p.m.		1 minuto				
		Bajas revoluciones		40 r.p.m.		10 minutos				
		Tiempo de reposo				10 minutos				
Volumen de agua extraída de arriba		150 ml								
Punto		Agua para pruebas		Agua cruda	Procesamiento por sedimentación de coágulos					
					1	2	3	4	5	6
Porcentaje de inyección de químicos mg/l	Acido	_____		-	-	-	-	-	-	-
	Coagulante	Alumbre (ácido sulfúrico y aluminio)		-	-	-	30	-	-	-
	Coagulante	Polivinilo de cloruro de aluminio		-	30	90	-	-	-	-
Estado de la coagulación (propiedades de floculación)		Forma		-	pequeño	grande	partículas	-	-	-
		Precipitación		-	Mal	Bien	Mal	-	-	-
Elementos a analizar	Valor de pH	F		7,1	6,9	6,5	6,5	-	-	-
	Turbiedad	grado	A	0,7	1,0	-	0,4	-	-	-
	Color	grado	F	34	25	3	3	-	-	-
	Alcalinidad	mg/l	F	24,7	20,0	12,9	13,1	-	-	-
	Hierro	mg/l	F	0,12	-	-	-	-	-	-
	Manganeso	mg/l	F	0,01>	-	-	-	-	-	-
	Consumo de ácido permangánico	mg/l	F	21,3	14,8	4,8	5,3	-	-	-

Nota Por A hacemos referencia al agua extraída de arriba y F es el agua filtrada por papel de nivel 5.
 Nota El alumbre utilizado es alumbre sólido.

Cuadro 23 Resultados generales de la prueba de coagulación

18 de agosto de 1993

Nombre del agua para pruebas		Agua cruda del Río Piedras (Mezcla de agua cruda del 30 de julio y 4 de agosto)								
Volumen de agua para pruebas		300 ml x 3								
(Velocidad, tiempo)		Altas revoluciones		110 r.p.m.		1 minuto				
		Bajas revoluciones		40 r.p.m.		10 minutos				
		Tiempo de reposo				10 minutos				
Volumen de agua extraída de arriba		150 ml								
Punto		Agua para pruebas		Agua cruda	Procesamiento por sedimentación de coágulos					
					1	2	3	4	5	6
Porcentaje de inyección de químicos mg/l	Acido	_____		-	-	-	-	-	-	-
	Coagulante	Alumbre (ácido sulfúrico y aluminio)		-	-	30	-	-	-	-
	Coagulante	Polivinilo de cloruro de aluminio		-	30	-	-	-	-	-
Estado de la coagulación (propiedades de floculación)		Forma		-	pequeño	partículas	-	-	-	-
		Precipitación		-	Mal	Mal	-	-	-	-
Elementos a analizar	Valor de pH		F	7,1	6,9	6,5	-	-	-	-
	Turbiedad		grado A	1,1	0,2	0,3	-	-	-	-
	Color		grado F	16	4	3	-	-	-	-
	Alcalinidad		mg/l F	23,7	20,0	13,4	-	-	-	-
	Hierro		mg/l F	0,42	-	-	-	-	-	-
	Manganeso		mg/l F	0,02	-	-	-	-	-	-
	Consumo de ácido permangánico		mg/l F	10,6	5,5	3,2	-	-	-	-

Nota Por A hacemos referencia al agua extraída de arriba y F es el agua filtrada por papel de nivel 5.
 Nota El alumbre utilizado es alumbre sólido.

3) Relevamiento geológico

Antes de proceder al relevamiento por perforación, deberá utilizarse un taladro manual (Compenetrómetro) para una perforación manual hasta una profundidad de 2 - 3 m del suelo y se hará un relevamiento geológico y de estabilidad. El relevamiento se hizo en dos lugares del lugar previsto para Piedras y un lugar en el sitio previsto para Santa Ana. (Ver las figuras 14, 15) El resultado muestra que el lugar previsto para la construcción del depósito de sedimentación de Piedras tiene grava hasta una profundidad de 3 m y, utilizando los datos básicos de un tanque ya existente en las cercanías, se llegó a la conclusión de que no hay problemas. Se decidió que no era necesario realizar una prueba de perforación.

Las pruebas de perforación se hicieron en 2 lugares del Santa Ana para obtener el relevamiento geológico completo (uno de 20 y el otro de 10 m). En Piedras se hizo la perforación en el lugar donde ya existe un depósito de distribución (10 m). (Ver las figuras 14, 15) Estas perforaciones se realizaron bajo la dirección de DIMA. Los resultados obtenidos con el compenetrómetro fueron los del siguiente cuadro.

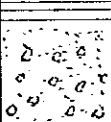
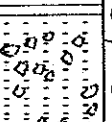
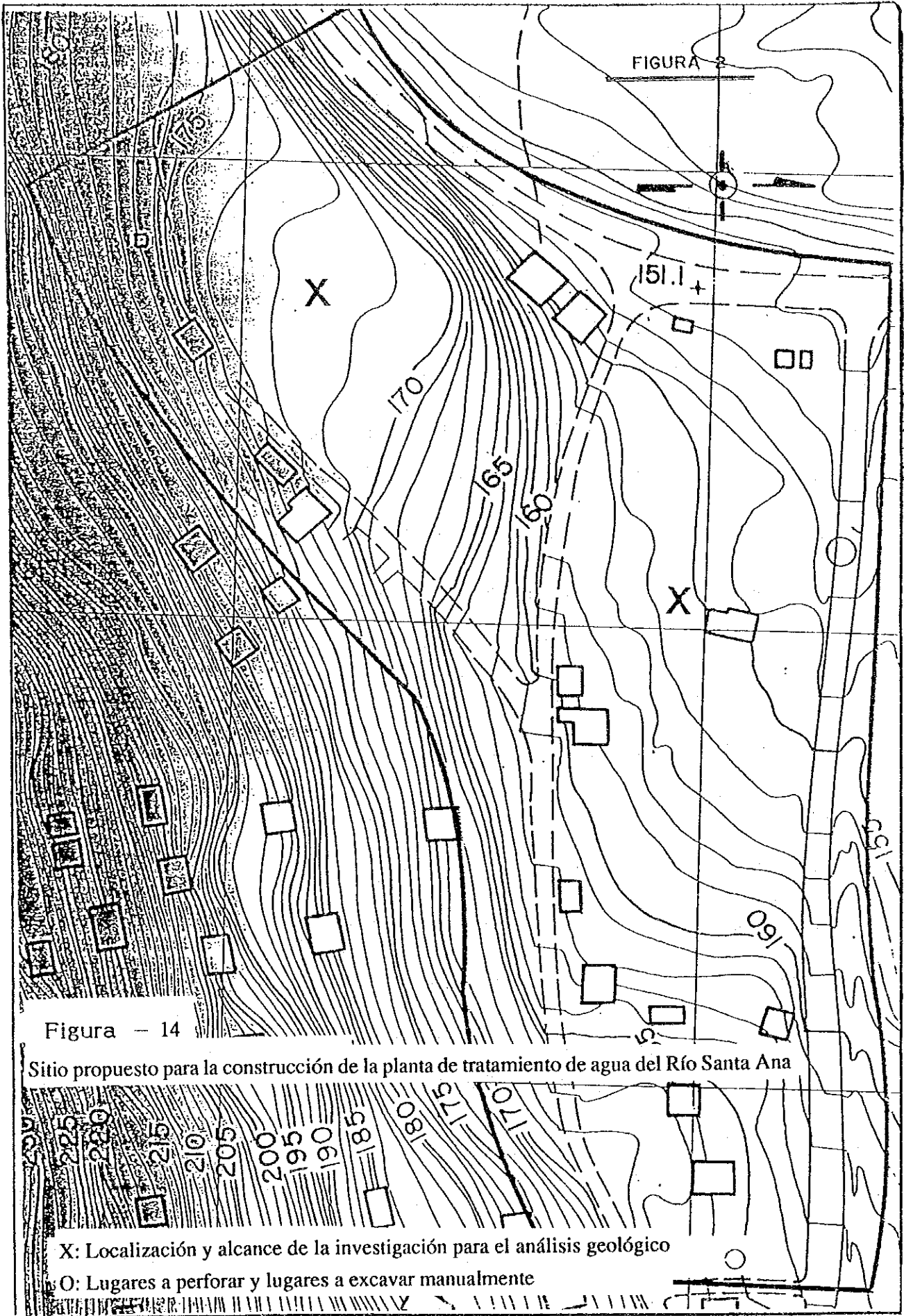
Santa Ana		Piedras	
Corte geológico	Valores del medidor de compenetración	Corte geológico	Valores del medidor de compenetración
	Capa superficial del suelo		Capa superficial del suelo
	Grava y arena		Grava y arcilla
	120 } Promedio 160 } 131 115 } 19kg/cm ²		90 } Promedio 95 } 90 90 } 13,0kg/cm ²
1,00 m	Arcilla	1,00 m	
	Grava y arcilla		105 } Promedio 95 } 97 90 } 13,5kg/cm ²
2,00 m	Grava y arena	2,00 m	
	Grava		100 } Promedio 110 } 100 100 } 14,0kg/cm ²

Figura - 13



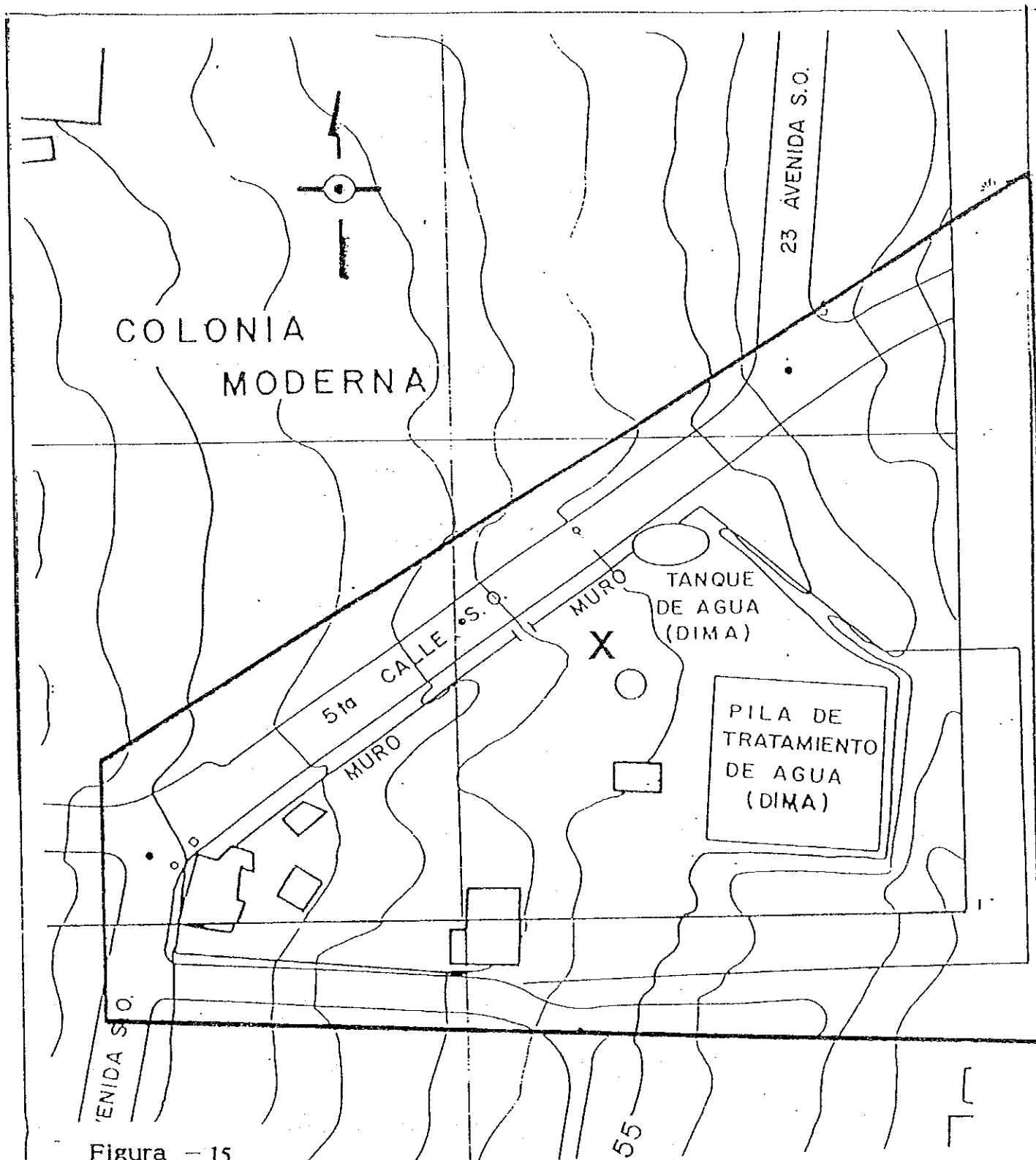


Figura - 15

Sitio propuesto para la construcción de la planta de tratamiento de agua del Río Piedras

X: Localización y alcance de la investigación para el análisis geológico

O: Lugares a perforar y lugares a excavar manualmente

Los resultados del relevamiento geológico aparecen en las figuras 16, 17 del apéndice.

4) Relevamiento por mediciones topográficas

Debido a que se ha cambiado el lugar previsto para la construcción, se ha hecho un relevamiento topográfico de una zona de 30.000 m² en el Santa Ana y de 10.000 m² y 5.000 m² para un total de 15.000 m² en Piedras.

Los datos de la medición se incluirán en el apéndice. Figuras 18, 19.

5) Cálculo de volumen de procesamiento de la planta de purificación

a) Planta de purificación del Río Santa Ana

a. Volumen tratado

$$\begin{aligned} Q_0 &= 15.000 \text{ m}^3/\text{d} \text{ (30.000m}^3/\text{día) (entre paréntesis el máximo procesable)} \\ &= 625 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 10,4166 \text{ m}^3/\text{min} \\ &= 0,17361 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

b. Pozo de recepción

i) Número de depósitos (NA) = 1 depósito (sin contar el de reserva)

ii) Purificación de agua para cada depósito

$$\begin{aligned} Q_A &= Q_0/NA \\ &= 15.000/1 \\ &= 15.000 \text{ m}^3/\text{d} \\ &= 625 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 10,4166 \text{ m}^3/\text{min.} \\ &= 0,17361 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

iii) Dimensiones

4 m (An.) x 7,6 m (Ln.) x 3 m (Profundidad efectiva)

iv) Capacidad

$$V_A = 4 \times 7,6 \times 3,5 = 106,4 \text{ m}^3/\text{depósito}$$

v) Tiempo estancado

$$T_A = \frac{V_A}{Q_A} = \frac{106,4}{10,4166} = 10,2 \text{ min (5,1 min) ----- ok}$$

(De acuerdo al valor de diseño de las instalaciones para el suministro de agua, es de 1,5 min. o más)

