

Adjunto

Memoria Técnica
1º Estudio del
“El Proyecto para las Mejoras y Ampliaciones del
Sistema de Agua Potable en la Ciudad de Comayagua

9 de marzo de 2015

El Equipo de estudio explicó a SAC el alcance del Proyecto que presume a partir del resultado del estudio y el resumen del Proyecto descrito a continuación, como también los requerimientos que se quiere solicitar a SAC hasta la llegada de la siguiente etapa del estudio. Cabe señalar que el resultado del estudio descrito y el alcance del Proyecto que se presume, está basada en la comprensión de hasta este momento, sin que esto signifique que sea el resultado definitivo. SAC comprendió la explicación y aceptó la solicitud.

I. Resumen del resultado del estudio y el resultado que se presume

(1) Población y cálculo de la demanda

Tomando como referencia el estudio de “Valoración para el desarrollo Urbano” de FUDEU elaborado en 2010, bajo el escenario de la construcción de “Canal Seco” y el “Aeropuerto Palmerola”, la población estimada de área de distribución de agua para los años 2015 y 2022 son de: 86,000 y 114,000.

- Se clasificó las zonas de la ciudad de Comayagua en base a la Norma de diseño de SANAA, por clase social y estrato económico que se encuentran los barrios y las colonias. Luego se estimó la unidad de dotación de aguas de uso doméstico a 200 lt/persona, aplicando el criterio de diseño de SANAA,
- Se calculó la demanda de agua de los hogares de los años 2015 y 2022 tomando en cuenta la pérdida física de agua de 20% (según el análisis de SAC es de 17.2%) por la población de área de distribución de agua por el valor meta de distribución de 100% para el año 2015 y 2022.
- La cantidad de demanda de agua de los usuarios industriales, comerciales y públicas se estima que es de 10% del total de la cantidad de agua de uso doméstico (Según el cálculo basado en la lista de facturación recaudada por tipo de usuarios de 2014 es de 5.8%).

- El coeficiente de variación por día es de 1.1, se tomó en base a la variación de la cantidad de agua por mes del pasado año.
- Como resultado se predijo que la demanda promedio por día para los años 2015 y 2022, son de 263 lt / seg y 348 lt / seg. La demanda máxima necesaria de agua se estima que será de 287 lt / seg. y 380 lt / seg.

(2) Obra captación de agua

- En base al resultado obtenido de la demanda proyectada de agua hasta el año 2022, no se realizará ningún desarrollo (ampliación ni reparaciones) dentro del alcance del Proyecto.
- En caso de que se construya la Mini planta hidroeléctrica, podría haber algunas reparaciones.

(3) Tubería de conducción

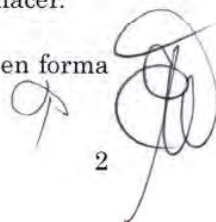
- No se realizará ninguna construcción de ampliación sobre la tubería de aducción. Sin embargo, en caso de que se construya la Mini planta hidroeléctrica, podría haber algunas reparaciones.

(4) Planta potabilizadora

- Se confirmó que la planta potabilizadora funcionó en la etapa de SANAA y también de SAC
- Se realizó la reparación desde el año 2013 hasta el principio de 2014, y se puede hacer funcionar actualmente.
- En los módulos 8 y 9 de la fábrica SETA, no existe evidencia de funcionamiento de la época de SANAA. Solamente se tiene la evidencia de haber operado durante 2 semanas por SAC.
- SAC confirmó que es posible operar la planta, sin embargo, existen problemas en el proceso de floculación, además, existe un problema de disminución de la cantidad de agua de la planta por el retro lavado frecuente que se debe hacer.
- Para determinar si la planta potabilizadora existente puede funcionar en forma

9

2



sostenible o no, se debe tomar en cuenta la prueba de operación.

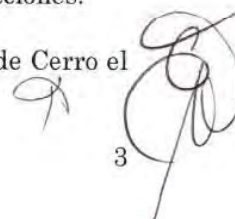
- En caso de que sea determinada la imposibilidad del manejo sostenible de la planta potabilizadora, se construirá una nueva planta.
- Los lugares candidatos para la nueva planta potabilizadora, está ubicado en el lado sudeste (sobre el cerro) y en el lado noreste contiguo a la planta potabilizadora actual (referente al lado norte, se verificó la ficha catastral correspondiente al propietario del terreno, se está llevando algunas conversaciones extraoficiales para sondear la venta).
- Se estudiará el tratamiento de agua cruda que conduce directo de la toma de agua de Majada hacia el tanque de Valladolid y Fiallos.
- Se estudiará el tratamiento de agua cruda que conduce directo de la toma de agua de Jutera hacia el tanque del Cerro el Nance.

(5) Tanque de distribución

- Referente a la solicitud de la construcción de los nuevos tanques de: 1 en Borbollón, 1 en Majada, 3 de Matasano; se verificó que el proyecto de PROMOSAS se encargará de construir los tanques nuevos de Borbollón y Majada a partir de Junio a agosto del año 2016. Por consiguiente estos últimos dos tanques no se considera dentro del alcance del Proyecto.
- Referente a los 3 tanques de Matasano mencionados en el anterior punto, se estudiará la construcción dentro del mismo predio una vez que se aclare la planificación de PROMOSAS. Sin embargo, según el análisis realizado hasta el momento, es notable la falta de capacidad del tanque para la distribución de Majada, por consiguiente, en lugar de la construcción del tanque de Matasano se considerará en Majada.

(6) Tubería de conducción

- Para realizar el tratamiento de agua cruda que va hacia los tanques de Valladolid y Fiallos es necesario cambiar las conexiones de las tuberías de conducciones.
- Para realizar el tratamiento de agua cruda que va hacia los tanques de Cerro el



Nance es necesarios cambiar las conexiones de las tuberías de conducciones.

(7) Red de distribución (Componente no estructurado)

- PROMOSAS realizó el estudio de modelación de la red de distribución. Como resultado arrojó la necesidad de la construcción de los nuevos tanques de Borbollón y Majada. Por otra parte, se verificó que SAC se esfuerza por su propia cuenta en la distribución uniforme de agua.
- Por lo que PROMOSAS se desarrolla las actividades como indica en el ítem anterior, por su lado y SAC está por obtener los resultados, no se considerará el componente no estructurado.

(8) Plan de Mini planta hidroeléctrica

- Se seleccionó posibles 9 puntos candidatos para la generación de Mini planta hidroeléctrica tomando en cuenta las cotas de las: tomas de agua, desarenador, rompe carga y tanque de distribución de agua. Se realizó el análisis comparativo de caudal de agua, presión hidráulica en movimiento (medición real), condiciones de espacios disponibles, etc.; Se determinó la posibilidad de generación de electricidad cerca del rompe-carga de Matasano (nombre provisional, Planta hidroeléctrica Ceibita) y cerca de la toma de agua de Matasano (nombre provisional, Planta hidroeléctrica Matasano)
- La generación de electricidad estimada de Ceibita y Matasano son de 47 Kw, y 69 kw. El consumo estimado de la planta potabilizadora actual es de 40 Kw a 50 Kw; por lo tanto se determinó que con la construcción de la(s) planta(s) hidroeléctricas es posible cubrir la energía que se requiere en la operación de la planta potabilizadora.
- No obstante según nueva "Ley general de la industria eléctrica" que entra en vigencia desde mayo de 2014, se anula la posibilidad de vender la energía generada por las pequeñas centrales hidroeléctricas hacia ENEE y la energía consumida en la planta potabilizadora; por lo tanto, es necesario estudiar la posibilidad de introducir la eficiencia económica por la generación de energía.

(9) Estudio de la calidad del agua

- Se realizó el estudio de 6 puntos en las fuentes de agua, 7 puntos en el tanque de distribución de agua y 14 puntos en las pilas.
- Como resultado obtenido en Matasano se registró 11 NTU de turbidez. Para cumplir con los valores máximos permisibles (5NTU) sobre la turbidez, se confirmó que es necesario tratar el agua.
- En ninguna de las pilas se encontraron los coliformes fecales, confirmando la efectividad de tratamiento de cloración. Sin embargo, se registraron más de 1.0mg/lit de cloro residual en las pilas, que llega a ser un valor excesivo. Por lo tanto se aconseja realizar la inyección adecuada.
- Se ha confirmado la presencia de cafetales alrededor de cada microcuenca, por lo tanto, se determinó realizar los análisis de residuos de pesticida o agroquímicos.

(10) Operación, mantenimiento y administración

- Se verificó la dificultad de adquirir algunas partes de los materiales de repuesto que coincidan con la especificación exigida para la planta potabilizadora (arena para filtro y válvulas).
- Se verificó la dificultad en la operación manual de la planta potabilizadora actual por el múltiple manejo de las válvulas. Como también se verificó que la operación de la planta potabilizadora se dejaba al criterio del operador cuando la turbidez sobrepasaba el valor de 20NTU.
- Se verificó que la situación administrativa de SAC está en tendencia de mejoramiento gracias a la cooperación de PROMOSAS y el esfuerzo propio de SAC.
- Se verificó que para disminuir la cantidad de agua no contabilizada (pérdida comercial) e incremento de recaudación, es efectivo aumentar el contrato de los usuarios clandestinos, incentivar la instalación del micro medidor a todos usuarios. Se verificó que esta medida se adopta a largo plazo logrando la comprensión de los usuarios.
- Se ha verificado que los bienes de la tubería instalada hasta aguas arriba del

micro medidor pertenece a SAC; los bienes del micro medidor y la tubería instalada hacia aguas abajo del micro medidor pertenece al usuario.

(11) Estudio social

- Se llevó a cabo un estudio basado en 107 muestras de cuestionarios en modalidad de visita de puerta a puerta en actual área de distribución de agua de SAC. Se extrajo más de una muestra en los 73 barrios y colonias de la actual área de distribución de agua, además se zonificaron estos barrios en 14 zonas, de manera que puedan obtener más de 5 muestras por zona.
- Como resumen del resultado, se puede afirmar que la composición promedio de la familia es de 5.14 personas por familia, de los cuales aproximadamente el 70% de estas familias cuentan con 10,000 Lps , (500 USD) de ingreso mensual.
- Como temas de servicio de agua, el 29% del total encuestado tiene insatisfacción en la calidad de agua. Por otro lado, sobre la hora de distribución de agua, se puede decir que el 40% de los usuarios tanto en la época seca como en la de la lluvia, solo reciben el agua 3 o menor de 3 veces a la semana; teniendo a 27% de la población total encuestada la insatisfacción sobre la dotación de agua.
- Se continuará procesando y analizando el estudio social.

(12) Estudio ambiental

- En la cuenca superior del sistema de agua Majada y Matasano (más de 1.800 m.s.n.m.) se encuentra la “zona de uso especial” del Parque Nacional de Montañas de Comayagua. El lugar candidato de la planta hidroeléctrica Matasano está ubicado en la “zona de amortiguamiento” a 1.020 m.s.n.m. Esta zona comprende desde la zona de toma de agua Matasano Nuevo hasta la obra de captación de Matasano. Se confirmó que es una zona que se requiere de un manejo sostenible de recursos naturales utilizando los bosques y campos de agricultura.
- Referente a la licencia ambiental, se verificó que, según el reglamento de Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente SERNA y SINEA no se requiere el estudio de EIA si se trata de generación de energía hidroeléctrica menor a 3 MW, clasificando este dentro de la categoría I (de las 4 categorías es el que genera

menor impacto hacia el medio ambiente). Sin embargo, para la toma de muestras del período seco, se debe considerar algunas alternativas en la infraestructura que se prevé construir, porque el nivel del río baja y podría impactar a los animales circundantes.

- ~~Por otro lado, se verificó la licencia obtenida por SAC en la obra de captación de agua y la tubería de aducción, construido el año 2013 en Matasano Nuevo que fue de categoría I~~

(13) Adquisición del terreno

- Se verificó que en caso de que en este Proyecto se requiera comprar el terreno, el comprador llega a ser la Alcaldía.
- Sobre la adquisición del terreno describe en la ley Municipal artículo 177, que el precio de compra debe ser el precio catastral. El precio catastral siempre llega a ser menor al precio del mercado, por lo que generalmente ocurre que, el vendedor rechaza vender con el primer precio; por consiguiente, en este caso se realiza la adquisición a través de un juicio de expropiación por ser la causa de utilidad pública. El monto determinado por después de realizar el avalúo debe ser aceptado tanto por el comprador como por el vendedor. Posteriormente la Alcaldía debe pagar este monto al propietario, se hace la transferencia de registro catastral y termina aquí el trámite. Este proceso comúnmente tarda 3 a 4 meses. En caso de haber adquirido el terreno a través de la expropiación, si no se inicia la obra dentro de 1 año después de la adquisición, el vendedor puede solicitar la anulación de la expropiación.
- Debido a que el E/N, (intercambio de notas o canje de notas) de este Proyecto está programado para junio de 2016 y la construcción en mayo de 2017, si se inicia el trámite de adquisición del terreno después de la firma de E/N, será posible iniciar la obra después de 1 año de la adquisición del terreno.

1. Requerimientos

Hasta el inicio del segundo estudio del equipo se requiere que SAC prevea los siguientes aspectos.

- i.) Cooperación para la prueba de operación de la planta potabilizadora existente. (proporcionar el material y el operador), siendo que, éste dependerá de la discusión y decisión que se toma entre JICA y el equipo de estudio una vez que retorne al país de origen.
- ii.) Medición del caudal de la obra de captación de agua de Matasano nuevo (Si es posible de 3 meses)
- iii.) Envío del "Informe mensual de la gestión general" (a : takechi-a@teci.jp)

Fin



Elton Fajardo Velásquez
Gerente General de Servicio de Aguas
de Comayagua



Akira Takechi
Jefe del Equipo de Estudio de JICA

(8) Plan de Mini planta hidroeléctrica

- Se seleccionó posibles 9 puntos candidatos para la generación de Mini planta hidroeléctrica tomando en cuenta las cotas de las: tomas de agua, desarenador, rompe carga y tanque de distribución de agua. Se realizó el análisis comparativo de caudal de agua, presión hidráulica en movimiento (medición real), condiciones de espacios disponibles, etc.; Se determinó la posibilidad de generación de electricidad cerca del rompe-carga de Matasano (nombre provisional, Planta hidroeléctrica Ceibita) y cerca de la toma de agua de Matasano (nombre provisional, Planta hidroeléctrica Matasano)
- La generación de electricidad estimada de Ceibita y Matasano son de 47 Kw, y 69 kw. El consumo estimado de la planta potabilizadora actual es de 40 Kw a 50 Kw; por lo tanto, se determinó que con la construcción de la(s) planta(s) hidroeléctrica(s) es posible cubrir la energía que se requiere en la operación de la planta potabilizadora.
- No obstante, según nueva "Ley general de la industria eléctrica" que entra en vigencia desde mayo de 2014, se anula la posibilidad de vender la energía generada por las pequeñas centrales hidroeléctricas hacia ENEE y la compensación de la cantidad de consumo por el pago, y la acreditación del excedente de energía consumida en la planta potabilizadora; por lo tanto, es necesario estudiar la eficiencia económica para su introducción.

**Estudio Preparatorio del Proyecto para las Mejoras y Ampliaciones del Sistema de Agua
Potable en la Ciudad de Comayagua – Estudio Adicional**
Nota Técnica

21 de octubre de 2015

El equipo de estudio explicó el motivo de la necesidad del estudio adicional, como también los resultados del análisis económico financiero de la Mini Planta de Generación de Energía Hidroeléctrica basada en el primer estudio ejecutado en Honduras, y el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) y Servicios de Aguas de Comayagua (SAC) comprendieron la explicación.

1. Motivo de la Necesidad del Estudio Adicional

(1) Estudio de prueba de operación de la planta potabilizadora existente.

Inicialmente estaba programado definir el alcance del Proyecto en base al resultado del 1º Estudio en Honduras; en el segundo estudio de Honduras estaba programado recolectar los datos para el diseño de este alcance. Sin embargo, en relación a uno de los alcances que es la construcción de la planta potabilizadora, mientras no se verifique la capacidad de funcionamiento y la complejidad operativa de la actual planta en periodo de lluvia con alta turbidez, no se podría definir si sirve o no la planta potabilizadora actual. Por este motivo, se decidió ejecutar el estudio adicional sobre el “Estudio de prueba de operaciones de la actual planta potabilizadora”.

(2) Estudio de la posibilidad de desarrollo del agua subterránea

Para verificar la posibilidad del uso de agua subterránea como una manera de disminuir el gasto operativo del proyecto, porque se prevé que el agua subterránea no requiere el tratamiento de aguas, se decidió realizar el estudio de la posibilidad de desarrollo de agua subterránea en el municipio de Comayagua.

Por otro lado, previendo la necesidad de construir obras de interconexión para el sistema actual y el alto costo de operación (pago de energía eléctrica) para el bombeo de las fuentes de agua de los pozos, se realizara el estudio comparativo entre la construcción de planta potabilizadora y el desarrollo del agua subterránea incluyendo los gastos operativos.

2. Resultados del análisis económico financiero de la Mini Planta de Generación de Energía Hidroeléctrica basada en el primer estudio ejecutado en Honduras

Como está mencionado en el ítem (8) de la Nota técnica adjunta del 1º estudio en Honduras se han aclarado los siguientes puntos:

- i) Es posible construir la Mini Planta de Generación de Energía Hidroeléctrica en dos puntos

Anexo 4-4:
Segunda nota técnica

que son: Matasano y Ceibita.

- ii) Por la reforma de la Ley de Energía eléctrica de 2014, se han modificado grandemente las condiciones de compra de energía eléctrica en comparación al momento cuando se presentó la solicitud inicial de este Proyecto, por este motivo fue necesario reajustar económica y financieramente el costo del proyecto.

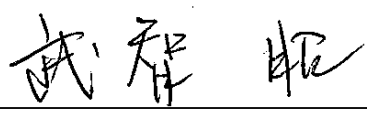
Por consiguiente, como resultado del análisis económico financiero realizado en Japón después del 1º estudio realizado en Honduras, se definió que:

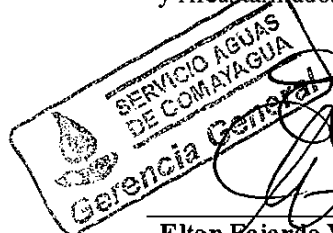
- i) Si el precio de venta de electricidad es menor a 1.7HNL/kWh¹ el costo operación sobrepasa el ingreso por venta de electricidad, en este caso, SAC entraría en déficit.
- ii) Se ha aclarado que, por más que exista rentabilidad (ingreso por venta de energía generada – costo de operación), por el precio de venta mayor a 1.7 HNL/kWh durante 40 años, para la construcción de la Mini planta de generación de energía hidroeléctrica, se requiere invertir 20 veces más el valor actual, por lo que no es pertinente para que sea un Proyecto de cooperación financiera no reembolsable de Japón.

Por lo tanto, se ha llegado a la conclusión de que la construcción de Mini Planta de Generación de Energía Hidroeléctrica se excluirá del alcance del Proyecto.


Walter Pavón Villars
Gerente General Interino
Servicio Autónomo Nacional de Acueductos
y Alcantarillados (SANAA)




Takechi Akira
Jefe del Consultor de Estudio de Misión de
JICA




Elton Fajardo Velásquez
Gerente General
Servicios de Aguas de Comayagua (SAC)

¹ El precio de venta de la energía eléctrica se define según el precio del Mercado. En el mes de marzo de 2015, ENEE predijo que el precio mínimo de energía hidroeléctrica podría ser de 1.11HNL/kWh, no garantizando el precio superior a 1.7HNL/kWh.

Segundo Estudio Preparatorio
Proyecto para las Mejoras y Ampliaciones del Sistema de Agua Potable en la Ciudad de
Comayagua

Nota Técnica

La Corporación Municipal de Comayagua, SAC, SANAA (en adelante se denominará la parte hondureña) y el Equipo de estudio discutieron y verificaron referente al segundo estudio ejecutado en Honduras sobre el Plan de instalaciones del Sistema de Agua Potable, el lineamiento de diseño, las consideraciones ambientales y sociales, los ítems de responsabilidades Hondureñas del Proyecto en los siguientes incisos, acordando que el equipo de estudio se hará cargo del informe final en base a los ítems confirmados. Por otro lado, la parte hondureña confirmaron que la ejecución de este Proyecto aún no está definida y se encuentra en la etapa de estudio.

1. Plan maestro simplificado y el Proyecto objeto de cooperación financiera no reembolsable.

La parte hondureña expresaron su conformidad sobre el Plan maestro simplificado y el Proyecto de cooperación financiera no reembolsable explicado por el Equipo de estudio en fecha 15 de marzo de 2016. Sin embargo, confirmaron que el Proyecto financiero no reembolsable puede ser modificado como señala en la nota "2. Plan de instalaciones del sistema de agua potable" en base al estudio realizado hacia adelante.

2. Plan de instalaciones del sistema de agua potable

- (1) Capacidad de conducción desde la presa de Majada y Matasano hacia la actual planta potabilizadora.

SAC y el equipo de estudio verificó la capacidad de conducción desde la presa de Majada y Matasano hacia la actual planta potabilizadora a través de una medición real, cuyo caudal máximo es de aproximadamente 16,900m³ / día. El Equipo de estudio comunicó a la parte hondureña sobre las consideraciones de i) extensión de la línea de conducción y ii) la bomba de presión. La parte hondureña expresó su conformidad.

(2) Reducción de la nueva planta potabilizadora

El Equipo de estudio explico que, luego de analizar los ítems i) y ii) del inciso (1) del párrafo anterior, si el estudio determina inviable ambas propuestas tanto por motivos técnicos como otros motivos, habrá la posibilidad de reducir la capacidad de la nueva planta potabilizadora (propuesta actual 21,682 m³/día). La parte hondureña expresó su conformidad.

(3) Reducción de área de distribución de agua acorde a la reducción de la capacidad potabilizadora.

El Equipo de estudio explico que, en el caso de que tuviera que reducir la capacidad de la nueva planta potabilizadora, se debe priorizar la distribución de agua potabilizada de la nueva planta, hacia la zona distribución de agua de Matasano y Majada, que llega a cubrir la zona central de la ciudad. La parte hondureña expresó su conformidad.

(4) Referente al Plan maestro simplificado

El equipo de estudio explico que en el caso de que redujera la capacidad de la nueva planta potabilizadora para el cumplimiento de la meta del Plan maestro simplificado, será necesario revisar el plan de desarrollo actual del sistema de Río Blanco y aumentar la capacidad de captación. La parte hondureña expresó su conformidad.

3. Referente al lineamiento de diseño de instalaciones del sistema de agua potable

(1) Lineamiento de diseño (Propuesta)

La parte hondureña y el Equipo de estudio acordaron que el anexo-1 es el lineamiento de diseño (Propuesta).

Sin embargo, este lineamiento de diseño (propuesta) ,al igual que el punto 1., habrá la posibilidad de modificación.

(2) Disposiciones sobre el lodo de la planta potabilizadora

La parte hondureña y el Equipo de estudio estudiaron sobre la disposición de lodos de la Planta potabilizadora en el “Reglamento para el manejo integral de los residuos sólidos” (“Acuerdo ejecutivo número 1567-2010 El presidente constitucional de la república”) como posible documento que contenga la norma referida. Luego, se ha verificado que en Honduras no existe una norma que restrinja las disposiciones del lodo de la planta potabilizadora.

El Equipo de estudio solicitó a la parte hondureña que le comunique el costo y el lugar de disposición final del lodo a más tardar hasta el mes de mayo. El lado hondureño comprendió la situación.

4. Sobre componente no estructurado

(1) Operación y mantenimiento del sistema de floculación, sedimentación y filtración de arena por gravedad.

En el caso de que se construya una nueva planta potabilizadora, el equipo de estudio considera la necesidad de manejo suficiente sobre la operación y mantenimiento del tanque de floculación y sedimentación y el sistema de filtración por gravedad. Se propuso implementar un componente de asistencia técnica para los operadores de la planta potabilizadora. En caso de aplicarse este componente, se solicitó que asegurara el personal de operación. La parte hondureña ha comprendido sobre la situación.

(2) Otros

La parte hondureña solicitó la transferencia de tecnología referente al manejo de aguas no contabilizadas (principalmente en la detección de fugas de agua). El equipo de estudio se comprometió en comunicar esta solicitud a JICA.

5. Responsabilidades de la parte hondureña

(1) Obtención de la licencia ambiental

El equipo de estudio explicó que, según la norma ambiental de Honduras, este Proyecto se clasifica en la categoría 4, como Proyecto que emana mayor impacto Ambiental; para la obtención de la licencia ambiental será necesario ejecutar una evaluación de impacto ambiental (EIA).

El equipo de Estudio solicitó la ejecución de las siguientes actividades:

- Ejecutar el EIA, si es posible hasta octubre de 2016, concluir a más tardar hasta febrero de 2017, según ese resultado obtener la licencia ambiental hasta antes de iniciar la obra.
- En la siguiente visita del Equipo de estudio (actualmente previsto para la segunda quincena del mes de octubre de 2016), se debe nuevamente ejecutar una consulta pública con los interesados para explicar el impacto social y ambiental que se genera en la construcción, además del diseño de las instalaciones.
- Una vez concluido el EIA, llevar a cabo una consulta pública con los interesados para explicar el resultado. La parte hondureña expresó su conformidad.

Además, el Equipo de estudio interrogó sobre el organismo responsable de esta EIA, y el origen de los recursos del mismo. La parte hondureña explicó que la Municipalidad de Comayagua es el organismo responsable y el costo será asumido por la misma Municipalidad. El Equipo del estudio comprendió esta situación.

El Equipo de estudio se comprometió proporcionar a SAC las informaciones necesarias dentro de sus posibilidades para la ejecución de EIA.

(2) Adquisición del terreno

El Equipo de estudio preguntó sobre el avance de negociaciones en la adquisición del terreno. La parte hondureña explicó que en este momento está en proceso de negociación, conformando una comisión de negociación cuyo componente son: El Alcalde de la Municipalidad, El vice alcalde y un regidor.

El Equipo de estudio comunicó que la Municipalidad de Comayagua necesita obtener un acuerdo hasta el mes de octubre de 2016 con el propietario del terreno, en el cual exprese: "En el caso de que se defina la ejecución del Proyecto, la Municipalidad de Comayagua realizará el trámite de adquisición del terreno". La parte hondureña expreso su conformidad.

(3) Trámite de exoneración de impuestos

El Equipo de estudio solicitó a la parte hondureña realizar los siguientes trámites para que la exoneración de impuestos se realice en forma fluida y pueda ejecutar el Proyecto. La parte hondureña aceptó esta solicitud.

- Una vez recibido el contrato de servicio de consultoría y el contrato de construcción del Proyecto autenticado por JICA, en una semana solicitar a la Secretaría de Gobernación y Justicia la resolución para la emisión de la exoneración de impuestos sobre el Proyecto.
- Luego de ser publicado en la Gaceta oficial la Resolución de la exoneración de impuestos para el Proyecto. dentro de una semana tramitar en la Secretaría de Finanzas el Certificado de exoneración de impuesto.

Además, el Equipo de estudio solicitó que después de haber firmado el contrato por la empresa contratista para la ejecución de la obra y por no haber obtenido el certificado de exención de impuestos a tiempo, y haya pagado el impuesto sobre venta (ISV) en los gastos del Proyecto, pidió que el lado hondureño pueda realizar la devolución de ese monto. El lado hondureño expresó su conformidad mencionando de que la Municipalidad de Comayagua correrá con el gasto de este pago.

(4) Emisión del Arreglo bancario(A/B) y Autorización del pago(A/P) (Banking Arrangement)

El Equipo de estudio solicitó que después de una semana de firmar el Acuerdo de Cooperación (A/C) del Proyecto, debe abrir una cuenta en el banco de Japón y después de una semana firmado el contrato de servicio de consultoría y el contrato de construcción del Proyecto autenticado por JICA, debe emitir inmediatamente la A/P. La parte hondureña comprendió y expresó su conformidad.

El Equipo de estudio preguntó sobre el organismo responsable de cubrir el costo de comisión bancaria en la apertura de la cuenta bancaria y la emisión de la A/P. La parte hondureña respondió que la Municipalidad de Comayagua asumirá este monto.

(5) Garantía en asegurar el lugar del relleno de tierra.

El equipo de Estudio explicó que para la preparación del terreno de la nueva planta potabilizadora se prevé generar 30,000 m³, tierra sobrante. Solicitó que asegure el lugar de relleno de la tierra sobrante, para que pueda considerar en el estudio de la EIA. La parte hondureña expresó su conformidad.

El Equipo de estudio solicitó que para estimar el costo del Proyecto se requiere saber el lugar concreto del relleno de tierra, con el objetivo de calcular costo de traslado y el costo de disposición de tierra. Por otro lado, para el estudio de la EIA, se requiere definir la ubicación, la capacidad de recepción y la capacidad de disposición a más tardar hasta el mes de mayo.

(6) Medidas contra las aguas no contabilizadas

El Equipo de estudio preguntó sobre el avance de las medidas contra las aguas no contabilizadas mencionada en el ítem 7-8 de la Minuta de reuniones en el Primer estudio en Honduras. SAC ha respondido de la siguiente manera.

- SAC considera que la principal causa de las aguas no contabilizadas son las aguas desbordadas de los tanques de almacenamiento de los usuarios.
- Para evitar el desbordamiento, se considera que es efectivo instalar el medidor en cada casa, de modo que, si sucede el desbordamiento, la tarifa de agua será mayor. Para evitar el desbordamiento físico se piensa que es efectivo instalar el flotador.
- En base a esta idea, como parte del plan estratégico de 5 años elaborado con la ayuda financiera de PROMOSAS, se está ejecutando el Plan de instalación de micro medidores desde agosto de 2015.

- Como primera etapa del plan de instalación de micro medidores se seleccionó 4 zonas modelos, luego se trabajó en la concientización y obtención de permisos de los usuarios para la instalación de micro medidores con la condición de dotar aguas durante 24 horas.
- Se tiene como meta de instalación del micro medidores hasta el año: 2016 el 53% , 2017 el 65%, 2018 el 77%, 2019 el 89 % y 2020 el 100%.
- Se estima que se puede lograr una reducción de 20% aguas no contabilizadas por instalar el micro medidor El costo de la instalación de micro medidores es cubierto con el presupuesto de SAC, hacia el futuro será necesario proveer de 8000 a 9000 micro medidores. Se piensa buscar financiamiento del exterior y aunque no lo consiga SAC puede asumir.
- El micro medidor corresponde cubrir por parte de usuario, sin embargo, para promover la instalación del micro medidor, no existe otra alternativa que asumirlo por parte de SAC. Una vez instalado, se transfiere el derecho de propietario a los abonados para que ellos cubran la reparación o cambio del medidor en casos necesarios.

El Equipo de estudio comprendió la explicación de SAC y solicitó que continúe con firmeza la instalación de micro medidores.

(7) Espacio para el depósito de materiales de construcción y oficina.

El Equipo de estudio explicó a SAC que durante el período de construcción es necesario que le proporcione a la parte japonesa el espacio de almacenamiento de los materiales e instalación para la oficina (aproximadamente de 1,000m²) sin cargo (pago), SAC aceptó esta situación.

(8) Dotación de agua para la obra, prueba de operación, dotación de químicos para la desinfección.

El Equipo de estudio explicó la necesidad de dotación de agua para la obra, prueba de impermeabilidad en las instalaciones y la dotación del cloro para la desinfección de agua en la planta sin cargo alguno, SAC aceptó esta situación.

(9) Apoyo para la obtención de autorización

El Equipo de estudio explicó a SAC, la necesidad de ayuda en la obtención de diferentes tipos de autorizaciones para la ejecución de obras. SAC aceptó esta situación.

6. Otros

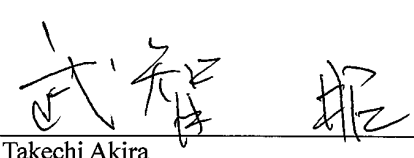
(1) Recolección de otros datos relacionados al Proyecto

Con el deseo reflejar datos actualizados en el informe del Equipo de estudio, se solicitó a SAC continuar observando y registrando la turbidez, cantidad de captación de agua cruda y la cantidad de agua distribuida. SAC aceptó esta solicitud.

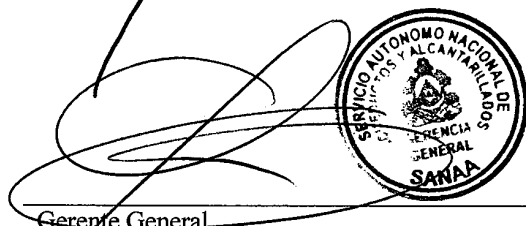
27 de abril de 2016




Carlos Miranda
Alcalde
Municipalidad de Comayagua


Takechi Akira
Jefe del Consultor del Equipo de Estudio de
Agencia de Cooperación Internacional de
Japón (JICA)




Gerente General
Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y
Alcantarillados (SANAA)




Ethon Fajardo Velásquez
Gerente General
Servicios de Aguas de Comayagua (SAC)

PLAN DE COMPONENTES NO ESTRUCTURADOS

1. Antecedentes

El "Proyecto para las mejoras y ampliaciones al sistema de agua potable de la ciudad de Comayagua" se ejecuta con el objetivo de mejorar la situación de suministro de agua en la zona objetivo, realizando la renovación en la planta potabilizadora y tanque de distribución de agua en la república de Honduras, ciudad de Comayagua.

Referente a situación del suministro de agua de la misma ciudad, se puede decir que en el año 2015 la oferta y demanda de agua está relativamente equilibrada, sin embargo, el agua superficial para ser tratado en la planta potabilizadora se distribuye sin este proceso, por la imposibilidad de operación de la planta potabilizadora existente. Por otro lado, por tener una capacidad insuficiente de los tanques de distribución de agua, se realiza el suministro de agua discontinua (por hora) en todas las zonas. Esta situación hace que tengan problemas significativos en la seguridad de la salud, confort y comodidad en el tema de agua.

En estas circunstancias, si el proyecto se lleva a cabo con la construcción de nueva planta potabilizadora, se podrá distribuir el agua superficial, que ha estado distribuyendo sin potabilizar. En la actualidad son 76% de agua necesaria para potabilizar, luego del Proyecto esto cambia a 14.8 %, la cantidad de agua necesaria para potabilizar. Por otro lado, referente a la continuidad de servicio, en la actualidad, el 60% de los usuarios reciben menor a 9 horas por día, sin embargo, después del Proyecto, al ser construido el tanque de distribución de agua, el 55% de la población recibirán agua más de 15 horas por día.

2. Necesidad de los componentes no estructurados

La SAC no posee suficientes conocimientos y habilidades para la operación y mantenimiento de una planta potabilizadora de filtración rápida general como la nueva planta que se construye en el presente Proyecto. Como los procesos de tratamiento y los funcionamientos del sistema son radicalmente diferentes de los existentes, es necesario fortalecer las capacidades de sus funcionarios para que realicen una operación y mantenimiento adecuado de la planta potabilizadora con el fin de garantizar la sostenibilidad del Proyecto y la manifestación de sus beneficios, por consiguiente, se requerirá la siguiente transferencia tecnológica a través de los componentes no estructurados.

- i) Operación de la nueva planta potabilizadora
- ii) Mantenimiento de la nueva planta potabilizadora

3. Metas de los componentes no estructurados

Los funcionarios de SAC adquieren conocimientos y habilidades necesarias para la operación y mantenimiento de la nueva planta potabilizadora y se procura fortalecer sus capacidades para realizar una operación y mantenimiento adecuado de la planta potabilizadora.

Anexo 5:
Plan de componentes no estructurados

4. Resultados esperados de los componentes no estructurados

Los resultados esperados de la realización de los componentes no estructurados son los siguientes.

- Se mejoran las capacidades de operación y mantenimiento de la nueva planta potabilizadora de los funcionarios y operarios de SAC.

5. Métodos de verificación del nivel de cumplimiento

En la siguiente tabla se muestran los métodos de verificación del nivel de cumplimiento.

Tabla 1 Métodos de verificación del nivel de cumplimiento de los componentes no estructurados

Resultados esperados	Contenido	Ítems de verificación del cumplimiento	Métodos de verificación
Se mejoran las capacidades de operación y mantenimiento de la nueva planta potabilizadora.	Se brinda una operación y mantenimiento adecuado de la planta potabilizadora.	• Si comprendieron los procesos de potabilización y sus funcionamientos. • Si comprendieron la necesidad de registrar las operaciones del sistema de potabilización. • Si comprendieron la importancia de realizar inspección diaria y el mantenimiento del sistema de potabilización. • Si pueden operar y limpiar adecuadamente el sistema de filtración rápida. • Si pueden inyectar adecuadamente los coagulantes. • Si pueden operar adecuadamente los equipos de cloración. • Si pueden operar adecuadamente la bomba de elevación.	• Registro de capacitaciones y ejercicios realizados • Examen escrito • Existencia de hojas de registro y de inspección
	Cuenta con los manuales relacionados con las actividades antes descritas.	• Si tiene elaborado el manual de operaciones y mantenimiento.	Verificar la existencia del manual de operaciones y mantenimiento

Fuente: Equipo de estudio de JICA

6. Actividades de componentes no estructurados (plan de personal)

Tabla 2 Actividades de componentes no estructurados

Resultados esperados	Actividades
Mejora de las capacidades de operación y mantenimiento de la planta potabilizadora	i) Realización de capacitación sobre la operación de la nueva planta potabilizadora (orientación técnica mediante clases en aula y capacitación en el trabajo) ii) Realización de capacitación sobre el mantenimiento de la nueva planta potabilizadora (orientación técnica mediante clases en aula y capacitación en el trabajo) iii) Realización de capacitación sobre el uso de los datos iv) Apoyo a la elaboración del manual, entre otros

Fuente: Equipo de estudio de JICA

En la siguiente tabla se muestran los contenidos detallados de las actividades de componentes no estructurados (plan de personal).

Tabla 3 Actividades de componentes no estructurados (plan de personal)

Número	Ítem	Personal				
		Japón	Honduras			
		Un experto en operación y mantenimiento del sistema de potabilización	Un Gerente General de SAC	División de Operación y Mantenimiento, un jefe de operaciones	Cinco operarios de planta potabilizadora	Un monitor de calidad de agua
1)	Preparación					
①	Preparación en Japón					
D-1	Elaboración del Plan de Transferencia Tecnológica	3				
D-2	Elaboración de exámenes y cuestionarios, preparación de textos para capacitación (borrador) y manual de operación y mantenimiento (borrador)	6				
Subtotal		9 personas/día	0 persona/día			
	Viaje	1 persona/día				
②	Preparación para la realización y reunión informativa sobre las tecnologías a introducir					
②-1	Garantizar el local de capacitación, reunión con contrapartes, preparación para la realización y para la reunión informativa	2	2	2	10	2
③-2	Información de los participantes (exámenes, encuestas antes de la capacitación y evaluación)	2	2	2	10	2
① -3	Reunión informativa sobre la realización	1	1	1	5	1
Subtotal		5 personas/día	40 personas/día			
2)	Clases y orientación técnica sobre la operación y mantenimiento del sistema de potabilización					
①	Clases sobre la operación y mantenimiento del sistema de potabilización					
①-1	Procesos de potabilización y funcionamientos del sistema de potabilización	2		2	10	2
①-2	Operación de la planta potabilizadora y registro de operaciones	2		2	10	2
①-3	Filtración, limpieza del tanque de filtración y lodos	1		1	5	1
①-4	Inyección de coagulantes y cloro	1		1	5	1
①-5	Mantenimiento de la planta potabilizadora e inspección diaria	1		1	5	1

Anexo 5:
Plan de componentes no estructurados

Número	Ítem	Personal				
		Japón	Honduras Número de participantes			
		Un experto en operación y mantenimient o del sistema de potabilización	Un Gerente General de SAC	División de Operación y Mantenimien to, un jefe de operaciones	Cinco operarios de planta potabilizad ora	Un monitor de calidad de agua
Subtotal		<u>7</u> personas/día	<u>49 personas/día</u>			
②	Orientación técnica sobre la operación y mantenimiento del sistema de potabilización					
②-1	Orientación sobre la operación del sistema de potabilización	5		5	30	
②-2	Orientación sobre el registro de operaciones del sistema de potabilización	1		1	6	
②-3	Orientación sobre la operación de la filtración y limpieza del tanque de filtración y lodos	3		3	18	
②-4	Orientación técnica sobre la inyección de coagulantes y cloro	5		5	30	5
②-5	Orientación técnica sobre el mantenimiento de la planta potabilizadora	4		4	24	
②-6	Orientación sobre la inspección diaria de la planta potabilizadora	2		2	12	
Subtotal		<u>25</u> personas/día	<u>125 personas/día</u>			
3)	Elaboración de manuales relacionados a las actividades anteriores	3		3	15	
①	Elaboración del manual de operaciones y mantenimiento de la planta potabilizadora	4		4	20	
Subtotal		<u>7</u> personas/día	<u>42 personas/día</u>			
4)	Informe general					
①	Seminario general					
	Preparación para el seminario general	2		2		
①-2	Seminario general	1	1	1	5	1
②	Elaboración del informe					
	Evaluación de los componentes no estructurados	1	1	1		
	Evaluación y entrega del informe general	1	1			
Subtotal		<u>5</u> personas/día	<u>16 personas/día</u> * En el seminario, participan 3 funcionarios aparte del personal mencionado anteriormente.			
	Viaje	<u>1 persona/día</u>	—			
Gran total		<u>60</u> personas/día	<u>272 personas/día</u>			

Nota: En caso del número de personas por parte de Honduras, son números y Divisiones deseables para la participación.

7. Método de adquisición de los recursos para ejecutar los componentes no estructurados

Para estos componentes no estructurados, será adecuado utilizar la consultora japonesa por las circunstancias actuales y la necesidad que a continuación se detallan, y se enviará a los ingenieros japoneses al sitio en forma de cooperación directa.

- Experto en operación y mantenimiento del sistema de potabilización

Se enviará a una consultora japonesa familiarizada con la operación y mantenimiento del sistema de potabilización.

Los ingenieros japoneses quienes ejecutarán los componentes no estructurados deberán cumplir los siguientes requisitos:

- i) Conocimientos especializados en potabilización de agua y sus procesos
- ii) Conocimientos y experiencias especializadas sobre la operación y mantenimiento de una planta potabilizadora
- iii) Conocimientos sobre la formulación del manual de operaciones y mantenimiento de una planta potabilizadora
- iv) Comprensión sobre los problemas en la operación y mantenimiento del sistema de potabilización en los países en desarrollo

Estos componentes no estructurados serán diseñados por la consultora japonesa y serán ejecutados después de finalizar una serie de trabajo principal como la supervisión de obras. Por esta razón, será adecuado que los ejecute la misma consultora japonesa, conocedora de los planes del presente Proyecto y de las tecnologías que llegue a conocer a lo largo de las etapas de construcción. En la siguiente tabla se muestran los detalles del plan de asignación del personal.

Tabla 4 Plan de asignación del personal para componentes no estructurados

Área del personal	Número de personas	Pertenencia	Contenido
Operación y mantenimiento del sistema de potabilización	1	Japón	Aplicar las tecnologías de operación y mantenimiento del sistema de potabilización de Japón a las circunstancias locales y al nivel técnico de los participantes, y realizar los siguientes trabajos. ▪ Elaboración de textos para capacitación y realización de la capacitación ▪ Elaboración y evaluación de exámenes y trabajos ▪ Elaboración del manual ▪ Unificación de diferentes formatos ▪ Realización de seminarios ▪ Recopilación, redacción y análisis de datos ▪ Evaluación

8. Procesos de ejecución de componentes no estructurados

Tentativamente, la totalidad del período de construcción del presente Proyecto es de 24 meses y el período de operación de prueba de la planta potabilizadora es de un mes. La ejecución de estos

Anexo 5:
Plan de componentes no estructurados

componentes no estructurados requiere brindar orientación técnica para la nueva planta potabilizadora, por lo que es importante iniciarla durante el período de operación de prueba para que el Constructora pueda pasar toda la información sin contratiempos. Para ello, se planificarán los procesos de ejecución para que coincidan con el período de operación de prueba durante aproximadamente un mes. En la siguiente tabla se muestra el número de personas/día necesario para los componentes no estructurados.

Tabla 5 Número de personas/día necesario para componentes no estructurados

Días laborados	60 días	2,17 MM
Meses equivalentes	Japón: 0.50MM Honduras: 1.67MM	Período de preparación en Japón: 0.50MM × 1 persona = 0.50MM (10 días/20 = 0.50MM) Período de envío a Honduras: 1.67MM× 1 persona=1.67MM (50 días/30 = 1.67 MM)

En la siguiente tabla se muestra el plan de ejecución de los componentes no estructurados.

Tabla 6 Plan de ejecución de componentes no estructurados

Actividades		1º Mes				2º Mes			
		1º Sem	2º Sem	3º Sem	4º Sem	1º Sem	2º Sem	3º Sem	4º Sem
Cronograma de construcción (Períod. De operación, 1mes, superposición)									
m d e n t e n i p l a n t a	Norma del País								
	Preparación de ejecución, explicación introductoria técnica								
	1-1. Orientación técnica y práctica sobre operación y mantenimiento de la Planta potabilizadora								
	1-1-1. Práctica sobre operación y mantenimiento de la Planta potabilizadora								
	1-1-2. Orientación técnica sobre operación y mantenimiento de la Planta Potabilizadora								
	1-2. Elaboración del manual sobre operación y mantenimiento de la Planta potabilizadora								
	Informe General (Seminario General, Elaboración de Informe y presentación)								

9. Productos de los componentes no estructurados

Los productos de los componentes no estructurados son los siguientes:

Tabla 7 Productos de los componentes no estructurados

Productos	Entrega
Plan de componentes no estructurados	Al inicio
Informe de avances de la ejecución de los componentes no estructurados	Al inicio de las actividades
Informe final de los componentes no estructurados	Al final
Logros: Mejora de las capacidades de operación y mantenimiento de la planta potabilizadora Documentos de capacitación, hoja de registro de operaciones, hoja de inspección diaria y manual de operaciones y mantenimiento	Al final

10. Responsabilidad del organismo ejecutor contraparte

(a) Factibilidad de ejecución

Los funcionarios de la División de Operación y Mantenimiento de SAC poseen experiencia de haber operado la Planta potabilizadora existente por un tiempo. Reconocen que es indispensable adquirir conocimientos y habilidades para la operación y mantenimiento de la nueva planta potabilizadora que tiene otro sistema de tratamiento. De igual manera, a nivel gerencial, el Gerente General y otros tomadores de decisiones reconocen su importancia. Por esta razón, la factibilidad de la ejecución está garantizada.

(b) Factores que impiden y medidas preventivas

Uno de los factores que impiden la ejecución es el traslado interno de los participantes de la capacitación. Como medidas preventivas, se recomendará a la gerencia que abstenga del traslado temprano de los funcionarios que hayan participado en la capacitación. En supuesto caso de que exista un plan de traslado del personal de operación y mantenimiento a otros departamentos y divisiones, se propondrá que estas personas entreguen toda la información antes del traslado mediante el manual y la capacitación en el trabajo.

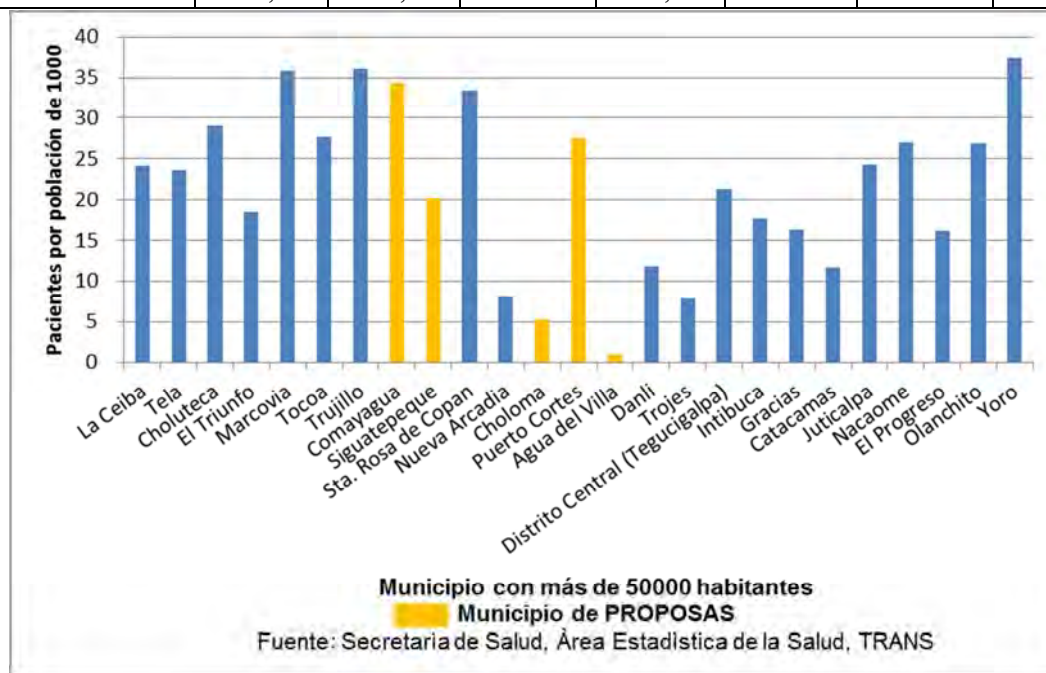
(c) Trabajo continuo

Con el objetivo de cumplir las metas de componentes no estructurados, SAC deberá realizar prácticas continuas de las técnicas aprendidas de operación y potabilización. Igualmente, deberá mantener registros periódicos (diario, semanal, mensual y anual) de los datos relacionados a la operación y mantenimiento de la planta potabilizadora. Estos registros deberán ser entregados adecuadamente a los tomadores de decisiones los cuales deberán comprobar los contenidos de manera continua, y según sea necesario, deberán brindar orientación sobre la gestión de operación y mantenimiento.

Apéndices

Apéndice 1:
Cantidad de pacientes con enfermedades causadas por el agua

Nombre del municipio	Población	Cantidad de pacientes con enfermedades causadas por el agua			Cantidad de pacientes con enfermedades causadas por el agua Por población de 1000		
		Diarrea	Disentería	Total	Diarrea	Disentería	Total
La Ceiba	212,458	5,083	37	5,120	23.9	0.2	24.1
Tela	87,371	2,052	10	2,062	23.5	0.1	23.6
Choluteca	193,230	5,554	67	5,621	28.7	0.3	29.1
El Triunfo	51,832	893	63	956	17.2	1.2	18.4
Marcovia	52,528	1,852	27	1,879	35.3	0.5	35.8
Tocoa	89,182	2,358	115	2,473	26.4	1.3	27.7
Trujillo	62,039	2,140	101	2,241	34.5	1.6	36.1
Comayagua	132,659	4,432	127	4,559	33.4	1.0	34.4
Siguatepeque	98,015	1,834	152	1,986	18.7	1.6	20.3
Sta. Rosa de Copan	66,134	2,135	71	2,206	32.3	1.1	33.4
Nueva Arcadia	51,687	405	19	424	7.8	0.4	8.2
Choloma	350,602	1,771	82	1,853	5.1	0.2	5.3
Puerto Cortes	118,845	3,250	25	3,275	27.3	0.2	27.6
Agua del Villa	272,937	2,549	47	2,596	9.3	0.2	1.0
Danli	203,512	2,316	100	2,416	11.4	0.5	11.9
Trojes	50,135	345	53	398	6.9	1.1	7.9
Distrito Central (Tegucigalpa)	1,239,557	26,027	415	26,442	21.0	0.3	21.3
Intibuca	63,600	1,064	57	1,121	16.7	0.9	17.6
Gracias	61,835	952	52	1,004	15.4	0.8	16.2
Catacamas	129,288	1,457	59	1,516	11.3	0.5	11.7
Juticalpa	136,099	3,231	83	3,314	23.7	0.6	24.3
Nacaome	63,791	1,625	100	1,725	25.5	1.6	27.0
El Progreso	236,033	3,773	31	3,804	16.0	0.1	16.1
Olanchito	102,544	2,655	105	2,760	25.9	1.0	26.9
Yoro	212,458	5,083	37	5,120	23.9	0.2	24.1



PLAN DE INTRODUCCIÓN DE LA MINI PLANTA HIDROELÉCTRICA

1. Introducción

La introducción de la mini planta hidroeléctrica en el presente Proyecto fue solicitada para cumplir con los siguientes objetivos: i) Mitigar el costo de energía eléctrica a través de la generación hidroeléctrica para consumo propio de la planta potabilizadora aprovechando el desnivel de los sistemas de conducción y transmisión entre el punto de captación de agua y la planta potabilizadora o tanque de distribución, y/o Mejorar el balance general con el incremento de ingresos a través de la venta de energía a la compañía eléctrica y ii) Contribuir a la reducción de los gases de efecto invernadero a través del aprovechamiento de las energías renovables.

En el presente estudio, se analizaron los sistemas actuales, se identificaron dos sitios considerados factibles para la generación de energía eléctrica (se denominan provisionalmente como Planta de Matasano y Planta de Ceibita), se formuló el plan de sistema para ambas plantas y se realizó la Evaluación financiera y económica tomando en cuenta la situación del uso de la energía de SAC, la tarifa eléctrica y el sistema de compra de energías renovables.

Como consecuencia, se puso en evidencia que el costo de operación y mantenimiento superaría los ingresos esperados por la venta de energía, por ende, agravaría el balance general de SAC, por lo tanto, se llegó a la conclusión de que no es pertinente introducir la mini planta hidroeléctrica.

En los siguientes capítulos se mencionarán los resultados de la revisión.

2. Selección de los sitios candidatos

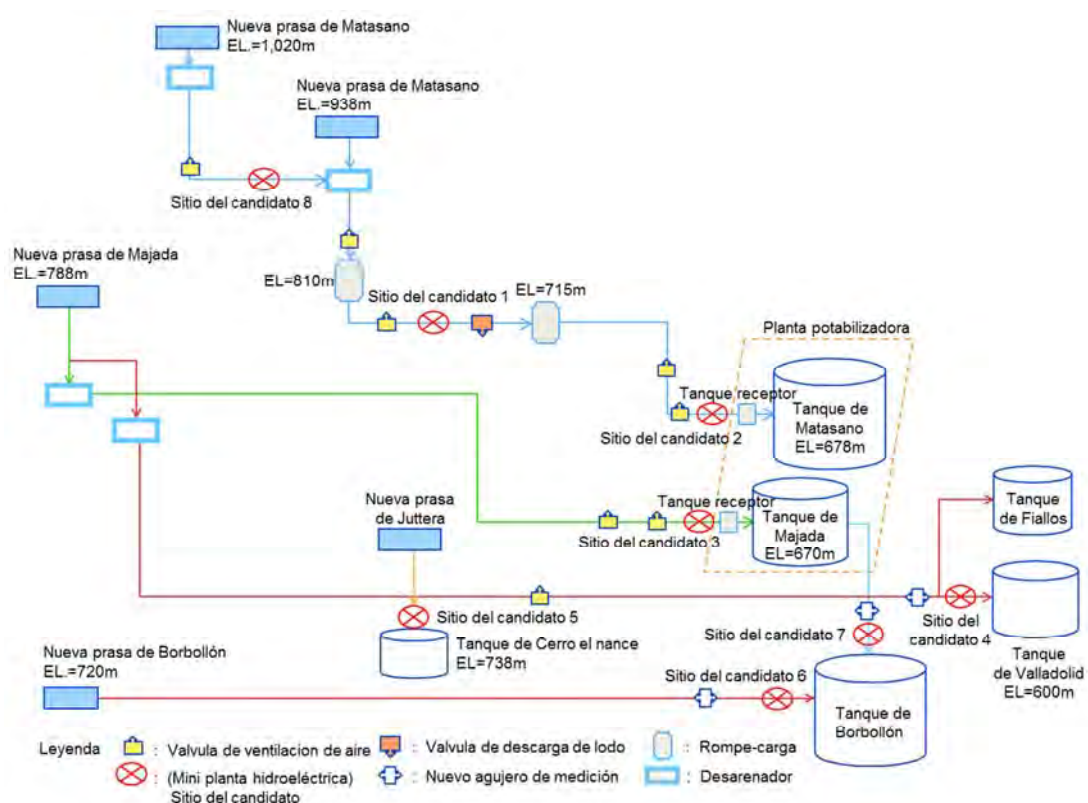
Generalmente, la capacidad de una planta hidroeléctrica se mide en potencia (kw) y producción (kwh). En la planificación de una planta hidroeléctrica que haga uso del sistema de agua potable, la disponibilidad del caudal para la generación de energía eléctrica (caudal de generación) es limitada por el caudal de captación destinado para agua potable, por lo que es difícil determinar un sitio candidato idóneo para la generación de energía sobre la base de la diferencia de elevación y el caudal de generación. Por esta razón, habría que buscar la presión sobrante de agua (también se denomina como diferencial de presión hidrostática) que existe en los sistemas de agua potable actuales (diversas instalaciones como las obras de captación de agua, el desarenador, las tuberías de conducción y el tanque reductor de presión).