c. Depósito de mezcla

Sitio propuesto para la planta de tratamiento de agua del Río Santa Ana

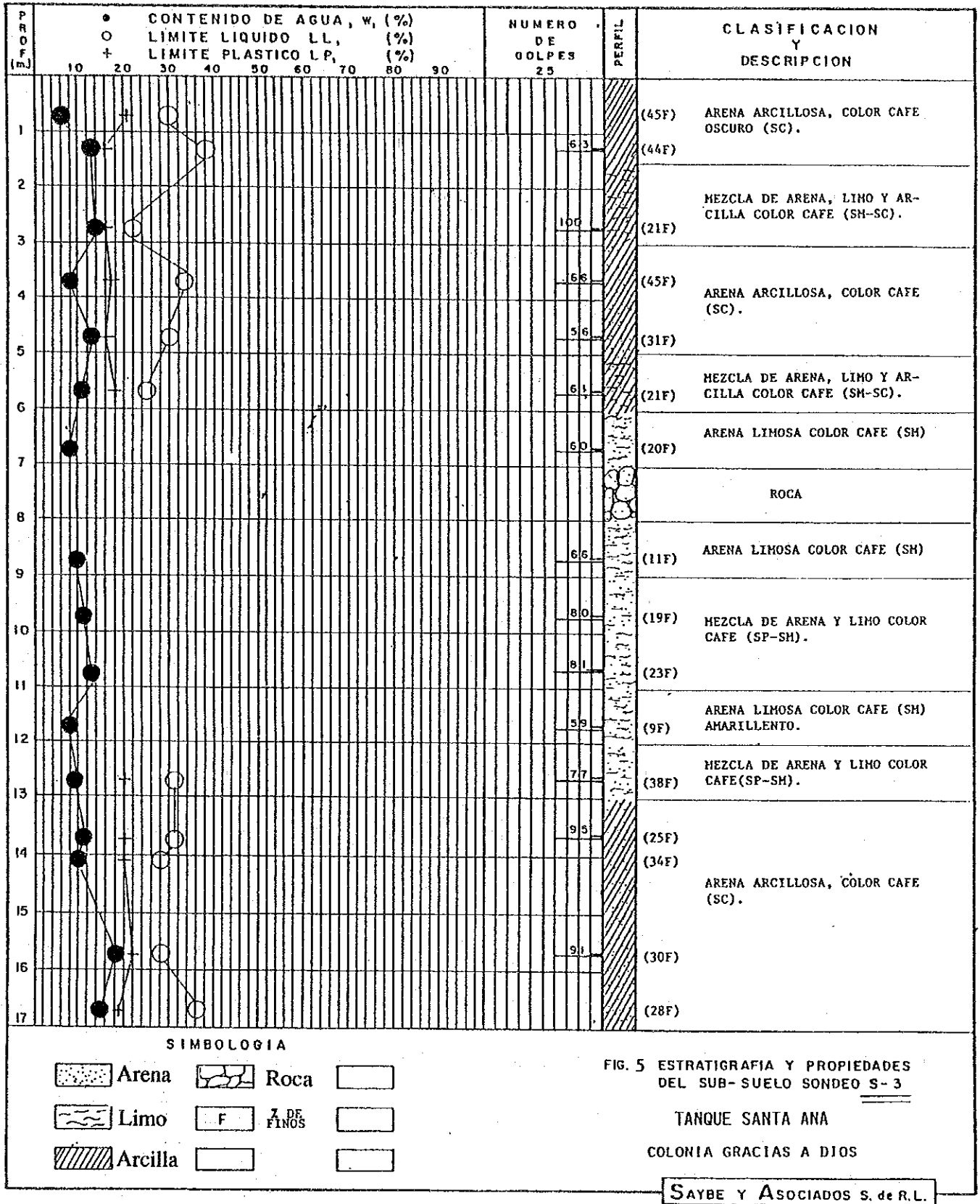


Figura - 16

Sitio propuesto para la planta de tratamiento de agua del Río Santa Ana

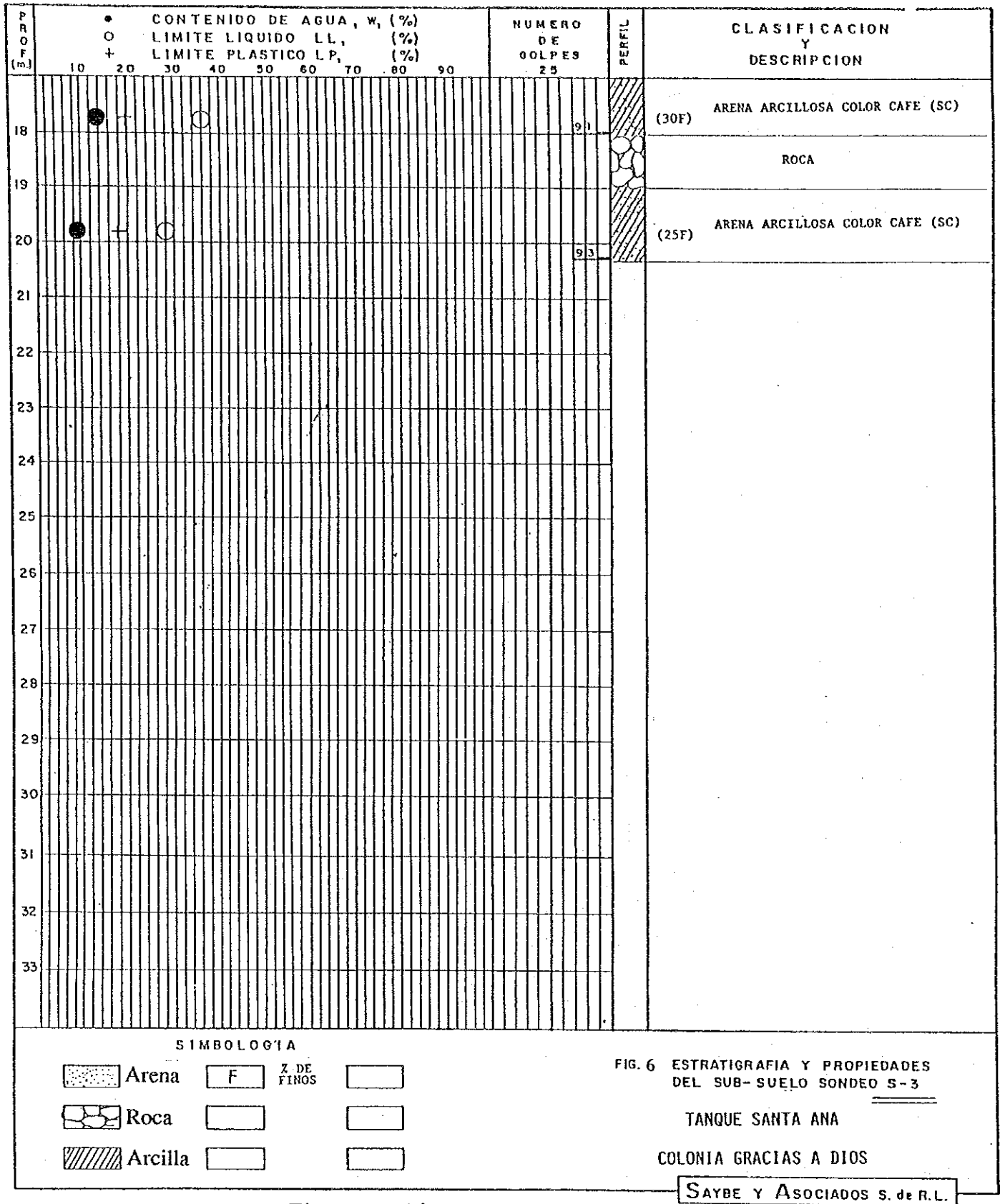


Figura - 16

Sitio propuesto para la planta de tratamiento de agua del Río Piedras

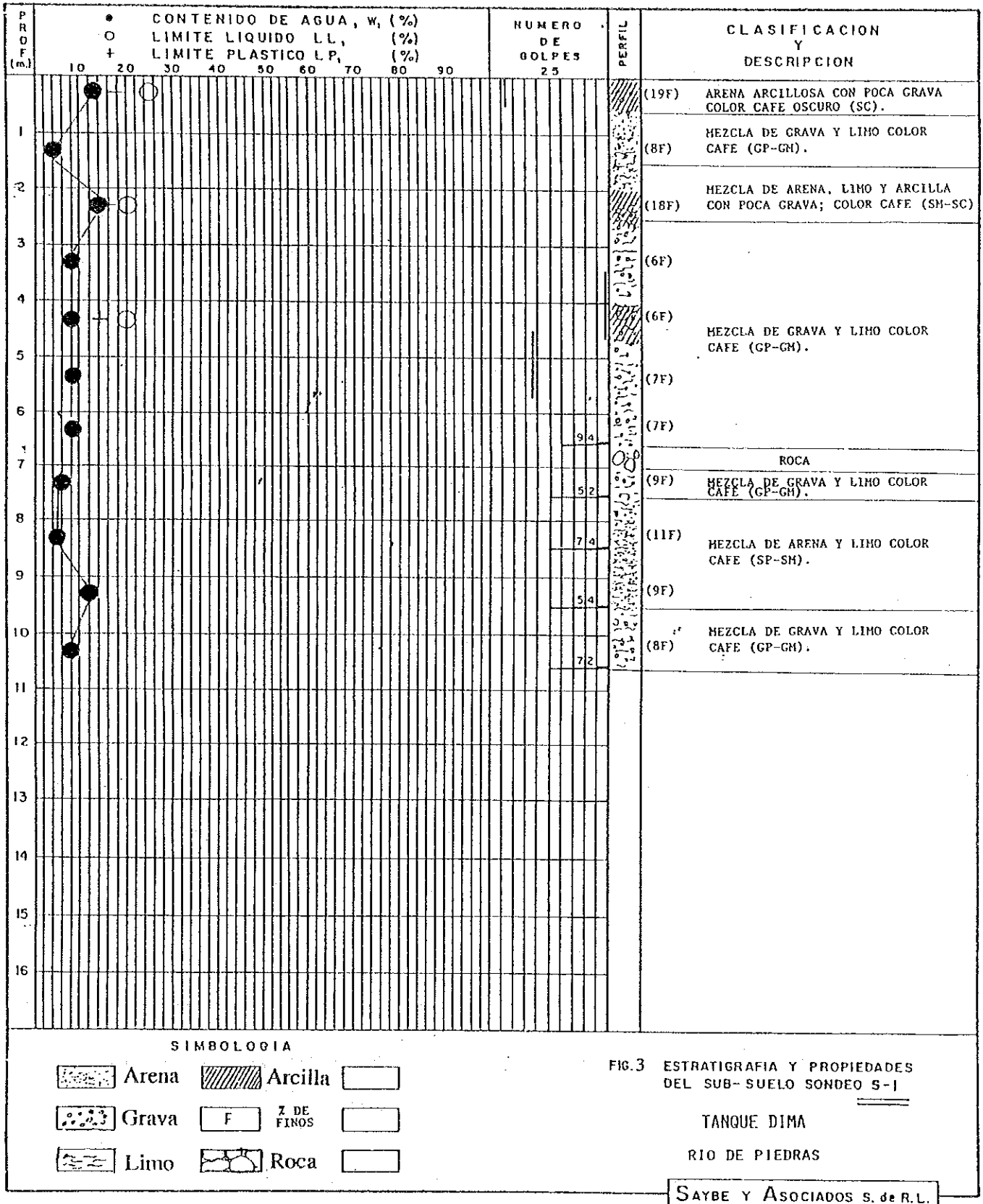


FIG.3 ESTRATIGRAFIA Y PROPIEDADES DEL SUB-SUELO SONDEO S-1

TANQUE DIMA
RIO DE PIEDRAS

SAYBE Y ASOCIADOS S. de R.L.

Figura — 17 Sitio propuesto para la planta de tratamiento de agua del Río Piedras

- i) Número de depósitos NM = 1 depósito (sin contar el de reserva)
- ii) Purificación de agua para cada depósito

$$\begin{aligned}
 QM &= Q0/NM \\
 &= 15.000/1 \\
 &= 15.000 \text{ m}^3/\text{d} \\
 &= 625 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= 10,4166 \text{ m}^3/\text{min.} \\
 &= 0,17361 \text{ m}^3/\text{seg.}
 \end{aligned}$$

- iii) Dimensiones

4 m (An.) x 4 m (Ln.) x 3 m (Profundidad efectiva)

- iv) Capacidad

$$VM = 4 \times 4 \times 3 = 48\text{m}^3/\text{depósito}$$

- v) Tiempo estancado

$$TA = \frac{VA}{Q0} = \frac{48}{10,4166} = 4,608 \text{ min}(2,3 \text{ min}) - - - - \text{ok}$$

(De acuerdo al valor de diseño de las instalaciones para el suministro de agua, es de 1 a 5 min.)

- d. Depósito de formación de grumos

- i) Número de depósitos NF = 2 depósitos (depósito de reserva 0)
- ii) Número de hileras de NR = 7 hileras
- iii) Purificación de agua para cada depósito

$$QF = \frac{Q0}{NF - 0} = \frac{15.000}{2 - 0}$$

$$\begin{aligned}
 QF &= 7.500 \text{ m}^3/\text{d} \\
 &= 312,5 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= 5,20883 \text{ m}^3/\text{min.} \\
 &= 0,08680 \text{ m}^3/\text{seg.}
 \end{aligned}$$

- iv) Dimensiones

1 m (An.) x 9,0 m (Ln.) x 3 m (Profundidad promedio) x 7 (Hileras)

- v) Capacidad

$$VF = 1 \times 9,0 \times 3 \times 7 = 1.890 \text{ m}^3$$

- vi) Tiempo estancado

$$TF = \frac{VF}{QF} = \frac{189,0}{5,20833} = 36,3 \text{ min} (18,2 \text{ min}) - - - - \text{ok}$$

(De acuerdo al valor de diseño de las instalaciones para el suministro de agua, es de 20 a 40 min.)

e. Depósito de sedimentación

i) Número de depósitos NS = 2 depósitos (depósito de reserva 0)

ii) Purificación de agua para cada depósito

$$QS = \frac{Q0}{NS - 0} = \frac{15.000}{2 - 0}$$

$$\begin{aligned} QF &= 7.500 \text{ m}^3/\text{d} \\ &= 312,5 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 5,20833 \text{ m}^3/\text{min.} \\ &= 0,08680 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

iii) Dimensiones

9 m (An.) x 40 m (Ln.) x 4 m (Profundidad efectiva)

iv) Capacidad

$$VS = 9 \times 40 \times 4 = 1.280 \text{ m}^3$$

v) Tiempo estancado

$$TS = \frac{VS}{QS} = \frac{1.280}{5,20833} = 245,76 \text{ min } 4,1 \text{ horas } (2,0 \text{ hora})$$

(El valor de diseño de las instalaciones para el suministro de agua anterior mostraba una preferencia de más de 60 minutos)

vi) Muro de contención RW

En el caso del conducto de recolección de agua

Muro de contención contra excesos de agua RW=250 m³/D-m o menos

Longitud efectiva del conducto LT = 2 m

$$NW = \frac{QS}{LT \times RW} = \frac{7.500}{2 \times 250 \times 2} = 7,5 \rightarrow 8 \text{ por depósito}$$

f. Depósito de filtrado rápido

i) Velocidad de filtrado VR

$$VR = 100 \text{ m}^3/\text{min-m}^2 \text{ o menos}$$

ii) Cantidad de depósitos de filtrado NR

$$NR = 6 \text{ depósitos (1 depósito de reserva)}$$

iii) Volumen de agua procesada en cada depósito

$$QR = \frac{Q0}{NR - 1} = \frac{15.000}{6 - 1}$$

$$\begin{aligned} QF &= 3.000 \text{ m}^3/\text{d} \text{ (5.000 m}^3/\text{día)} = 125 \text{ m}^3/\text{hora} \\ &= 2,08333 \text{ m}^3/\text{min.} = 0,03472 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

iv) Superficie necesaria para el filtrado AR

$$AR = \frac{QR}{(NR - 1 \times VR)} = \frac{15.000}{(6 - 1) \times 100} = 30 \text{ m}^2$$

v) Dimensiones

5,5 (An.) mm x 5,5 (Ln.) mm

vi) Superficie de filtrado

$$AR = 5,5 \times 5,5 = 30,25 \text{ m}^2$$

vii) Velocidad de filtrado VR

$$VR = \frac{Q0}{(NR - 1) \times AR} = \frac{15.000}{(6 - 1) \times 30,25}$$
$$= 99,1735 \text{ m}^3/\text{min-m}^2 \leq 150 \text{ m}^3/\text{min-m}^2$$

(El valor de diseño de las instalaciones para suministro de agua es de 120 - 150 m³/min-m²)

(max. 165,3 m³/día)

g. Valor máximo (el período en que se presenta la mejor calidad de agua)

Volumen de agua procesada Q0 = 30.000 m³/día

Valor básico N = 6

Valor de maquinaria de repuesto NY = 0

Tiempo de funcionamiento H = 24 horas/día

Volumen de agua procesada por instalación Q1 = 5.000 m³/día

= 208,33 m³/hora

= 3,472 m³/min.

= 0,058 m³/seg.

Velocidad de filtrado V = 165,3 m/día

Superficie de corte necesaria A = 30,25 m²

Superficie de filtrado A = 30,25 m²

Velocidad de filtrado V = 165,3 m/día

Cuando se ha definido el espesor de la capa Z = 0,70 m

Espesor necesario de la capa Z = 0,77 m

Velocidad de lavado superficial VS = 0,2 m³/min/m²

Velocidad de lavado en reverso VS = 0,8 m³/min/m²

Volumen de lavado superficial QS = 6,05 m³/min.

Volumen de lavado en reverso QB = 24,20 m³/min.

Volumen de agua sin purificar para lavado QW = 36,30 m³/min.

= 0,605 m³/seg.

Valor de diseño de las instalaciones para el suministro de agua

Tubería principal de purificación de agua 500 mm Velocidad de flujo 1,77 m/seg. [1,0 (0,6 - 1,5)]

Diámetro del tubo de agua cruda 300 mm Velocidad de flujo 0,82 m/seg. [0,6 (0,5 - 1,0)]

Diámetro del tubo de purificación 250 mm Velocidad de flujo 1,18 m/seg. [1,0 (0,6 - 1,5)]

Diámetro del tubo de lavado superficial 300 mm Velocidad de flujo 1,43 m/seg.