Apéndice 2:

Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Los sitios candidatos se seleccionan tomando en cuenta los siguientes factores: si se puede garantizar un terreno para construir la planta hidroeléctrica en el sitio donde existe el diferencial de presión hidrostática, si existen vías de acceso para facilitar la construcción, si se puede transmitir la energía generada, si el sitio no se encuentra en una zona vulnerable ante amenazas de desastres naturales, si el sitio es un lugar de poco impacto ambiental durante y después de la construcción. Asimismo, se realiza la medición de la presión de agua en el interior de las tuberías de conducción para confirmar la existencia del diferencial de presión hidrostática, al mismo tiempo se realizan exploraciones en el lugar para confirmar diversas condiciones. De esta manera, se seleccionan los sitios candidatos finales para la construcción de una planta hidroeléctrica.

En el presente estudio, se identificaron 8 sitios candidatos factibles para la instalación de una planta hidroeléctrica dentro de los sistemas de conducción y transmisión de la planta potabilizadora actual como se muestra en la Figura 1. En la Tabla 1 se muestra la carga estática y la potencia calculada por el caudal máximo de estos 8 sitios.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 1 Sitios candidatos a la mini planta hidroeléctrica

Tabla 1 Potencia en cada sitio candidato

Sitio candidato	Punto de captación de agua	Ubicación de la planta hidroeléctrica	Altura sobre el nivel del mar del punto de captación (m)	Diferencial de presión hidrostática en el punto de medición de la presión (m)	Altura sobre el nivel del mar del sitio de la planta hidroeléctrica (m)	Carga estática del sitio de la planta hidroeléctrica (m)	Caudal máximo (m ³ /segundo)	Potencia (kw)
1	Obras de captación de agua de Matasano	Curso inferior del rompecarga	938.00	852.00	776.00	76.00	0.095	47
2	Obras de captación de agua de Matasano	Antes de llegar al tanque de distribución de Matasano	715.00	688.20	685.00	3.20	0.095	2
3	Obras de captación de agua de Majada	Antes de llegar al tanque de distribución de Majada	788.00	689.80	687.00	2.80	0.082	1
4	Obras de captación de agua de Majada	Antes de llegar al tanque de distribución de Fiallos/ Valladolid	730.00	629.08	621.00	8.08	0.021	1
5	Obras de captación de agua de Jutera	Punto de conexión con la tubería de conducción desde la toma de Majada	760.00	-	730.00	30.00	0.009	2
6	Obras de captación de agua de Borbollón	Antes de llegar al tanque de distribución de Borbollón	720.00	641.42	630.00	11.42	0.065	5
7	Tanque de distribución de Majada	Antes de llegar al tanque de distribución de Borbollón	670.00	640.57	630.00	10.57	0.044	3
8	Nuevas obras de captación de agua de Matasano	Obras de captación de agua de Matasano	1017.00	-	942.00	75.00	0.16	69

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Como se muestra en la Tabla1, es evidente que todos los sitios candidatos, a excepción del Sitio 1 y

8, no son prácticos ya que tienen poca carga estática y poco caudal máximo, además su potencia es menor a 10kw.

3. Plan de sistema

En la Figura 2 se muestra la ubicación del Sitio 1 (se denomina provisionalmente como Planta de Ceibita) y el Sitio 8 (provisionalmente, Planta de Matasano) donde tienen una potencia práctica para la producción de energía eléctrica.

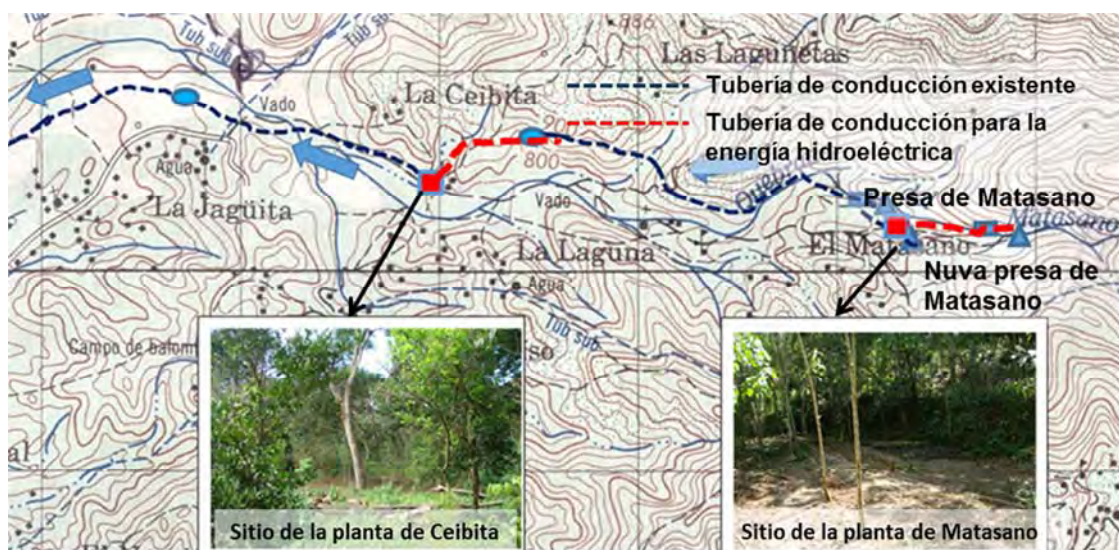


Figura 2 Mapa de ubicación de la Planta de Ceibita y la Planta de Matasano

La Planta de Ceibita tiene 76m de carga estática en el rompecarga de la tubería de conducción actual, sin embargo, los resultados de la medición de la presión de agua muestran que cuando fluye el caudal máximo no le queda casi ninguna presión remanente, por lo tanto, es imposible generar la energía eléctrica utilizando la tubería de conducción actual. Por ende, se plantea instalar una tubería de conducción para generar la energía desde el curso inmediatamente superior al rompecarga y conducir el agua hasta la planta hidroeléctrica, y retornar el agua a la tubería de conducción actual después de generar la energía. Respecto a la Planta de Matasano, se plantea conducir el agua desde las Nuevas obras de captación de agua de Matasano con una nueva tubería de conducción hasta la Planta de Matasano, y retornar el agua a las obras de captación de Matasano después de generar la energía. En la Figura 3 y la Figura 4 se muestran el Plan de generación hidroeléctrica de Ceibita y el Plan de generación hidroeléctrica de Matasano respectivamente, y en la Tabla 2 se muestran las principales especificaciones de estas plantas. El costo aproximado de construcción basado en estas especificaciones se muestra en la Tabla 3.

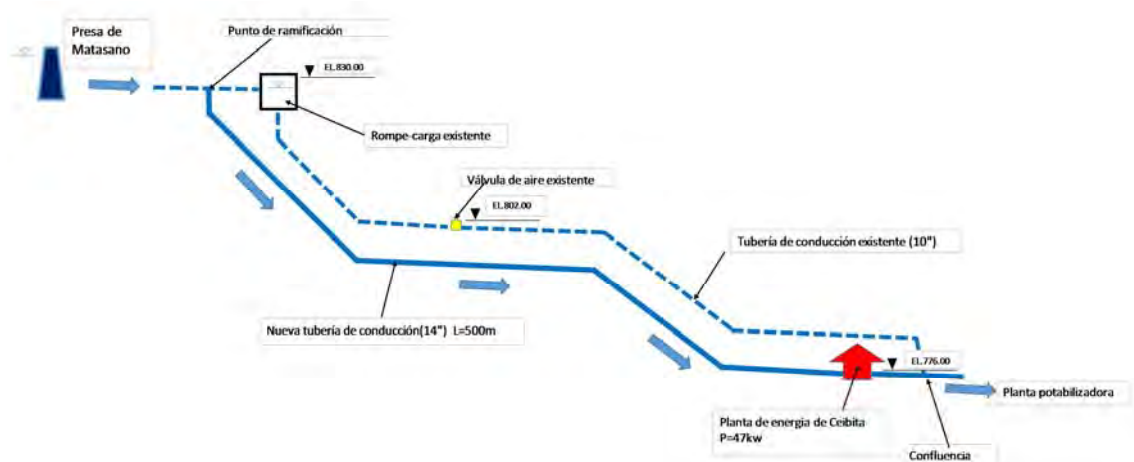


Figura 3 Plan de generación hidroeléctrica de Ceibita

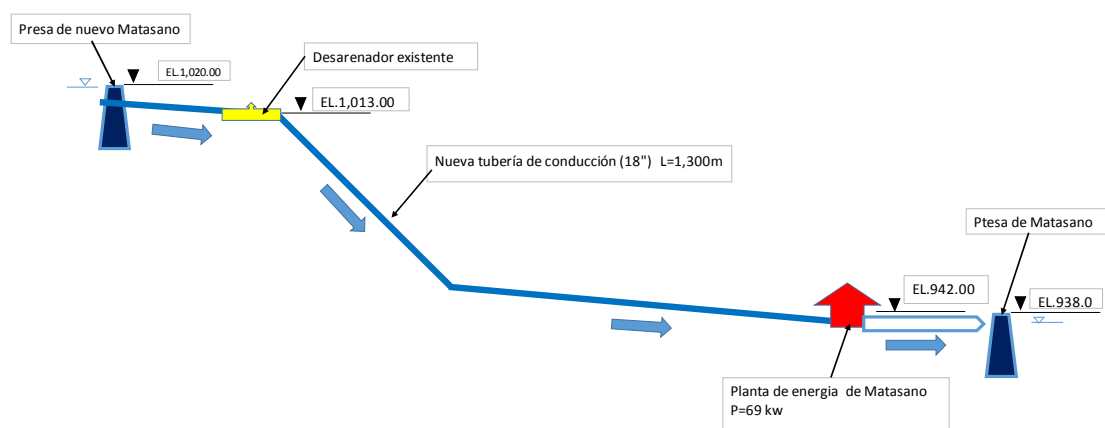


Figura 4 Plan de generación hidroeléctrica de Matasano

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Tabla 2 Principales especificaciones de la Planta de Matasano y la Planta de Ceibita

	Planta de Matasano	Planta de Ceibita
Consumo máximo (m3/segundo)	0.16	0.095
Diferencia de elevación (Carga estática) (m)	75.00	76.00
Potencia máxima (kJ/s)	69	47
Producción anual de energía (J)	1.746×10^{12} (485Mwh)	1.271×10^{12} (353Mwh)
Captación de agua	Se instala en el curso inferior de las Nuevas obras de captación de agua de Matasano.	Se desvía desde la tubería de conducción actual.
Tubería de conducción	Tubería de fundición dúctil expuesta o enterrada (18")	Tubería de fundición dúctil expuesta o enterrada (14") unos 500m
Tubería de descarga de agua	Canal abierto, unos 30m	Tubería de fundición dúctil expuesta o enterrada (12"), unos 1,000m
Planta hidroeléctrica	Edificio de una sola planta de unos 300m ² de superficie construida	Edificio de una sola planta de unos 300m ² de superficie construida
Generador hidroeléctrico	Generador hidroeléctrico de bomba inversa, generador síncrono	Generador hidroeléctrico de flujo cruzado, generador síncrono

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Tabla 3 Costo aproximado de construcción de la Planta hidroeléctrica

(Unidad: yenes)

Nombre de la Planta hidroeléctrica		Matasano	Ceibita	Observaciones
Potencia máxima (kw)		69kw	47kw	
Edificios	Edificio de la Planta hidroeléctrica	10,500,000	6,000,000	Edificio de una sola planta
Obras				
	Obras de captación de agua	13,620,000	0	En caso del plan de generación hidroeléctrica de Ceibita, se desvía el agua desde la tubería de conducción actual, por lo tanto, no necesita estos equipos.
	Boca toma	6,000,000	0	
	Cedazo y puerta de descarga de sedimentos	1,200,000	0	
	Desarenador	8,000,000	0	
	Puerta de expulsión de arena	1,600,000	0	
	Tubería de línea	102,560,000	86,350,000	Tubería de fundición dúctil
	Boca de descarga	6,000,000	2,000,000	
	Obras misceláneas	13,898,000	8,835,000	Cerco alrededor de la Planta hidroeléctrica, lámparas, muro de contención, etc.
Subtotal		152,878,000	97,185,000	
Dispositivos mecánicos				
	Bases	2,000,000	1,362,000	Bases de cemento para el generador hidroeléctrico
	Dispositivos misceláneos	200,000	136,000	Bases para válvulas, transformadores, etc.

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Subtotal		2,200,000	1,498,000	
Aparatos eléctricos				
	Generador hidroeléctrico	20,000,000	13,623,000	Generador hidroeléctrico de bomba inversa y generador hidroeléctrico de flujo cruzado
	Generador	8,000,000	5,449,000	Generador síncrono
	Otros aparatos	18,200,000	12,397,000	Control en la máquina y control remoto, y paneles
Subtotal		46,200,000	31,469,000	
Instalaciones temporales		10,589,000	6,808,000	Oficina en el sitio, renta de quipos comunes, etc.
Gastos corrientes totales		15,566,000	10,007,000	Gastos corrientes indirectos durante la construcción
Subtotal		237,933,000	152,967,000	
Gastos de aporte		2,379,000	1,530,000	
Gastos de cableado de transmisión		12,000,000	12,000,000	
Gran total		252,312,000 (48,907,153)	166,497,000 (32,273,115)	
Costo total del Proyecto		418,809,000 (81,180,267)		

Nota: Los valores entre paréntesis () son en lempiras (HNL). Conversión: 1 USD = 116.35 JPY, 1 HNL = 5.159 JPY.
Fuente: Equipo de Estudio de JICA

4 Evaluación financiera y económica del negocio de mini planta hidroeléctrica

4-1 Objetivo de la introducción de la mini planta hidroeléctrica en el presente Proyecto

La mini planta hidroeléctrica en el presente Proyecto tiene como objetivo obtener las utilidades financieras de SAC a través de la mitigación de la tarifa eléctrica por consumo mediante la compensación del consumo energético o la compraventa de energía o bien a través del incremento de ingresos mediante la venta de energía a la compañía eléctrica.

Generalmente, la introducción de la mini planta hidroeléctrica en un proyecto de agua potable tiene como objetivo facilitar un suministro estable de agua cuando el suministro de energía eléctrica es insuficiente o inestable, o bien garantizar la energía eléctrica propia para poder brindar servicio de agua potable en una zona donde no existe suministro de energía eléctrica. En estos casos, los beneficios del proyecto, incluyendo el de la mini planta hidroeléctrica, serían el incremento cuantitativo y la mejoría cualitativa del servicio de agua potable. No obstante, en caso del presente Proyecto, el suministro de energía eléctrica no es un factor limitante del incremento cuantitativo y la mejoría cualitativa del servicio de agua potable, por ende, no se puede contabilizar como beneficios de la mini planta hidroeléctrica.

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Por consiguiente, en el presente Proyecto, la pertinencia de la introducción de la mini planta hidroeléctrica se determina por los efectos financieros de SAC.

A continuación, se realizará el análisis financiero y económico según las condiciones de cálculo indicadas en la Tabla 4.

Tabla 4 Condiciones de cálculo

Condiciones	Planta hidroeléctrica a construir			Observaciones
	Matasano	Ceibita	Matasano + Ceibita	
Costo de construcción (millones de HNL)	48.91	32.27	81.18	
Costo de construcción para operación y mantenimiento (millones de HNL)	44.02	29.05	73.06	
Costo de reemplazo del generador (millones de HNL)	9.78	6.45	16.24	Se reemplaza a los 20 años después del inicio de la operación.
Relación de costo para operación y mantenimiento (para gastos fijos) (%)	1.5	1.5	1.5	
Energía generada (MWh/año)	485	353	838	
Pérdidas de transmisión (%)	10	10	10	
Energía vendida (MWh/año)	437	318	754	
Tasa de descuento (%)	10	10	10	
Precio unitario de la energía vendida (USD/kwh)	0.05 (precio mínimo previsto) 0.07 0.09 0.1114 (valor obtenido antes de la reforma a la Ley en 2014)			Para calcular el umbral de rentabilidad, se presumen cuatro precios de venta.

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

En los Cuadros del Apéndice del 1 al 12 se muestran los resultados de los cálculos del análisis financiero.

Cabe señalar que el análisis financiero de SAC considera como egreso el costo de operación y mantenimiento (incluyendo el reemplazo del generador) y los gastos necesarios para la adquisición del terreno para la Planta hidroeléctrica. Para el costo de adquisición del terreno, se estableció el 1% del costo de construcción.¹

4-2 Análisis financiero de SAC

(1) En caso de la venta de toda la energía generada

En la Tabla 5 se muestran los resultados del análisis financiero cuando el precio de venta de energía a ENEE es de 0.05 USD/kwh (precio insinuado por ENEE como precio mínimo), 0.11114 USD/kwh (precio de compra garantizado hasta antes de la reforma a la Ley en 2014) y 0.07 USD/kwh y 0.09

¹ En el “Estudio Preliminar del Plan de Introducción de la Mini Planta Hidroeléctrica en el Sistema de Suministro de Agua en la Ciudad de Tegucigalpa”, se supone el 1.5% para el costo de adquisición del terreno. En caso de Tegucigalpa, el terreno a adquirir se encuentra en el casco urbano, sin embargo, en el presente Proyecto, el terreno a adquirir son montes y bosques. Por esta razón, se estableció el 1%.

USD/kwh como precios intermedios.

En tres casos de la construcción de Sólo la Planta de Matasano, Sólo la Planta de Ceibita y Ambas Plantas, cuando el precio de compra es de 0.07 USD/kwh, el costo será superior a las utilidades, por lo tanto, la mini planta hidroeléctrica se convertiría en una carga financiera para SAC.

Tabla 5 Resultados de la evaluación financiera de SAC

Precio unitario de la energía vendida	Inflación (%)	Planta hidroeléctrica ¹	Costo de Valor Actual ² (millones de HNL)	Utilidades de Valor Actual ³ (millones de HNL)	Utilidades de Valor Actual Neto (>0)	Relación Beneficio/Costo (>1)	Tasa interna de retorno (>10%)
1.128 (0.05 USD)	0	M	7.57	4.38	-3.19	0.58	-
	0	C	5.00	3.18	-1.81	0.64	-
	0	M+C	12.57	7.56	-5.00	0.60	-
1.579 (0.07 USD)	0	M	7.57	6.13	-1.44	0.81	-
	0	C	5.00	4.46	-0.54	0.89	-
	0	M+C	12.57	10.59	-1.98	0.84	-
2.030 (0.09 USD)	0	M	7.57	7.88	0.31	1.04	6.11%
	0	C	5.00	5.73	0.74	1.15	46.64%
	0	M+C	12.57	13.61	1.05	1.08	39.82%
2.512 (0.11114 USD)	0	M	7.57	9.76	2.19	1.29	60.05%
	0	C	5.00	7.10	2.10	1.42	71.24%
	0	M+C	12.57	16.85	4.29	1.34	64.62%

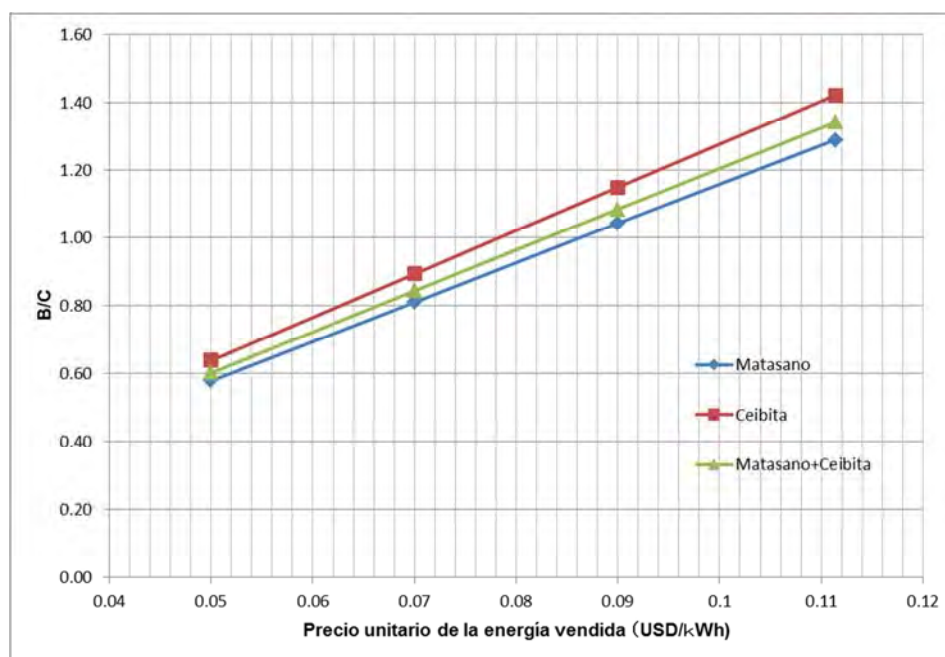
1: M: Planta de Matasano, C: Planta de Ceibita, M+C: Construcción de ambas plantas de Matasano y Ceibita.

2: Costo de operaciones de SAC (1% del costo de construcción), costo de reemplazo del generador a los 20 años y valor actual del costo de operación para 40 años.

3: Valor actual del ingreso proveniente de la venta de energía para 40 años.

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

En la Figura 5 se muestra el precio de la energía vendida y la relación Beneficio/Costo (B/C). Como se muestra en la Tabla 6, el umbral de rentabilidad oscila entre 0.078 y 0.086 USD/kwh dependiendo de la Planta hidroeléctrica a construir.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5 Precio de la energía vendida y Relación Beneficio/Costo (B/C)

Tabla 6 Umbral de rentabilidad

Inflación (%)	Planta hidroeléctrica	Umbral de rentabilidad (USD/kwh)
0	Matasano	0.086
	Ceibita	0.078
	Matasano + Ceibita	0.083

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Por consiguiente, únicamente cuando se garantiza el precio de la energía vendida entre 0.078 y 0.086 USD/kwh, se puede afirmar que es factible la introducción de la mini planta hidroeléctrica desde el punto de vista de la evaluación financiera de SAC.

(2) Cuando el consumo energético se compensa con la energía generada

Según el sistema jurídico vigente, se puede compensar el consumo energético con la energía generada siempre y cuando la generación de energía y el consumo ocurren en la misma propiedad, pagando únicamente el faltante. Sin embargo, la energía sobrante no se compra en efectivo sino se emite un crédito para poder pagar la tarifa eléctrica cuando hay faltante en la energía generada.

En el presente Proyecto, la Planta hidroeléctrica se construirá en un lugar diferente de la planta potabilizadora actual, por lo que el sistema de compensación no se aplica en el sistema jurídico vigente. Si se pudiera compensar el consumo energético de la planta potabilizadora actual con la energía generada por la mini planta hidroeléctrica, el precio de compra sería mayor que el precio de la energía vendida, por lo tanto SAC obtendría mayores utilidades financieras. Aquí, para fines de

referencia, se realizó el análisis financiero considerando la reducción de la tarifa eléctrica producto de la compensación como utilidades financieras de SAC.

Monto esperado en la reducción de la tarifa eléctrica producto de la compensación

El monto reducido de la tarifa eléctrica reducida por la compensación se calculó sobre los resultados obtenidos de la operación del 2009 cuando funcionaba el sistema de la planta potabilizadora actual y existían registros de consumo energético y tarifa eléctrica pagada.

Como la planta potabilizadora actual se operaba únicamente cuando se alcanzaban altos niveles de turbiedad en el agua cruda, el consumo energético mensual varía dependiendo de las fluctuaciones de la operación de la planta potabilizadora. En la Tabla 7 se muestra el consumo energético y la tarifa eléctrica pagada de los meses con funcionamiento al 100%, 50% y 0% de la planta potabilizadora.

La planta potabilizadora actual tiene lámparas interiores, bombas, etc. aparte de la propia planta potabilizadora. Esto hace que la planta potabilizadora siempre consume 4,000kwh aunque sea el 0% la tasa de funcionamiento de la planta. El consumo energético de la planta potabilizadora con funcionamiento al 100% y 50% es de 10,000kwh y 5,000kwh respectivamente. La tarifa eléctrica pagada se divide en dos partes, la parte de la tarifa convencional proporcional a todo el consumo energético y la parte de la penalización. La parte de la penalización se refiere al cobro del consumo faltante cuando el consumo de energía no alcanza a la potencia contratada.²

Tabla 7 Consumo energético y tarifa eléctrica pagada de la planta potabilizadora actual (estimación a partir de los resultados obtenidos de la operación del 2009)

Condiciones de operación	Tasa de funcionamiento de la planta potabilizadora actual	100%	50%	0%
Consumo energético (kwh/mes)	Consumo energético de la planta potabilizadora (excepto la operación de la planta potabilizadora)	4,000	4,000	4,000
	Consumo energético de la operación de la planta potabilizadora	10,000	5,000	0
	Total de consumo energético	14,000	9,000	4,000
Tarifa eléctrica pagada (HNL/mes)	Tarifa convencional	67,000	36,000	15,000
	Penalización (en caso del contrato de 20,000kwh/mes)	1,616	10,000	20,000
	Total de tarifa eléctrica pagada ^{Nota}	68,616	46,000	35,000

Nota: Aunque se desconocen los detalles de la tarifa eléctrica (precio de compra) de aquel entonces, según el cálculo retrospectivo del consumo energético y la tarifa eléctrica de esta Tabla, se obtiene el resultado de 3.8 a 4.9 HNL/kwh (de 0.19 a 0.24 USD/kwh).

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Se calcularon el consumo energético anual y la tarifa eléctrica pagada como se muestra en la Tabla 8

² Según ENEE, en caso de la planta potabilizadora actual, se podría reducir la parte de la penalización si se modifica la potencia contratada.

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

sobre la base de las siguientes premisas: El agua cruda de la planta potabilizadora actual son aguas del arroyo de las montañas aledañas. Cuando hace sol, el agua está clara y no hay necesidad de tratamiento de potabilización. La planta potabilizadora se opera únicamente cuando se elevan niveles de turbiedad producto de las lluvias. La planta no se opera durante 5 meses en verano suponiendo 7 meses de período de invierno. La planta se opera con funcionamiento al 50% mensual durante el primer mes y el último mes del período de invierno y el resto del período, al 100%.

Si suministrara la energía eléctrica mediante la mini planta hidroeléctrica, ya no será necesario pagar la tarifa convencional de 410,000 HNL. En la práctica, existe la tarifa de penalización por la potencia contratada, por lo tanto hay que deducir esta cantidad, sin embargo, aquí se presume que con una contratación adecuada no sería necesario pagar la tarifa de penalización, así que las utilidades producto de la compensación será de 410,000 HNL/año.

Tabla 8 Tarifa eléctrica cuando se opera la planta potabilizadora actual

Operación	Meses	Tarifa eléctrica mensual (HNL/mes)		Tarifa eléctrica anual (HNL/año)	
		Tarifa convencional	Penalización	Tarifa convencional	Penalización
Sin operación	5	15,000	20,000	75,000	100,000
Con operación (50%)	2	36,000	10,000	72,000	20,000
Con operación (100%)	5	67,000	1,616	335,000	8,080
Tarifa anual total				410,000	108,080

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Análisis financiero cuando se considera la tarifa eléctrica reducida por la compensación como utilidades

Como se muestra en la Tabla 7, el consumo energético de la planta potabilizadora actual cuando se opera la planta potabilizadora es de 14,000 kwh/mes (168,000 kwh/año), y es asumible con la producción de sólo la Planta de Ceibita (353,000 kwh/año).³ Por consiguiente, se realizó el análisis financiero para el caso (1) construcción de Sólo la Planta de Ceibita con la venta de toda la energía generada estableciendo 410,000 HNL/año como utilidades y se obtuvieron resultados como se muestran en la Tabla 9 donde el egreso es superior a las utilidades con el valor actual para 40 años, es decir, no se generarán utilidades financieras para SAC.

³ Sin embargo, considerado el 10% por pérdidas de transmisión, la energía prácticamente disponible es de 318,000 kwh/año.

Tabla 9 Evaluación financiera cuando se considera la tarifa eléctrica reducida por la compensación como utilidades

Costo de Valor Actual ¹ (millones de HNL)	Utilidades de Valor Actual ² (millones de HNL)	Utilidades de Valor Actual Neto (>0)	Relación Beneficio/Costo (>1)	Tasa interna de retorno (>10%)
4.40	3.64	-0.76	0.83	-

1: Costo de operaciones de SAC (1% del costo de construcción), costo de reemplazo del generador a los 20 años y valor actual del costo de operación para 40 años.

2: Valor actual de las utilidades producto de la compensación para 40 años.

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

4-3 Análisis económico del Proyecto

Para valorar la pertinencia de la inversión, se realizará un análisis económico tomando en cuenta todo el costo de construcción.

En este caso, por ejemplo, en caso de un proyecto de agua potable, las utilidades económicas contabilizan los beneficios obtenidos por el desarrollo industrial con el aumento de las áreas de suministro y del caudal de suministro, por el alza de los precios de los terrenos y por la disminución de la tasa de morbilidad producto del suministro de agua segura. No obstante, la introducción de la mini planta hidroeléctrica, como se mencionó al inicio del presente escrito, no conlleva el impacto a la mejora del servicio de agua potable, por consiguiente, las utilidades se limitan únicamente al ingreso proveniente de la venta de energía.