Diámetro del tubo de lavado en reverso 600 mm Velocidad de flujo 1,43 m/seg. [2,0 (1,5 - 3,0)]

Diámetro del tubo de desagüe 600 mm Velocidad de flujo 2,14 m/seg. [2,0 (1,5 - 3,0)]

Diámetro del tubo de alcantarillado 200 mm Velocidad de flujo 1,84 m/seg.

b) Planta de purificación del Río Piedras

a. Volumen tratado

$$\begin{aligned} Q_0 &= 10.000 \text{ m}^3/\text{d} \text{ (20.000m}^3/\text{día) (entre paréntesis el máximo procesable)} \\ &= 416,7 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 6,944 \text{ m}^3/\text{min} \\ &= 0,1157 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

b. Pozo de recepción

i) Número de depósitos (NA) = 1 depósito (sin contar el de reserva)

ii) Purificación de agua para cada depósito

$$\begin{aligned} Q_A &= Q_0/NA \\ &= 10.000/1 \\ &= 10.000 \text{ m}^3/\text{d} \\ &= 416,7 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 6,944 \text{ m}^3/\text{min.} \\ &= 0,1157 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

iii) Dimensiones

3,4 m (An.) x 6,1 m (Ln.) x 3,5 m (Profundidad efectiva)

iv) Capacidad

$$V_A = 3,4 \times 6,1 \times 3,5 = 72,59 \text{ m}^3/\text{depósito}$$

v) Tiempo estancado

$$T_A = \frac{V_A}{Q_A} = \frac{72,59}{6,944} = 10,45 \text{ min (5,3 min) ----- ok}$$

(De acuerdo al valor de diseño de las instalaciones para el suministro de agua, es de 1,5 min. o más)

c. Depósito de mezcla

i) Número de depósitos NM = 1 depósito (sin contar el de reserva)

ii) Purificación de agua para cada depósito

$$\begin{aligned} QM &= Q0/NM \\ &= 10.000/1 \\ &= 10.000 \text{ m}^3/\text{d} \\ &= 416,7 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 6,944 \text{ m}^3/\text{min.} \\ &= 0,1157 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

iii) Dimensiones

3,4 m (An.) x 3,4 m (Ln.) x 3 m (Profundidad efectiva)

iv) Capacidad

$$VM = 3,4 \times 3,4 \times 3 = 34,68 \text{ m}^3/\text{depósito}$$

v) Tiempo estancado

$$TA = \frac{VA}{Q0} = \frac{34,68}{6,944} = 4,994 \text{ min} (2,5 \text{ min}) \text{ --- ok}$$

(De acuerdo al valor de diseño de las instalaciones para el suministro de agua, es de 1 a 5 min.)

d. Depósito de formación de grumos

i) Número de depósitos NF = 2 depósitos (depósito de reserva 0)

ii) Número de hileras de NR = 5 hileras

iii) Purificación de agua para cada depósito

$$QF = \frac{Q0}{NF - 0} = \frac{10.000}{2 - 0}$$

$$\begin{aligned} QF &= 5.000 \text{ m}^3/\text{d} \\ &= 208,33 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 3,472 \text{ m}^3/\text{min.} \\ &= 0,05787 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

iv) Dimensiones

1 m (An.) x 7,5 m (Ln.) x 3 m (Profundidad promedio) x 5 (Hileras)

v) Capacidad

$$VF = 1 \times 7,5 \times 3 \times 5 = 112,5 \text{ m}^3$$

vi) Tiempo estancado

$$TF = \frac{VF}{QF} = \frac{112,5}{3,4722} = 32,4 \text{ min} (16,2 \text{ min}) \text{ ---- ok}$$

(De acuerdo al valor de diseño de las instalaciones para el suministro de agua, es de 20 a 40 min.)

e. Depósito de sedimentación

i) Número de depósitos NF = 2 depósitos (depósito de reserva 0)

ii) Purificación de agua para cada depósito

$$QS = \frac{Q0}{NS - 0} = \frac{10.000}{2 - 0}$$

$$\begin{aligned} QF &= 5.000 \text{ m}^3/\text{d} \\ &= 208,33 \text{ m}^3/\text{h} \\ &= 3,472 \text{ m}^3/\text{min.} \\ &= 0,05787 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

iii) Dimensiones

6,5 m (An.) x 32 m (Ln.) x 4 m (Profundidad efectiva)

iv) Capacidad

$$VS = 6,5 \times 32 \times 4 = 832 \text{ m}^3$$

v) Tiempo estancado

$$TS = \frac{VS}{QS} = \frac{832}{3,472} = 239,62 \text{ min } 4,0 \text{ horas } (2,0 \text{ horas})$$

(El valor de diseño de las instalaciones para el suministro de agua anterior mostraba una preferencia de más de 60 minutos)

vi) Muro de contención RW

En el caso del conducto de recolección de agua

Muro de contención contra excesos de agua RW=250 m³/D-m o menos

Longitud efectiva del conducto LT = 2 m

$$NW = \frac{QS}{LT \times RW} = \frac{5.000}{2 \times 250 \times 2} = 5,5 \rightarrow 5 \text{ por depósito}$$

f. Depósito de filtrado rápido

i) Velocidad de filtrado VR

$$VR = 100 \text{ m}^3/\text{min-m}^2 \text{ o menos}$$

ii) Cantidad de depósitos de filtrado NR

$$NR = 6 \text{ depósitos (1 depósito de reserva)}$$

iii) Volumen de agua procesada en cada depósito

$$QR = \frac{Q0}{NR - 1} = \frac{10.000}{6 - 1}$$

$$\begin{aligned} QF &= 23.000 \text{ m}^3/\text{d} (5.000 \text{ m}^3/\text{día}) = 83,33 \text{ m}^3/\text{hora} \\ &= 1,389 \text{ m}^3/\text{min.} = 0,02314 \text{ m}^3/\text{seg.} \end{aligned}$$

iv) Superficie necesaria para el filtrado AR

$$AR = \frac{QR}{(NR - 1) \times VR} = \frac{10.000}{(6 - 1) \times 100} = 20 \text{ m}^2$$

v) Dimensiones

4,5 (An.) mm x 4,5 (Ln.) mm

vi) Superficie de filtrado

$$AR = 4,5 \times 4,5 = 20,25 \text{ m}^2$$

vii) Velocidad de filtrado VR

$$VR = \frac{Q0}{(NR - 1) \times AR} = \frac{10.000}{(6 - 1) \times 20,25}$$
$$= 98,765 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2 \leq 150 \text{ m}^3/\text{min} \cdot \text{m}^2$$

(El valor de diseño de las instalaciones para suministro de agua es de 120 - 150 m³/min·m²)

(164,6 m³/día)

g. Valor máximo (la época en que se presenta la mayor calidad de agua)

Volumen de agua procesada Q0 = 20.000 m³/día

Valor básico N = 6

Valor de maquinaria de repuesto NY = 0

Tiempo de funcionamiento H = 24 horas/día

Volumen de agua procesada por instalación Q1 = 3.333,3 m³/día

= 138,89 m³/hora

= 2,315 m³/min.

= 0,039 m³/seg.

Velocidad de filtrado V = 164,6 m/día

Superficie de corte necesaria A = 20,25 m²

Superficie de filtrado A = 20,25 m²

Velocidad de filtrado V = 164,6 m/día

Cuando se ha definido el espesor de la capa Z = 0,70 m

Espesor necesario de la capa Z = 0,77 m

Velocidad de lavado superficial VS = 0,2 m³/mín/m²

Velocidad de lavado en reverso VS = 0,8 m³/mín/m²

Volumen de lavado superficial QS = 4,05 m³/min.

Volumen de lavado en reverso QB = 16,20 m³/min

Volumen de agua sin purificar para lavado QW = 24,30 m³/min.

= 0,405 m³/seg.

Valor de diseño de las instalaciones para el suministro de agua

Tubería principal de purificación de agua 400 mm Velocidad de flujo 1,84 m/seg. [1,0 (0,6 - 1,5)]

Diámetro del tubo de agua cruda 250 mm Velocidad de flujo 0,79 m/seg. [0,6 (0,5 - 1,0)]

Diámetro del tubo de purificación 200 mm Velocidad de flujo 1,23 m/seg. [1,0 (0,6 - 1,5)]

Diámetro del tubo de lavado superficial 250 mm Velocidad de flujo 1,38 m/seg.

Diámetro del tubo de lavado en reverso 500 mm Velocidad de flujo 1,38 m/seg. [2,0 (1,5 - 3,0)]

Diámetro del tubo de desagüe 500 mm Velocidad de flujo 2,06 m/seg. [2,0 (1,5 - 3,0)]

Diámetro del tubo de alcantarillado 200 mm Velocidad de flujo 1,23 m/seg.

- 6) Estado de los preparativos por parte del Gobierno de la República de Honduras
- Los diseños de la captación, impulsión, purificación y distribución del agua relacionados con la construcción de la planta de purificación solicitada al Gobierno del Japón han sido preparados por una consultora pagada con fondos del Banco Mundial. Se ha firmado un contrato con la empresa Hanzen and Sawyer. Al momento de terminar los trabajos de construcción a cargo del Gobierno del Japón deberán estar simultáneamente terminados las demás obras de infraestructura relacionadas. Hemos confirmado con DIMA que se están haciendo todos los esfuerzos posibles al respecto. Además hemos hablado con la consultora para establecer un orden de prioridades en el diseño y construcción de las instalaciones relacionadas con este proyecto.
- Debido a que es la primera vez que DIMA recibe la Cooperación Financiera no Reembolsable del Gobierno del Japón, hemos tenido problemas de incomprensión y por falta de entendimiento en puntos concretos. El líder de la Misión ha tenido que dar explicaciones detalladas y hemos tenido varias discusiones hasta que DIMA ha entendido sus responsabilidades con respecto a los siguientes puntos. En estos momentos podemos afirmar sin lugar a dudas que DIMA ha puesto todo su empeño en que el proyecto se haga realidad.
- a) Asegurar los fondos necesarios para ejecutar las obras que corresponden a las autoridades locales.
 - b) Expulsión de las personas que están viviendo ilegalmente y preparación del

terreno del lugar propuesto para el proyecto.

- c) Preparación de una estructura administrativa en DIMA encargada de coordinar el proyecto.

7) Condiciones preliminares para la puesta en práctica del proyecto

En cuanto a la puesta en práctica del proyecto, hay dos condiciones preliminares que tienen que cumplirse.

- a) Expulsión pacífica de las personas que están viviendo ilegalmente en el lugar, después de conseguir su acuerdo y con suficiente antelación como para que no tengan problemas en su traslado.
- b) Obtener la aprobación y los fondos necesarios del Banco Mundial para la realización de los demás proyectos relacionados a éste, con suficiente antelación como para que estén finalizados cuando este proyecto esté terminado.
- c) Administración y mantenimiento
- d) Presupuesto de los fondos necesarios para el funcionamiento
- e) Investigaciones técnicas

5.3 Plan básico

5.3.1 Instalaciones para la purificación del agua

El agua cruda entrará en la planta de purificación de agua pasando por los canales de impulsión. Se realizan los siguientes procesos: depósito de agua cruda, mezcla de productos químicos, separación por sedimentación, limpieza de lodo, filtrado rápido, para eliminar la turbiedad y coloración del agua cruda. Para permitir los trabajos de limpieza y de reparación, los procesos que van del depósito de mezcla de productos químicos al depósito de sedimentación por coagulación tienen una estructura en paralelo que permite que la planta siga en operación con una sola de las líneas. Además, para facilitar los trabajos de funcionamiento y mantenimiento se ha evitado, en lo posible, el uso de equipos y maquinaria complicados tales como motores, bombas y otros dispositivos eléctricos.

(1) Pozo de recepción

El agua cruda que llega a la planta de purificación entra en un pozo de recepción y de ahí es trasladada al medidor de caudal de dique en el recipiente de medición de caudal, para hacer esa medición. El caudal de impulsión al pozo de recepción se controlará mediante válvula de mariposa en la tubería de impulsión inmediatamente antes del pozo.

1) Río Santa Ana

Forma	: Estructura de hormigón armado
Dimensiones	: 4 m (An.) x 7,6 m (Ln.) x 3,5 m (Profundidad efectiva)
Capacidad del depósito	: 106 m ³ (tiempo estancado 10,2 minutos)
Equipo de medición de flujo	: Muro de contención de tipo cuchilla con escala 2 m de ancho
Válvula de ajuste de caudal	: Válvula de mariposa ø 700 mm en 1 lugar
Válvula de limpieza de lodo	: Válvula de mariposa ø 200 mm en 1 lugar

2) Río Piedras

Forma	: Estructura de hormigón armado
Dimensiones	: 3,4 m (An.) x 6,1 m (Ln.) x 3,5 m (Profundidad efectiva)
Capacidad del depósito	: 73 m ³ (tiempo estancado 10,5 minutos)
Equipo de medición de flujo	: Muro de contención de tipo cuchilla con escala 1,5 m de ancho
Válvula de ajuste de caudal	: Válvula de mariposa ø 600 mm en 1 lugar
Válvula de limpieza de lodo	: Válvula de mariposa ø 200 mm en 1 lugar

(2) Depósito de mezcla de productos químicos

Se inyectan coagulantes químicos en el agua cruda para que las partículas flotantes que producen la turbiedad del agua y los elementos que le dan color, formen grumos que puedan sedimentar con más facilidad. Los productos químicos destinados a la coagulación pueden dividirse en coagulantes y productos alcalinos. Debido a que el color proviene fundamentalmente del ácido húmico, será preciso producir la sedimentación por coagulación utilizando productos ácidos y no alcalinos. Normalmente, por su costo, utilizamos alumbre. Para eliminar el ácido húmico, será necesario producir grumos grandes para evitar, en lo posible, el traslado al siguiente proceso. En ese caso se recomienda el empleo de polivinilo de cloruro de aluminio (PAC). Sin embargo, debido a que este producto debe ser importado de los países desarrollados, económicamente es muy difícil su adquisición. La alcalinidad del agua es alta cuando hay poca turbiedad <35 mg/l> y disminuye cuando el grado de turbiedad es alto <10 mg/l>. Cuando se utiliza un procesamiento mediante ácido en el agua cruda para proceder a la eliminación del ácido húmico, la inyección de cal apagada en el agua purificada permite alcanzar un pH apropiado. Se piensa conveniente seguir el método normal de inyección cuando el pH es

de menos de aproximadamente 6,5 y, si pensamos en la calidad del agua local, conviene hacer una inyección sólo en el caso del agua purificada.

Además, debido a la formación de grumos será necesario proceder a un batido rápido de los productos químicos destinados a la coagulación pero, debido a la gran cantidad de agua cruda a la que se mezclan estos productos deberá hacerse esto lo mejor posible, para que la mezcla sea lo más pareja posible. Este proyecto pretende instalar un mezclador instantáneo pero, para el caso de producirse una avería, el agua cruda que sale del depósito de agua cruda se batirá rápidamente mezclando los productos químicos en el interior de la red de distribución, utilizando la carga hidrostática natural.

1) Río Santa Ana

Forma	: Estructura de hormigón armado
Dimensiones	: 4 m (An.) x 4 m (Ln.) x 3 m (Profundidad efectiva)
Capacidad del depósito	: 48 m ³ (tiempo estancado aprox. 2,3 minutos)
Coagulante	: Alumbre
Ajuste de pH	: Alumbre

2) Río Piedras

Forma	: Estructura de hormigón armado
Dimensiones	: 3,4 m (An.) x 3,4 m (Ln.) x 3 m (Profundidad efectiva)
Capacidad del depósito	: 34,7 m ³ (tiempo estancado, aprox. 2,5 minutos)
Coagulante	: Alumbre
Ajuste de pH	: Alumbre

(3) Punto de formación de grumos

La mezcla rápida de coagulantes en el agua cruda y un agitador lento hace que se formen los grumos. En el proceso de sedimentación normal de la coagulación, si el agua cruda es ácida se deberá hacer un ajuste de alcalinidad pero, en este caso, para eliminar el ácido húmico que es causa de la coloración del agua se hará un procesamiento especial en el lado ácido y no será necesario hacer un ajuste de alcalinidad. Para facilitar la administración y mantenimiento del agitador se ha elegido un método de agitador por gravedad. El flujo del agua en el tanque crea corrientes en las paredes que hacen que el agua cruda se mueva vertical y horizontalmente y, estos movimientos harán que se formen los grumos. Una vez que se hayan formado suficientes grumos, pasarán al depósito de sedimentación.

Los depósitos de formación de grumos tendrán las siguientes especificaciones

1) Río Santa Ana

Forma : Estructura de hormigón armado, 2 depósitos
Método de flujo combinado vertical y horizontal
Dimensiones : 1 m (An.) x 9,0 m (Ln.) x 3 m (Profundidad efectiva)
x 7 hileras
Capacidad efectiva : 189,0 m³/depósito
Tiempo estancado : 36,3 minutos

2) Río Piedras

Forma : Estructura de hormigón armado, 2 depósitos
Dimensiones : 1 m (An.) x 7,5 m (Ln.) x 3 m (Profundidad efectiva)
x 7 hileras
Capacidad efectiva : 112,5 m³/depósito
Tiempo estancado : 32,4 minutos

(4) Depósito de sedimentación por productos químicos de flujo horizontal

Una vez terminado el agitado para la formación de grumos, el agua procesada mediante los productos químicos fluirán al depósito de sedimentación. En este depósito, mientras se produce una sedimentación lenta, se irán precipitando y desintegrando los grumos grandes. Una vez desintegrados, el agua de la capa superior se irá juntado en el conducto colector de agua al final del depósito de sedimentación y fluirán hacia el depósito de filtrado. Al mismo tiempo, los grumos precipitados al fondo del depósito de sedimentación se irán acumulando como lodo denso en el fondo del depósito. Debido a que este lodo se irá acumulado en las cercanías de la parte de impulsión, se comprimirá mediante la tolva y la válvula de eliminación detectará el grado de acumulación y procederá a su descarga en el momento oportuno.

El aumento en la turbiedad y coloración dependerá de la estación y la cantidad de lodo en promedio de todo el año será muy poca. Por lo tanto, se supone que con los elementos propuestos podrá solucionarse cualquier problema que pudiera producirse. El proyecto en su forma actual tiene previsto descargar el desagüe directamente en el río.

1) Río Santa Ana

Forma : Estructura de hormigón armado de tipo esquinas rectas y flujo horizontal, 1 depósito, 2 recipientes

Dimensiones interiores del recipiente:
Depósito de sedimentación 9,0 m (An.) x 40 m (Ln.) x 4,0 - 5,0 profundidad (profundidad efectiva 3,0 - 4,0 m)

Capacidad real del depósito de sedimentación :
1.260 m³/depósito x 2 recipientes

Tiempo estancado : 4,0 horas

Velocidad promedio en el depósito : 0,17 m/min

Conducto colector de agua : 8 por depósito

Instalaciones para eliminación del lodo:
Tubo de eliminación de lodo con válvula de eliminación

2) Río Piedras

Forma : Estructura de hormigón armado de tipo esquinas rectas y flujo horizontal, 2 depósitos

Dimensiones interiores del recipiente:
Depósito de sedimentación 6,5 m (An.) x 32 m (Ln.) x 4,0 - 5,0 profundidad (profundidad efectiva 3,0 - 4,0 m)

Capacidad real del depósito de sedimentación :
832 m³/depósito x 2 recipientes

Tiempo estancado : 4,0 horas

Velocidad promedio en el depósito : 0,13 m/min

Conducto colector de agua : 5 por depósito

Instalaciones para eliminación del lodo:
Tubo de eliminación de lodo con válvula de eliminación

(5) Depósito de filtrado rápido

El depósito de sedimentación hará que se precipiten en forma de grumos las partículas que producen la coloración y turbiedad; las partículas que producen la turbiedad son relativamente más gruesas y se precipitan fácilmente. Las partículas que producen la coloración son de ácido húmico y crean grumos muy finos que se trasladan en gran parte al siguiente proceso. El agua después de la sedimentación

va al depósito de filtrado rápido y los grumos finos que no pudieron eliminarse en el depósito de condensación se eliminarán mediante filtrado por capas de arena pero, la gran cantidad grumos traspasados hace que se tape y se generen pisolitas. Esto hace que sea necesario instalar equipos de lavado superficial y en reverso. En el caso de que se den estos problemas, se puede aumentar la velocidad del filtrado para procesar de esta forma el volumen de agua de lluvia que se pensaba suministrar sin procesar. En la estación seca, el agua tiene una calidad relativamente buena y, excepto en el caso de que haya insectos, coliformes u otros organismos en el depósito de filtrado, se inyectará el mínimo de sal antes o durante el proceso. Este proceso minimizará el consumo de cloro. Esto eliminará la aparición de trihalometano a partir del ácido húmico.

Después de desinfectar con cloro el agua lavada en el filtrado, se acumulará en el depósito de purificación para ser distribuido a las zonas de suministro de agua potable. Para la limpieza del depósito de filtrado se utilizará un depósito de filtrado de tipo higienización natural. Ya no será necesario el uso de una bomba de lavado en reverso como la utilizada en los depósitos de filtrado existentes ni tampoco la apertura y cierre de una serie de válvulas por lo que el funcionamiento es mucho más simple y habrá menos costos en equipos. Consideramos que ésta es la mejor propuesta para el proyecto. Será necesaria un entrenamiento inicial y conocimientos sobre el filtrado por sedimentación así como la experiencia práctica en planta.

Los depósitos de filtrado planeados tienen las siguientes especificaciones

1) Río Santa Ana

Forma	: Depósito de filtrado rápido por gravedad
Superficie de filtrado	: 180 m ² (30 m ² x 6 depósitos)
Velocidad de filtrado	: 120 m/día (1 depósito de reserva: para usar durante el lavado o parada de los depósitos utilizados normalmente)
Capa de arena para filtrado	: Calidad JWWA.A.103. Diámetro efectivo 0,45 - 0,75 mm, espesor de 700 mm
Capa de grava	: Calidad JWWA.A.103. Diámetro efectivo 2 - 20 mm, espesor de 200 mm
Equipo de acumulación de agua inferior	: Tipo bloque poroso

2) Río Piedras

Forma	: Depósito de filtrado rápido por gravedad
Superficie de filtrado	: 120 m ² (20 m ² x 6 depósitos)
Velocidad de filtrado	: 120 m/día (1 depósito de reserva: para usar durante el lavado o parada de los depósitos utilizados normalmente)
Capa de arena para filtrado	: Calidad JWVA.A.103. Diámetro efectivo 0,45 - 0,70 mm, espesor de 700 mm
Capa de grava	: Calidad JWVA.A.103. Diámetro efectivo 2 - 20 mm, espesor de 200 mm
Equipo de acumulación de agua inferior	: Tipo bloque poroso (JWVA: Asociación de obras sanitarias del Japón)

(6) Depósito de distribución

Para cubrir las deficiencias en caso de cambios en el volumen de agua tomada, cuando hay un desnivel entre el volumen de agua procesada en la planta de purificación y el volumen de agua suministrado de la planta, para promediar los cambios de presión según la hora del día, en la red de distribución; para eliminar los cortes y limitaciones de suministro en las horas pico, para que no haya problemas en el suministro incluso cuando se produzca un accidente o avería, en caso de tener que hacer una inspección o un trabajo de mantenimiento, se ha instalado este depósito de distribución para almacenar el agua purificada.

1) Río Santa Ana

Estructura	: Recipiente de hormigón armado con la mitad enterrada
Capacidad	: 5.000 m ³
Dimensiones del depósito	: 20 m (An.) x 10 m (Ln.) x 4 m (Profundidad efectiva)
Tiempo estancado	: Aprox. 8 horas
Medidor de caudal	: Método instantáneo-integrado 1 juego
Válvula de ajuste del volumen de salida	: Válvula de mariposa 1 juego

2) Río Piedras

Estructura	: Recipiente de hormigón armado con la mitad enterrada
Capacidad	: 2.500 m ³

Dimensiones del depósito ; 12 m (An.) x 55 m (Ln.) x 4 m (Profundidad efectiva)

Tiempo estancado ; Aprox. 6 horas

Medidor de caudal ; Método instantáneo-integrado 1 juego

Válvula de ajuste del volumen de salida ;

Válvula de mariposa 1 juego

Combinado con el depósito de distribución existente en las cercanías (2.935 m³), para un volumen de distribución actual de 3,7 horas.

(7) Instalaciones para la disolución-inyección de productos químicos coagulantes
Se ha construido un almacén dentro de las instalaciones para guardar los 2 tipos de productos químicos: alumbre, ácido sulfúrico, cal apagada. A continuación se dan las especificaciones para las instalaciones. Cerca de la sala para la inyección de productos químicos hay espacio para almacenar hasta aproximadamente 1 mes (De acuerdo a las normas de diseño establecidas por la Asociación de obras sanitarias del Japón) de consumo de alumbre en estado sólido y cal apagada (en bolsas cerradas).

Se ha proyectado inyectar el alumbre en cantidades apropiadas mediante bomba de inyección pero también se está pensando en la posibilidad de inyectar parte del alumbre mediante flujo natural por gravedad. La cal apagada sólo será para el agua purificada y se suministrará por caída natural por la fuerza de la gravedad.
Equipo para inyección de coagulantes

1) Río Santa Ana

Se utiliza alumbre sólido y ajuste de 10% en solución

Volumen inyectado según diseño : Normal 20 mg/l, máximo 50 mg/l

Volumen consumido : Normal 300 kg/día, máximo 750 kg/día

Recipiente de disolución

Tipo : Hormigón armado resistente a la corrosión

Dimensiones : 2 (Diám.) m x 2 x 1,5 (Profundidad efectiva)

Capacidad : 6,0 m³/recipiente

Cantidad : 2 recipientes

Tiempo estancado : Normal 0,8~2,0 días/recipiente

Equipo adicional : 2 mezcladores

Bomba de inyección

Tipo : Bomba de diafragma por presión hidráulica

Especificaciones: 3,0 l/min x 10 kg/m² x 0,2 kW
Cantidad : 3 (incluye 1 de reserva)

2) Río Piedras

Se utiliza alumbre sólido y 10% en solución
Volumen inyectado según diseño : Normal 10 mg/l, máximo 50 mg/l
Volumen consumido : Normal 100 kg/día, máximo 500 kg/día

Recipiente de disolución

Tipo : Hormigón armado resistente a la corrosión
Dimensiones : 2,0 m x 2,0 m x 1,0 m (Profundidad efectiva)
Capacidad : 4,0 m³/recipiente
Cantidad : 2 recipientes
Tiempo estancado : Normal 0,8~4,0 días/recipiente (máximo)
Equipo adicional : 2 mezcladores

Bomba de inyección

Tipo : Bomba de diafragma por presión hidráulica
Especificaciones: 2,0 l/min x 10 kg/ m² x 0,2 kW
Cantidad : 3 (incluye 1 de reserva)

Instalaciones para la inyección de cal apagada

1) Río Santa Ana

Se utiliza cal apagada en polvo y ajuste de 10% de suspensión en líquido
Volumen inyectado según diseño : Normal 15 mg/l, máximo 30 mg/l
Volumen consumido : Normal 225 kg/día, máximo 450 kg/día

Recipiente de disolución

Tipo : Hormigón armado
Dimensiones : 2 (An.) m x 2 m (Ln.) x 1,5 (Profundidad efectiva)
Capacidad : 6 m³/recipiente
Cantidad : 2 recipiente
Tiempo estancado : Normal 1,3~2,7 días/recipiente
Equipo adicional : 2 mezcladores

2) Río Piedras

Se utiliza cal apagada en polvo y ajuste de 10% de suspensión en líquido

Volumen inyectado según diseño : Normal 10 mg/l, máximo 30 mg/l
Volumen consumido : Normal 100 kg/día, máximo 300 kg/día

Recipiente de disolución

Tipo : Hormigón armado

Dimensiones : 2 (An.) m x 2 m (Ln.) x 1,0 (Profundidad efectiva)

Capacidad : 4 m³/recipiente

Cantidad : 2 recipiente

Tiempo estancado : Normal 1,3~4,0 días/recipiente

Equipo adicional : 2 mezcladores

Se instalarán en ambas plantas

Bomba de inyección

Tipo : Bomba de centrifugado

Especificaciones: 2 - 3 l/min. x 10 m x 0,2 kW

Cantidad : 2 (incluye 1 de reserva)

Tolva : Capacidad 0,2 m³

Filtro en bolsa

(8) Instalaciones para la inyección de productos para desinfectado

Cuando se utiliza el agua suministrada por las tuberías como agua potable, deberá pasar las mismas normas de higiene que los productos alimenticios. Es importante que tenga un buen nivel higiénico, para evitar que aparezcan microbios y otros organismos transmisores de enfermedades.

Será necesario eliminar todas las bacterias en el agua mediante la inyección de desinfectantes. Como desinfectante se empleará el mismo utilizado en la actualidad, es decir, cloro líquido. A continuación se dan las especificaciones.

1) Río Santa Ana

Instalaciones para almacenamiento:

Cilindros de cloro líquido 4 cilindros de 1 tonelada (de los cuales 3 son de reserva)

Equipo de inyección:

Equipo de cloración de tipo húmedo 1 base (9 kg/hora)

Porcentaje de inyección: 5 mg/l

Volumen consumido : 220 kg/día (máximo)

Equipo de desinfección: Desinfectante por neutralización y absorción

Disco de accionamiento : 1 juego

2) Río Piedras

Instalaciones para almacenamiento:

Cilindros de cloro líquido 4 cilindros de 1 tonelada (de los cuales 3 son de reserva)

Equipo de inyección:

Equipo de cloración de tipo húmedo 1 base (6 kg/hora)

Porcentaje de inyección: 4 mg/l

Volumen consumido : 140 kg/día (máximo)

Equipo de desinfección: Desinfectante por neutralización y absorción

Disco de accionamiento : 1 juego

(9) Instalaciones de desagüe

El exceso de agua del pozo de recepción, el lodo del depósito de sedimentación, el agua para lavado del depósito de filtrado y del depósito de distribución se eliminará por el canal de desagüe. Este canal será de cemento y su construcción estará a cargo de DIMA, descargándose en el río.

Santa Ana: \varnothing 500 (pozo de recepción), \varnothing 400 (depósito de sedimentación), \varnothing 600 (depósito de filtrado, etc.): Final RCP \varnothing 800

Piedras : \varnothing 400 (pozo de recepción), \varnothing 400 (depósito de sedimentación), \varnothing 500 (depósito de filtrado, etc.): Final RCP \varnothing 600

Otros

Tablero de distribución eléctrica : 1 juego

(10) Equipos accesorios

1) Equipos transformadores y de distribución eléctrica

La energía eléctrica se suministra al conmutador eléctrico en la sala de inyección de productos químicos y al tablero de controles principal de distribución eléctrica. Del tablero de control se irá distribuyendo a los aparatos eléctricos, medidores, luces de iluminación, pararrayos, etc. Para la distribución eléctrica de los aparatos eléctricos se instalará un tablero de control de corriente eléctrica

Cuadro 24 Consumo eléctrico planeado para la planta de purificación de agua del Río Santa Ana

Item	Equipo	Consumo (KW)	Cantidad	Total consumido (KW)
Equipo	Batidora de aluminio sulfúrico	2,2	2	4,4
	Bomba de inyección de aluminio sulfúrico	0,2	2	0,4
	Pulverizador de carbón	2,2	2	4,4
	Bomba de inyección de cal apagada	0,2	1	0,2
	Ventilador del filtro de bolsa	0,75	1	0,75
	Bomba de agua de la planta	1,0	1	1,0
	Clorinizador	0,1	1	0,1
	Bomba para purificación superficial	45,0	1	45,0
	Mezcladora instantánea	5,0	1	5,0
	Total			61,25
Eficiencia de los equipos: 85% Carga del equipo: 90%		$61,25 \times 0,9/0,85 =$		64,8
Instalaciones • Luces, accesorios, corriente para instrumentos de análisis de la calidad del agua, etc.				30,0
Total				94,8
Consumo eléctrico				100,0

Cuadro 25 Consumo eléctrico planeado para la planta de purificación de agua del Río Piedras

Item	Equipo	Consumo (KW)	Cantidad	Total consumido (KW)
Equipo	Batidora de aluminio sulfúrico	2,2	2	8,8
	Bomba de inyección de aluminio sulfúrico	0,2	2	0,4
	Pulverizador de carbón	2,2	2	4,4
	Bomba de inyección de cal apagada	0,2	1	0,2
	Ventilador del filtro de bolsa	0,75	1	0,75
	Bomba de agua de la planta	1,0	1	1,0
	Clorinizador	0,1	1	0,1
	Bomba para purificación superficial	37,0	1	37,0
	Mezcladora instantánea	5,5	1	5,5
	Total			56,3
Eficiencia de los equipos: 85% Carga del equipo: 90%		$56,3 \times 0,9/0,85 =$		56,3
Instalaciones • Luces, accesorios, corriente para instrumentos de análisis de la calidad del agua, etc.				25,0
Total				81,4
Consumo eléctrico				90,0

2) Equipo de generación eléctrica auxiliar

Se ha decidido instalar un generador eléctrico auxiliar para solucionar los frecuentes cortes de electricidad y los accidentes que puedan resultar en un corte de electricidad. La capacidad del generador eléctrico deberá cumplir con las especificaciones mínimas para el funcionamiento de la planta. El consumo eléctrico en caso de una emergencia será de 14 kW.

Río Santa Ana

Generador eléctrico	10 x 0,9/0,85 = 10,6
Otros	3,0
<hr/> Total	13,6 kW

Las especificaciones del generador eléctrico serán las siguientes.

Salida : 20 kVA

Especificaciones eléctricas : 220V, trifásico, 50 Hz

Combustible : Diesel

Cantidad : 1 equipo

Método de arranque : Puesta en marcha manual

El generador de las Piedras también tiene las especificaciones mínimas para el funcionamiento de la planta.

3) Otros equipos

A continuación se da una lista de los demás equipos instalados en la planta

Equipo de desagüe para la planta	1 juego
Carreteras y caminos en la planta	1 trazado
Portón de acceso a la plantas	1 portón
Cercas	1 perímetro

5.3.2 Tubería de conexión (conexión de tuberías de impulsión y de distribución)

(1) Sistema del Río Santa Ana

Se deberán instalar las tuberías desde la nueva planta de purificación de agua hasta los puntos de conexión con las tuberías de impulsión y envío de agua correspondientes al proyecto del Banco Mundial.

Nueva instalación de líneas de impulsión:

Tuberías de hierro fundido dúctiles de tipo K, estilos 1 y 2; tubos rectos, tubos curvos, ϕ 800 mm, ϕ 700 mm, ϕ 400 mm

Alargue de 40 m con ϕ de 800 mm, 120 m con ϕ de 700 mm, 110 m con ϕ de 600 mm 40 m con ϕ de 400 mm.

(2) Sistema del Río Piedras

Nueva instalación de líneas de impulsión: Tuberías de hierro fundido dúctiles de tipo K, estilo 3; tubos rectos, tubos curvos, diám. 600 mm, \varnothing 500 mm
Alargue de 120 m con \varnothing de 600 mm, 120 m con \varnothing de 500 mm.

5.3.3 Adquisición

Los equipos a instalar que deberán adquirirse son los repuestos de tubos, y los instrumentos para la inspección de la calidad del agua imprescindibles para la administración del funcionamiento de la planta de purificación de agua, además de un vehículo para inspecciones.

(1) Repuestos

\varnothing 800 mm, \varnothing 700 mm

\varnothing 600 mm y otros tubos de reserva de distintos tipos, un juego de accesorios y distintas válvulas

(2) Instrumentos para la inspección de la calidad del agua

Los instrumentos para la inspección de la calidad del agua a instalar en el laboratorio de pruebas son los necesarios para la administración diaria de la planta. Los ítems a inspeccionar para verificar la calidad del agua serán los siguientes. Se entregarán todos los productos químicos necesarios para hacer las pruebas, 3 veces al día, durante 2 años, es decir para unas 2.400 pruebas.