En la Tabla 10 se muestran los resultados del análisis económico cuando el precio de la energía vendida es el más favorable con 0.1114 USD/kwh, sin embargo, económicamente no es nada rentable.

Tabla 10 Resultados del análisis económico cuando el precio de la energía vendida es el más favorable con 0.1114 USD/kwh

Precio unitario de la energía vendida	Inflación (%)	Planta hidroeléctrica	Costo de Valor Actual (millones de HNL)	Utilidades de Valor Actual (millones de HNL)	Utilidades de Valor Actual Neto (>0)	Relación Beneficio/Costo (>1)	Tasa interna de retorno (>10%)
2.512 (0.1114 USD)	0	M	55.11	9.76	-45.36	0.19	-6.21%
	0	S	36.37	7.10	--29.27	0.20	-5.10%
	0	M+S	91.47	16.85	-74.62	0.18	-6.74%

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

5. Conclusión

Para SAC, el negocio es financieramente rentable únicamente cuando se garantiza un precio de la energía vendida mayor a 0.075 - 0.084 USD/kwh. Mientras no se garantiza este precio, la ejecución del negocio traerá consecuencias negativas tanto para SAC como para el Proyecto de cooperación no

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

reembolsable.

Además, aunque hipotéticamente se garantice el precio de la energía vendida mayor a 0.075 - 0.084 USD/kwh, realizar una inversión de más de 5 veces mayor que las utilidades para 40 años, en relación al valor actual, no es pertinente como Proyecto de cooperación no reembolsable.

Por lo anterior, se determinó que la construcción del sistema de mini planta hidroeléctrica a través del Proyecto de cooperación no reembolsable (SAC asume el 1% del costo de construcción como costo de adquisición del terreno) no es pertinente como Proyecto de cooperación no reembolsable ya que no se garantiza el precio unitario de la energía vendida que genere las utilidades financieras para SAC, y aunque hipotéticamente se garantice el precio unitario de la energía vendida que genere las utilidades financieras para SAC, invertir en la construcción cuyo costo asciende a más de 20 veces mayor que las utilidades para 40 años de SAC no es adecuado.

Durante el estudio adicional de octubre del 2015 se explicó lo anterior ante SAC y SANAA y se llegó al acuerdo de que la introducción de la mini planta hidroeléctrica estará fuera del alcance del presente Proyecto.

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Cuadro del apéndice-1

Planta de energía de Celbita							0.1114 USD								
Condición															
			Costo del proyecto		32.27	MHNL			La producción anual de energía		353	MWh/año			
			Costo del proyecto para O&M		29.05	MHNL			Pérdida de transmisión		10%				
			Costo de reemplazo del generador		6.45	MHNL			Energía anual vendida		318	MWh/año			
			Costo de corrección para el costo anterior		6.45	MHNL			Precio unitario de la energía vendida		2.512	HNL/kWh			
			Factor de corrección		1.00				Tasa de descuento		10%				
			Relación de costos de O&M		1.50%				Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh			
			Gasto				Ingresos		Flujo de fondos	Valor presente					
			Costo del proyecto	Coste fijo	Coste variable	Total (C)	Energía anual vendida	Ingresos (B)	B-C	Descuento	Gastos	Ingresos	B-C		
Año	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL		
2018	1		0.258			0.26			-0.26	1.000	0.26	0.00	-0.26		
2019	2		0.065			0.06			-0.06	0.909	0.06	0.00	-0.06		
2020	3	1		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.826	0.36	0.66	0.30		
2021	4	2		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.751	0.33	0.60	0.27		
2022	5	3		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.683	0.30	0.55	0.25		
2023	6	4		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.621	0.27	0.50	0.22		
2024	7	5		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.564	0.25	0.45	0.20		
2025	8	6		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.513	0.22	0.41	0.19		
2026	9	7		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.467	0.20	0.37	0.17		
2027	10	8		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.424	0.19	0.34	0.15		
2028	11	9		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.386	0.17	0.31	0.14		
2029	12	10		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.350	0.15	0.28	0.13		
2030	13	11		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.319	0.14	0.25	0.12		
2031	14	12		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.290	0.13	0.23	0.10		
2032	15	13		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.263	0.12	0.21	0.10		
2033	16	14		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.239	0.10	0.19	0.09		
2034	17	15		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.218	0.10	0.17	0.08		
2035	18	16		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.198	0.09	0.16	0.07		
2036	19	17		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.180	0.08	0.14	0.06		
2037	20	18		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.164	0.07	0.13	0.06		
2038	21	19		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.149	0.06	0.12	0.05		
2039	22	20		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.135	0.06	0.11	0.05		
2040	23	21	6.45	0.44	0.00	6.89	318	0.798	-6.09	0.123	0.85	0.10	-0.75		
2041	24	22		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.112	0.05	0.09	0.04		
2042	25	23		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.102	0.04	0.08	0.04		
2043	26	24		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.092	0.04	0.07	0.03		
2044	27	25		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.084	0.04	0.07	0.03		
2045	28	26		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.076	0.03	0.06	0.03		
2046	29	27		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.069	0.03	0.06	0.03		
2047	30	28		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.063	0.03	0.05	0.02		
2048	31	29		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.057	0.03	0.05	0.02		
2049	32	30		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.052	0.02	0.04	0.02		
2050	33	31		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.047	0.02	0.04	0.02		
2051	34	32		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.043	0.02	0.03	0.02		
2052	35	33		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.039	0.02	0.03	0.01		
2053	36	34		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.036	0.02	0.03	0.01		
2054	37	35		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.032	0.01	0.03	0.01		
2055	38	36		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.029	0.01	0.02	0.01		
2056	39	37		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.027	0.01	0.02	0.01		
2057	40	38		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.024	0.01	0.02	0.01		
2058	41	39		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.022	0.01	0.02	0.01		
2059	42	40		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.020	0.01	0.02	0.01		
			6.78	17.43	0.06	24.26	12,708.00	31.93	7.66		5.00	7.10	2.10		
			PV Costs =				5.00	PV Benefits =		7.10	EIRR =		71.24%		
			PV net Benefits (B-C) =				2.10	B/C Ratio =		1.42					

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Cuadro del apéndice-2

Planta de energía de Matasano							0.07 USD								
Condición															
			Costo del proyecto		48.91	MHNL			La producción anual de energía		485	MWh/año			
			Costo del proyecto para O&M		44.02	MHNL			Pérdida de transmisión		10%				
			Costo de reemplazo del generador		9.78	MHNL			Energía anual vendida		437	MWh/año			
			Costo de corrección para el costo anterior		9.78	MHNL			Precio unitario de la energía vendida		1.579	HNL/kWh			
			Factor de corrección		1.00				Tasa de descuento		10%				
			Relación de costos de O&M		1.50%				Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh			

Apéndice 2:

Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Cuadro del apéndice-3

Planta de energía de Matasano							0.09 USD							
Condición														
Costo del proyecto			48.91	MHNL			La producción anual de energía		465	MWh/año				
Costo del proyecto para O&M			44.02	MHNL			Pérdida de transmisión		10%					
Costo de reemplazo del generador			9.78	MHNL			Energía anual vendida		437	MWh/año				
Costo de corrección para el costo anterior			9.78	MHNL			Precio unitario de la energía vendida		2.030	HNL/kWh				
Factor de corrección			1.00				Tasa de descuento		10%					
Relación de costos de O&M			1.50%				Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh				
			Gasto				Ingresos		Flujo de fondos	Valor presente				
			Costo del proyecto	Coste fijo	Coste variable	Total (C)	Energía anual vendida	Ingresos (B)	B-C	Descuento	Gastos	Ingresos	B-C	
Año	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL	
2018	1		0.391			0.39			-0.39	1.000	0.39	0.00	-0.39	
2019	2		0.098			0.10			-0.10	0.909	0.09	0.00	-0.09	
2020	3	1		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.826	0.55	0.73	0.19	
2021	4	2		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.751	0.50	0.67	0.17	
2022	5	3		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.683	0.45	0.61	0.15	
2023	6	4		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.621	0.41	0.55	0.14	
2024	7	5		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.564	0.37	0.50	0.13	
2025	8	6		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.513	0.34	0.45	0.12	
2026	9	7		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.467	0.31	0.41	0.10	
2027	10	8		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.424	0.28	0.38	0.10	
2028	11	9		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.386	0.26	0.34	0.09	
2029	12	10		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.350	0.23	0.31	0.08	
2030	13	11		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.319	0.21	0.28	0.07	
2031	14	12		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.290	0.19	0.26	0.06	
2032	15	13		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.263	0.17	0.23	0.06	
2033	16	14		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.239	0.16	0.21	0.05	
2034	17	15		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.218	0.14	0.19	0.05	
2035	18	16		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.198	0.13	0.18	0.04	
2036	19	17		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.180	0.12	0.16	0.04	
2037	20	18		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.164	0.11	0.14	0.04	
2038	21	19		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.149	0.10	0.13	0.03	
2039	22	20		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.135	0.09	0.12	0.03	
2040	23	21	9.78	0.66	0.00	10.44	437	0.887	-9.56	0.123	1.28	0.11	-1.17	
2041	24	22		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.112	0.07	0.10	0.03	
2042	25	23		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.102	0.07	0.09	0.02	
2043	26	24		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.092	0.06	0.08	0.02	
2044	27	25		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.084	0.06	0.07	0.02	
2045	28	26		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.076	0.05	0.07	0.02	
2046	29	27		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.069	0.05	0.06	0.02	
2047	30	28		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.063	0.04	0.06	0.02	
2048	31	29		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.057	0.04	0.05	0.02	
2049	32	30		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.052	0.03	0.05	0.02	
2050	33	31		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.047	0.03	0.04	0.02	
2051	34	32		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.043	0.03	0.04	0.02	
2052	35	33		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.039	0.03	0.03	0.02	
2053	36	34		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.036	0.02	0.03	0.02	
2054	37	35		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.032	0.02	0.03	0.02	
2055	38	36		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.029	0.02	0.03	0.02	
2056	39	37		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.027	0.02	0.02	0.02	
2057	40	38		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.024	0.02	0.02	0.02	
2058	41	39		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.022	0.01	0.02	0.00	
2059	42	40		0.66	0.00	0.66	437	0.887	0.22	0.020	0.01	0.02	0.00	
			10.27	26.41	0.08	36.76	17,472.20	35.46	-1.30		7.57	7.88	0.33	
			PV Costs =			7.57	PV Benefits =		7.88	EIRR =		6.11%		
			PV net Benefits (B-C) =			0.31	B/C Ratio =		1.04					

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Cuadro del apéndice-4

Planta de energía de Matasano							0.1114 USD								
Condición															
	Costo del proyecto			48.91	MHNL			La producción anual de energía		485	MWh/año				
	Costo del proyecto para O&M			44.02	MHNL			Pérdida de transmisión		10%					
	Costo de reemplazo del generador			9.78	MHNL			Energía anual vendida		437	MWh/año				
	Costo de corrección para el costo anterior			9.78	MHNL			Precio unitario de la energía vendida		2.512	HNL/kWh				
	Factor de corrección			1.00				Tasa de descuento		10%					
	Relación de costos de O&M			1.50%				Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh				

Cuadro del apéndice-5

Planta de energía de Celbita						0.05 USD								
Condición														
		Costo del proyecto		32.27	MHNL			La producción anual de energía		353	MWh/año			
		Costo del proyecto para O&M		29.05	MHNL			Pérdida de transmisión		10%				
		Costo de reemplazo del generador		6.45	MHNL			Energía anual vendida		318	MWh/año			
		Costo de corrección para el costo anterior		6.45	MHNL			Precio unitario de la energía vendida		1.128	HNL/kWh			
		Factor de corrección		1.00				Tasa de descuento		10%				
		Relación de costos de O&M		1.50%				Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh			
			Gasto				Ingresos		Flujo de fondos	Valor presente				
			Costo del proyecto	Coste fijo	Coste variable	Total (C)	Energía anual vendida	Ingresos (B)	B-C	Descuento	Gastos	Ingresos	B-C	
Año	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL	
2018	1		0.258			0.26			-0.26	1.000	0.26	0.00	-0.26	
2019	2		0.065			0.06			-0.06	0.909	0.06	0.00	-0.06	
2020	3	1		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.826	0.36	0.30	-0.07	
2021	4	2		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.751	0.33	0.27	-0.06	
2022	5	3		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.683	0.30	0.24	-0.05	
2023	6	4		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.621	0.27	0.22	-0.05	
2024	7	5		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.564	0.25	0.20	-0.04	
2025	8	6		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.513	0.22	0.18	-0.04	
2026	9	7		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.467	0.20	0.17	-0.04	
2027	10	8		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.424	0.19	0.15	-0.03	
2028	11	9		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.386	0.17	0.14	-0.03	
2029	12	10		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.350	0.15	0.13	-0.03	
2030	13	11		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.319	0.14	0.11	-0.03	
2031	14	12		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.290	0.13	0.10	-0.02	
2032	15	13		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.263	0.12	0.09	-0.02	
2033	16	14		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.239	0.10	0.09	-0.02	
2034	17	15		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.218	0.10	0.08	-0.02	
2035	18	16		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.198	0.09	0.07	-0.02	
2036	19	17		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.180	0.08	0.06	-0.01	
2037	20	18		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.164	0.07	0.06	-0.01	
2038	21	19		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.149	0.06	0.05	-0.01	
2039	22	20		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.135	0.06	0.05	-0.01	
2040	23	21	6.45	0.44	0.00	6.89	318	0.358	-6.53	0.123	0.85	0.04	-0.80	
2041	24	22		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.112	0.05	0.04	-0.01	
2042	25	23		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.102	0.04	0.04	-0.01	
2043	26	24		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.092	0.04	0.03	-0.01	
2044	27	25		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.084	0.04	0.03	-0.01	
2045	28	26		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.076	0.03	0.03	-0.01	
2046	29	27		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.069	0.03	0.02	-0.01	
2047	30	28		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.063	0.03	0.02	-0.00	
2048	31	29		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.057	0.03	0.02	-0.00	
2049	32	30		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.052	0.02	0.02	-0.00	
2050	33	31		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.047	0.02	0.02	-0.00	
2051	34	32		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.043	0.02	0.02	-0.00	
2052	35	33		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.039	0.02	0.01	-0.00	
2053	36	34		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.036	0.02	0.01	-0.00	
2054	37	35		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.032	0.01	0.01	-0.00	
2055	38	36		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.029	0.01	0.01	-0.00	
2056	39	37		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.027	0.01	0.01	-0.00	
2057	40	38		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.024	0.01	0.01	-0.00	
2058	41	39		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.022	0.01	0.01	-0.00	
2059	42	40		0.44	0.00	0.44	318	0.358	-0.08	0.020	0.01	0.01	-0.00	
			6.78	17.43	0.06	24.26	12,708.00	14.33	-9.93		5.00	3.18	-1.81	
						PV Costs =		5.00	PV Benefits =	3.18	EIRR =		#NUM!	
						PV net Benefits (B-C) =		(1.81)	B/C Ratio =		0.64			

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Cuadro del apéndice-6

Planta de energía de Ceibita							0.07 USD								
Condición															
			Costo del proyecto		32.27	MHNL			La producción anual de energía		353	MWh/año			
			Costo del proyecto para O&M		29.05	MHNL			Pérdida de transmisión		10%				
			Costo de reemplazo del generador		6.45	MHNL			Energía anual vendida		318	MWh/año			
			Costo de corrección para el costo anterior		6.45	MHNL			Precio unitario de la energía vendida		1.579	HNL/kWh			
			Factor de corrección		1.00			Tasa de descuento		10%					
			Relación de costos de O&M		1.50%			Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh				
			Gasto				Ingresos		Flujo de fondos	Valor presente					
			Costo del proyecto	Coste fijo	Coste variable	Total (C)	Energía anual vendida	Ingresos (B)	B-C	Descuento	Gastos	Ingresos	B-C		
Año	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL		
2018	1		0.258			0.26			-0.26	1.000	0.26	0.00	-0.26		
2019	2		0.065			0.06			-0.06	0.909	0.06	0.00	-0.06		
2020	3	1		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.826	0.36	0.41	0.05		
2021	4	2		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.751	0.33	0.38	0.05		
2022	5	3		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.683	0.30	0.34	0.04		
2023	6	4		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.621	0.27	0.31	0.04		
2024	7	5		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.564	0.25	0.28	0.04		
2025	8	6		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.513	0.22	0.26	0.03		
2026	9	7		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.467	0.20	0.23	0.03		
2027	10	8		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.424	0.19	0.21	0.03		
2028	11	9		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.386	0.17	0.19	0.02		
2029	12	10		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.350	0.15	0.18	0.02		
2030	13	11		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.319	0.14	0.16	0.02		
2031	14	12		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.290	0.13	0.15	0.02		
2032	15	13		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.263	0.12	0.13	0.02		
2033	16	14		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.239	0.10	0.12	0.02		
2034	17	15		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.218	0.10	0.11	0.01		
2035	18	16		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.198	0.09	0.10	0.01		
2036	19	17		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.180	0.08	0.09	0.01		
2037	20	18		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.164	0.07	0.08	0.01		
2038	21	19		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.149	0.06	0.07	0.01		
2039	22	20		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.135	0.06	0.07	0.01		
2040	23	21	6.45	0.44	0.00	6.89	318	0.502	-6.39	0.123	0.85	0.06	-0.78		
2041	24	22		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.112	0.05	0.06	0.01		
2042	25	23		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.102	0.04	0.05	0.01		
2043	26	24		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.092	0.04	0.05	0.01		
2044	27	25		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.084	0.04	0.04	0.01		
2045	28	26		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.076	0.03	0.04	0.00		
2046	29	27		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.069	0.03	0.03	0.00		
2047	30	28		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.063	0.03	0.03	0.00		
2048	31	29		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.057	0.03	0.03	0.00		
2049	32	30		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.052	0.02	0.03	0.00		
2050	33	31		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.047	0.02	0.02	0.00		
2051	34	32		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.043	0.02	0.02	0.00		
2052	35	33		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.039	0.02	0.02	0.00		
2053	36	34		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.036	0.02	0.02	0.00		
2054	37	35		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.032	0.01	0.02	0.00		
2055	38	36		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.029	0.01	0.01	0.00		
2056	39	37		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.027	0.01	0.01	0.00		
2057	40	38		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.024	0.01	0.01	0.00		
2058	41	39		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.022	0.01	0.01	0.00		
2059	42	40		0.44	0.00	0.44	318	0.502	0.06	0.020	0.01	0.01	0.00		
			6.78	17.43	0.06	24.26	12,708.00	20.06	-4.20		5.00	4.46	-0.54		
			PV Costs =				5.00	PV Benefits =		4.46	EIRR =		#NUM!		
			PV net Benefits (B-C) =				(0.54)	B/C Ratio =		0.89					

Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Cuadro del apéndice-7

Planta de energía de Ceibita							0.09 USD						
Condición													
			Costo del proyecto		32.27	MHNL	La producción anual de energía		353	MWh/año			
			Costo del proyecto para O&M		29.05	MHNL	Pérdida de transmisión		10%				
			Costo de reemplazo del generador		6.45	MHNL	Energía anual vendida		318	MWh/año			
			Costo de corrección para el costo anterior		6.45	MHNL	Precio unitario de la energía vendida		2.030	HNL/kWh			
			Factor de corrección		1.00		Tasa de descuento		10%				
			Relación de costos de O&M		1.50%		Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh			
			Gasto				Ingresos		Flujo de fondos	Valor presente			
			Costo del proyecto	Coste fijo	Coste variable	Total (C)	Energía anual vendida	Ingresos (B)	B-C	Descuento	Gastos	Ingresos	B-C
			MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL
Año	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL
2018	1		0.258			0.26			-0.26	1.000	0.26	0.00	-0.26
2019	2		0.065			0.06			-0.06	0.909	0.06	0.00	-0.06
2020	3	1		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.826	0.36	0.53	0.17
2021	4	2		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.751	0.33	0.48	0.16
2022	5	3		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.683	0.30	0.44	0.14
2023	6	4		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.621	0.27	0.40	0.13
2024	7	5		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.564	0.25	0.36	0.12
2025	8	6		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.513	0.22	0.33	0.11
2026	9	7		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.467	0.20	0.30	0.10
2027	10	8		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.424	0.19	0.27	0.09
2028	11	9		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.386	0.17	0.25	0.08
2029	12	10		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.350	0.15	0.23	0.07
2030	13	11		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.319	0.14	0.21	0.07
2031	14	12		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.290	0.13	0.19	0.06
2032	15	13		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.263	0.12	0.17	0.05
2033	16	14		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.239	0.10	0.15	0.05
2034	17	15		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.218	0.10	0.14	0.05
2035	18	16		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.198	0.09	0.13	0.04
2036	19	17		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.180	0.08	0.12	0.04
2037	20	18		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.164	0.07	0.11	0.03
2038	21	19		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.149	0.06	0.10	0.03
2039	22	20		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.135	0.06	0.09	0.03
2040	23	21	6.45	0.44	0.00	6.89	318	0.645	-6.25	0.123	0.85	0.08	-0.77
2041	24	22		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.112	0.05	0.07	0.02
2042	25	23		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.102	0.04	0.07	0.02
2043	26	24		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.092	0.04	0.06	0.02
2044	27	25		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.084	0.04	0.05	0.02
2045	28	26		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.076	0.03	0.05	0.02
2046	29	27		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.069	0.03	0.04	0.01
2047	30	28		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.063	0.03	0.04	0.01
2048	31	29		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.057	0.03	0.04	0.01
2049	32	30		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.052	0.02	0.03	0.01
2050	33	31		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.047	0.02	0.03	0.01
2051	34	32		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.043	0.02	0.03	0.01
2052	35	33		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.039	0.02	0.03	0.01
2053	36	34		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.036	0.02	0.02	0.01
2054	37	35		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.032	0.01	0.02	0.01
2055	38	36		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.029	0.01	0.02	0.01
2056	39	37		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.027	0.01	0.02	0.01
2057	40	38		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.024	0.01	0.02	0.01
2058	41	39		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.022	0.01	0.01	0.00
2059	42	40		0.44	0.00	0.44	318	0.645	0.21	0.020	0.01	0.01	0.00
			6.78	17.43	0.06	24.26	12,708.00	25.79	1.53		5.00	5.73	0.74
			PVCosts =				5.00	PV Benefits =	5.73	EIRR =	46.64%		
			PV net Benefits (B-C) =				0.74	B/C Ratio =	1.15				

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Cuadro del apéndice-8

Planta de energía de Celbita							0.1114 USD								
Condición															
	Costo del proyecto		32.27	MHNL			La producción anual de energía		353	MWh/año					
	Costo del proyecto para O&M		29.05	MHNL			Pérdida de transmisión		10%						
	Costo de reemplazo del generador		6.45	MHNL			Energía anual vendida		318	MWh/año					
	Costo de corrección para el costo anterior		6.45	MHNL			Precio unitario de la energía vendida		2.512	HNL/kWh					
	Factor de corrección		1.00				Tasa de descuento		10%						
	Relación de costos de O&M		1.50%				Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh					
			Gasto				Ingresos		Flujo de fondos	Valor presente					
			Costo del proyecto	Coste fijo	Coste variable	Total (C)	Energía anual vendida	Ingresos (B)	B-C	Descuento	Gastos	Ingresos	B-C		
Año	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL		
2018	1		0.258			0.26			-0.26	1.000	0.26	0.00	-0.26		
2019	2		0.065			0.06			-0.06	0.909	0.06	0.00	-0.06		
2020	3	1		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.826	0.36	0.66	0.30		
2021	4	2		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.751	0.33	0.60	0.27		
2022	5	3		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.683	0.30	0.55	0.25		
2023	6	4		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.621	0.27	0.50	0.22		
2024	7	5		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.564	0.25	0.45	0.20		
2025	8	6		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.513	0.22	0.41	0.19		
2026	9	7		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.467	0.20	0.37	0.17		
2027	10	8		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.424	0.19	0.34	0.15		
2028	11	9		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.386	0.17	0.31	0.14		
2029	12	10		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.350	0.15	0.28	0.13		
2030	13	11		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.319	0.14	0.25	0.12		
2031	14	12		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.290	0.13	0.23	0.10		
2032	15	13		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.263	0.12	0.21	0.10		
2033	16	14		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.239	0.10	0.19	0.09		
2034	17	15		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.218	0.10	0.17	0.08		
2035	18	16		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.198	0.09	0.16	0.07		
2036	19	17		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.180	0.08	0.14	0.06		
2037	20	18		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.164	0.07	0.13	0.06		
2038	21	19		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.149	0.06	0.12	0.05		
2039	22	20		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.135	0.06	0.11	0.05		
2040	23	21	6.45	0.44	0.00	6.89	318	0.798	-6.09	0.123	0.85	0.10	-0.75		
2041	24	22		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.112	0.05	0.09	0.04		
2042	25	23		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.102	0.04	0.08	0.04		
2043	26	24		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.092	0.04	0.07	0.03		
2044	27	25		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.084	0.04	0.07	0.03		
2045	28	26		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.076	0.03	0.06	0.03		
2046	29	27		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.069	0.03	0.06	0.03		
2047	30	28		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.063	0.03	0.05	0.02		
2048	31	29		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.057	0.03	0.05	0.02		
2049	32	30		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.052	0.02	0.04	0.02		
2050	33	31		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.047	0.02	0.04	0.02		
2051	34	32		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.043	0.02	0.03	0.02		
2052	35	33		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.039	0.02	0.03	0.01		
2053	36	34		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.036	0.02	0.03	0.01		
2054	37	35		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.032	0.01	0.03	0.01		
2055	38	36		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.029	0.01	0.02	0.01		
2056	39	37		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.027	0.01	0.02	0.01		
2057	40	38		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.024	0.01	0.02	0.01		
2058	41	39		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.022	0.01	0.02	0.01		
2059	42	40		0.44	0.00	0.44	318	0.798	0.36	0.020	0.01	0.02	0.01		
			6.78	17.43	0.06	24.26	12,708.00	31.93	7.66		5.00	7.10	2.10		
			PV Costs =			5.00	PV Benefits =		7.10	EIRR =		71.24%			
			PV net Benefits (B-C) =			2.10	B/C Ratio =		1.42						

Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Cuadro del apéndice-9

Plantas de energía de Matasano y Ceibita							0.05 USD													
Condición																				
			Costo del proyecto		81.18	MHNL			La producción anual de energía		838	MWh/año								
			Costo del proyecto para O&M		73.06	MHNL			Pérdida de transmisión		10%									
			Costo de reemplazo del generador		16.24	MHNL			Energía anual vendida		755	MWh/año								
			Costo de corrección para el costo anterior		16.24	MHNL			Precio unitario de la energía vendida		1.128	HNL/kWh								
			Factor de corrección		1.00				Tasa de descuento		10%									
			Relación de costos de O&M		1.50%				Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh								
			Gasto				Ingresos		Flujo de fondos		Valor presente									
			Costo del proyecto		Coste fijo	Coste variable	Total (C)	Energía anual vendida		Ingresos (B)	B-C		Descuento	Gastos	Ingresos	B-C				
Año	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL		MWh	MHNL		MHNL			MHNL	MHNL	MHNL				
2018	1		0.649				0.65				-0.65		1.000	0.65	0.00	-0.65				
2019	2		0.162				0.16				-0.16		0.909	0.15	0.00	-0.15				
2020	3	1		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.826	0.91	0.70			-0.25				
2021	4	2		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.751	0.83	0.64			-0.19				
2022	5	3		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.683	0.75	0.58			-0.17				
2023	6	4		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.621	0.68	0.53			-0.15				
2024	7	5		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.564	0.62	0.48			-0.14				
2025	8	6		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.513	0.56	0.44			-0.13				
2026	9	7		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.467	0.51	0.40			-0.12				
2027	10	8		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.424	0.47	0.36			-0.11				
2028	11	9		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.386	0.42	0.33			-0.10				
2029	12	10		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.350	0.39	0.30			-0.09				
2030	13	11		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.319	0.35	0.27			-0.08				
2031	14	12		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.290	0.32	0.25			-0.07				
2032	15	13		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.263	0.29	0.22			-0.07				
2033	16	14		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.239	0.26	0.20			-0.06				
2034	17	15		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.218	0.24	0.19			-0.05				
2035	18	16		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.198	0.22	0.17			-0.05				
2036	19	17		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.180	0.20	0.15			-0.04				
2037	20	18		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.164	0.18	0.14			-0.04				
2038	21	19		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.149	0.16	0.13			-0.04				
2039	22	20		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.135	0.15	0.11			-0.03				
2040	23	21	16.24	1.10	0.00		17.33	755	0.851	-16.48	0.123	2.13	0.10			-2.02				
2041	24	22		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.112	0.12	0.10			-0.03				
2042	25	23		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.102	0.11	0.09			-0.03				
2043	26	24		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.092	0.10	0.08			-0.02				
2044	27	25		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.084	0.09	0.07			-0.02				
2045	28	26		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.076	0.08	0.06			-0.02				
2046	29	27		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.069	0.08	0.06			-0.02				
2047	30	28		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.063	0.07	0.05			-0.02				
2048	31	29		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.057	0.06	0.05			-0.02				
2049	32	30		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.052	0.06	0.04			-0.02				
2050	33	31		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.047	0.05	0.04			-0.02				
2051	34	32		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.043	0.05	0.04			-0.02				
2052	35	33		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.039	0.04	0.03			-0.02				
2053	36	34		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.036	0.04	0.03			-0.02				
2054	37	35		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.032	0.04	0.03			-0.02				
2055	38	36		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.029	0.03	0.03			-0.02				
2056	39	37		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.027	0.03	0.02			-0.02				
2057	40	38		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.024	0.03	0.02			-0.02				
2058	41	39		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.022	0.02	0.02			-0.02				
2059	42	40		1.10	0.00		1.10	755	0.851	-0.25	0.020	0.02	0.02			-0.02				