Turbiedad Iones de ácido clórico Restos de ácido clórico

Coloración

Transmisión

Nivel de alcalinidad

Dureza

Bacterias en general

Coliforme

Incubadora

Aparato para destilado (instrumento)

Consumo de permanganato de potasio

Prueba de jarra

Probetas de vidrio y productos químicos necesarios para las pruebas

(3) Vehículo para inspecciones (camioneta pick-up con tracción en las 4 ruedas)

2 vehículos

(4) Coagulante (alumbre sólido: concentración del 90%)
Hasta que se establezca el funcionamiento, suficiente para 2 años

(5) Gas clórico

Cuadro 26 Conceptos sobre las instalaciones y materiales del sistema del Río Santa Ana

	Instalaciones y equipos	Cantidad	Normas • Dimensiones
Instalaciones de purificación	Pozo de recepción de agua	1 depósito	Hormigón armado
	Depósito de sedimentación de coágulos de químicos	2 depósitos	Hormigón armado, lago de sedimentación de químicos de flujo lateral
	Depósito de filtrado rápido	6 depósitos	Hormigón armado, 180 m ³ : 6 depósitos, 1 de ellos de reserva
	Depósito para distribución	1 depósito	Hormigón armado, 5.000 m ³ 36m x 36m x 4m: profundidad apropiada, para 8 horas
	Planta de inyección de químicos	1 planta	Recipiente de disolución de hormigón armado para cal apagada y alumbre
	Planta de inyección de desinfectantes	1 planta	Equipo de cloración para mezcla, para bombas de 1 tonelada
	Transformador eléctrico	1 planta	440V, 220V, trifásico, 2 líneas/trifásico, 3 líneas
	Generador eléctrico auxiliar	1 generador	15 KW, 20 KVA, 50 Hz
	Edificio	1 instalación	Sala para mezcla de coagulantes (200 m ²), sala de cloración y carbón para cal apagada (200 m ²), generador eléctrico (35 m ²), instalaciones interiores para la planta (cerca)
Equipos a instalar	Conexiones de tubería para suministro de agua existentes	1 juego	Tubos de fundición dúctil de tipo K, serie 2, 3: caños rectos, tubos curvados, ø800 mm, ø700 mm
	Instrumentos para la inspección de la calidad del agua	1 juego	Prueba de jarra, etc. instrumentos de medición de calidad del agua simples
	Vehículo para inspecciones	1 vehículo	Camioneta pick-up con tracción de 4 ruedas
	Repuestos	1 juego	Alargue de 10 m y ø800 mm, alargue de 10 m y ø700 mm, válvulas Accesorios, tubos de repuesto: 1 juego, químicos, etc.

Cuadro 27 Conceptos sobre las instalaciones y materiales del sistema del Río Piedras

	Instalaciones y equipos	Cantidad	Normas • Dimensiones
Instalaciones de purificación	Pozo de recepción de agua	1 depósito	Hormigón armado
	Depósito de sedimentación de coágulos de químicos	2 depósitos	Hormigón armado, lago de sedimentación de químicos de flujo lateral
	Depósito de filtrado rápido	6 depósitos	Hormigón armado
	Depósito para distribución	1 depósito	Hormigón armado, 2.500 m ³ 16m x 40m x 4m: profundidad apropiada, para 6 horas
	Planta de inyección de químicos	1 planta	Recipiente de disolución de hormigón armado para cal apagada y alumbre
	Planta de inyección de desinfectantes	1 planta	Equipo de cloración para mezcla, para bombas de 1 tonelada
	Transformador eléctrico	1 planta	440V, 220V, bifásico, 2 líneas/trifásico, 3 líneas
	Generador eléctrico auxiliar	1 generador	15 KW, 20 KVA, 50 Hz
	Edificio	1 instalación	Sara, almacén para mezcla de coagulantes (200 m ²), sara de cloración y cal apagada (200 m ²), generador eléctrico (30 m ²), instalaciones interiores para la planta (cerca) almacén
Equipos a instalar	Conexiones de tubería para suministro de agua existentes	1 juego	Tubos de fundición dúctil de tipo K, serie 3: caños rectos, tubos curvados, ø600 mm
	Instrumentos para la inspección de la calidad del agua	1 juego	Prueba de jarra, etc. instrumentos de medición de calidad del agua simples
	Vehículo para inspecciones	1 vehículo	Camioneta pick-up con tracción de 4 ruedas
	Repuestos	1 juego	Alargue de 20 y diám. 600 mm, accesorios, válvulas, caños de repuesto: 1 juego, químicos, etc.

5.3.4 Cuadros para el diseño básico

Se anexarán como apéndices los siguientes cuadros para el diseño básico

- (1) Cuadro general de la planta de purificación de agua
- (2) Cuadro de disposición de las instalaciones para la purificación del agua
- (3) Cuadro de cotas máxima y mínima del agua en las instalaciones de purificación de agua
- (4) Cuadro estructural del depósito de agua cruda
- (5) Cuadro estructural del depósito de mezcla de productos químicos
- (6) Cuadro estructural del depósito de sedimentación por productos químicos de flujo horizontal

- (7) Cuadro estructural del depósito de filtrado rápido por gravedad
- (8) Cuadro estructural de la sala de inyección de productos químicos
- (9) Cuadro estructural de la sala de cloración
- (10) Cuadro estructural de la sala del generador eléctrico auxiliar
- (11) Cuadro de conexiones eléctricas de las instalaciones de purificación de agua
- (12) Cuadro estructural del depósito de distribución de agua

5.4 Plan de obras

5.4.1 Criterios del plan de obras

El plan de trabajos se compone de

- 1) Trabajos de construcción de las instalaciones para el suministro de agua purificada
- 2) Diseño y dirección de obras por parte de la consultora
- 3) Obras a cargo de la República de Honduras. De estos tres puntos, el 1) y 2) están cubiertos por el sistema de Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón. La construcción de instalaciones mediante el sistema de Cooperación Financiera no Reembolsable tiene que pasar por las etapas indicadas en el cuadro a continuación. En primer lugar, se procede a la firma del Canje de Notas (C/N) entre los dos países, se firma un contrato con la empresa consultora, se preparan los documentos de la licitación, la consultora, en representación de las partes procede a la licitación, selecciona la empresa constructora ganadora de la licitación, se firma el contrato y empiezan las obras. A continuación se da un resumen del procedimiento a cumplir.

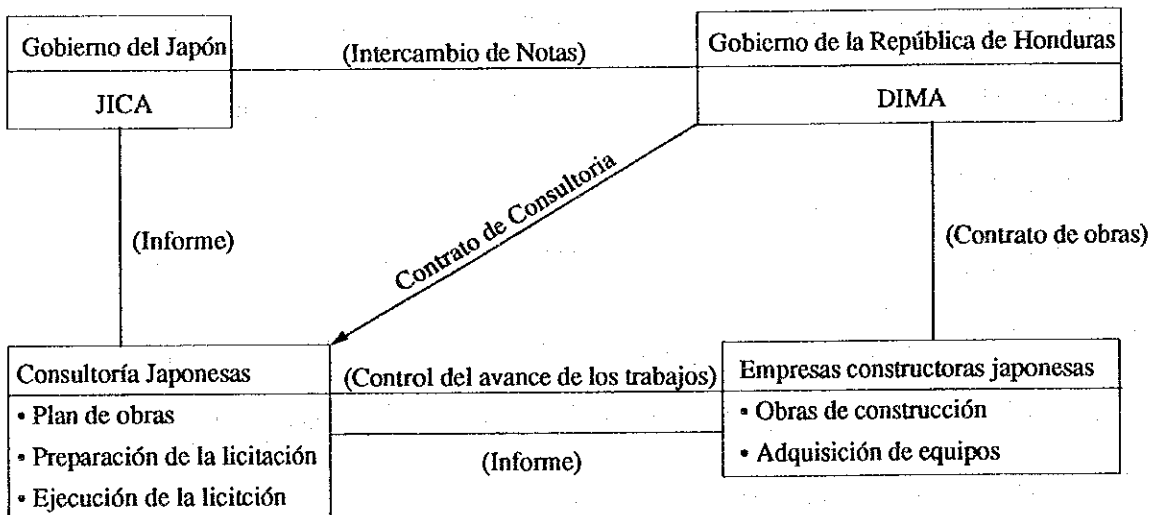


Figura 18 Diagrama del procedimiento

(1) Diagrama del procedimiento

El organismo a cargo del presente proyecto por la parte hondureña es DIMA. DIMA es la empresa a cargo del suministro de agua potable a la población de la ciudad de San Pedro Sula. El desarrollo y puesta en práctica de las obras para el suministro de agua comprende el Estudio, Proyecto, Diseño y puesta en práctica de las obras. Existe una Gerencia Técnica, una Gerencia Administrativa y una Gerencia de Personal. Será la Gerencia Técnica la que se encargará directamente de coordinar el presente proyecto. Una vez firmado el C/N, DIMA, en colaboración con otras entidades relacionadas del Gobierno de la República de Honduras, seleccionará la entidad bancaria, realizará los trámites para eximir el pago de los derechos aduaneros sobre los materiales y equipos importados. Una vez terminados los trabajos correspondientes a este proyecto, DIMA será la empresa responsable de administrar y mantener el sistema de suministro de agua.

(2) Consultora

La consultora deberá ser una empresa jurídica japonesa que firma un contrato de asesoría de servicios de consultora con DIMA, una vez firmado el C/N para la Cooperación Financiera no Reembolsable entre el Gobierno del Japón y el Gobierno de la República de Honduras.

(3) Empresa responsable

La empresa responsable deberá ser una persona jurídica japonesa encargada de instalar los equipos y materiales indicados en el contrato y de realizar todos los trabajos de construcción. Los equipos a instalar deberán ser transportados e instalados en el lugar de las obras. Los trabajos de construcción se realizarán bajo la supervisión de la empresa constructora. Una vez finalizados los trabajos, deberá hacerse una prueba de funcionamiento y proceder a los trabajos de ajuste y de laboratorio y deberá instruir al personal encargado de la administración y mantenimiento del funcionamiento de la planta. Una vez comprobado que no hay anomalías en la planta se entregará la planta a la República de Honduras. Para que este proyecto funcione en las mejores condiciones, las pruebas de funcionamiento y los ajustes y pruebas de laboratorio deberán hacerse bajo la vigilancia del personal técnico de DIMA.

5.4.2 Distribución de responsabilidades de las obras

La distribución de las responsabilidades de las distintas obras se hará tal como se describe a continuación

(1) Responsabilidad del Gobierno de la República de Honduras

El contenido de las obras responsabilidad de la República de Honduras y las tareas que la parte hondureña deberá tomar a su cargo para que el proyecto pueda concluirse sin problemas son los siguientes.

- 1) Obtención de un terreno apropiado para el presente proyecto
- 2) Obras de preparación del terreno y de las instalaciones básicas de infraestructura
 - a) Instalaciones de purificación de agua
 - Preparación del terreno, eliminación de raíces, nivelación (incluye la preparación de un terreno donde puedan instalarse los materiales y maquinaria para la construcción.)
 - Canal de desagüe hacia el exterior de la planta
 - Plantación de pasto y árboles en la planta
- 3) Obras relacionadas con las instalaciones
 - Instalación de cables eléctricos en el lugar del proyecto
- 4) Establecimiento de un Acuerdo Bancario y determinación de los procedimientos para los pagos por las obras y pagos de comisiones
- 5) Eximir del pago de derechos aduaneros, impuestos internos y otras cargas fiscales que se impongan con respecto al suministro de los productos y los servicios bajo los Contratos Verificados.
- 6) Asegurar el pronto desembarco y despacho aduanero en los puertos de desembarco de los productos adquiridos bajo los Contratos Verificados.
- 7) Acordarles a los nacionales japoneses, cuyos servicios sean requeridos en conexión con el suministro de los productos y los servicios bajo los Contratos Verificados, las facilidades que sean necesarias para su ingreso y estudio al país, para el desempeño de sus funciones.
- 8) Cumplimiento previo de todas las normas y obligaciones establecidas por las leyes de la República de Honduras, relativas al presente Proyecto
- 9) Asegurar suficientes fondos para mantener y poner en funcionamiento las instalaciones una vez finalizado el proyecto.

(2) Responsabilidades del Gobierno del Japón

El contenido de las responsabilidades del Gobierno del Japón será básicamente la realización de las obras para la construcción de las instalaciones mencionadas a continuación. También será responsable por el transporte de los equipos y materiales necesarios, trabajos anexos, pruebas y ajustes y entrenamiento del personal para la administración y mantenimiento del funcionamiento de la planta.

1) Instalaciones para la purificación del agua: Pozo de recepción, depósito de mezcla de productos químicos, depósito de sedimentación, depósito de filtrado lento, depósito de agua purificada, instalaciones para la disolución•inyección de productos químicos coagulantes, instalaciones para la inyección de desinfectantes, instalaciones para el desagüe, instalaciones eléctricas y otras instalaciones anexas.

2) Equipos y materiales proporcionados:

Tuberías de repuesto, equipo para el laboratorio de pruebas de calidad del agua, vehículos para la administración (tracción en las 4 ruedas), pala mecánica para las obras de reparación de los tubos de repuesto, coagulantes, bomba de cloro

5.4.3 Condiciones de la construcción y puntos a tener en cuenta

- (1) El lugar donde se va a instalar la planta de purificación de agua está cerca de una zona residencial pero será necesario estudiar la hipótesis de transformar las instalaciones en lugar de vivienda de los trabajadores.
- (2) En la República de Honduras hay empresas dedicadas a prestar maquinaria para la construcción y, por lo tanto, sólo traeremos de Japón la maquinaria especial que no sea posible obtener de las empresas locales.

5.4.4 Plan de obras y su control

Después de firmar el Canje de Notas entre ambos países, el Gobierno de la República de Honduras o la ciudad de San Pedro Sula en su nombre contratará a la empresa consultora para la realización de los trabajos. El trabajo encargado a la consultora se dividirá en un plan de realización y un control de las obras durante la puesta en práctica. A continuación se dará un detalle de los mismos.

(1) Plan de realización

1) Estudio en Honduras

Durante el diseño básico se volverán a estudiar y a confirmar el clima, la hidrografía, topografía, geología, materiales para la construcción, mano de obra, leyes sobre la construcción, etc. y se harán las mediciones y estudio geológico necesarios para el diseño de las obras.

2) Diseño de las obras

Antes de empezar a preparar los documentos para la licitación, se deberá

realizar un diseño detallado de las obras, un cálculo detallado de los costos de la construcción, y un plan de obras.

3) Licitación

Una vez preparados los documentos para la licitación, determinación de las condiciones para entrar en la licitación, vigilancia de los procedimientos de la licitación, evaluación de los resultados de la licitación, participación en la preparación y firma del contrato de las obras.

(2) Control de las obras

1) Trabajos del control

Discusiones con los participantes de las obras, antes del comienzo de los trabajos, control de los planos del diseño, inspección de equipos y materiales antes de la entrega, administración de los trabajos en Honduras, vigilancia de los trabajos de instalación de los equipos e instrumentos, preparación de informes de la evaluación de las obras, entrega del certificado de terminación de las obras y emisión del certificado para el pago de las obras, inspección de las obras terminadas.

2) Trabajos al finalizar las obras

Entrega del certificado de terminación de las obras, trabajos relacionados con los trámites de entrega de las obras, informe final de los trabajos realizados, trámites relacionados con la finalización de los trabajos de la consultora.

3) Administración y mantenimiento del funcionamiento

Preparación de los manuales para la administración y mantenimiento del funcionamiento de las instalaciones para la captación de agua, transformador, instalaciones para la purificación del agua y planes de mantenimiento y administración.

5.4.5 Plan de adquisición o instalación de los equipos y materiales

Los equipos y materiales necesarios para el presente proyecto se obtendrán básicamente del Japón o de la República de Honduras. La adquisición e instalación de los equipos y materiales se basará en el control del diseño de la consultora japonesa a cargo del proyecto y serán traídos e instalados por la empresa japonesa a cargo de las obras. La lista de los equipos y materiales de este proyecto aparece en el cuadro 28, 29.

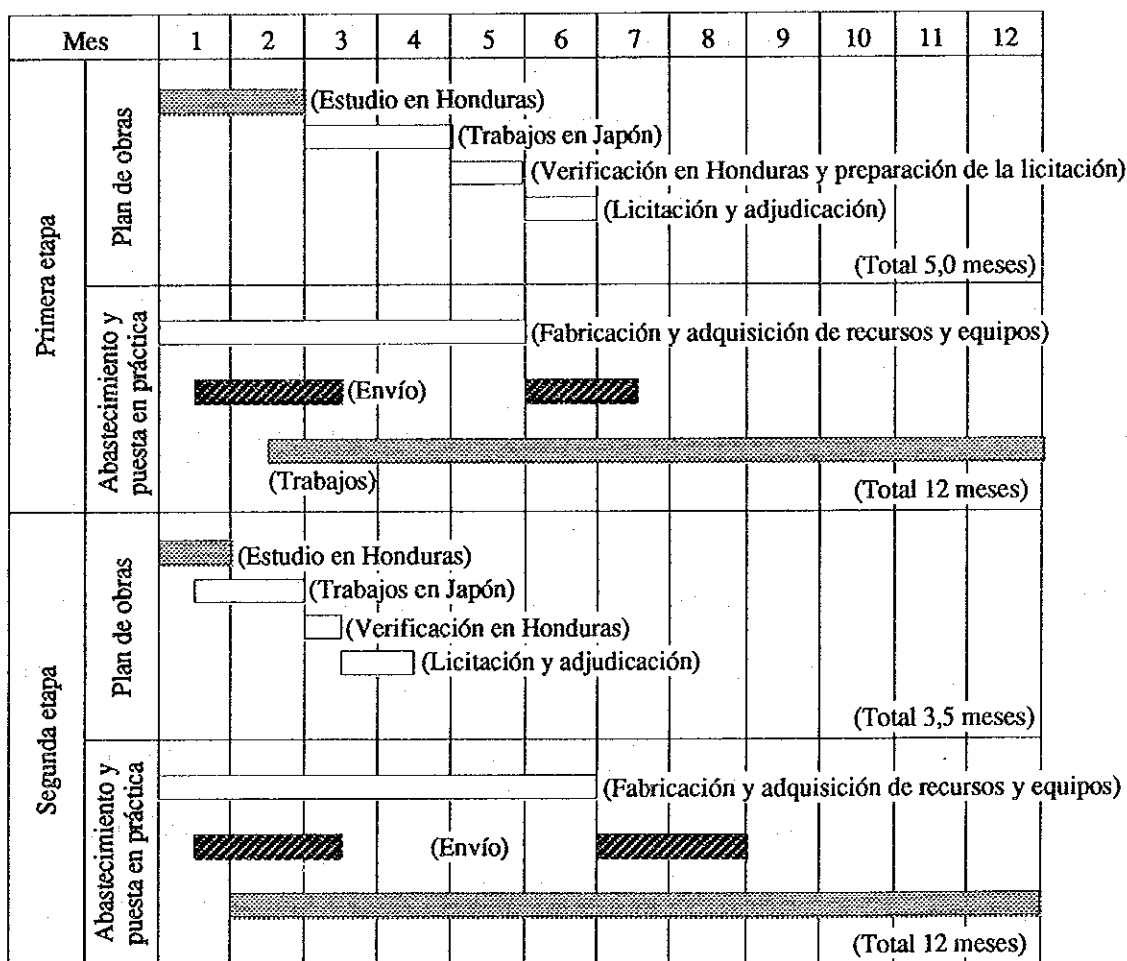
5.4.6 Calendario de obras

Debido a que el presente proyecto comprende plantas de purificación del agua en 2 lugares, las obras se dividirán básicamente en dos etapas. Se han dividido las obras de tal forma de obtener un resultado concreto en cada una de las etapas.

En la primera etapa se harán las obras para la planta de purificación de agua del Río Santa Ana y en la segunda etapa se procederá a la construcción de las instalaciones para la purificación de agua del Río Piedras.

Para cada etapa el diseño de las obras y la licitación llevará 5 meses, la fabricación y transporte de los equipos y materiales y las obras de la construcción en sí llevarán unos 12 meses. Para más detalles vea el figura 19.

Figura 19 Calendario de obras



Cuadro 28 Equipo de la planta de tratamiento (1/2)

El Río Santa Ana

Equipos	Trabajos	Especificaciones	Cantidad	Equipos	Trabajos	Especificaciones	Cantidad	
Equipo de la planta de purificación de agua	Pozo de recepción			Equipo de inyección de químicos	Batidora de alumbre	Ventilador de 11 m ³	4	
	Válvula de control de caudal de entrada	Válvula de mariposa ø700 mm	1		Batidora de cal apagada	Ventilador	2	
	Válvula de desagüe	ø200 mm	1		Recipiente de almacenamiento de alumbre		2	
	Muro de tipo cuchilla para medición	Ancho 2 m	1		Bomba de inyección de alumbre	3l/min x 10 m	4	
	Depósito de mezcla de químicos				Recipiente de almacenamiento de carbón		1	
	Depósito de formación de grumos				Extractor con filtro trasero	0,75 KW	1	
	Pared de rectificación				Recipiente para inspección	Contador de orificio ø1.200 mm x Al. 2,0 m	1	
	Planta de limpieza de lodo	Cemento	2		Tolva		2	
	Depósito de sedimentación	Válvula de mariposa	2		Desagüe de inyección de químicos		1 juego	
	Conducto recolector de agua				Grúa principal	9 kg/h	1 juego	
	Pared de rectificación				Inyección de cloro	1 ton	2 juegos	
	Planta de limpieza de lodo	Cemento	2 juegos		Cilindro de cloro	Para cilindro de 1 ton.	3	
	Depósito de filtrado rápido		1 juego		Dispensador de la base del cilindro		1	
	Depósito de filtrado por arena		1 juego		Bastidor del cilindro	Para 3 cilindros de 1 ton.	1 juego	
	Dispositivo para lavado	Bomba de lavado superficial, 45 KW	2		Sensor de pérdidas múltiple	Para cilindro de 1 ton	1	
		Tobera de lavado superficial	1 juego				1 juego	
		Conducto recolector de desagüe del agua de lavado	1 juego		Transformador	100 KW, 50 Hz	2	
		Dispositivo recolector de agua filtrada	1 juego		Medidor eléctrico integrado, ruptor, pararrayos		1 juego	
		Cañerías	1 juego					
		Canal de desagüe	1 juego					
		Instalaciones para suministro de agua en la planta				Tablero de circuitos de control central	Tipo control interno	1
		Bomba de suministro de agua en la planta	0,2 m ³ /min x 20 m		2	Tablero de circuitos	Tablero de circuitos de depósito de filtrado rápido	1
		Tanque de suministro	RC 30 m ³		1 juego		Tablero de circuitos de instalaciones para inyección de coagulantes	1
	Muro de entrada/salida de flujo		4 juegos		Tablero de circuitos de cloración	1		
	Instalaciones para desagüe		1 juego			1 juego		
	Depósito de agua purificada			Cables eléctricos, caños de conducción eléctrica				
	Contador de flujo totalizador e instantáneo	Medidor Venturi ø800 mm Tipo máquina ø400 mm	1	Generador eléctrico auxiliar	20 KVA, 220 V x trifásico x 50 Hz 31 CV 500 l	1		
	Válvula de control de volumen de caudal de salida	Válvula de mariposa ø800 mm ø400 mm	1	Diesel Tanque de combustible				
	Red de distribución	DIP de ø800 mm, tipo K 3 series	1 juego	Paredes exteriores	Paredes		1 juego	
		DIP de ø400 mm, tipo K 3 series	1 juego		Cercos	H=1,8 m	1 juego	
					Red de desagüe	ø800 mm RCP	1 juego	
Materiales para construcción civil	Herramientas para la construcción de hierro		1 juego	Materiales proporcionados por la licitadora	Arena, Pedregullo, piedras		1 juego	
	Materiales para planchas de acero, enrejado		1 juego		Cemento		1 juego	
	Placas de acero, tapas de boca de alcantarillado		1 juego		Barras de hierro, madera		1 juego	
	Apoyo para pic de metal		1 juego		Pintura, Combustible		1 juego	
	Agujero de drenaje		1 juego		Bloques de cemento		1 juego	
					1 juego	Material para asfaltado		1 juego
Materiales a obtener	Tubo de PVC	ø250 mm	200m	Arena para filtrado	0,6 mm, espesor de 700 mm	1 juego		
	Tubo de PVC	ø200 mm	30m					
	Cable de acero	ø12 mm	1 juego	Pedregullo para el depósito de filtrado	2 - 20 mm, espesor de 200 mm	1 juego		
	Vehículo para administración	Camioneta pick-up con tracción en las 4 ruedas	1					
	Equipo de pruebas de calidad el agua		1 juego					
	Coagulantes		1 juego					
Bomba de cloro		1 juego						

Los repuestos y consumibles entregados son para 2 años de funcionamiento a partir de la fecha de inauguración.

Cuadro 29 Equipo de la planta de tratamiento (2/2)

El Río Piedras

Equipos	Trabajos	Especificaciones	Cantidad	Equipos	Trabajos	Especificaciones	Cantidad		
Equipo de la planta de purificación de agua	Pozo de recepción			Equipo de inyección de químicos	Batidora de alumbre	Ventilador de 11 m ³	4		
	Válvula de control de caudal de entrada	Válvula de mariposa ø600 mm	1		Batidora de cal apagada	Ventilador		2	
	Válvula de desagüe	ø200 mm	1		Recipiente de almacenamiento de alumbre			2	
	Muro de tipo cuchilla para medición	Ancho 1,5 m	1		Bomba de inyección de alumbre	1,2 l/min x 10 m		4	
	Depósito de mezcla de químicos				Recipiente de almacenamiento de cal apagada			1	
	Depósito de formación de grumos				Extractor con filtro trasero	0,75 KW		1	
	Pared de rectificación	Cemento	2 juegos		Recipiente para inspección	Contador de orificio ø1.200 mm x Al. 2,0 m		1	
	Planta de limpieza de lodo	Válvula de mariposa	2 juegos		Tolva			2	
	Depósito de sedimentación				Desagüe de inyección de químicos			1 juego	
	Conducto recolector de agua	Cemento	2 juegos		Grúa principal			1 juego	
	Pared de rectificación				Inyección de cloro	6 kg/h		2 juegos	
	Planta de limpieza de lodo			Cilindro de cloro	1 ton		3		
	Depósito de filtrado rápido			Dispensador de la base del cilindro	Para cilindro de 1 ton.		1		
	Depósito de filtrado por arena			Bastidor del cilindro	Para 3 cilindros de 1 ton.		1 juego		
	Dispositivo para lavado	Bomba de lavado superficial, 45 KW		Sensor de pérdidas	Tipo difusión Para cilindro de 1 ton		1		
		Tobera de lavado superficial		Múltiple			1 juego		
		Conducto recolector de desagüe del agua de lavado							
		Dispositivo recolector de agua filtrada	Tipo bloque poroso	1 juego	Equipos eléctricos	Transformador	90 KW, 50 Hz	2	
		Cañerías		1 juego		Medidor eléctrico integrado, ruptor, pararrayos			1 juego
		Canal de desagüe		1 juego		Tablero de circuitos de control central	Tipo control interno		1
		Instalaciones para suministro de agua en la planta				Tablero de circuitos	Tablero de circuitos de depósito de filtrado rápido		1
		Bomba de suministro de agua en la planta	0,2 m ³ /min x 20 m	2			Tablero de circuitos de instalaciones para inyección de coagulantes		1
		Tanque de suministro	RC 20 m ³	1 juego			Tablero de circuitos de cloración		1
	Muro de entrada/salida de flujo		4 juegos						
	Instalaciones para desagüe		1 juego	Cables eléctricos, caños de conducción eléctrica				1 juego	
	Depósito de agua purificada			Generador eléctrico auxiliar		20 KVA, 220 V x trifásico x 50 Hz		1	
	Contador de flujo totalizador e instantáneo	Medidor Venturi ø600 mm	1			31 CV 500 l			
	Válvula de control de volumen de caudal de salida	Tipo parcial Válvula de mariposa ø800 mm	1						
			2						
Materiales para construcción etc.	Red de distribución	DIP de ø800 mm, tipo K 3 series	1 juego	Paredes exteriores	Diesel				
		DIP de ø400 mm, tipo K 3 series	1 juego		Tanque de combustible				
	Herramientas para la construcción de hierro		1 juego	Cercos	H-1,8 m		1 juego		
	Materiales para planchas de acero, enrejado		1 juego	Red de desagüe	ø800 mm RCP		1 juego		
	Placas de acero, tapas de boca de alcantarillado		1 juego						
Materiales a obtener	Apoyo para pie de metal		1 juego	Materiales proporcionados por la República de Honduras	Arena, Pedregullo, piedras		1 juego		
	Agujero de drenaje		1 juego		Cemento			1 juego	
	Tubo de PVC	ø250 mm	200m		Barras de hierro, madera			1 juego	
	Tubo de PVC	ø200 mm	30m		Pintura, Combustible			1 juego	
	Cable de acero	ø12 mm	1 juego		Bloques de cemento			1 juego	
	Vehículo para administración	Camioneta pick-up con tracción en las 4 ruedas	1		Material para asfaltado			1 juego	
	Equipo de pruebas de calidad el agua		1 juego		Arena para filtrado	0,6 mm, espesor de 700 mm		1 juego	
Coagulantes		1 juego	Pedregullo para el depósito de filtrado	2 - 20 mm, espesor de 200 mm		1 juego			
Bomba de cloro		1 juego		1 juego					

Los repuestos y consumibles entregados son para 2 años de funcionamiento a partir de la fecha de inauguración.

CAPITULO 6 PLAN DE ADMINISTRACION Y MANTENIMIENTO

CAPITULO 6 PLAN DE ADMINISTRACION Y MANTENIMIENTO

6.1 Sistema de administración y mantenimiento

Las instalaciones para la purificación de agua de este proyecto controlan la coloración y turbiedad del agua del río, cambiando el porcentaje de inyección de coagulantes depende de los niveles de las mismas, y efectúa el lavado cuando el filtro quede bloqueado de lodo. Este proyecto utiliza un procesamiento por productos químicos para que, incluso cuando la turbiedad y la coloración son altas pueda realizarse el lavado sin parar el funcionamiento de la planta. Esto requiere un cierto nivel técnico por parte de los ingenieros. Por supuesto, también deberán tener conocimientos generales sobre el funcionamiento de una planta de purificación de agua y deberán haber recibido entrenamiento técnico especial. DIMA no tiene ninguna experiencia previa en el funcionamiento de una planta de purificación de agua. Será necesario seleccionar algunos de los ingenieros actualmente en funciones y darles un entrenamiento técnico y práctico durante un período determinado, para que estén en condiciones de hacer funcionar las instalaciones de la forma más eficiente posible.

DIMA tiene suficientes fondos destinados a la administración y mantenimiento de las instalaciones proyectadas y, de acuerdo al plan maestro, piensa aumentar el número de medidores instalados del 20% actualmente funcionando, para agilizar el nivel de la facturación y mejorar su situación financiera. Suponemos que no habrá mayores problemas de recursos económicos para que estas plantas entren a funcionar.

En cuanto al planeamiento del presente proyecto DIMA ha mostrado gran entusiasmo en su concreción. Por lo tanto, opinamos que DIMA está en condiciones administrativas de poner en marcha este proyecto, una vez terminado.

6.2 Plan de administración y mantenimiento

Una vez instalada la planta de purificación de agua y cuando se empiece a procesar y a mejorar el agua cruda, la calidad del agua será muy superior pero, para ello, serán necesarios productos químicos y costos de funcionamiento. A continuación se da una lista de los costos que aumentarán al empezar a funcionar las instalaciones de la planta de purificación de agua y la estructura de costos de producción del agua potable suministrada a la población, para determinar la necesidad de proponer mejorar a la administración financiera de DIMA.

(1) Cálculo de los costos de funcionamiento

Cuadro 30 Comparación de los costos de funcionamiento

L: lempira

	A Método lento (con coagulación)	B Método rápido	Diferencia (B-A)
Consumo eléctrico	11.900 L/mes	15.900 L/mes	4.000 L/mes
Costo de productos químicos	11.900 L/mes	29.600 L/mes	17.700 L/mes
Costo de mano de obra	24.000 L/mes	16.000 L/mes	- 8.000 L/mes
Subtotal	47.800 L/mes x 12 meses = 573.600 L/año	61.500 L/mes x 12 meses = 738.000 L/año	13.700 L/mes = 164.400 L/año
Gastos varios	50.000 L/año	50.000 L/año	0
Total	623.600 L/año	788.000 L/año	164.400 L/año
Presupuesto de funcionamiento	Aprox. 620.000 L/año	Aprox. 790.000 L/año	Aprox. 170.000 L/año
Aumento del costo del agua	3,1 %	4,0 %	0,9 %
Costo por 1 m ³	0,068 L = 1,2 yen	0,089 L = 1,6 yen	0,019 L = 0,3 yen
Tarifa del agua	(Como promedio 1 lempira/m ³ = 18 yenes/m ³ : presupuestado)		

Nota: El aumento del costo del agua se mide en porcentaje como aumento de los costos por el funcionamiento de la planta de purificación de agua/egresos de DIMA (1992: 19.700.000 lempiras)

• Método rápido

(2) Consumo eléctrico

Cuadro 31 Consumo eléctrico de las instalaciones proyectadas

Sistema del Río Santa Ana

Máquinas	Consumo nominal	Cantidad	Tiempo de funcionamiento	Consumo eléctrico (KWH/día)
Mezcladora instantánea	3,7 kW	1	24,0	88,8
Planta de inyección de químicos				
Bomba de alumbre	0,2 kW	2	24,0	9,6
Batidora de alumbre	2,2 kW	1	1,0	2,2
Batidora de cal apagada	2,2 kW	1	24,0	52,8
Equipo de cloración	0,1 kW	1	24,0	2,4
Bomba de cal apagada	0,2 kW	1	24,0	4,8
Bomba para el agua en la planta	1,0 kW	1	5,0	5,0
Bomba para lavado superficial	45,0 kW	1	0,5	22,5
Iluminación de edificios y planta, Otros	15,0 kW	1	14,0	210,0
Total				398,1

Cuadro 32 Consumo eléctrico de las instalaciones proyectadas

Sistema del Río Piedras

Máquinas	Consumo nominal	Cantidad	Tiempo de funcionamiento	Consumo eléctrico (KWH/día)
Mezcladora instantánea	2,2 kW	1	24,0	52,8
Planta de inyección de químicos				
Bomba de alumbre	0,2 kW	1	24,0	4,8
Batidora de alumbre	2,2 kW	1	1,0	2,2
Batidora de cal apagada	2,2 kW	1	24,0	52,8
Equipo de cloración	0,1 kW	1	24,0	2,4
Bomba de cal apagada	0,2 kW	1	24,0	4,8
Bomba para el agua en la planta	1,0 kW	1	5,0	5,0
Bomba para lavado superficial	37,0 kW	1	0,5	18,5
Iluminación de edificios y planta, Otros	10,0 kW	1	14,0	140,0
Total				283,3

1 lempira son 17,6 yenes en moneda japonesa.