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Cuadro del apéndice-10

Plantas de energía de Matasano y Ceibita							0.07 USD							
Condición														
Costo del proyecto			81.18	MHNL			La producción anual de energía		838	MWh/año				
Costo del proyecto para O&M			73.06	MHNL			Pérdida de transmisión		10%					
Costo de reemplazo del generador			16.24	MHNL			Energía anual vendida		755	MWh/año				
Costo de corrección para el costo anterior			16.24	MHNL			Precio unitario de la energía vendida		1.579	HNL/kWh				
Factor de corrección			1.00				Tasa de descuento		10%					
Relación de costos de O&M			1.50%				Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh				
							Ingresos		Flujo de fondos		Valor presente			
							Energía anual vendida	Ingresos (B)	B-C		Descuento	Gastos	Ingresos	B-C
Año	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	Total (C)	MWh	MHNL	MHNL			MHNL	MHNL	MHNL
2018	1		0.649			0.65			-0.65		1.000	0.65	0.00	-0.65
2019	2		0.162			0.16			-0.16		0.909	0.15	0.00	-0.15
2020	3	1		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.826	0.91	0.98	0.08
2021	4	2		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.751	0.83	0.89	0.07
2022	5	3		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.683	0.75	0.81	0.06
2023	6	4		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.621	0.68	0.74	0.06
2024	7	5		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.564	0.62	0.67	0.05
2025	8	6		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.513	0.56	0.61	0.05
2026	9	7		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.467	0.51	0.56	0.04
2027	10	8		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.424	0.47	0.51	0.04
2028	11	9		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.386	0.42	0.46	0.04
2029	12	10		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.350	0.39	0.42	0.03
2030	13	11		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.319	0.35	0.38	0.03
2031	14	12		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.290	0.32	0.35	0.03
2032	15	13		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.263	0.29	0.31	0.02
2033	16	14		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.239	0.26	0.29	0.02
2034	17	15		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.218	0.24	0.26	0.02
2035	18	16		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.198	0.22	0.24	0.02
2036	19	17		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.180	0.20	0.21	0.02
2037	20	18		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.164	0.18	0.19	0.01
2038	21	19		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.149	0.16	0.18	0.01
2039	22	20		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.135	0.15	0.16	0.01
2040	23	21	16.24	1.10	0.00	17.33	755	1.191	-16.14		0.123	2.13	0.15	-1.98
2041	24	22		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.112	0.12	0.13	0.01
2042	25	23		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.102	0.11	0.12	0.01
2043	26	24		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.092	0.10	0.11	0.01
2044	27	25		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.084	0.09	0.10	0.01
2045	28	26		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.076	0.08	0.09	0.01
2046	29	27		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.069	0.08	0.08	0.01
2047	30	28		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.063	0.07	0.08	0.01
2048	31	29		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.057	0.06	0.07	0.01
2049	32	30		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.052	0.06	0.06	0.00
2050	33	31		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.047	0.05	0.06	0.00
2051	34	32		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.043	0.05	0.05	0.00
2052	35	33		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.039	0.04	0.05	0.00
2053	36	34		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.036	0.04	0.04	0.00
2054	37	35		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.032	0.04	0.04	0.00
2055	38	36		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.029	0.03	0.04	0.00
2056	39	37		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.027	0.03	0.03	0.00
2057	40	38		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.024	0.03	0.03	0.00
2058	41	39		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.022	0.02	0.03	0.00
2059	42	40		1.10	0.00	1.10	755	1.191	0.09		0.020	0.02	0.02	0.00
			17.05	43.84	0.14	61.03	30,180.20	47.65	-13.38			12.57	10.59	-1.98
			PV Costs =			12.57	PV Benefits =		10.59	EIRR =	#NUM!			
			PV net Benefits (B-C) =			(1.98)	B/C Ratio =		0.84					

Apéndice 2:

Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Cuadro del apéndice-11

Plantas de energía de Matasano y Ceibita							0.09 USD								
Condición															
	Costo del proyecto			81.18	MHNL		La producción anual de energía		838	MWh/año					
	Costo del proyecto para O&M			73.06	MHNL		Pérdida de transmisión		10%						
	Costo de reemplazo del generador			16.24	MHNL		Energía anual vendida		755	MWh/año					
	Costo de corrección para el costo anterior			16.24	MHNL		Precio unitario de la energía vendida		2.030	HNL/kWh					
	Factor de corrección			1.00			Tasa de descuento		10%						
	Relación de costos de O&M			1.50%			Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh					
			Gasto				Ingresos		Flujo de fondos	Valor presente					
			Costo del proyecto	Coste fijo	Coste variable	Total (C)	Energía anual vendida	Ingresos (B)	B-C	Descuento	Gastos	Ingresos	B-C		
Año	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL		
2018	1		0.649			0.65			-0.65	1.000	0.65	0.00	-0.65		
2019	2		0.162			0.16			-0.16	0.909	0.15	0.00	-0.15		
2020	3	1		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.826	0.91	1.27	0.36		
2021	4	2		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.751	0.83	1.15	0.32		
2022	5	3		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.683	0.75	1.05	0.30		
2023	6	4		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.621	0.68	0.95	0.27		
2024	7	5		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.564	0.62	0.86	0.24		
2025	8	6		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.513	0.56	0.79	0.22		
2026	9	7		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.467	0.51	0.71	0.20		
2027	10	8		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.424	0.47	0.65	0.18		
2028	11	9		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.386	0.42	0.59	0.17		
2029	12	10		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.350	0.39	0.54	0.15		
2030	13	11		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.319	0.35	0.49	0.14		
2031	14	12		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.290	0.32	0.44	0.13		
2032	15	13		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.263	0.29	0.40	0.11		
2033	16	14		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.239	0.26	0.37	0.10		
2034	17	15		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.218	0.24	0.33	0.09		
2035	18	16		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.198	0.22	0.30	0.09		
2036	19	17		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.180	0.20	0.28	0.08		
2037	20	18		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.164	0.18	0.25	0.07		
2038	21	19		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.149	0.16	0.23	0.06		
2039	22	20		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.135	0.15	0.21	0.06		
2040	23	21	16.24	1.10	0.00	17.33	755	1.531	-15.80	0.123	2.13	0.19	-1.94		
2041	24	22		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.112	0.12	0.17	0.05		
2042	25	23		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.102	0.11	0.16	0.04		
2043	26	24		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.092	0.10	0.14	0.04		
2044	27	25		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.084	0.09	0.13	0.04		
2045	28	26		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.076	0.08	0.12	0.03		
2046	29	27		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.069	0.08	0.11	0.03		
2047	30	28		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.063	0.07	0.10	0.03		
2048	31	29		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.057	0.06	0.09	0.02		
2049	32	30		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.052	0.06	0.08	0.02		
2050	33	31		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.047	0.05	0.07	0.02		
2051	34	32		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.043	0.05	0.07	0.02		
2052	35	33		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.039	0.04	0.06	0.02		
2053	36	34		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.036	0.04	0.05	0.02		
2054	37	35		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.032	0.04	0.05	0.01		
2055	38	36		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.029	0.03	0.05	0.01		
2056	39	37		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.027	0.03	0.04	0.01		
2057	40	38		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.024	0.03	0.04	0.01		
2058	41	39		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.022	0.02	0.03	0.01		
2059	42	40		1.10	0.00	1.10	755	1.531	0.43	0.020	0.02	0.03	0.01		
			17.05	43.84	0.14	61.03	30,180.20	61.26	0.23		12.57	13.61	1.05		
			PV Costs =			12.57	PV Benefits =		13.61	EIRR =		39.82%			
			PV net Benefits (B-C) =			1.05	B/C Ratio =		1.08						

Apéndice 2:
Plan de introducción de la mini planta hidroeléctrica

Cuadro del apéndice-12

Plantas de energía de Matasano y Ceibita							0.1114 USD							
Condición														
Costo del proyecto		81.18	MHNL				La producción anual de energía		838	MWh/año				
Costo del proyecto para O&M		73.06	MHNL				Pérdida de transmisión		10%					
Costo de reemplazo del generador		16.24	MHNL				Energía anual vendida		755	MWh/año				
Costo de corrección para el costo anterior		16.24	MHNL				Precio unitario de la energía vendida		2.512	HNL/kWh				
Factor de corrección		1.00					Tasa de descuento		10%					
Relación de costos de O&M		1.50%					Precio unitario CER		0.00	HNL/MWh				
			Gasto				Ingresos		Flujo de fondos	Valor presente				
			Costo del proyecto	Coste fijo	Coste variable	Total (C)	Energía anual vendida	Ingresos (B)	B-C	Descuento	Gastos	Ingresos	B-C	
Año	No.	No.	MHNL	MHNL	MHNL	MHNL	MWh	MHNL	MHNL		MHNL	MHNL	MHNL	
2018	1		0.649			0.65			-0.65	1.000	0.65	0.00	-0.65	
2019	2		0.162			0.16			-0.16	0.909	0.15	0.00	-0.15	
2020	3	1		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.826	0.91	1.57	0.66	
2021	4	2		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.751	0.83	1.42	0.60	
2022	5	3		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.683	0.75	1.29	0.54	
2023	6	4		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.621	0.68	1.18	0.49	
2024	7	5		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.564	0.62	1.07	0.45	
2025	8	6		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.513	0.56	0.97	0.41	
2026	9	7		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.467	0.51	0.88	0.37	
2027	10	8		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.424	0.47	0.80	0.34	
2028	11	9		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.386	0.42	0.73	0.31	
2029	12	10		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.350	0.39	0.66	0.28	
2030	13	11		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.319	0.35	0.60	0.25	
2031	14	12		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.290	0.32	0.55	0.23	
2032	15	13		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.263	0.29	0.50	0.21	
2033	16	14		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.239	0.26	0.45	0.19	
2034	17	15		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.218	0.24	0.41	0.17	
2035	18	16		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.198	0.22	0.38	0.16	
2036	19	17		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.180	0.20	0.34	0.14	
2037	20	18		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.164	0.18	0.31	0.13	
2038	21	19		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.149	0.16	0.28	0.12	
2039	22	20		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.135	0.15	0.26	0.11	
2040	23	21	16.24	1.10	0.00	17.33	755	1.896	-15.44	0.123	2.13	0.23	-1.90	
2041	24	22		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.112	0.12	0.21	0.09	
2042	25	23		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.102	0.11	0.19	0.08	
2043	26	24		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.092	0.10	0.17	0.07	
2044	27	25		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.084	0.09	0.16	0.07	
2045	28	26		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.076	0.08	0.14	0.06	
2046	29	27		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.069	0.08	0.13	0.06	
2047	30	28		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.063	0.07	0.12	0.05	
2048	31	29		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.057	0.06	0.11	0.05	
2049	32	30		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.052	0.06	0.10	0.04	
2050	33	31		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.047	0.05	0.09	0.04	
2051	34	32		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.043	0.05	0.08	0.03	
2052	35	33		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.039	0.04	0.07	0.03	
2053	36	34		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.036	0.04	0.07	0.03	
2054	37	35		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.032	0.04	0.06	0.03	
2055	38	36		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.029	0.03	0.06	0.02	
2056	39	37		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.027	0.03	0.05	0.02	
2057	40	38		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.024	0.03	0.05	0.02	
2058	41	39		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.022	0.02	0.04	0.02	
2059	42	40		1.10	0.00	1.10	755	1.896	0.80	0.020	0.02	0.04	0.02	
			17.05	43.84	0.14	61.03	30,180.20	75.82	14.80		12.57	16.85	4.29	
			PV Costs =			12.57	PV Benefits =		16.85	EIRR =		64.62%		
			PV net Benefits (B-C) =			4.29	B/C Ratio =		1.34					

RESULTADO DE LA ENCUESTA GEOTÉCNICA

(1) Ubicación de la encuesta

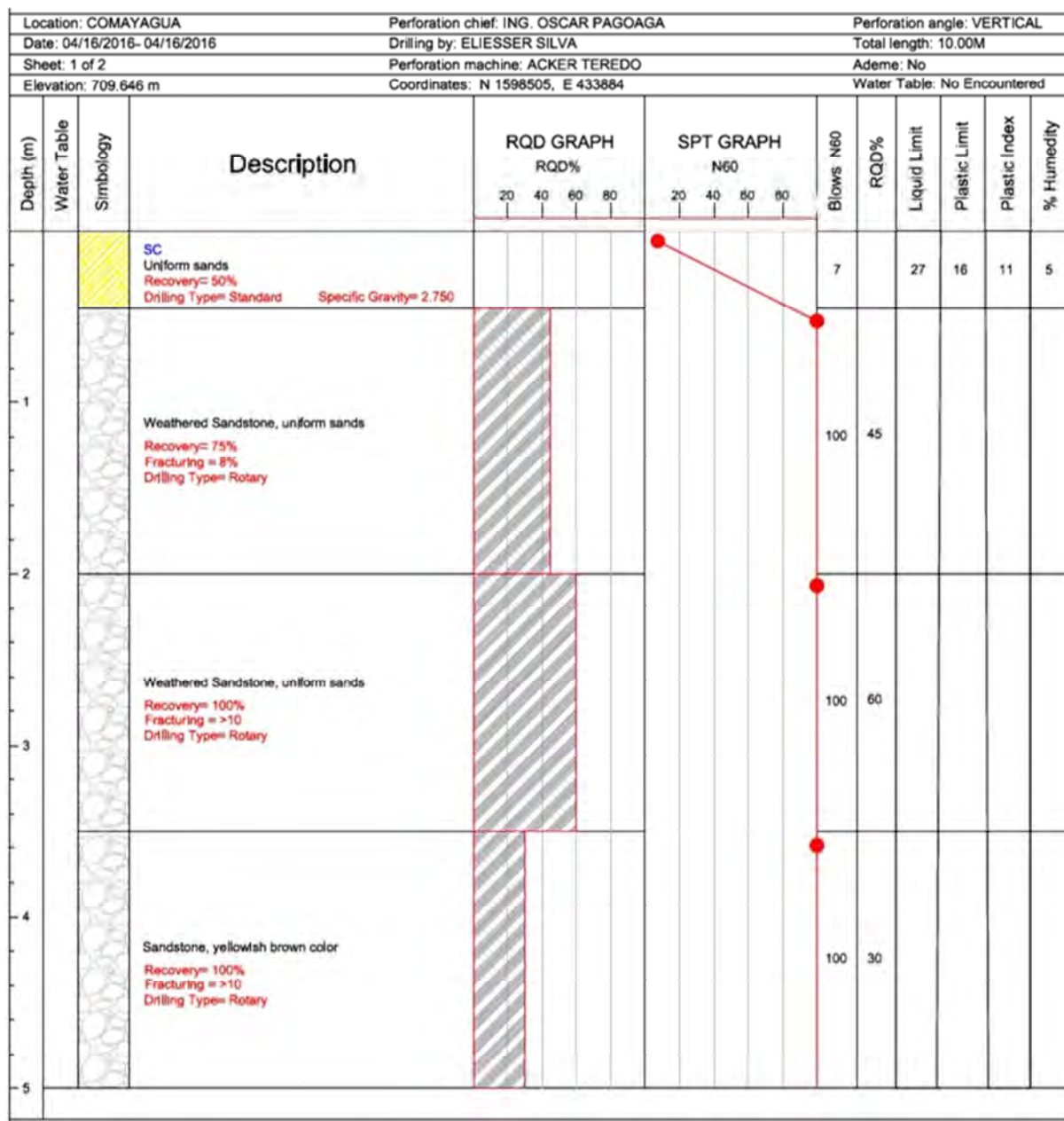


Sounding	N Coordinate	E Coordinate	Elevation (m)
B-1	1598505	433884	709.646
B-2	1598516	433845	708.748
B-3	1598524	433805	693.006
B-4	1598530	433892	698.187
B-5	1598544	433852	699.267
B-6	1598551	433814	687.299
B-7	1598586	433901	679.982
B-8	1598586	433864	685.546
B-9	1598599	433828	680.12
B-10	1598578.56	433762.055	669.882

Apéndice 3:
Resultado del estudio geotécnico

(2) Troncos de perforación

B-1(1/2)

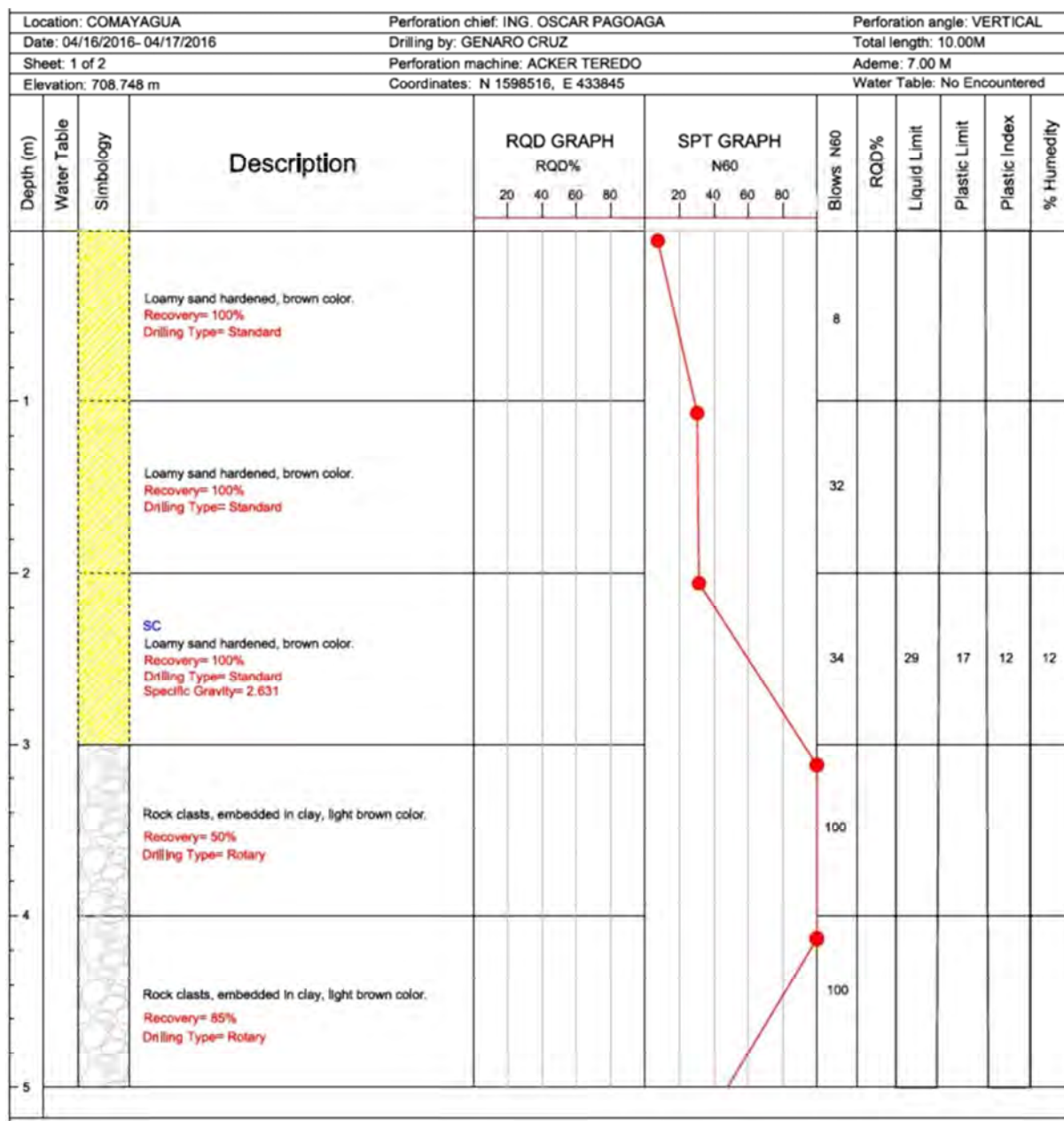


B-1(2/2)

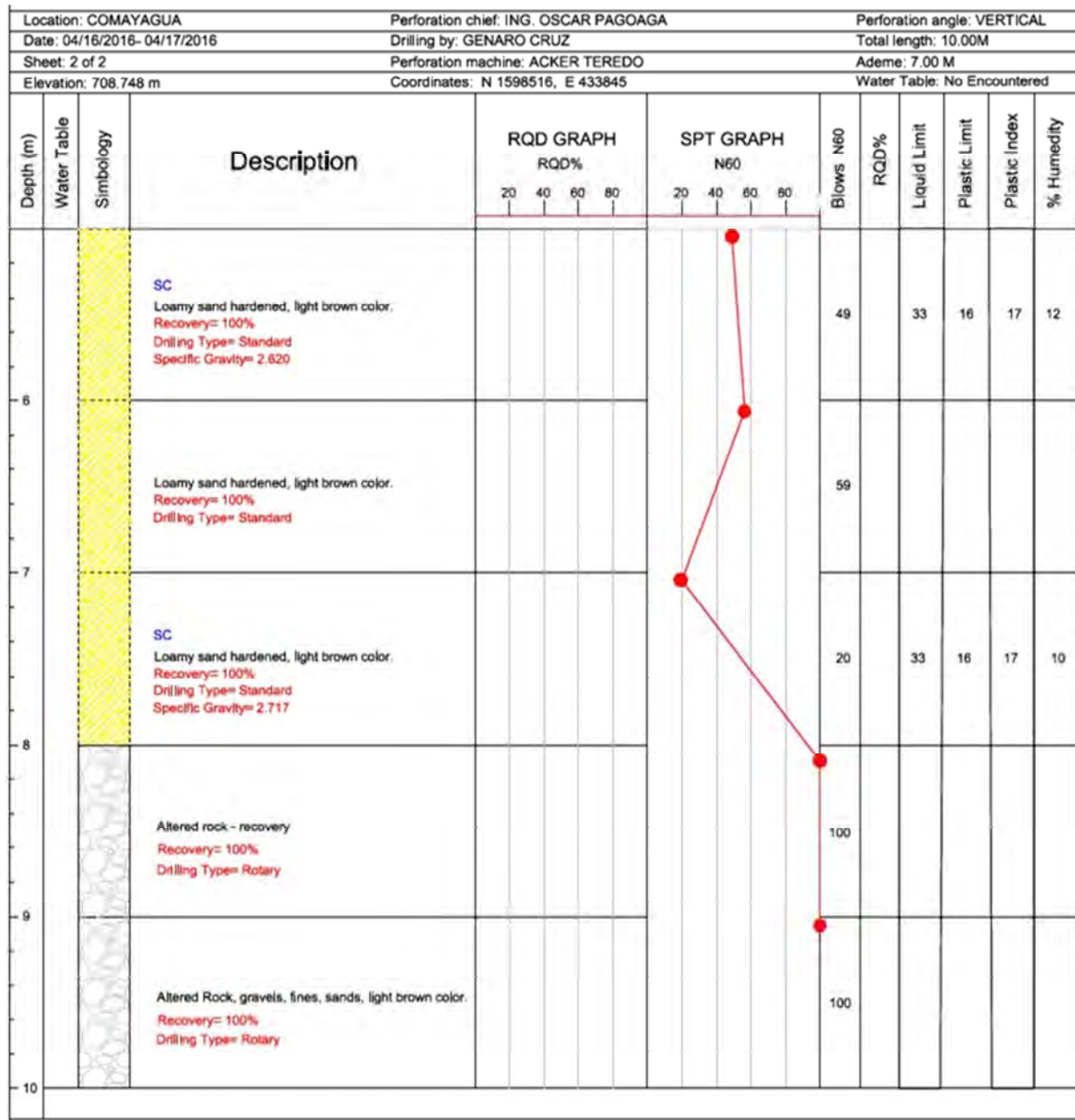
Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL					
Date: 04/16/2016- 04/16/2016			Drilling by: ELIESSER SILVA			Total length: 10.00M					
Sheet: 2 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: No					
Elevation: 709.646 m			Coordinates: N 1598505, E 433884			Water Table: No Encountered					
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH RQD%	SPT GRAPH N60	Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
6			Sandstone, light gray color Recovery= 100% RQD = 80% Fracturing = 4% Drilling Type= Rotary			100	80				
7			Sandstone, light gray color Recovery= 100% RQD = 90% Fracturing = 3% Drilling Type= Rotary			100	90				
8			Sandstone, light gray color Recovery= 100% RQD = 100% Fracturing = 2% Drilling Type= Rotary			100	100				
9			Sandstone, light gray color Recovery= 100% RQD = 100% Fracturing = 2% Drilling Type= Rotary			100	100				
10											

Apéndice 3:
Resultado del estudio geotécnico

B-2(1/2)



B-2(2/2)



Apéndice 3:
Resultado del estudio geotécnico

B-3(1/2)

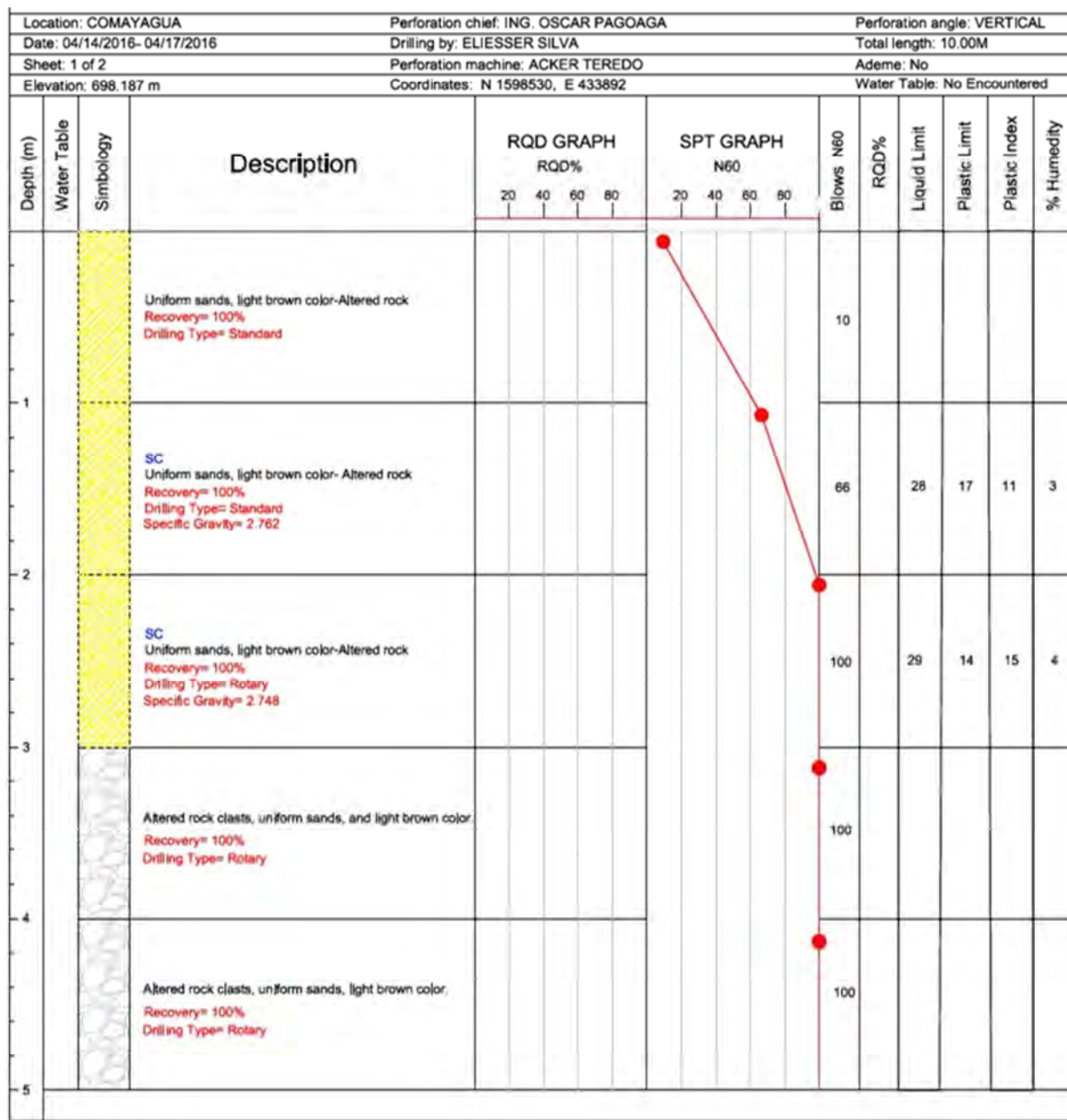
Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL											
Date: 04/18/2016- 04/18/2016			Drilling by: GENARO CRUZ			Total length: 10.00M											
Sheet: 1 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: 8.00 M											
Elevation: 693.006 m			Coordinates: N 1598524, E 433805			Water Table: No Encountered											
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH RQD%				SPT GRAPH N60				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				20	40	60	80	20	40	60	80						
1			Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard									21					
			SC Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.641									31	44	21	23	16	
2			SC Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.636									16	32	20	12	12	
3				Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard									18				
4				Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard									18				
5																	