El consumo eléctrico por mes será de

Consumo eléctrico:

$$681,4 \text{ kWh} \times 30 \text{ días} \times 0,58 \text{ lempira/kW} = 11.856 \text{ lempiras}$$

Consumo contratado:

$$\text{Distribución eléctrica } 100\text{kW} \quad (30\%) \quad = \quad 4.000 \text{ lempiras}$$

$$\text{Total} \quad = \quad 15.856 \text{ lempiras al mes}$$

$$\neq 15.900 \text{ lempiras}$$

$$\neq 280.000 \text{ yenes al mes}$$

(3) Volumen inyectado de productos químicos

a. Inyección del sulfato de aluminio

Porcentaje de inyección promedio: (Estación de lluvias: 20 mg/l

Estación seca: 10 mg/l)

$$15 \text{ mg/l} - 375 \text{ Kg/día} \times 30 \text{ días} = 11.250 \text{ kg al mes}$$

Valor del sulfato de aluminio:

$$2,3 \text{ lempiras/kg: } 11.250 \text{ kg} \times 2,3 \text{ lempiras} = 25.875 \text{ lempiras al mes}$$

b. Inyección de cal apagada

Porcentaje de inyección promedio:

$$5 \text{ mg/l} - 125 \text{ kg/día} \times 30 \text{ días} = 3.750 \text{ kg al mes}$$

Valor de la cal apagada: 0,2 lempira/kg:

$$3.750 \text{ kg} \times 0,2 \text{ lempira/kg} = 750 \text{ lempiras al mes}$$

c. Cloración

Porcentaje de inyección promedio:

$$2 \text{ mg/l} - 50 \text{ kg/día} \times 30 \text{ días} = 15.000 \text{ kg al mes}$$

Valor del cloro: 2 lempiras/kg:

$$1.500 \text{ kg} \times 2 \text{ lempiras/kg} = 3.000 \text{ lempiras al mes}$$

Del volumen inyectado de productos químicos, en la actualidad ya se está usando el cloro para desinfectar el agua, el costo adicional será el del sulfato de aluminio y de la cal apagada.

$$\begin{aligned} \text{Por lo tanto, el costo adicional de la inyección de productos químicos será} \\ 25.875 + 750 + 3.000 &= 29.625 \text{ lempiras al mes.} \\ &= 29.600 \text{ lempiras al mes} \end{aligned}$$

(4) Costo de la mano de obra

El personal técnico necesario para mantener en funcionamiento las instalaciones proyectadas será elegido de entre el personal actualmente empleado pero serán necesarias unas 8 personas adicionales en cada una de las plantas. El aumento en el costo de la mano de obra a consecuencia de las nuevas plantas será de

Costo de las mano de obra:

$$1.000 \text{ lempiras/salario mensual} \times 8 \text{ personas} \times 2 \text{ plantas} = 16.000 \text{ lempiras al mes}$$

(El salario promedio 500 - 1.000 lempiras al mes es de la clase social de ingresos bajos.)

(5) Aumento en los costos anuales por el funcionamiento de las nuevas plantas

Sumaremos los costos mencionados anteriormente para llegar a

Consumo eléctrico	15.900 lempiras al mes
Costo de productos químicos	29.600 lempiras al mes
Costo de la mano de obra	16.000 lempiras al mes
Total	61.500 lempiras al mes x 12 meses = 738.000 lempiras al año
Costos de depreciación del mantenimiento	50.000 lempiras al año
Total	788.000 lempiras al año
Aproximadamente	790.000 lempiras al año

Aumento en los costos anuales por el funcionamiento del depósito de filtrado lento (junto con la sedimentación por productos químicos)

Haremos un cálculo del aumento en los costos anuales: el consumo eléctrico aumentará por la necesidad de construir depósitos con una superficie mayor y por la necesidad de aumentar la iluminación para la vigilancia nocturna. El costo

de productos químicos se calculará como la mitad del usado en el método anterior y no serán inyectados durante 6 meses del año. Se necesitarán 10 personas adicionales para el lavado de arena en cada planta, donde actualmente cuenta con 14 empleados entre las dos plantas de purificación.

- Método lento

(1) Consumo eléctrico

Cuadro 33 Consumo eléctrico de las instalaciones proyectadas

Sistema del Río Santa Ana

Máquinas	Consumo nominal	Cantidad	Tiempo de funcionamiento	Consumo eléctrico (KWH/día)
Planta de inyección de químicos				
Bomba de alumbre	0,2 kW	1	12,0	2,4
Batidora de alumbre	2,2 kW	1	1,0	2,2
Batidora de cal apagada	2,2 kW	1	24,0	52,8
Equipo de cloración	0,1 kW	1	24,0	2,4
Bomba de carbón para desinfectado	0,2 kW	1	12,0	2,4
Bomba para el agua en la planta	1,0 kW	1	5,0	5,0
Iluminación de edificios y planta, Otros	15,0 kW	1	14,0	210,0
Total				277,2

Cuadro 34 Consumo eléctrico de las instalaciones proyectadas

Sistema del Río Piedras

Máquinas	Consumo nominal	Cantidad	Tiempo de funcionamiento	Consumo eléctrico (KWH/día)	
				Epoca lluvia	Seca
Planta de inyección de químicos					
Bomba de alumbre	0,1 kW	1	12,0	1,2	0
Batidora de alumbre	2,2 kW	1	1,0	2,2	0
Batidora de cal apagada	2,2 kW	1	12,0	26,4	0
Equipo de cloración	0,1 kW	1	24,0	2,4	2,4
Bomba de carbón para desinfectado	0,2 kW	1	12,0	2,4	0
Bomba para el agua en la planta	1,0 kW	1	5,0	5,0	
Iluminación de edificios y planta, Otros	15,0 kW	1	14,0	210,0	
Total				249,6	217,4
Promedio anual				235,3	

1 lempira son 17,6 yenes en moneda japonesa.

El consumo eléctrico por mes será de

Consumo eléctrico:

$$513 \text{ kWh} \times 30 \text{ días} \times 0,58 \text{ lempira/kW} = 8.926 \text{ lempiras}$$

Consumo contratado:

$$\text{Distribución eléctrica } 100\text{kw} \quad (30\%) = 3.000 \text{ lempiras}$$

$$\text{Total} = 11.926 \text{ lempiras al mes}$$

$$= 211.000 \text{ yenes al mes}$$

$$= 12.000 \text{ lempiras al mes}$$

(2) Costo de productos químicos

a. Inyección del sulfato de aluminio

Porcentaje de inyección promedio:

$$5 \text{ mg/l} - 125 \text{ Kg/día} \times 30 \text{ días} = 3.725 \text{ kg al mes}$$

Valor del sulfato de aluminio:

$$2,3 \text{ lempiras/kg: } 3.725 \text{ kg} \times 2,3 \text{ lempiras} = 8.568 \text{ lempiras al mes}$$

b. Inyección de cal apagada

Porcentaje de inyección promedio:

$$2 \text{ mg/l} - 50 \text{ kg/día} \times 30 \text{ días} = 1.500 \text{ kg al mes}$$

Valor de la cal apagada: 0,2 lempira/kg:

$$15.000 \text{ kg} \times 0,2 \text{ lempira/kg} = 300 \text{ lempiras al mes}$$

c. Cloración

Porcentaje de inyección promedio:

$$2 \text{ mg/l} - 50 \text{ kg/día} \times 30 \text{ días} = 15.000 \text{ kg al mes}$$

Valor del cloro: 2 lempiras/kg:

$$1.500 \text{ kg} \times 2 \text{ lempiras/kg} = 3.000 \text{ lempiras al mes}$$

Del costo de productos químicos, en la actualidad ya se está usando la misma cantidad del cloro para desinfectar el agua, el costo adicional será el del sulfato de aluminio y de la cal apagada.

Por lo tanto, el costo adicional de la inyección de productos químicos será

$$8.568 + 300 + 3.000 = 11.868 \text{ lempiras al mes.}$$

$$= 11.900 \text{ lempiras al mes}$$

(3) Costo de la mano de obra

El personal técnico necesario para mantener en funcionamiento las instalaciones proyectadas será elegido de entre el personal actualmente empleado. El número de empleados, incluyendo el personal de apoyo necesario para mantener las dos plantas en funcionamiento, serán 14 personas. Los obreros necesarios

para el lavado de la arena para el filtrado serán, en su época de más trabajo, unas 15 personas por día; el promedio para todo el año serán unas 10 personas por día. Por lo tanto, el aumento del costo de la mano de obra será el siguiente:

Costo de la mano de obra (salarios y gastos relacionados): 1.000 lempiras por persona al mes x 24 personas (14 + 10) = 24.000 lempiras al mes
 500 - 1.000 lempiras al mes es el salario promedio para los obreros no especializados: a definir

(4) Aumento en los costos anuales por el funcionamiento de las nuevas plantas

Sumaremos los costos mencionados anteriormente para llegar a

Consumo eléctrico	12.000 lempiras al mes
Costo de productos químicos	11.900 lempiras al mes
Costo de la mano de obra	24.000 lempiras al mes
Total	47.900 lempiras al mes x 12 meses = 574.800 lempiras al año
Costos de depreciación del mantenimiento	50.000 lempiras al año
Total	624.800 lempiras al año
Aproximadamente	620.000 lempiras al año

El costo de producción del agua que se suministra a través de la red de distribución, para DIMA, ha representado un total de egresos anuales de 19.700.000 lempiras (en 1992). Si dividimos esto entre el volumen total del agua distribuida en el año y por el porcentaje facturado y cobrado, podrá llegarse al costo del agua distribuida a la población, que será el siguiente.

$$19.700.000 \text{ lempiras} \div (54.200.000 \text{ m}^3 \times 0,53) = \text{aprox. } 0,69 \text{ lempiras/m}^3 \text{ (1992)}$$

El costo de producción del agua purificada, considerando como base el agua tarifada y cobrada, será:

Aprox. 1.000.000 (620 - 810 mil) lempiras \div (9.130.000 m³ al año x 0,53) = aprox. 0,21 (0,13 - 0,17) lempiras/m³ (el porcentaje del costo del agua purificada en el total será de 0,21/0,69 lempiras/m³ = menos del 30%). A esto debemos agregarle los costos administrativos, costos de distribución del agua, costos de facturación, reparaciones, etc. para llegar el costo de distribución del agua pero, debido a que se utiliza la fuerza de la gravedad para distribuir el agua, se abaratan parte de estos costos. Una vez terminado el presente proyecto, se espera proporcionar un volumen de agua estable y que sea de consistente buena calidad.

<Referencia>

- Determinación del volumen de inyección de sulfato de aluminio
 1. En el caso del filtrado rápido

Cuadro 35 Determinación del volumen de inyección de sulfato de aluminio - 1

unidad : mg/l

	Estación de lluvias	Estación seca	Promedio anual	Promedio ponderado del volumen de agua
Río Santa Ana	$(40 + 10) + 2 = 25$	$(20 + 10) + 2 = 15$	$(25+15) + 2 = 20$	$20 \times 1,5 + 2.5000 \text{m}^3/\text{día} = 12$
Río Piedras	12,5	7,5	$(12,5+7,5) + 2 = 10$	$10 \times 1,0 + 2.5000 \text{m}^3/\text{día} = 4$
Total				16mg/l Aprox. 15mg/l

2. En el caso del filtrado lento

Cuadro 36 Determinación del volumen de inyección de sulfato de aluminio - 2

unidad : mg/l

	Estación de lluvias	Estación seca	Promedio anual	Promedio ponderado del volumen de agua
Río Santa Ana	5 (10)	5	$(5+5) + 2 = 5$	$5 \times 1,5 + 2.5000 \text{m}^3/\text{día} = 3$
Río Piedras	5	0	$5 + 2 = 2,5$	$2,5 \times 1,0 + 2.5000 \text{m}^3/\text{día} = 1$
Total				4mg/l Aprox. 5mg/l

- Cálculo del consumo eléctrico para el bombeo del agua de los pozos

$$S = 9,8 \cdot Q \cdot H / 1.000\eta$$

Consumo eléctrico: $S = \text{kw}$

Volumen de agua bombeada:

$$Q = 1/\text{seg.} = 25.000 \text{ m}^3 = 0,289 \text{ m}^3/\text{seg.} = 289 \text{ l/seg}$$

Profundidad:

se ha hecho un cálculo de $H = \text{m} = 130 \text{ m} \rightarrow 140 \text{ m}$

(incluyendo la pérdida del tubo)

Eficiencia = $\eta = 0,8$

$$S = (9,8 \times 289 \times 140) / (1.000 \cdot \eta) = 496 \text{ kw} \times 24 \text{ horas} \times 0,58 \text{ lempiras/kw} \\ = 6.904 \text{ lempiras}$$

$6.904 \text{ lempiras/día} \times 365 \text{ días} = 2.606.830 \text{ lempiras al año}$
aproximadamente 2.500.000 lempiras

- (2) Plan de funcionamiento del planta
 - 1) Entrenamiento del personal
Se realizará en Japón, antes de terminarse las instalaciones
 - 2) Prueba de funcionamiento
La primera vez se hará funcionar durante 2 meses, por parte del personal japonés.
 - 3) Funcionamiento real
Será llevado por el personal entrenado de DIMA. Si es posible, se enviara especialista del Japón durante 6 meses en la estación de lluvias para dirigir el funcionamiento.

- (3) Inspecciones de la calidad del agua
Las fuentes de agua de ambos ríos cubren una superficie de 45 km² de recolección en los bosques que cubren la fuente. Debido a que existe un reglamento de protección del medio ambiente, está normalmente prohibida la entrada de toda persona no autorizada. Sin embargo, debido a que este proyecto se encuentra en una zona tropical, hay una abundancia de vida animal y vegetal y hay una gran cantidad de excrementos animales y humus proveniente de las hojas y plantas muertas. El agua de la lluvia arrastra una gran cantidad de humus (ácido húmico) que afecta la coloración del agua y se reproducen coliformes y bacterias en gran volumen.
En cuanto a la turbiedad, las partículas son muy pequeñas y la densidad no ha tenido tiempo de subir tanto como la coloración por lo que se tratará junto con la coloración.
El procedimiento para tratar el ácido húmico será tecnológicamente bastante complicado o deberán utilizarse coagulantes pero normalmente los grumos formados son muy pequeños y livianos y una gran parte se trasladará al siguiente proceso. Para solucionar este problema se debe utilizar polivinilo de cloruro de aluminio o alumbre en grandes cantidades para que se sedimenten en el depósito de filtrado. Sin embargo, esto requiere el uso de una gran cantidad de productos químicos y, debido a que los grumos son livianos, de acuerdo a la habilidad en el uso del depósito de filtrado, pueden llegar a atravesar la capa de arena sin llegar a eliminarse del todo. Pero esto es un problema de habilidad técnica en el manejo de las instalaciones. En este caso, el valor de la coloración supera el valor normal de calidad de agua y debido a que el tiempo de mantenimiento es muy largo, no alcanza con las 8 horas de parada de la captación de agua, necesarias para eliminar la turbiedad. Por lo tanto se ha construido un depósito de sedimentación

por productos químicos, se inyecta la cantidad apropiada de coagulantes y se producen microgrumos relativamente fuertes que, una vez coagulados, podrán eliminarse en el depósito de filtrado rápido, es la razón por la cual se ha decidido emplear este método.

Se consideran necesarios los conocimientos especializados para las operaciones de funcionamiento mencionadas anteriormente y se realizará el entrenamiento apropiado del personal en Japón y, en caso de ser necesario, se enviarán especialistas a la República de Honduras por un corto período de tiempo.

(4) Necesidad de transferencia tecnológica

La organización a cargo del proyecto en representación del Gobierno de la República de Honduras será la ciudad de San Pedro Sula. Una vez terminadas las instalaciones, la administración del funcionamiento de las instalaciones estará a cargo de DIMA. DIMA no ha tenido experiencia previa en el uso de los productos químicos utilizados en este proyecto ni en los métodos de sedimentación por coagulación ni de filtrado rápido por lo que en las primeras etapas de implementación y puesta en funcionamiento de las instalaciones, será necesario un entrenamiento técnico apropiado del personal que estará a cargo de las instalaciones. Por otro lado, el organismo que está a cargo del suministro de agua en la capital de la República de Honduras y en los demás centros urbanos, SANNA tiene experiencia en el uso de plantas de purificación de agua con filtrado rápido. Una vez completadas las instalaciones, existe la posibilidad de realizar un entrenamiento en SANNA para que DIMA pueda empezar sus funciones de administración del funcionamiento de las instalaciones lo antes posible. Sin embargo, la experiencia de SANNA en el tipo de planta de purificación de agua con filtrado rápido instalado de acuerdo a este proyecto es muy limitada. SANNA parece no tener experiencia en los problemas de coloración que aparecen en este caso. Por lo tanto, para que las plantas construidas mediante este proyecto puedan funcionar con la mayor eficacia posible, se invitará al Japón a los técnicos nombrados por DIMA para hacerse cargo de las operaciones de funcionamiento. Una vez terminadas las instalaciones, durante el período inicial cuando los técnicos de DIMA todavía no han dominado completamente el funcionamiento, los técnicos japoneses podrían visitar las instalaciones para demostrar en la práctica el funcionamiento de la planta frente a distintas condiciones cambiantes en el agua cruda del río para que el proyecto pueda cumplirse con la mayor eficacia posible.

6.3 Plan de funcionamiento en la práctica

El estado financiero de DIMA es el siguiente.

Cuadro 37 Financiero de DIMA

	Ingresos (millones)	Pérdidas y ganancias (millones)	Porcentaje de utilidad (%)
1990	£ 11,4	£ 11,0	3,1 %
1991	£ 16,0	£ 14,6	8,4 %
1992	£ 21,6	£ 19,7	8,8 %

(1 £ : lempira) = aprox. 17,6 yenes a agosto de 1993

DIMA factura aproximadamente el 40% del agua, lo que complica enormemente su situación financiera. En la actualidad se han instalado medidores en el 20% de los consumidores y, en los demás lugares se hace una facturación por lote. Esto hace que los consumidores utilicen el agua en abundancia, sin pensar en el ahorro. (De acuerdo al Plan Maestro del Banco Mundial, se está completando la instalación de los medidores, que estará terminado para 1994.)

Se dice que las fugas de agua pueden llegar al 50% por lo que el agua extraída de los pozos con el consumo eléctrico se pierde la mitad y va al subsuelo. Esto hace que sea económicamente imprescindible utilizar, de preferencia, las fuentes de agua de los ríos ya que su distribución aprovecha la fuerza natural de la gravedad.

La construcción de estas plantas de purificación de agua hace que los costos de mano de obra y de productos químicos aumenten ligeramente pero el aumento en la instalación de medidores hará que aumente el porcentaje facturado con lo que la situación financiera se volverá más saludable. A medida que mejoren las finanzas se contará con más recursos para aumentar las tomas de agua y la purificación de agua de los ríos, con sus propios recursos.

CAPITULO 7 RESULTADO DE LAS OBRAS Y CONCLUSIONES

CAPITULO 7 RESULTADO DE LAS OBRAS Y CONCLUSIONES

7.1 Resultado de las obras

La Ciudad de San Pedro Sula, la segunda ciudad en importancia de la República de Honduras ha recibido el apoyo del Gobierno Central mediante una política de promoción industrial que crea un desarrollo acelerado de toda la zona. La población también crece a ritmo acelerado. Pronosticando los problemas que puedan surgir debido a este crecimiento, se ha solicitado la ayuda del Banco Mundial y del Reino Unido para preparar un Plan Maestro que solucione los problemas de agua potable, mediante el desarrollo de las fuentes de agua subterráneas. Se están realizando las obras correspondientes a dicho plan. Sin embargo, hasta el año 2010 en el que se completarán los trabajos relacionados con el plan, habrá un faltante de agua que no podrá ser solucionado con los planes y recursos actuales. Por otro lado, a pesar de que se completen antes de tiempo las obras para la obtención de un volumen suficiente de agua, hasta que terminen todos los trabajos del plan, la producción de agua potable no es lo suficiente como para solucionar la falta de agua de la Ciudad de San Pedro Sula. Sin embargo, a pesar de que se completen antes de tiempo las obras para la obtención de un volumen suficiente de agua, hay pérdidas de agua en la tubería de la ciudad y, a menos que se solucione primero este problema, será necesario utilizar un gran consumo eléctrico para suministrar suficiente agua a toda la población. Debido a que la mitad de esta agua suministrada se pierde en la tubería, no puede facturarse y es energía eléctrica perdida, con lo que la situación financiera de DIMA no puede considerarse saludable. Todavía no se ha dado una solución al problema básico. Por otro lado, actualmente se está suministrando el agua cruda a la población después de hacerle un tratamiento de desinfección en base a cloro y, en la estación de lluvias, cuando la opacidad es muy alta el grado de higiene no es apropiado como para usar el agua como agua potable para consumo.

La construcción de las dos plantas de tratamiento del agua permitirá suministrar agua potable con garantía de higiene y a determinados volúmenes de agua que hagan que el suministro sea estable. Los resultados y el mejoramiento del suministro que se obtienen a partir de este proyecto aparecen en el cuadro a continuación.

Cuadro 38 Nivel de los resultados y mejoramiento con respecto a la situación existente, una vez puesto en marcha el proyecto

Situación existente y problemas	Soluciones propuestas por este proyecto	Grado de mejoramiento y resultados del plan
<p>1. Suministrar agua potable con garantía de higiene Actualmente se está suministrando el agua cruda después de hacer una desinfección mediante cloro. Después de una lluvia o cuando hay mucho viento, la calidad del agua cruda varía enormemente y, como resultado, la turbiedad y coloración hacen que el agua deje de ser potable. También existen muchos cortes o limitaciones en el consumo del agua. A veces, el agua está en tan mal estado que contiene un exceso de bacterias.</p>	<p>Se propone un sistema que utilice la inyección de productos químicos, un depósito de sedimentación y un depósito de filtrado rápido.</p>	<p>Cumplir con las normas de la O.M.S. en las que se basan las normas de calidad de agua de la República de Honduras y proporcionar agua potable de la calidad apropiada. Estabilizar el suministro de agua potable que tenía variaciones cíclicas muy grandes.</p>
<p>2. El suministro de agua será más estable, sin fluctuaciones. Cuando el caudal del río baja mucho, se recurre a los pozos existentes en el centro de la ciudad y se aumenta el volumen de agua bombeado. Si, incluso en este estado, no es suficiente la cantidad de agua, se procede a realizar cortes en el suministro o pedir restricciones en el consumo. Cuando, en algunas zonas de la ciudad, no llega el agua, se procede a su reparto mediante camiones cisterna. El agua, que es un elemento esencial para la vida, debe asegurarse con estos medios precarios. El mejoramiento y seguridad del suministro de agua es una de las medidas más urgentes a tomar.</p>	<p>Las plantas de tratamiento de agua consideran un volumen normal de agua captada de 15.000 m³/día para el río Santa Ana y de 10.000 m³/día para el Río Piedras y se realizará un tratamiento promedio de esas cantidades. Debido a que las plantas de tratamiento del agua utilizan el método de filtrado rápido es posible suministrar agua con la calidad apropiada a un nivel 50% por encima de los valores indicados. Por otro lado, incluso aunque la calidad del agua cruda no sea demasiado buena, debido a que contamos con un volumen de reserva, es posible esperar hasta que mejore el nivel del agua, y es posible también mezclar el agua tratada de buena calidad con el agua cruda para suministrar una mayor cantidad de agua potable a la población. Se han instalado suficientes instalaciones y dispositivos como para asegurar suficiente volumen de agua para las necesidades de la población.</p>	<p>De esta forma, considerando un consumo per cápita promedio de 210 litros per cápita por día, normalmente se abastecerá unas 90.000 personas y, cuando la calidad de agua cruda es buena, podrá abastecer unas 140.000 personas. Según la calidad del agua del río y de acuerdo al plan del Banco Mundial, con un máximo de 79.000 m³/día, se abastecerá de agua potable a unas 290.000 personas (2000).</p>

Situación existente y problemas	Soluciones propuestas por este proyecto	Grado de mejoramiento y resultados del plan
<p>3. Administración de aguas más económica</p> <p>A pesar de que la situación existente es la de inseguridad en el suministro de agua, los costos necesarios para el suministro son simplemente los de cloración del agua.</p> <p>Cuando se terminen las plantas de tratamiento del agua, será necesario adquirir productos químicos, costos de energía eléctrica, costos de mano de obra, toda una serie de gastos nuevos para DIMA que harán que desmejore su situación financiera. Será necesario tener en cuenta, dentro de las obras para el mejoramiento del sistema de agua potable, para que las condiciones económicas no hagan el proyecto inviable.</p>	<p>Gracias a que el proyecto ha sido financiado por el sistema de Cooperación Financiera no Reembolsable del Japón, los costos de la construcción no afectarán los recursos económicos de DIMA. Sin embargo, si comparamos el estado actual de gastos de administración y mantenimiento, éstos se verán aumentados. Por lo tanto, partiendo de la base de que es necesario suministrar agua de la calidad apropiada y en cantidad suficiente, hemos instalado equipos que alivien, en lo posible, los gastos de mantenimiento a cargo de DIMA.</p>	<p>Cuando comparamos con el Plan Maestro del Banco Mundial que prevía suministrar toda el agua utilizando las fuentes de agua subterránea, los resultados de este proyecto suministrarán agua tratada normalmente a un volumen de 25.000 m³/día y, comparado con los 2.600.000 lempiras al año que cuesta el uso del agua subterránea, estas plantas de tratamiento del agua harán disminuir los costos en 700.000 lempiras al año con un resultado económico de 1.100.000 lempiras al año.</p>
<p>4. El nivel técnico de la administración de aguas irá mejorando.</p> <p>La fuente de agua del río está más arriba que las zonas de suministro más altas y, topográficamente, se encuentra en condiciones ideales pero, a pesar de que se trata de cuidar la calidad del agua suministrada a la población impidiendo que se acerquen o vivan personas cerca de las fuentes del río, debido a razones económicas, cuando no hay suficiente agua para el suministro, se puede pensar que se está suministrando agua que no tiene el control de calidad apropiado. No se están cumpliendo estrictamente las normas que deberían cumplirse para el suministro de agua potable en la cantidad y calidad apropiadas.</p>	<p>El Banco Mundial y otros organismos de asistencia financiera o tecnológica han estado proporcionado apoyo técnico para el desarrollo de la red de agua potable de la ciudad de San Pedro Sula; se ha reforzado el laboratorio de análisis de calidad el agua, se da entrenamiento técnico a los ingenieros, etc. con programas de mejoramiento para aumentar el nivel técnico de la administración de aguas. Sin embargo, todos estos programas están referidos al desarrollo de las fuentes de agua subterráneas. No apuntan a los tres pilares que son la base de este proyecto, con una oferta de calidad, volumen y costo económico.</p> <p>Por lo tanto, el presente proyecto tiene como objetivo cumplir con los tres pilares de la siguiente forma:</p> <p>Calidad - Cumplir con las normas de calidad de agua de Honduras</p> <p>Volumen - Utilizar al máximo el agua de los ríos</p> <p>Costo económico - Reducir al mínimo el consumo del agua subterránea por ser ésta antieconómica.</p> <p>Queremos mejorar el nivel de la administración de agua potable cumpliendo estos tres objetivos.</p>	<p>La Ciudad de San Pedro Sula no tiene plantas de tratamiento del agua existentes pero en la ciudad de Tegucigalpa, capital de la República de Honduras, se ha decidido suministrar a la población agua potable con suficiente garantía de higiene y estabilidad en el suministro, con costos comparativamente más elevados que los del precio de venta del agua (costo de productos químicos, energía eléctrica, mano de obra) y ya han terminado las obras de tratamiento y ha empezado a funcionar. En el caso de la ciudad de San Pedro Sula, geográficamente se encuentra en una posición favorable para utilizar el agua cruda de los ríos. Si realizamos el cálculo de los costos de mantener la calidad de agua del agua cruda del río, éstos serán de 0,3 yenes más por el costo de utilizar las plantas de tratamiento de agua, comparado con el precio del agua de 18 yenes, pensamos que estará dentro de los márgenes aceptables.</p> <p>Por lo tanto, el entrenamiento técnico realizado para el funcionamiento de esta planta tendrá como resultado adicional el de actuar como efecto de demostración y permitir la expansión del uso de este tipo de plantas a otras regiones del país.</p>

7.2 Conclusiones

Este proyecto espera tener los resultados mencionados anteriormente. No ha sido pensado para servir de colchón hasta ver realizadas todas las obras del Plan Maestro del Banco Mundial sino que esperamos que siga siendo de utilidad incluso después de terminadas todas estas obras ya que económicamente, es posible utilizar las plantas durante mucho tiempo, pudiendo utilizar las plantas en el futuro, combinadas con las demás fuentes de agua. Una razón importante es el hecho de que el uso de estas plantas permite disminuir los costos de administración y mantenimiento del suministro de agua potable a la población con un nivel de calidad aceptable y un volumen de suministro estable. Este proyecto permitirá a la población disfrutar de un nivel de vida más alto, sin tener que esperar a la culminación de los proyectos del Banco Mundial, liberándolos de las angustias de la inseguridad en la higiene del agua y de la posibilidad de falta de suministro del agua. Es por estas razones, fundamentalmente la posibilidad de asegurar un nivel de vida decente a la población, que consideramos que este proyecto está encuadrado dentro de las condiciones para la Cooperación Financiera no Reembolsable.

En consecuencia, para optimizar los resultados del presente Proyecto solicitamos que la ciudad de San Pedro Sula ponga en práctica y continúe en el futuro los siguientes puntos.

- 1) Mantenimiento de la zona de captación de las fuentes de agua
- 2) Mantenimiento en buen estado de las plantas de purificación de agua mencionadas anteriormente.
- 3) Instalación de depósitos de distribución de agua potable y creación de una red de tuberías para cada una de las zonas de distribución de agua.
- 4) Obras de mejoramiento de las actuales instalaciones de distribución de agua
- 5) Disminución de las fugas de agua en las zonas de distribución de agua, medición del volumen del agua suministrada para mejorar el porcentaje de agua facturada y estabilizar la administración de DIMA.
- 6) Entrenamiento del personal y mejoramiento en general de las técnicas de administración de recursos acuíferos.
- 7) Aseguramiento de suficientes recursos como para cubrir los costos de administración, mantenimiento y funcionamiento de las instalaciones.

APENDICES

Apéndices 1 Nombre de los miembros de la misión

1) Estudio de diseño básico

Sr. Yuzuru ASAKURA	Líder Director adjunto, División de Planeamiento Departamento de administración de Proyectos de Cooperación Financiera no Reembolsable Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA)
Sr. Satoshi IWAMOTO	Coordinador de proyectos Primera División de Estudio del Diseño Básico Departamento de Diseño y Estudio de Cooperación Financiera no Reembolsable Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA)
Sr. Masaaki SHINDO	Planificador de instalaciones de suministro de agua Director del Departamento Exterior Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd.
Sr. Shunichi HATANO	Planificador de instalaciones para el tratamiento de agua (1) Subgerente del Departamento Exterior Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd.
Sr. Masayuki IGAWA	Planificador de instalaciones para el tratamiento de agua (2) Gerente del Departamento Exterior Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd.
Sr. Satsuki NAKAMURA	Intérprete Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd.

2) Explicación de informe borrador

Sr. Hisatoshi OHKUBO	Líder Director adjunto, División de Planeamiento Departamento de administración de Proyectos de Cooperación Financiera no Reembolsable Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA)
Sr. Masaaki SHINDO	Planificador de instalaciones de suministro de agua Director del Departamento Exterior Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd.
Sr. Shunichi HATANO	Planificador de instalaciones para el tratamiento de agua (1) Gerente del Departamento Exterior Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd.
Sr. Masayuki IGAWA	Intérprete Kyowa Engineering Consultants Co., Ltd.

Apéndices 2 Calendario de la misión

(1) Estudio de Diseño Básico

Fecha	Viajes	Lugar de estadía, estudio	Contenido del estudio
Jul 13 Mar	Salida de la Misión de Estudio, Oficiales de Japón Narita - Washington JL026	Washington	Viaje
14 Miér		Washington	Discusiones con la Oficina de JICA y el Banco Mundial
15 Jue	Washington - Miami - (AA439) (AA953)	Tegucigalpa	
16 Vie	Tegucigalpa - San Pedro Sula	San Pedro Sula	Visita de cortesía, coordinación con la Oficina de Planeamiento Visita de cortesía, coordinación con DIMA
17 Sáb		San Pedro Sula	Discusiones con DIMA
18 Dom		San Pedro Sula	Reconocimiento en el sitio, selección de contratistas designados
19 Lun		San Pedro Sula	Reconocimiento en el sitio
20 Mar		San Pedro Sula	Discusiones con DIMA, contrato con los contratistas designados
21 Miér		San Pedro Sula	Discusiones con DIMA, firma de minutas
22 Jue	Viaje a Tegucigalpa	Tegucigalpa	Informe a JICA, Embajada del Japón
23 Vie	Oficiales salen de Tegucigalpa	San Pedro Sula	(Misión de Estudio) Reconocimiento en el sitio
24 Sáb		San Pedro Sula	Reconocimiento en el sitio
25 Dom		San Pedro Sula	Coordinación interna de la Misión, ordenamiento de información
26 Lun		San Pedro Sula	Investigaciones separadas de cada cargo, según su especialización, y discusiones con DIMA
27 Mar		San Pedro Sula	"
28 Miér		San Pedro Sula	"
29 Jue		San Pedro Sula	"
30 Vie		San Pedro Sula	"
31 Sáb		San Pedro Sula	"
Ago 1 Dom		San Pedro Sula	Coordinación interna de la Misión, ordenamiento de informaciones
2 Lun		San Pedro Sula	Evaluación del resultado de investigaciones de cada cargo
3 Mar		San Pedro Sula	"
4 Miér		San Pedro Sula	Discusiones generales sobre equipo e instalaciones
5 Jue		San Pedro Sula	
6 Vie		San Pedro Sula	Discusiones finales con DIMA, recepción del informe de resultados del estudio
7 Sáb	Viaje a Tegucigalpa	Tegucigalpa	Informe a JICA, Embajada del Japón
8 Dom		Tegucigalpa	
9 Lun	Salida de Tegucigalpa	Nueva York	Viaje
10 Mar	Salida de Nueva York		Viaje
11 Miér	Retorno a Japón/Narita Vuelo JL005		Viaje