B-3(2/2)

Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL											
Date: 04/18/2016- 04/18/2016			Drilling by: GENARO CRUZ			Total length: 10.00M											
Sheet: 2 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: 8.00 M											
Elevation: 693.006 m			Coordinates: N 1598524, E 433805			Water Table: No Encountered											
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH RQD%				SPT GRAPH N60				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				20	40	60	80	20	40	60	80						
6			Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard									27					
7			Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard									37					
8		SC	Loamy sand hardened, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.618									34	25	16	9	10	
9			Uniform sands Recovery= 100% Drilling Type= Standard									32					
10			Altered rock, uniform sands Recovery= 60% Drilling Type= Rotary									100					

Apéndice 3:
Resultado del estudio geotécnico

B-4(1/2)

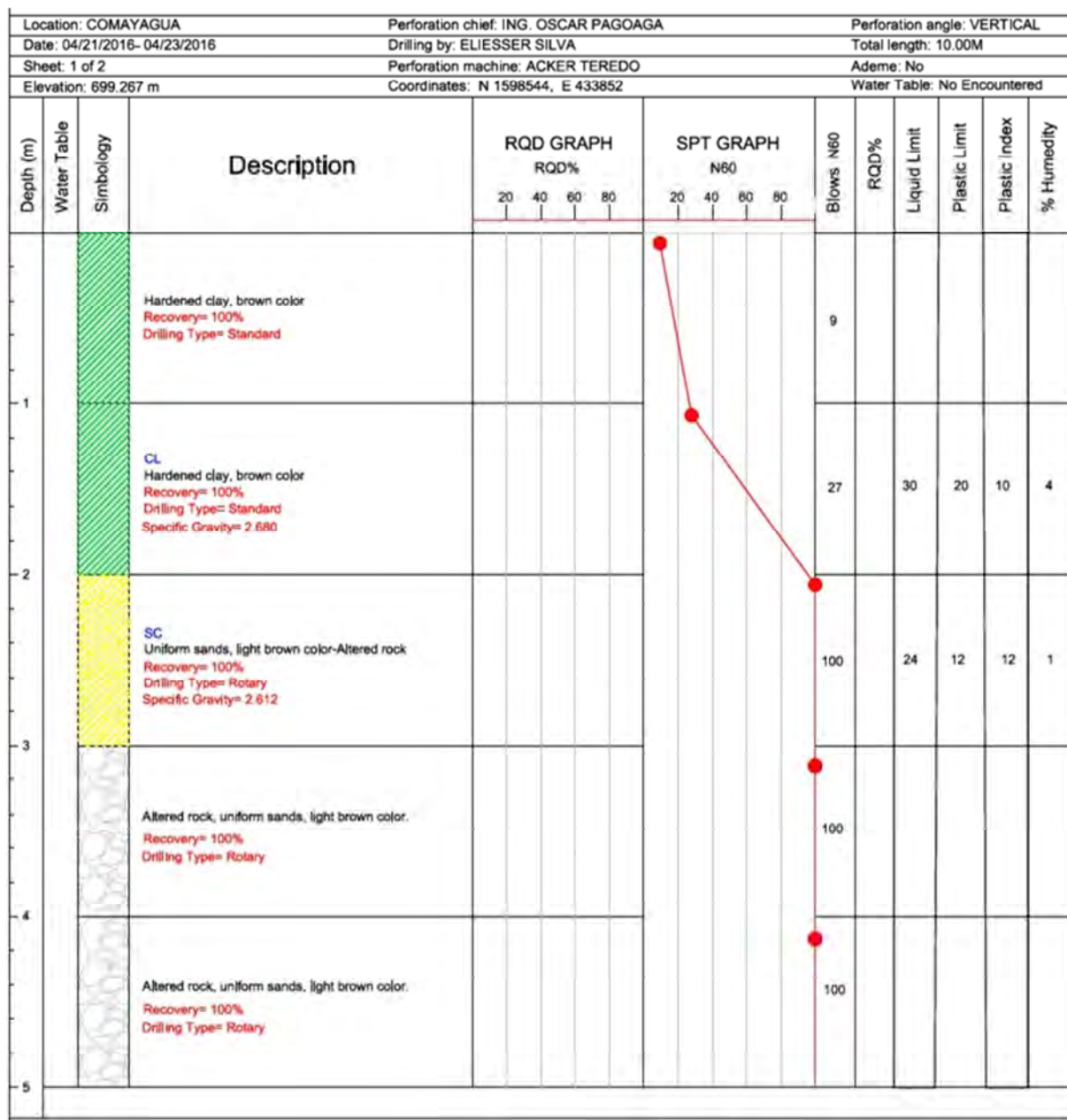


B-4(2/2)

Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL											
Date: 04/14/2016- 04/17/2016			Drilling by: ELIESSER SILVA			Total length: 10.00M											
Sheet: 2 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: No											
Elevation: 698.187 m			Coordinates: N 1598530, E 433892			Water Table: No Encountered											
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH RQD%				SPT GRAPH N60				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				20	40	60	80	20	40	60	80						
			Altered rock clasts, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									●	100				
6			Altered rock clasts, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									●	100				
7												●	100				
			SP Fine sands, embedded in clay, light brown color, Recovery= 100% Drilling Type= Rotary Specific Gravity= 2.780									●	100	NP	NP	NP	2
8			Altered rock - recovery Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									●	100				
9												●	100				
			Altered rock, gravels, fines, sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									●	100				
10																	

Apéndice 3:
Resultado del estudio geotécnico

B-5(1/2)



B-5(2/2)

Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA				Perforation angle: VERTICAL											
Date: 04/21/2016- 04/23/2016			Drilling by: ELIESSER SILVA				Total length: 10.00M											
Sheet: 2 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO				Ademe: No											
Elevation: 699.267 m			Coordinates: N 1598544, E 433852				Water Table: No Encountered											
Depth (m)	Water Table	Symbology	Description	RQD GRAPH				SPT GRAPH				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity	
				20	40	60	80	20	40	60	80							
6			Altered rock, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary										100					
			Altered rock, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary										100					
7																		
8			SM Fine sands, embedded in clay, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary Specific Gravity= 2.684										100		NP	NP	NP	1
			Altered rock, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary										100					
9																		
			Altered rock, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary										100					
10																		
			Altered rock, uniform sands, light brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary										100					

Apéndice 3:
Resultado del estudio geotécnico

B-6(1/2)

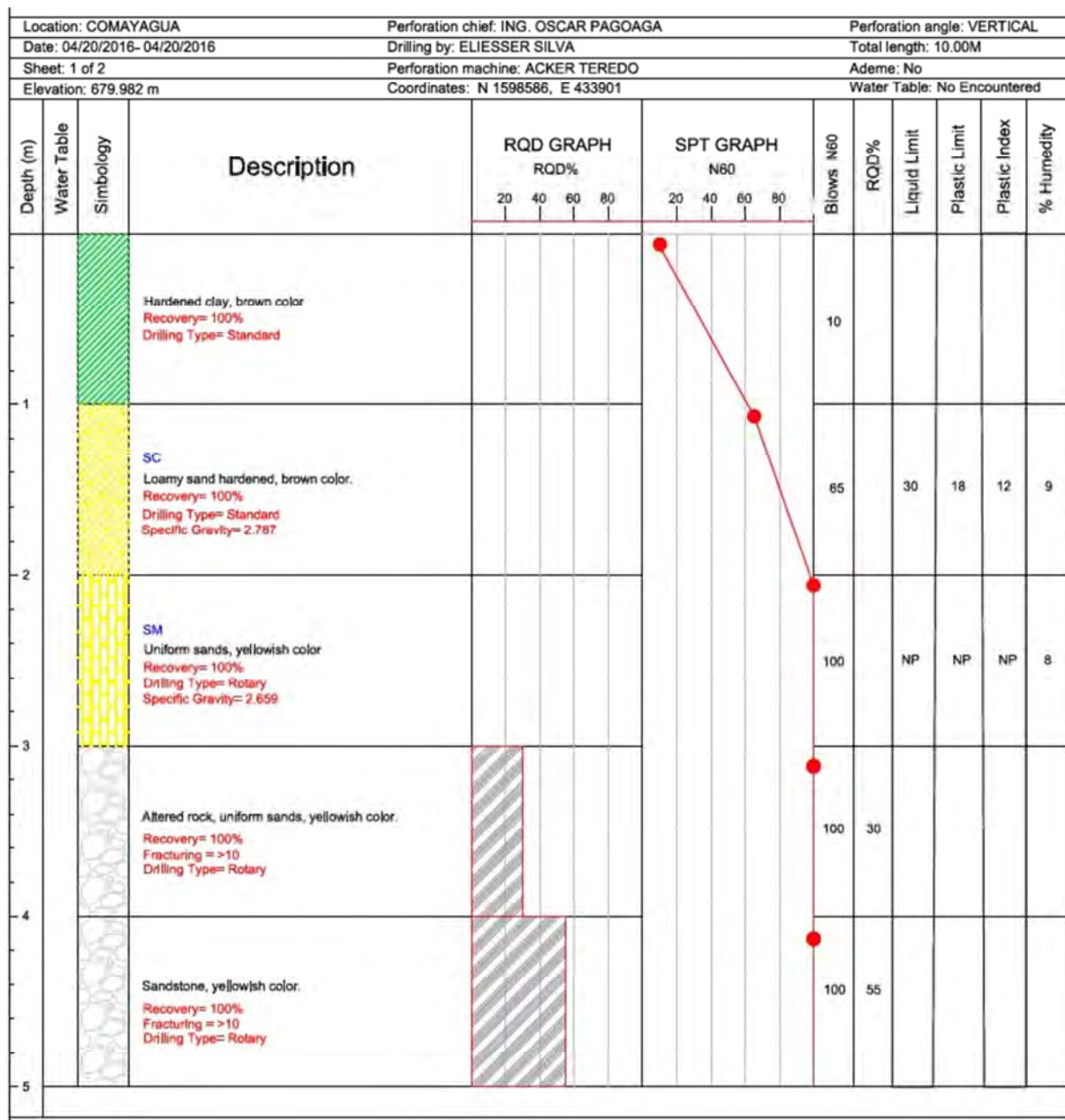
Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL											
Date: 04/19/2016- 04/19/2016			Drilling by: GENARO CRUZ			Total length: 10.00M											
Sheet: 1 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: 7.00 M											
Elevation: 687.299 m			Coordinates: N 1598551, E 433814			Water Table: No Encountered											
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH				SPT GRAPH				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%				N60									
				20	40	60	80	20	40	60	80						
1			Hardened clay, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard									11					
	Hardened clay, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard										31						
2			SC Loamy sand hardened, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.616									28		27	17	10	10
	Hardened clay, uniform sand, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard										37						
4			Hardened clay, uniform sand, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard									56					
5																	

B-6(2/2)

Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL											
Date: 04/19/2016- 04/19/2016			Drilling by: GENARO CRUZ			Total length: 10.00M											
Sheet: 2 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: 7.00 M											
Elevation: 687.299 m			Coordinates: N 1598551, E 433814			Water Table: No Encountered											
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH RQD%				SPT GRAPH N60				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				20	40	60	80	20	40	60	80						
6			Rock bolones with uniform sand Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					
7			SC Uniform sand, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity: 2.641									91		22	13	9	7
8			Uniform sand, yellowish color, altered rock. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					
9			Uniform sand, yellowish color, altered rock Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					
10			Uniform sand, yellowish color, altered rock. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					

Apéndice 3:
Resultado del estudio geotécnico

B-7(1/2)



B-7(2/2)

Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL					
Date: 04/20/2016- 04/20/2016			Drilling by: ELIESSER SILVA			Total length: 10.00M					
Sheet: 2 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: No					
Elevation: 679.982 m			Coordinates: N 1598586, E 433901			Water Table: No Encountered					
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH RQD%	SPT GRAPH N60	Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
6			Sandstone, yellowish color. Recovery= 100% Fracturing = 7% Drilling Type= Rotary			100	60				
7			Sandstone, yellowish color. Recovery= 100% Fracturing = >10 Drilling Type= Rotary			100					
8			Sandstone, gray color, very fractured. Recovery= 100% Fracturing = >10 Drilling Type= Rotary			100	15				
9			Sandstone, gray color, very fractured. Recovery= 100% Fracturing = >10 Drilling Type= Rotary			100	20				
10			Sandstone, gray color, very fractured. Recovery= 100% Fracturing = >10 Drilling Type= Rotary			100	30				

Apéndice 3:
Resultado del estudio geotécnico

B-8(1/2)

Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL							
Date: 04/13/2016- 04/19/2016			Drilling by: ELIESSER SILVA			Total length: 10.00M							
Sheet: 1 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: 4.50 M							
Elevation: 685.546 m			Coordinates: N 1598586, E 433864			Water Table: No Encountered							
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH RQD%		SPT GRAPH N60		Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				20	40	60	80	20	40	60	80		
1			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard					5					
2	SM Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.697							30		NP	NP	NP	6
3	SC Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.714							69		26	14	12	6
4		Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary						100					
5			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary					100					

B-8(2/2)

Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL											
Date: 04/13/2016- 04/19/2016			Drilling by: ELIESSER SILVA			Total length: 10.00M											
Sheet: 2 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: 4.50 M											
Elevation: 685.546 m			Coordinates: N 1598586, E 433864			Water Table: No Encountered											
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH				SPT GRAPH				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%				N60									
				20	40	60	80	20	40	60	80						
6			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					
7			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					
8		SP	Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary Specific Gravity= 2.646									100		NP	NP	NP	1
9			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					
10			Uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					

Apéndice 3:
Resultado del estudio geotécnico

B-9(1/2)

Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL											
Date: 04/13/2016- 04/20/2016			Drilling by: GENARO CRUZ			Total length: 10.00M											
Sheet: 1 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: No											
Elevation: 680.12 m			Coordinates: N 1598599, E 433828			Water Table: No Encountered											
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH RQD%				SPT GRAPH N60				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				20	40	60	80	20	40	60	80						
1			SM Loamy sand hardened, brown color Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.705									12		53	30	23	11
2			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard									79					
3			SC Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Rotary Specific Gravity= 2.704									100		32	18	14	1
4			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					
5			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					

B-9(2/2)

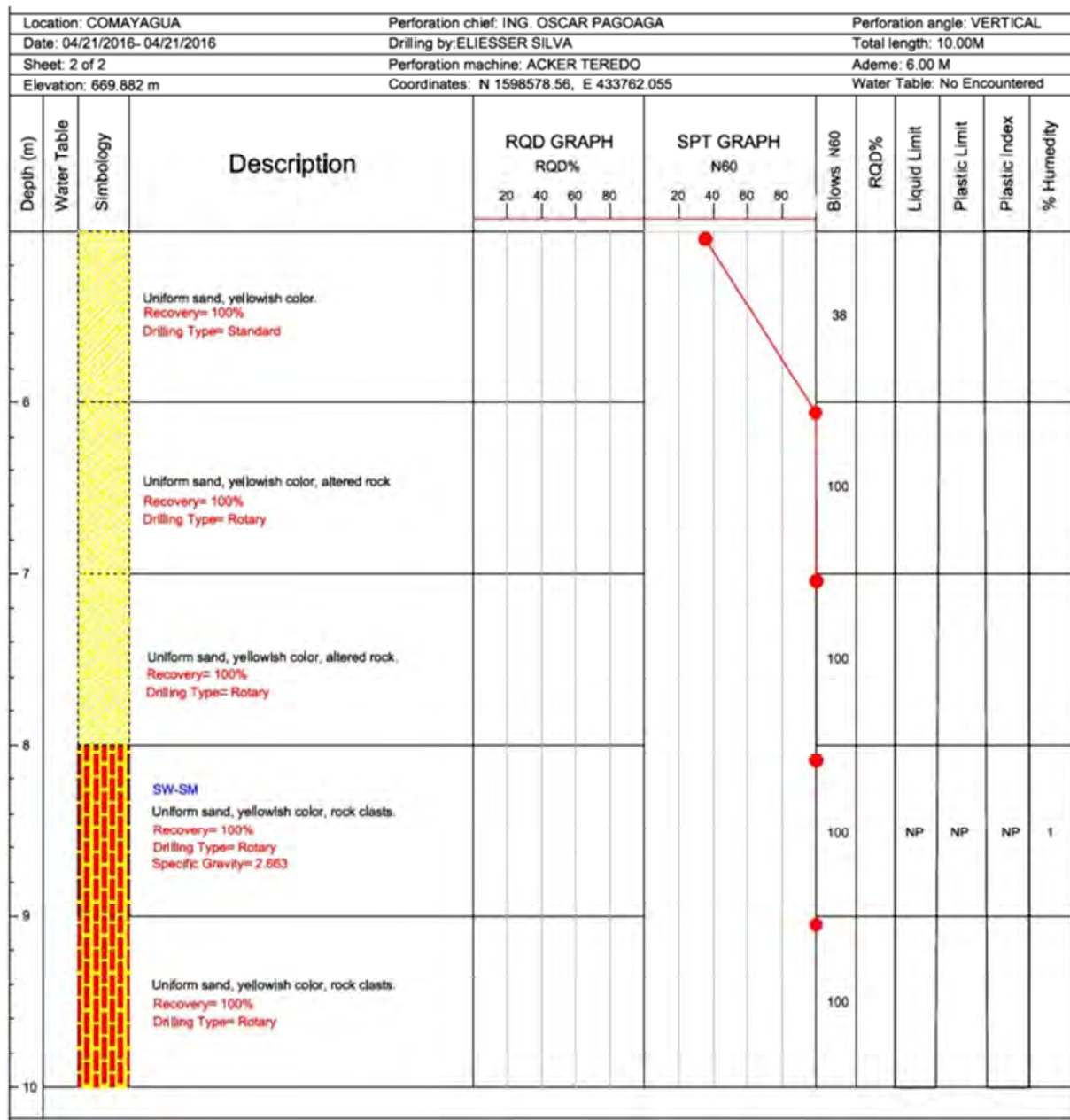
Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL											
Date: 04/13/2016- 04/20/2016			Drilling by: GENARO CRUZ			Total length: 10.00M											
Sheet: 2 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: No											
Elevation: 680.12 m			Coordinates: N 1598599, E 433828			Water Table: No Encountered											
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH RQD%				SPT GRAPH N60				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				20	40	60	80	20	40	60	80						
			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard									99					
6			SC Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.700									67	28	15	13	10	
7			SC Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.651									93	27	15	12	7	
8			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Standard									94					
9			Uniform sands, yellowish color Recovery= 100% Drilling Type= Rotary									100					
10																	

Apéndice 3:
Resultado del estudio geotécnico

B-10(1/2)

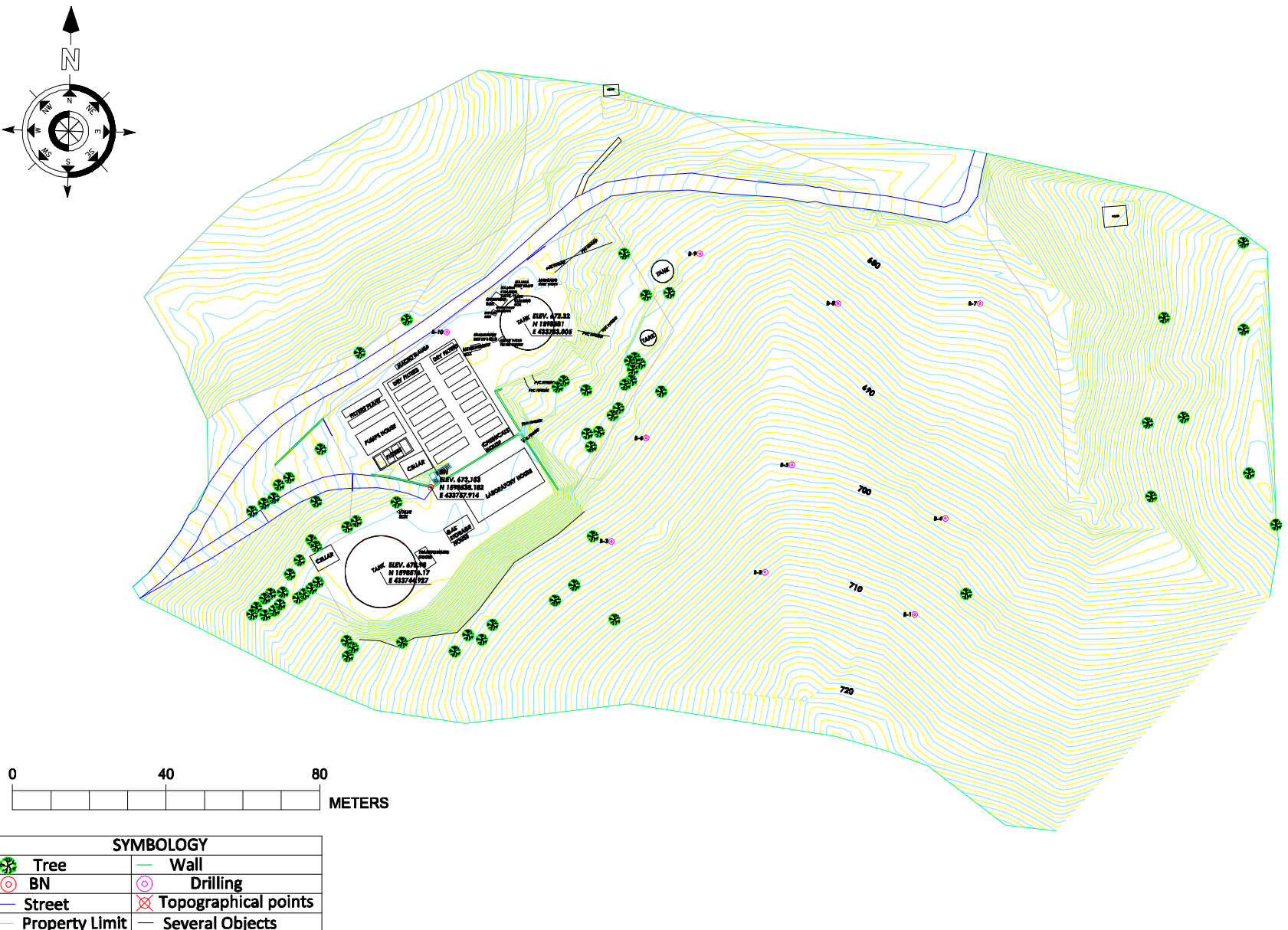
Location: COMAYAGUA			Perforation chief: ING. OSCAR PAGOAGA			Perforation angle: VERTICAL											
Date: 04/21/2016- 04/21/2016			Drilling by:ELIESSER SILVA			Total length: 10.00M											
Sheet: 1 of 2			Perforation machine: ACKER TEREDO			Ademe: 6.00 M											
Elevation: 669.882 m			Coordinates: N 1598578.56, E 433762.055			Water Table: No Encountered											
Depth (m)	Water Table	Simbology	Description	RQD GRAPH				SPT GRAPH				Blows N60	RQD%	Liquid Limit	Plastic Limit	Plastic Index	% Humidity
				RQD%				N60									
				20	40	60	80	20	40	60	80						
1			Hardened clay, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard									9					
	Hardened clay, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard										6						
2												4	28	14	14	22	
3			GC Gravel, brown color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard Specific Gravity= 2.651									3					
4			Hardened clay, uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard									9					
5			Hardened clay, uniform sand, yellowish color. Recovery= 100% Drilling Type= Standard														

B-10(2/2)

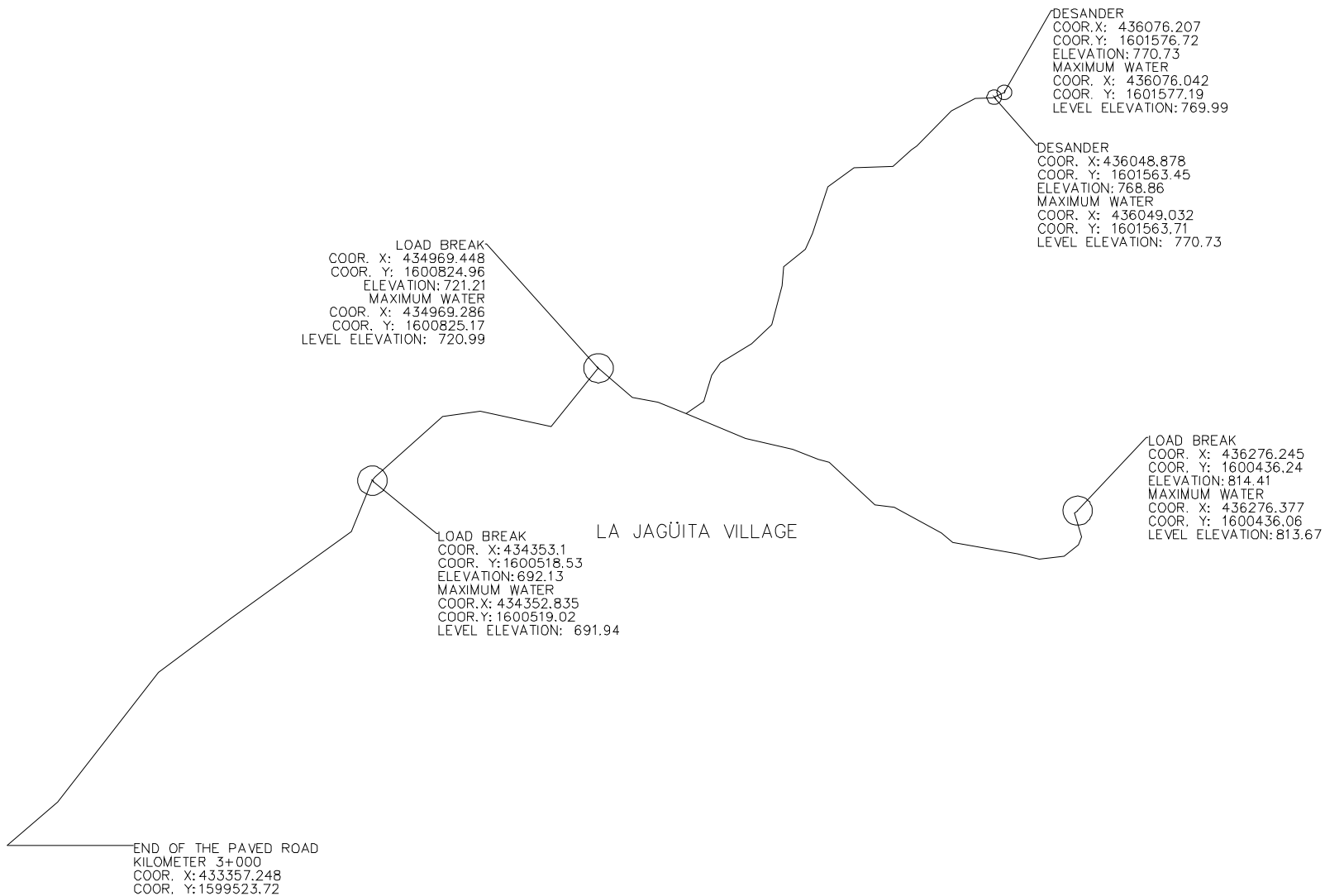


(1) Topografía Avión

Resultado de la Encuesta Topográfica



(2) Nivelación





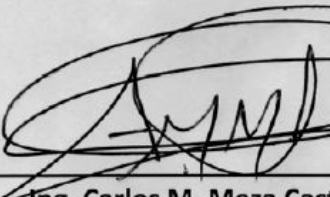
★ ★ ★ ★ ★
INSTITUTO NACIONAL
DE CONSERVACION Y DESARROLLO FORESTAL
ÁREAS PROTEGIDAS Y VIDA SILVESTRE

CONSTANCIA

El suscrito Jefe de la Oficina Regional Comayagua del Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal Áreas Protegidas y vida Silvestre (ICF), mediante la presente hace constar, que en el sitio y alrededores de la planta de tratamiento de aguas de Comayagua no se tiene ningún reporte de Flora y Fauna en peligro de extinción.

La ubicación de proyecto se encuentra en las coordenadas X: 433819 Y: 1598413 tomadas en NAD 27. El sitio se encuentra en el casco urbano del municipio de Comayagua por lo que se considera que no es un sitio de importancia para la vida silvestre, en el lugar se observa la presencia solamente de matorrales.

Para fines que el interesado estime conveniente se extiende la presente en el municipio de La Paz, departamento de La Paz a los veinticinco días del mes Julio del año dos mil dieciséis.


Ing. Carlos M. Meza Castillo
Jefe Oficina Regional Comayagua
ICF



CC. Archivo.



GOBIERNO DE LA
REPÚBLICA DE HONDURAS
SECRETARÍA DE ENERGÍA,
RECURSOS NATURALES,
AMBIENTE Y MINAS

Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas
Dirección General de Evaluación y Control Ambiental
Categorización de Proyecto

Página 1 de 1
Informe Técnico No. 0904/2016

CASO: SOLICITA CATEGORIZACIÓN DE PROYECTO MEJORAS Y AMPLIACIONES DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE.

CÓDIGO: 2016-CO-202.

PROPONENTE: ALCADIA MUNICIPAL DE COMAYAGUA

OBJETIVO: ANALISIS DE LA INFORMACION PRESENTADA.

RESULTADOS:

1. El 26 de mayo del 2016, la Apoderada Legal de la Alcaldía Municipal de Comayagua presenta solicitud de Categorización Ambiental del Proyecto Mejoras y Ampliaciones del Sistema de Agua Potable, ya que las obras que se proponen realizar no aparecen en la Tabla de Categorización Ambiental Vigente (Acuerdo Ministerial No. 016-2015), basándose la presente solicitud en el artículo No. 29 del Reglamento del SINEIA (Acuerdo Ejecutivo No. 008-2015).
2. El proyecto se ubica al este de la Ciudad de Comayagua, contiguo a la planta potabilizadora actual, en la zona conocida como la Majada aproximadamente a 2.8 kilómetros (2,800 metros) del centro de la Ciudad.
3. Según documentación presentada el proyecto consiste en la Ampliación de la Planta Potabilizadora de Agua, con capacidad de tratamiento mínimo de 15,000 y máximo 21,000 m³ por día. Construcción de un tanque para el almacenamiento de agua con capacidad de 6,400 m³. El área a utilizar del proyecto es de aproximadamente 5,000 m², contiguo a la planta potabilizadora actual.

CONCLUSIONES:

1. Revisada y analizada la información presentada en el expediente No. 2016-CO-202 para el desarrollo del proyecto "**Mejoras y Ampliaciones del Sistema de Agua Potable**", en vista que el mismo consiste solamente en la ampliación de planta potabilizadora y construcción de tanque para el almacenamiento de agua y estas son obras de construcción a criterio técnico se deberá Categorizar el proyecto en el **Sector 10: Infraestructura, Construcción y Vivienda, Subsector B: Construcción, Actividad: Otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector, Descripción: Construcciones diversas como túneles, muros de contención, reubicación de estructuras, y otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector.**
2. El Proponente deberá ingresar la solicitud de licenciamiento ambiental a través del nuevo proceso de Licenciamiento Ambiental Simplificado, asimismo deberá preparar los requisitos técnicos y legales exigidos por esta Secretaría de Estado.

Dado en la Ciudad de Tegucigalpa, M.D.C., a los veintidós días del mes de junio del año dos mil dieciséis.

Ing. José Luis Matamoros
Analista Ambiental

Vo. B. Lio. Edis López
Asistente

Dirección de Evaluación y Control Ambiental



DICTAMEN TÉCNICO
No. 0904/2016

SECRETARÍA DE ESTADO EN EL DESPACHO DE RECURSOS NATURALES Y AMBIENTE. DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL. Tegucigalpa, M.D.C., a los veintidós días del mes de junio del año dos mil dieciséis. Visto para emitir Dictamen Técnico referente a la solicitud de Categorización para el desarrollo del proyecto **"Mejoras y Ampliaciones del Sistema de Agua Potable"**, con Expediente No. 2016-CO-202, ubicado en el Municipio de Comayagua, Departamento de Comayagua,; esta Dirección General dictamina lo siguiente:

Después del análisis del Informe Técnico No. 0904/2016 de fecha veintidós de junio del año dos mil dieciséis, realizado por el Analista Ambiental José Luis Matamoros, se concluye lo siguiente:

1. Revisada y analizada la información presentada en el expediente No. 2016-CO-202 para el desarrollo del proyecto **"Mejoras y Ampliaciones del Sistema de Agua Potable"**, en vista que el mismo consiste solamente en la ampliación de planta potabilizadora y construcción de tanque para el almacenamiento de agua y estas son obras de construcción a criterio técnico se deberá Categorizar el proyecto en el **Sector 10: Infraestructura, Construcción y Vivienda, Subsector B: Construcción, Actividad: Otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector, Descripción: Construcciones diversas como túneles, muros de contención, reubicación de estructuras, y otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector.**
2. El Proponente deberá ingresar la solicitud de licenciamiento ambiental a través del nuevo proceso de Licenciamiento Ambiental Simplificado, asimismo deberá preparar los requisitos técnicos y legales exigidos por esta Secretaría de Estado.

Por lo anterior esta Dirección General se manifiesta de entera conformidad con el contenido del mismo, teniendo éste como Dictamen Técnico y lo expresado en el documento referido visto como propio de esta Dirección General.




LIC. GLADYS VERÓNICA ALMENDAREZ
ASISTENTE

DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL
Acuerdo de delegación No. 0396-2016 de fecha 10 de mayo del 2016

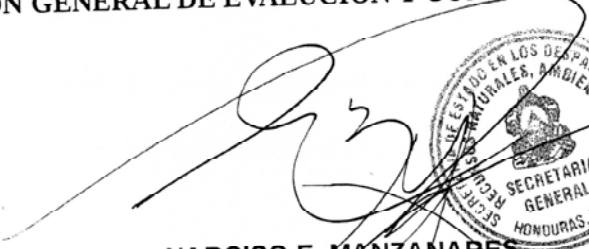
SECRETARÍA DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE ENERGIA, RECURSOS NATURALES, AMBIENTE Y MINAS. DIRECCIÓN GENERAL DE EVALUACIÓN Y CONTROL AMBIENTAL. Tegucigalpa, M.D.C., a los veintidós días del mes de junio del año dos mil dieciséis. Habiendo cumplido lo ordenado en la providencia de fecha veintisiete de mayo del año dos mil dieciséis, se remiten las presentes diligencias a Secretaría de Estado para la continuación del trámite correspondiente.




LIC. GLADYS VERÓNICA ALMENDAREZ



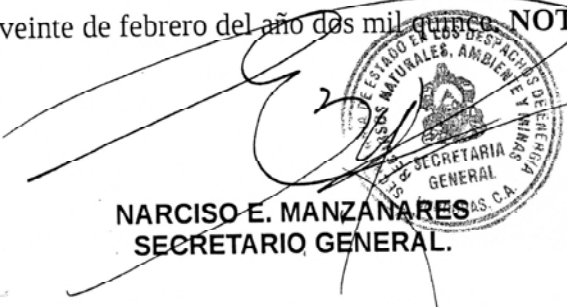
PRESENTADO EN FECHA VEINTICUATRO DE JUNIO DEL AÑO DOS MIL DIECISEIS SIENDO LAS DIEZ CON TREINTA Y DOS MINUTOS DE LA MAÑANA, PROCEDENTE DE LA DIRECCION GENERAL DE EVALUCION Y CONTROL AMBIENTAL (DECA).


NARCISO E. MANZANARES
SECRETARIO GENERAL.



SECRETARIA DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE ENERGIA, RECURSOS NATURALES, AMBIENTE Y MINAS.- Tegucigalpa, Municipio del Distrito Central, veinticuatro de Junio del año dos mil dieciséis.

Téngase por recibidas las presentes diligencias procedente de la Dirección General de Evaluación y Control Ambiental (DECA), quien se pronuncio mediante Informe y Dictamen Técnico N0. 0904/2016 de fecha veintidós de junio del año dos mil dieciséis, en consecuencia, póngase a la disposición de la Abogada **KRISTA K. RUBI RODRIGUEZ**, Apoderada Legal de la Alcaldía Municipal del Municipio de Comayagua Departamento de Comayagua, Titular del Proyecto **MEJORAS Y AMPLIACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE**, para que se entere de su contenido y proceda retirar el Informe y dictamen Técnico No. 0904/2016 emitido por la Dirección General de Evaluación y Control Ambiental (DECA) dejando copia del mismo para archivo Artículos 23, 24, 25, 48 de la Ley de Procedimientos Administrativos. Firma por delegación según acuerdo No. 0240--2015. De fecha veinte de febrero del año dos mil quince. **NOTIFIQUESE.**


NARCISO E. MANZANARES
SECRETARIO GENERAL.



SECTOR	SUBSECTOR	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	CBLU-3	CÓDIGO	Categoría			
						1	2	3	4
SECTOR 10. INFRAESTRUCTURA, CONSTRUCCIÓN Y VIVIENDA	B. Construcción	011.Construcción de edificios para terminales aéreas, hangares y/o área de almacenamiento de hidrocarburos	Construcción de edificios para terminales aéreas, hangares y/o área de almacenamiento de hidrocarburos	4520	10B011	1,500 – 15000 m ² de construcción del proyecto	> 15,000 – 50,000 m ² de construcción del proyecto	> 50,000 – 100,000 m ² de construcción del proyecto	>100,000 m ² de construcción del proyecto
		012.Construcción muelles y obras conexas terrestres.	Construcción muelles y obras conexas terrestres.	SC	10B012			> 15 m ² - 2000 m ²	> 2000 m ²
		013.Construcción muelles sin obras conexas terrestres.	Construcción muelles	SC	10B013			> 15 m ² - 2000 m ²	> 2000 m ²
		014.Construcción de marinas sin obras conexas terrestres.	Construcción de marinas para atracadero de embarcaciones	SC	10B014			TODAS	
		015.Construcción de edificios para terminales marítimas y/o área de almacenamiento de hidrocarburos	Construcción de edificios para terminales marítimas y/o área de almacenamiento de hidrocarburos	4520	10B015			TODAS	
		016.Construcción de estaciones ferroviarias.	Construcción de estaciones ferroviarias.	4520	10B016	1,500 – 5000 m ² de construcción del proyecto	> 15,000 – 50,000 m ² de construcción del proyecto	> 50,000 – 100,000 m ² de construcción del proyecto	>100,000 m ² de construcción del proyecto
		017.Intervención de monumentos históricos y arquitectónicos.	Desarrollo de obras de construcción de cualquier tipo.	SC	10B017			TODAS	
		018.Complejos deportivos	Construcción de canchas deportivas, pista de atletismo, piscinas, área de cafetería y oficinas	SC	10B018	2 - 5 ha	> 5 - 15 ha	> 15 ha	
		019.Cementerios	Construcción que incluye vías de acceso internas, capilla, oficinas, nichos y lotes	SC	10B019	< 2,000 m ² de área total del proyecto	> 2,000 – 15,000 m ² de área total del proyecto	> 15,000 – 50,000 m ² de área total del proyecto	> 50,000 m ² de área total del proyecto
		020.Incinerador para cremación de cadáveres	Construcción de oficina y área para incineración entre otros	SC	10B020		TODOS		
		021.Otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector.	Construcciones diversas como túneles, muros de contención, reubicación de estructuras, y otras obras de infraestructura no incluidas en las categorías de este subsector.	SC	10B021	500 – 1,000m ² de área total del proyecto	> 1,000 – 5,000 m ² de área total del proyecto	> 5,000 – 10,000 m ² de área total del proyecto	> 10,000 m ² de área total del proyecto

REGISTRO DE LA 1º CONSULTA PÚBLICA DE INTERESADOS

1. Fecha y hora : 20 de abril de 2016, hr.: 17:20 a 17:50
2. Lugar : Salón de la Reina, Caxa Real de la Alcaldía de Comayagua
3. Participantes : Ver lista participantes
4. Organizador : Servicio de Aguas de Comayagua (SAC)
5. Registro :
 - (1) Oración de inicio por el Pastor José González
 - (2) Saludo de bienvenida de Manuel Cartagena
 - (3) Explicación del resumen del Proyecto y las consideraciones ambientales y sociales por el Gerente de SAC Elton Fajardo
 - La consulta pública de los interesados tiene como objetivo comunicar con anticipación en forma amplia sobre el Proyecto planificado, escuchar las opiniones de las personas relacionadas con el fin de reflejar en el Proyecto.
 - Objetivo y situaciones del Estudio Preparatorio del Proyecto
 - Problemas de SAC y servicios de agua potable
 - La calidad de agua que se distribuye no es buena.
 - No hay un servicio continuo de suministro de agua, el tiempo de suministro es corto.
 - Lineamiento de mejora, contenido del Proyecto
 - Construir una planta potabilizada para potabilizar el agua del río.
 - Construir los tanques de distribución de agua y ampliar la capacidad del tanque de distribución de agua para prolongar el tiempo de suministro de agua.
 - El proyecto consiste en cortar los arbustos del lado Este de la Planta potabilizadora, preparar el terreno y construir la Planta potabilizadora y el tanque de distribución.
 - Efecto del Proyecto
 - Mejorar la calidad de agua, especialmente de la época de lluvia.
 - prolongar el tiempo de suministro de agua. En época de lluvia existe la insuficiencia de cantidad de agua por el corte de captación de agua, sin embargo, esto se mejorará.

- Sobre las consideraciones ambientales y sociales
 - Se investigó las posibilidades de tipos de impacto ambiental y social que podría generar, especificando los ítems de posibles impactos medioambientales y sociales (se explicó las determinaciones del alcance, Ver anexo de las determinaciones del alcance).
 - Como resultado se sabe que, en este Proyecto se requiere un movimiento de tierra de gran escala, y según la Norma ambiental de Honduras, se clasifica en la categoría 4, significando que es un Proyecto que recibe el mayor impacto ambiental.
 - Según la Norma ambiental de Honduras, los proyectos clasificados en la categoría 4, se requiere ejecutar un estudio de EIA para prever los impactos y tomar las medidas necesarias, por lo que, en este caso es necesario realizar el estudio de la EIA.
 - Aproximadamente en octubre de 2016, está previsto ejecutar la Consulta pública de los interesados y explicar los detalles del Proyecto y el resultado preliminar del impacto ambiental del Proyecto.
 - Por otro lado, una vez que termine el estudio de EIA, se llevará a cabo nuevamente la Consulta pública de los interesados, para explicar el resultado.

(4) Contenido de opiniones y preguntas.

- Es preocupante la conservación de las fuentes de agua, debería llevar a cabo el Plan de manejo de fuentes de agua.
- Actualmente estamos en dificultad porque el tiempo de suministro de agua es demasiado corto. Es necesario que a través de este Proyecto sea construido el Tanque de distribución de agua, además, de evitar el derroche de agua con la instalación del micromedidor y utilizar efectivamente el agua.
- Es un problema porque se está suministrando el agua únicamente con el tratamiento cloro. Deseamos que a través del Proyecto sea construido la Planta potabilizadora.
- La campaña de reducción de aguas no contabilizadas por SAC, debe asegurar que continúe.
- La población de la zona modelo sobre la instalación de micromedidores

expresaron su satisfacción porque el suministro de agua que era de 1 a 2 horas se ha incrementado a 24 horas, al instalar el micromedidor.

- Preguntó si no se generaba problema al construir la Planta potabilizadora en el lugar de la Planta potabilizadora existente. Al explicar que la nueva planta potabilizadora será construida al lado del existente, se quedaron conformes.
- Si con la construcción de la Planta potabilizadora puede mejorar la calidad de agua y con la construcción del tanque de distribución de agua puede prolongar el tiempo de suministro de agua, los usuarios deberíamos cooperar a SAC.
- Se han preocupado sobre la tala de árboles de los espacios que se preparará el terreno. Al explicar que el Proyecto se encarga de forestar los árboles talados quedaron conformes.
- Preguntó ¿Qué actividades realiza el SAC para la difusión del uso adecuado de agua?, y preguntaron los padres de familia y el párrocos ¿en qué se puede colaborar? SAC explicó que SAC junto a la alcaldía, la Asociación de protección de bosques, universidad y escuelas secundarias vienen realizando actividades de comunicación y difusión sobre la importancia del cuidado del agua.
- Desean que les comparta apenas se defina el detalle del Proyecto.
- Preguntaron si existe alguna otra alternativa del terreno para la construcción de la Nueva Planta potabilizadora. Le respondió que el terreno posible de utilizar para este fin, debe considerarse una altura necesaria para que el agua fluya, por consiguiente, no existe un terreno alternativo que supla a estas condiciones.
- Preguntó sobre el cronograma de ejecución del estudio de EIA. Se respondió que actualmente está en la etapa de definir el contenido del estudio, por lo tanto, no se tiene definido el cronograma.

6. Acto de Cierre : El gerente de SAC, Elton Fajardo realiza el cierre del evento.

Apéndice 7:
Registro de la 1º Consulta Pública de Interesados

Anexo -1 Lista de participantes

S. N°	Nombres	Departamentos /Organizaciones	Tipos de organización	Cargos	N° de teléfonos, E-mails
01	Silvia Rosa Entrada	USCLAC	Unidad de Supervisión y Control Local de Aguas de Comayagua (ONG)	Directora	95971276
02	Carmen Hernandez	Colonia CGT	Patronato	Tesorera	99784166
03	Enedina Mejía	Colonia CGT	Patronato	Vocal 1	33858549
04	Delmy R. Lanza	COMAS	Comisión municipal de aguas y saneamiento	Secretaria	89775893
05	Luz Emerita Perdomo	CCT	Comisión ciudadana de transparencia	Secretaria	97712741
06	Jose Inocente Hernandez	Patronato de la colonia de pinto	Patronato	Presidente	99192855
07	Celeo Fajardo	Patronato de la colonia de pinto	Patronato	Vice presidente	2772-4640
09	Mirtala Flores	Corporación Municipal	Alcaldía Municipal	Regidora	32168427
10	Lexsy Calix	CARITAS	Institución de Pastoral Social ONG	Técnico	Lexsycalix@yahoo.es
11	José Vásquez	Colonia Boquín	Patronato	Presidente	87527376
12	Napoleón Canales	DMA	Departamento Municipal de Medio Ambiente	Supervisor	2772-0159
13	Manuel Cartagena	Alcaldía municipal de Comayagua	Alcaldía Municipal	Vice alcalde de Comayagua	99882339
14	José González	Comisionado	Comisión ciudadana de transparencia	Presidente	98557539
15	Miguel Medina	Patronato Barrio. Suyapa	Suyapa	Presidente	98181026
16	Luis Acosta	Agua		Fiscal	98124718
17	Reina Andara	Barrio Abajo	Residente de la comunidad		88385086
18	Mariano Ortiz	Patronage de Colonia Valladolid	Patronato	Fiscal	95953546
19	Doris Elvira Vallecillo	Colonia Escoto	Residente de la Comunidad		2772-5875
20	Pedro Euceda	Colonia Fiallos	Patronato	Presidente	88773102
21	Antonio López	Colonia Las Colinas	Patronato	Presidente	99161782
22	Roger Enamorado	Colonia Lomas del Rio	Patronato	Presidente	97384721
23	Dunia Méndez	Colonia Lomas del Rio	Patronato		32198351
24	Alejandro Argueta	Barrio Cabañas	Patronato	Sub coordinador	98955285
25	Tirso Rolando Zapata	USCLAC	Unidad de Supervisión y Control Local de Aguas de Comayagua (ONG)	Director	99618389
26	Walter Hernandez	Coordinador		Secretario	95551138
27	José Maria	Colonia pinto	Patronato	Presidente	94734093
28	Edwin Torres	Colonia Pinto	Patronato	Tesorero	98705385
29	José Samuel Santos	Colonia Pinto	Patronato	Auxiliar	—
30	Emmanuel González	Colonia Pinto	Patronato	Auxiliar	94684508
31	Santos Marquez	Colonia pinto	Patronato	Secretario	32623504
32	Guillermo Peña	Alcaldía Municipal Comayagua	Alcaldía Municipal	Junta directiva SAC	99704798
33	José Vallecillo	Colonia Escoto	Patronato	Tesorero	96746872
34	Wilfredo Pérez	Colonia San Martin	Patronato		99862869
35	Julio Ordoñez	Colonia San Martín	Patronato	Fiscal	95117392
36	Roger Rivera	Colonia Casa Blanca	Patronato	Presidente	2772-0613
37	Guadalupe Cerna	Colonia Casa Blanca	Patronato	Fiscal	32613247
38	José Maria Alcerro	Colonia Esperanza	Patronato	Presidente	99335598

Apéndice 7:
Registro de la 1º Consulta Pública de Interesados

S. N°	Nombres	Departamentos /Organizaciones	Tipos de organización	Cargos	N° de teléfonos, E-mails
39	Carolina López Maldonado	UMCAH	ONG Unión de Mujeres campesinas hondureñas	Fiscal	
40	Zury Lizeth Arevalo	UMCAH	ONG Unión de Mujeres campesinas hondureñas	Fiscal	99302038
41	Concepción Maldonado	UMCAH	ONG Unión de Mujeres campesinas hondureñas	Tesorero	99264713
42	Juan Pablo Rodríguez	Patronato	Patronato	Tesorero	96126591
43	José Eloy Guzman	USCLAC	ONG Unidad de Supervisión y Control Local de Aguas de Comayagua	Directorio / presidente	99115759
	Akira Takechi	Equipo de Estudio de JICA		Jefe del Proyecto	
	Alockumar Katayama	Equipo de Estudio de JICA		Encargado de Consideraciones ambientales y sociales	
	Roman Miki	Equipo de Estudio de JICA		Intérprete	
	Karen Guerrero Janeth Acosta	Equipo de Estudio de JICA		Secretaria	
	Elton Fajardo	SAC	Servicio de Agua de Comayagua	Gerente	
	Wilmer Ríos	SAC	Servicio de Agua de Comayagua	D. Comercial	
	Fernando Machado	SAC	Servicio de Agua de Comayagua	Administración	
	Gabriel Reconco	SAC	Servicio de Agua de Comayagua	D. Operación y mantenimiento	
	Fátima Regina López	SAC	Servicio de Agua de Comayagua	D. Comunicación	

Anexo 2 Determinación del alcance (Propuesta)

Categoría		Ítem	Evaluación		Base de la valoración C: Antes/durante la construcción O: Durante la operación
			Antes/ durante la const.	Durante la operación	
Medidas contra la contaminación	1	Calidad atmosférica	B-	D	C: Posibilidad de una degradación temporal de la calidad del aire debido a la operación de la maquinaria de construcción y el transporte de tierra sobrante. O: No se espera ninguna descarga de materiales contaminantes del aire debido a la operación de la planta potabilizadora.
	2	Calidad de agua	B-	C-	C: Posibilidad de descarga de agua turbia durante la lluvia debido a la obra de construcción. O: Posibilidad de contaminación por la descarga de aguas debido a aguas procesadas de lodos.
	3	Residuos	A-	B-	C: Generación de tierra sobrante debido a la excavación durante la preparación de la tierra O: Generación de lodos secos después del tratamiento de aguas con lodos
	4	Contaminación del suelo	C-	D	C: Posibilidad de descarga de aceite por el emplazamiento de la obra O: No se genera materiales de contaminación del suelo por la operación de la planta potabilizadora.
	5	Ruidos y vibración	B-	D	C: Posibilidad de generación de ruidos y vibraciones por la maquinaria de construcción y vehículos. O: No se generan ruidos y vibraciones durante la operación de la planta potabilizadora.

Apéndice 7:
Registro de la 1º Consulta Pública de Interesados

Categoría		Ítem	Evaluación		Base de la valoración C: Antes/durante la construcción O: Durante la operación
			Antes/ durante la const.	Durante la operación	
	6	Hundimiento del suelo	D	D	C, O: No se prevé ningún hundimiento de tierra en la actividad del proyecto.
	7	Mal olor	D	D	C, O: No se prevé ninguna actividad ni uso de materiales que provoquen olor ofensivo.
	8	Lechos del río	D	D	C, O: No se espera que el trabajo afecte a los lechos del río.
Ambiente natural	9	Áreas protegidas	D	D	C, O: No hay área protegida ni parque nacional en todo el sitio del proyecto.
	10	Ecosistema	C-	D	C: La pérdida de vegetación es muy pequeña, y entre ellos no existe ninguna de las especies raras. O: No habrá influencia por la operación de planta potabilizadora en el ecosistema.
	11	Hidrología	D	D	C: No se prevé ningún cambio en el la torrente y lecho del rio puesto que el Proyecto empleará la fuente del agua existente de la Planta actual. O: No habrá influencia en el torrente del río por el uso de la actual fuente de agua. porque la capacidad de la nueva Planta potabilizadora es similar a la capacidad actual.
	12	Topografía y geología	B-	D	C: El cambio que se espera en la topografía del sitio del proyecto por la construcción, si bien, no se espera un impacto negativo significativo, se prevé algún cambio de carácter topográfico y geográfico. O: No se espera ninguna influencia geológica y topográfica causada por la operación de la Planta potabilizadora.
Ambiente social	13	Desplazamiento de la población	C	D	C, O: No se espera ningún reasentamiento debido a que la Planta potabilizadora

Apéndice 7:
Registro de la 1º Consulta Pública de Interesados

Categoría		Ítem	Evaluación		Base de la valoración C: Antes/durante la construcción O: Durante la operación
			Antes/ durante la const.	Durante la operación	
					propuesta está ubicado en el cerro con vegetaciones, y el tanque de distribución propuesto en la actual planta potabilizadora. Sin embargo, se requiere de la adquisición de tierras privadas (de un terrateniente).
	14	Grupo de pobreza	D	D	C: Ningún grupo de la pobreza en el emplazamiento de la obra. O: No hay impactos específicos al grupo de la pobreza
	15	Etnias minoritarias y/o indígenas	D	D	C, O: No hay personas indígenas o étnicos minoritarios cerca del sitio del proyecto
	16	Economía local	D	D	C, O: No se espera ningún Impacto negativo, ya que no existen actividades de producción en el sitio del proyecto.
	17	Uso de la tierra y el uso de los recursos locales	D	D	C, O: No existe ninguna posibilidad de influencia en el uso del suelo y el uso de los recursos locales por el proyecto
	18	Infraestructura y servicios sociales existentes	C-	B+	C: Posibilidad de atascos de tráfico debido a los vehículos de construcción O: Posibilidad de mejora de los servicios de abastecimiento de agua de SAC
	19	Instituciones sociales	D	D	C, O: No se espera ningún impacto social negativo por lo que el terreo de la planta esta inhabitada.
	20	Distribución desigual de perjuicios y beneficios	D	D	C, O: No se genera ningún perjuicio a causa de la construcción porque la zona del proyecto está ubicada en la zona vegetativa del cerro, lejos de la zona residencial.
	21	Conflicto de intereses locales	D	D	C, O: No se espera conflicto de intereses locales.
	22	Patrimonio cultural	D	D	C, O: No existe ningún patrimonio cultural cerca de los lugares del proyecto.

Apéndice 7:
Registro de la 1º Consulta Pública de Interesados

Categoría		Ítem	Evaluación		Base de la valoración C: Antes/durante la construcción O: Durante la operación
			Antes/ durante la const.	Durante la operación	
	23	Paisaje	D	D	C, O: No se espera casi ningún cambio significativo del paisaje.
	24	Género	D	D	C, O: No se espera ningún efecto negativo en el género.
	25	Derecho de los niños	D	D	C, O: No se espera ningún impacto sobre los derechos de los niños.
	26	Enfermedades infecciosas como el VIH / SIDA	D	D	C, O: No hay posibilidad de propagación de enfermedades infecciosas como la mayoría de los trabajadores ha de ser la población local.
	27	Ambiente laboral	B-	D	C: Es necesario considerar el ambiente laboral de los trabajadores durante la construcción. O: No se prevé que genere ningún impacto negativo en la etapa de actividades de operación.
Otros	28	Accidentes	B-	B-	C: Es necesario considerar las medidas contra accidentes de caídas, por la insuficiencia de las infraestructuras de protección, electrificación durante la obra etc. O: Es necesario tomar medidas de prevención de accidentes a causa de fugas de cloro gas utilizada como desinfectante, la electrocución, etc.
	29	Influencia trans fronteriza y el cambio climático	D	D	C, O: No se esperan efectos trans-fronterizos ni impacto sobre el cambio climático, puesto que la actividad del proyecto propuesto adyacente a la Planta Potabilizadora actual no es de gran magnitud.

A +/-: Se espera impacto significativo: positivo / negativo significativo

B +/-: Se espera que el impacto cierta medida: positivo / negativo.

C +/-: La extensión de impacto es desconocida positiva / negativo. (Se requiere un examen más detallado, y el impacto se podría aclararse a medida que avanza luego del estudio)

D: No se espera ningún impacto.

REGISTRO DE LA 2º CONSULTA PÚBLICA DE INTERESADOS

1. Fecha y hora : 9 de diciembre de 2016, 15:30 a 17:00
2. Lugar : Oficina de Servicio de Aguas de Comayaga, Planta baja
3. Participantes : Ver anexo de lista de participantes
4. Organizado por : Servicio de Aguas de Comayaga
5. Registro :

- (1) Oración de apertura por el Sr. Guzmán de USLCAC
- (2) Palabras de bienvenida del vicealcalde Manuel Cartagena
- (3) Explicación del Proyecto por Elton Fajardo, gerente general de SAC.

Se ha repasado la explicación hecha en la 1º consulta pública de los interesados sobre: las construcciones de planta potabilizadora y el tanque de distribución de agua para el mejoramiento de la calidad de agua a suministrar y la ampliación de la continuidad de servicio. Posteriormente, se explicó lo que se debe realizar una vez que concluya el plan, diseño y se defina el contenido de la propuesta:

- Aportes que deben realizar por parte japonesa y hondureña para el Proyecto.
- Principales instalaciones a construir.
- Mecanismo de potabilización, terreo para la construcción, ubicaciones para las instalaciones, figura prevista de la conclusión de las construcciones.
- Efecto del Proyecto.

- (4) Explicación de las consideraciones ambientales y sociales por parte del jefe del Proyecto del consultor TECI.
 - Explicación del posible impacto adverso al medio ambiente por el Proyecto.
 - Explicación de medidas de mitigación que debe tomar el Proyecto sobre el posible impacto adverso al medio ambiente.
 - Explicación sobre la ejecución del plan de monitoreo para asegurar el efecto de la medida de mitigación.

- (5) Preguntas y respuestas de los participantes

- ¿De qué manera se ejecuta la operación de la nueva planta potabilizadora? (USLAC: Zapata)
 - Para que pueda operar la Planta potabilizadora, el Proyecto ejecutará una transferencia de tecnología durante 1 mes. El personal capacitado en la transferencia tecnológica operará la Planta potabilizadora. Según la necesidad, puede recibir el apoyo técnico de SANAA. (SAC: Elton)
- ¿Cuántos años dura la vida útil de la Planta potabilizadora? (USLAC: Zapata)

Apéndice 8:
Registro de la 2º Consulta Pública de Interesados

- Se dice que la vida útil de las estructuras construidas con concreto en Japón dura 50 años. Sin embargo, las maquinarias y los equipos eléctricos de la Planta tienen una vida útil de 5 a 10 años. Por consiguiente, si se realiza la renovación periódica de las maquinarias y equipos eléctricos, podrá operar mínimamente 50 años. Como un ejemplo, se puede citar los casos de varias plantas potabilizadoras que continúan operando después de 100 años.
 - Una ciudadana opina que, hasta antes solamente tenía agua de 1 hora en la madrugada, actualmente ya se tiene el servicio de suministro de agua durante las 24 horas, esto cambió totalmente aliviando la forma de vida. Actualmente no se necesita almacenar en el tanque de almacenamiento. Lee el micro medidor e intenta utilizar ahorrando el agua. Espera que la mayoría de los ciudadanos gocen de la continuidad de servicio por 24 horas a través de este tipo de Proyecto. (ciudadana de la colonia CGT: Hernandez). (comentario de una ciudadana que recibe el servicio de agua durante las 24 horas después del Programa de mejora de la continuidad del servicio de agua potable por sectores, con la implementación de micro medidores)
 - A través de la construcción de la Planta potabilizadora se permitirá distribuir aguas tratadas. Esto ayudará a mejorar las condiciones de salud, y esperamos que disminuya la tasa elevada de mortalidad infantil menor a 5 años en Honduras. (Centro de salud: Herrera)
 - Junto al acelerado crecimiento de la población de la ciudad de Comayagua, asegurar la cantidad de agua necesaria y distribuir aguas seguras, se convierte en un futuro reto, por lo cual, este Proyecto llega a ser muy importante (Centro de Salud: Bonilla)
 - Se agradece a la cooperación japonesa, al Sr. Rubio que donó el terreno y el esfuerzo de SAC y el Directorio del SAC y al Comité de agua de la Corporación municipal. (Regidor de la Corporación municipal: Fuentes)
- (6) Palabras del cierre del Gerente general de SAC, Elton Fajardo.

Lista de participantes de la 2º consulta de los interesados

S. N°	Nombres	Departamentos /Organizaciones	Tipos de organización	Cargos	Nº de teléfonos, E-mails
1	Fátima Regina López	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua	D. Comunicación	9898-8144
2	Tomas Maldonado	Colonia Polanco	Patronato	Presidente	9515-4543
3	Donato Martinez	Colonia Valladolid	Patronato	Tesorero	9547-2946
4	Eloy Guzman	USCLAC	Unidad de Supervisión y Control Local de Aguas de Comayagua (ONG)		9911-5759
5	Silvia Rosa Entrada	USCLAC /Colonia Boquín	Unidad de Supervisión y Control Local de Aguas de Comayagua (ONG)		9597-1276
6	Carmen Hernandez	Colonia CGT	Patronato	Tesorera	9978-4166
7	Vilma Yáñez	Colonia CGT	Patronato	Fiscal	3365-3060
8	Rosa Moreno	Colonia CGT	Patronato	Secretario	9744-0695
9	José Santos	Colonia Boquín	Patronato	Presidente	8852-7376
10	Kelly Rubio	INCOM/Barrio Torondon	Patronato		3175-7298
11	Issis Beltran V	Barrio Arriba	Patronato		9989-3919
12	José Elmer Monroy	Barrio Independencia		Presidente	
13	José Antonio Alcerro	Alcaldía Municipal de Comayagua	Corporación Municipal	Regidor	9970-2988
14	Blanca Rosa Herrero	COMAS/SALUD	Comisión Municipal de Aguas y saneamiento		9742-6807
15	Luis Fuentes	Alcaldía de Comayagua	Alcaldía	Regidor/Director Junta directiva SAC	9985-3143
16	Delmy R. Lanza	Sociedad Civil	Comisión municipal de aguas y saneamiento	Secretaria	8977-5893
17	Tirso Rolando Zapata	USCLAC	Unidad de Supervisión y Control Local de Aguas de Comayagua (ONG)	Director	9961-8389
18	Freddy Bonilla	Salud Pública	Salud		3150-9916
19	Carlos Cabrera	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua		
20	José Saturnino Cervantes	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua		3150-9916
21	Manuel Cartagena	Alcaldía municipal de Comayagua	Alcaldía Municipal	Vice alcalde de Comayagua	99882339
22	Reynaldo Ponce	JICA	AVIS Rentacar	Conductor	
23	Elton Fajardo	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua	Gerente	
24	Anan Royman Benitez	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua	Coordinador de Cuencas Hidrográficas	
25	Fernando Machado	SAC	Servicio de Aguas de Comayagua	Administración	Fernando Machado
26	Koji Shimizu	JICA		Representante JICA Sede Japón	
27	Aki Higuchi	JICA	Interprete		
28	Akira Takechi	Equipo de Estudio de JICA		Jefe del Proyecto	
29	Chihiro Sakamoto	Equipo de Estudio de JICA		Coordinadora del Proyecto	
30	Roman Miki	Equipo de Estudio de JICA		Intérprete	

Estudio del Plan Maestro Simplificado

Introducción

Como un Plan de desarrollo del suministro de agua a largo plazo en la ciudad de Comayagua, existe el plan maestro que se ha elaborado con el apoyo del BID en 2002¹. El Plan maestro BID se ha elaborado en base a la demanda de agua y la población proyectada dentro del plazo previsto de 2002 a 2022, posterior a la elaboración de este plan se ejecutó algún contenido del plan de mejoramiento de sistema de servicios de agua para ser posible el suministro demandado. A pesar de que han transcurrido 15 años después de la elaboración del plan maestro, no se ha elaborado otro nuevo plan maestro, tampoco se realizó la actualización del mismo². Por lo tanto, es necesario modificar actualizando la demanda prevista, como también, la revisión y corrección del plan de mejoramiento del sistema servicios de aguas en la misma ciudad, razón por la que existe una desviación del plan inicial, pues, la planta potabilizadora considerada en el primer plan maestro ya no está funcionando.

El Proyecto solicitado como Cooperación financiera no reembolsable consiste en el mejoramiento del suministro de agua a través de la nueva construcción de la planta potabilizadora para incrementar la capacidad de potabilización, construcción de tanque de distribución de agua, mejoramiento de línea de distribución, como también mejorar el balance económico de la entidad de servicios de aguas a través de la introducción de la generación de mini planta de energía hidroeléctrica, sin embargo este mejoramiento tiene la característica de que debe ser desarrollada a largo plazo, implicando el desarrollo de una de esas partes.

Se realizó la revisión del Plan maestro de BID que posiblemente podría estar desactualizado, luego se corrigió esto según la necesidad para elaborar el “Plan maestro simplificado”, finalmente seleccionado el sistema a ser construido en la cooperación financiera no reembolsable.

1. Resumen del Plan maestro de BID

1.1. Plan del año objetivo y el plan del área de suministro de agua

1.1.1. Plan del año objetivo

El Plan maestro del BID plantea como año base el año 2000, tomando en cuenta:

- i) Datos de la población del censo del año 1974 y cantidad de viviendas (INE)
- ii) Datos de la población del censo del año 1988, cantidad de viviendas (INE)

1 Estudio de factibilidad para ampliaciones y mejoras al sistema de agua Potable de la ciudad de Comayagua, 2002; Consorcio TYPASA-LYSAIDB (Como se expresa claramente en el título es un Proyecto de factibilidad de ampliación del sistema de agua potable, en este documento por comodidad se llamará Plan maestro de BID)

2 En 2009 como parte de trabajo de PROMOSAS, se ha realizado las actualizaciones, sin embargo, no se ha hecho nuevas propuestas.

iii) Estudio de cantidad de viviendas del país realizado desde el año 1999 a 2000

Basándose en la tasa de incremento de 1974 a 1988 y de 1988 a 2000 se aplicó la curva logística, se proyectó la población de la ciudad de Comayagua hasta el año 2030 para calcular la demanda del año base del año 2001, el año 2012 como intermedio y el año 2022 como el año objetivo, proponiendo el plan de mejoramiento del sistema

1.1.2. Plan del área de suministro de agua

El Municipio de Comayagua se clasifica en área urbana y rural, el área urbana se compone por barrios y colonias. Durante el período que ha sido elaborado el Plan maestro de BID, el servicio de aguas de Comayagua estaba bajo la administración de SANAA, el cual tenía la responsabilidad de servicios de suministro de agua, tanto en los barrios como en las colonias, por lo tanto, el área de suministro de agua del Plan maestro de BID se establece en todas las áreas de los Barrios y las colonias.

1.2. Proyección del alcance de oferta y demanda

Según la población proyectada se ha estimado la cantidad de demanda de agua de los años 2000, 2012 y 2022 aplicando las siguientes unidades básicas y el coeficiente de variación.

Unidad básica de suministro de agua: 200 L/persona/día

Cantidad de fugas de agua: 20% de la Unidad básica de suministro de agua

Unidad básica de demanda de agua: 240 L/persona/día

Cantidad de consumo promedio de agua por día:

Unidad básica de demanda de agua x población

Cantidad máxima de consumo diario de agua:

Cantidad de consumo promedio de agua por día x 1.5

Cantidad máxima de consumo de agua por hora:

Cantidad máxima de consumo diario de agua: x 1.3

Por otro lado, la cantidad de suministro de agua del año 2000 se ha estimado como el equilibrio entre la oferta y la demanda, como se muestra en la Tabla 1, con los siguientes datos³:

Fuentes de agua de Majada	: 8,640 m ³ /día
Fuentes de agua de Matasano	: 8,640 m ³ /día
Fuentes de agua de Bolbollón	: 3,024 m ³ /día
Total	: 20,304 m ³ /día

³ La cantidad de suministro de agua es el total de la cantidad de aguas captadas de cada fuente de agua, no está considerada la capacidad de potabilización.

Tabla 1 Población y cantidad de suministro de agua del Plan maestro de BID

Ítem	Año 2000 (Año base)	Año 2012 (Año intermedio)	Año 2022 (Año objetivo)
Población de suministro de agua (persona)	52,363	72,734	94,421
Unidad básica de suministro de agua (L/persona/día)	200	200	200
Cantidad de fugas de agua (L/persona/día)	40	40	40
Unidad básica de demanda de agua (L/persona/día)	240	240	240
Cantidad promedio de demanda por día (m3/día)	12,567	17,456	22,661
Cantidad máxima de suministro de agua (m3/día)	18,851	26,184	33,991
Cantidad de suministro de agua (m3/día)	20,304	20,304	20,304
Cantidad faltante (m3/día)	-1,453	5,880	13,687

Fuentes: Plan maestro de BID

1.3. Plan de mejoramiento del sistema de agua potable

Para cubrir la cantidad de demanda estimada en la Tabla 1 del Plan maestro de BID se plantea el plan de mejoramiento de sistema de la Tabla 2.

**Tabla 2 Plan de mejoramiento del sistema de agua potable del Plan maestro de BID
(Únicamente las instalaciones principales)**

Instalaciones del sistema	Nombre del Sistema	Año 2000	Año 2012	Año 2022
		Año base	Año Intermedio	Año objetivo
Sistema de captación de agua (m ³ /día)	Matasano (instalación existente)	8,640	8,640	8,640
	Majada (instalación existente)	8,640	8,640	8,640
	Borbollón (instalación existente)	3,024	3,024	3,024
	Río Blanco		7,776	7,776
	Majada 2			6,048
	Total	20,304	28,080	34,128
Planta potabilizadora (m ³ /día)	BECOX (Planta existente)	15,120	15,120	15,120
	SETA (Planta existente)	4,320	4,320	4,320
	Sistema Río Blanco (Incluye línea de conducción)		7,776	7,776
	Sistema Majada (Incluye línea de conducción)			6,048
	Total	19,440	27,176	33,224
Tanque de distribución de agua (m ³)	Majada (Instalación existente)	378	378	378
	Matasano (Instalación existente)	1,135	1,135	1,135
	Borbollón (Instalación existente)	292	292	292
	Majada 2		946	946
	Matasano 2		1,325	1,325
	Matasano 3			1,703
	Matasano 4			1,703
	Total	1,805	4,076	7,482
	Tiempo de retención (Valor referencial)	2.2 horas	3.8 horas	5.4 horas

Fuente: Elaborado por el equipo de estudio en base al Plan maestro de BID

Nota: La casilla con sombra son Instalaciones existentes en el momento de la elaboración del Plan maestro de BID.

1.4. Costo de construcción

El costo de construcción⁴ de la Tabla 2 se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3 Costo de construcción del Plan maestro de BID

Fases	Costo de Construcción (US\$)
Fase I (año intermedio)	4,091,448
Fase II (año objetivo)	1,945,064
Total	6,036,513

Fuente: Plan maestro de BID

2. Reformulación del Plan maestro de BID

2.1. Año ojetivo y área de suministro de agua planificado

2.1.1. Año objetivo Planificado

En el plan maestro del BID se plantea como año base el año 2001, como año intermedio el año 2012 y como año objetivo el año 2022. Este estudio se ejecutó en el año 2015, al realizar la reformulación del Plan maestro de BID, no es real si se determina en nuestro Plan maestro simplificado el año 2012 como año intermedio, por lo tanto, se ha determinado el año 2015, como el año base, sin determinar el año intermedio, se determina el año 2022 como año objetivo.

2.1.2. Área de suministro de agua planificado

En octubre de 2009, en el municipio de Comayagua han firmado⁵ un documento, sobre la transferencia de instalaciones del sistema de agua potable, sus activos y la administración entre SANAA y el alcalde del municipio de Comayagua. La municipalidad de Comayagua ha creado el SAC (Servicio de Aguas de Comayagua) y firmaron un convenio para externalizar la operación y mantenimiento del servicio.

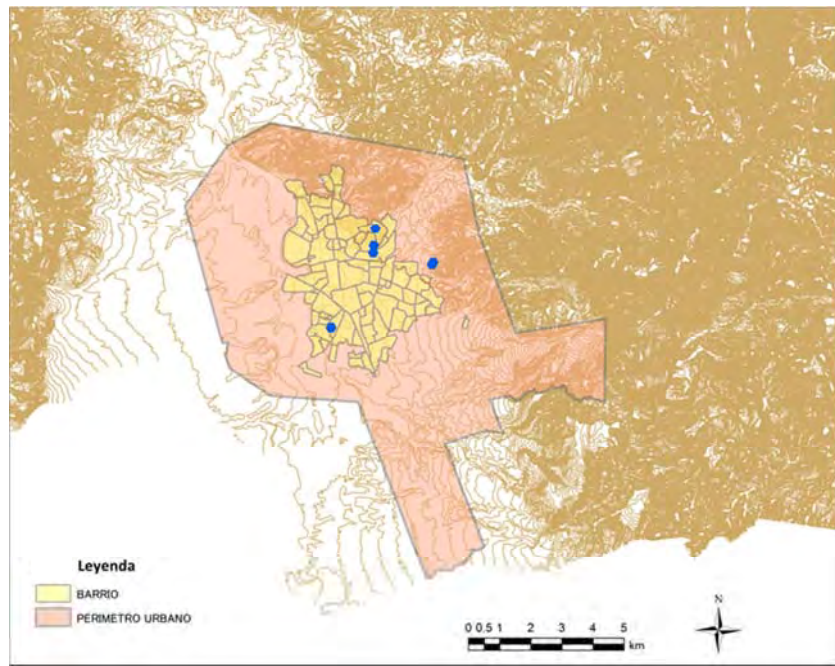
Según el convenio entre la municipalidad de Comayagua y SAC, SAC, tiene la responsabilidad de suministrar el agua en toda el área urbano que la municipalidad designe. El área urbana del municipio de Comayagua es definida por la municipalidad de Comayagua en base al Plan urbano. En la Figura 1 se muestra el área urbana actual determinado en el año 2011.

En la Figura 1 muestra que el área urbana es más amplia que el límite del año que ha sido elaborado el Plan maestro BID, en base al acuerdo entre SAC y la Municipalidad de Comayagua la se define como zona de suministro de agua del área urbana a la Figura 1. Por otro lado, el área urbana se subdivide en Barrios y Colonias, la Secretaría de la Municipalidad, condiciona la autorización de su

⁴ Se muestra el costo de construcción utilizado en el análisis financiero. En el Informe principal y en los documentos adjuntos obtenidos del Plan maestro de BID no se ha encontrado el método de estimación de costo de construcción ni documentos que señale el resultado.

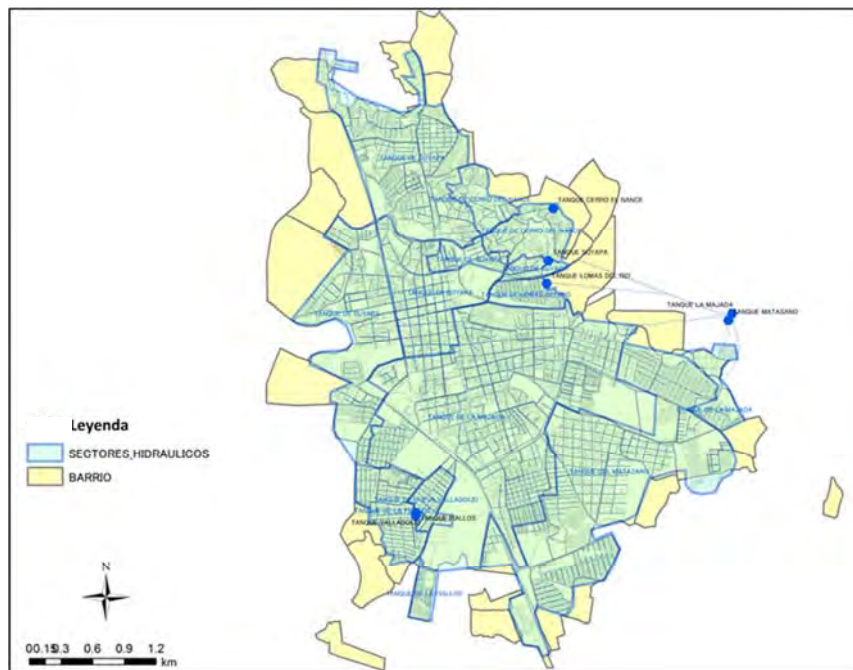
⁵ Luego de la transferencia, jurídicamente SANAA está bajo la norma de monitorear y apoyar en la parte técnica, administrativa, operación y mantenimiento de SAC.

desarrollo a la empresa que se encarga de urbanizar en una zona que está fuera de la zona de servicio de SAC, debiéndose hacerse cargo de conformar la organización de comité de agua e instalar la infraestructura para el suministro de agua. El suministro de agua actual de SAC no abastece en toda la zona urbana, existen zonas excluyentes de barrios y colonias como se muestra en la Figura 2.



Fuente: Datos SIG de SAC

Figura 1 Área urbana definido en 2011 por la municipalidad de Comayagua



Fuente: Datos SIG de SAC

Figura 2 Relaciones entre barrios y colonias con la zona de suministro de agua de SAC

Actualmente no le llegan a exigir el suministro de aguas en esas zonas, sin embargo, en el futuro estará sujeto a la exigencia de suministro. Por otro lado, dentro de la zona urbana existen zonas que no existen ni barrios ni colonias, estas zonas aún no están desarrolladas y la población que vive es imperceptible.

2.2. Proyección de la demanda

2.2.1. Actualización de la proyección de la población

(1) Proyección de la población después del Plan maestro de BID

1) Censo

Después de la elaboración del Plan maestro de BID, INE ha ejecutado el Censo en 2001 y 2013.

Posterior al censo del año 2001, en el año 2003 se publicó la proyección de la población del país por departamento, área urbana de los municipios, área rural, género y edad hasta el año 2015. Referente al censo del año 2013, en base a la población obtenida, se publicó la misma información, estimando la población hasta el año 2020⁶.

2) Proyecciones de la población fuera del censo de INE

En el municipio de Comayagua, se ha proyectado la población de la ciudad en los siguientes 2 estudios.

- i) “Elaboración, Revisión y Actualización de Planes Maestros para el Mejoramiento de los Servicios de Agua y Saneamiento en Ocho Ciudades, 2009” (Este estudio se ha ejecutado como parte de las actividades de ROMOSAS, por lo que en adelante se denominará abreviando “Estudio de revisión del Plan maestro de PROMOSAS”
- ii) Valoración del crecimiento de la ciudad de Comayagua, revisión de su zonificación actual y delimitación de su perímetro urbano proyectado al año 2030, 2010 (en este informe se denominará en forma abreviada: “Estudio de plan de zonificación urbana de FUDEU”

La característica de estos dos estudios de la población es como se describe a continuación:

El Estudio de revisión de del Plan maestro de PROMOSAS se ha realizado como parte de programa de modernización del sector de agua potable y saneamiento (PROMOSAS) en las 8 ciudades con el objetivo de revisar y actualizar los Planes Maestros para el Mejoramiento de los Servicios de Agua y Saneamiento. Comayagua llega a ser una de las 8 ciudades objeto del estudio. Este estudio, se ha

6 Proyecciones de Población, Tomó: Proyecciones a Nivel Municipal,
<http://www.ine.gob.hn/index.php/component/content/article?id=81>

basado en el censo ejecutado en 2001 por INE, con una base de población de la ciudad de 57,568 habitantes, suponiendo que no habría modificación en la densidad de la población, se multiplicó la superficie del área urbana obtenida del catastro de la municipalidad de Comayagua por la población del año 2008. El valor estimado es de 63,489 personas, y la proyección del INE es de 69,367 personas, siendo el primero 8.4% menor que el segundo. En este estudio, se utilizó la curva de aumento geométrico⁷, para encontrar la proyección hasta el año 2028.

Comparando el anterior resultado con el de INE, es menor en 8.4 % para el año 2008 y 13.9% para el 2028, sin embargo, la tasa de crecimiento de la proyección de INE está establecida como determinada hacia el pasado y futuro, tanto para la tasa de natalidad, mortalidad y la tasa de transferencia, obteniendo un resultado global. Frente a esto, para estimar la población del área urbana, el crecimiento de la población se expresa como el incremento de las áreas de viviendas, cuya manera de estimar la densidad parece ser más realista.

El estudio de planificación urbana de FUDEU, es ejecutado en base a la revisión de la planificación urbana existente, para hacer recomendaciones de nueva planificación urbana a la ciudad de Comayagua. Este informe tiene como base el 2010 para proyectar la población hasta 2030. La característica de este estudio es que incorpora dos de los proyectos proyectados en el futuro que pueden tener un impacto significativo en la ciudad de Comayagua de las actividades urbanas que son: los Proyectos del Canal seco⁸ y el aeropuerto de Palmerola⁹. En otras palabras, suponiendo que se concluye el proyecto de Canal seco entre 2010 y 2020 y el aeropuerto Palmerola entre 2020 a 2030, se establece el uso de suelo y estimar el número de familia por zonas establecidas en esos suelos predeterminados, luego se calcula la población suponiendo que cada familia tiene a 4 miembros.

(2) Comparación del resultado de la proyección de la población

En la Tabla 4 y Figura 3 se muestran: el Plan maestro de BID, proyecciones de población realizadas a Partir del Censo y otros datos.

Plan maestro BID se basa fundamentalmente en la proyección realizada a partir del censo de población de 1988. Dado que la proyección de población del INE es calculada elevando ligeramente los resultados del censo de población de 2001, si se compara la proyección de INE este primero es más bajo que el de INE.

⁷ $P_t = P_0(1+rg)^t$, P_t : población después de t años a partir del año 2008, P_0 : población del año 2008, rg : tasa del crecimiento poblacional (1.41%)

⁸ Proyecto de carretera troncal que une el océano Pacífico y el mar Caribe. Comayagua está ubicada aproximadamente en la mitad del tramo, se espera que se desarrolle como centro de distribución de comercio en un punto de relevo. Actualmente casi está concluida la obra excepto algún tramo pequeño.

⁹ Proyecto del aeropuerto Palmerola (Proyecto que reemplaza el aeropuerto que se encuentra en Tegucigalpa. En marzo del año 2016 se firmó el contrato de la obra, se prevé concluir en 2018.

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado

Proyección del Plan maestro del BID, como una proyección de incremento vegetativo y comparando con el CENSO 2001, se puede decir que es una proyección pertinente, sin embargo, en el caso del municipio de Comayagua, si se considera el factor de crecimiento a causa de las construcciones del Canal seco y el aeropuerto Palmerola, y ajustando a la proyección de 2022 como año objetivo, existe la posibilidad de que esta evaluación esté subestimando.

Frente a esto, en el estudio de FUDEU, la población del año base, 2010, casi coincide con la población de la Proyección del Plan maestro de BID y la proyección hecha por INE, sin embargo, la diferencia es que en el primero incluye la expansión del área urbana a partir del 2010 por la construcción del canal seco y la expansión por la construcción del aeropuerto a partir del año 2020, esto hace que la proyección sea muy superior a la proyección del Plan maestro de BID y el Censo de INE. Las anteriores proyecciones realizados antes del estudio de FUDEU no estaban considerados la construcción del Canal seco ni del aeropuerto Palmerola, por lo que es probable que el primero esté reflejando mucho más la realidad. Debe tenerse en cuenta, las autoridades de la ciudad de Comayagua desde el hecho de que para determinar la planificación urbana que refleja el plan urbano de la encuesta de FUDEU en 2011, se considera que ha aceptado la predicción de FUDEU como la ciudad de Comayagua.

Por otro lado, de acuerdo a los resultados del Censo 2013 fueron publicados en este año (2015), la tasa media de crecimiento anual de la población total desde 2001 hasta 2013 en Honduras, fue de 2.1% (población urbana 3.27%, población rural 0.94%), en comparación con la tasa de crecimiento proyectada en el Censo 2001 de 2.27% (3.38% de la población urbana, 1.18% de la población rural) fue ligeramente inferior a la proyección. Por otro lado, la proyección de la población de la ciudad de Comayagua del 2013 del plan maestro del BID y del censo 2001 es de 74,700 y 77,936 personas respectivamente, que son significativamente mayores que la población real de 97,703.

Tabla 4 Comparación de población proyectada de cada estudio

Año	(1) Plan Maestro de BID	(2) Proyección INE 2001	(2) Proyección INE 2013	(3) Estudio de revisión de Plan maestro de PROMOSAS	(4) FUDEU/ escenario de Canal seco y Aeropuerto
2000	52,363				
2001	53,846	57,568*		57,568	
2002	55,366	59,208			
2003	56,923	60,866			
2004	58,519	62,542			
2005	60,153	64,233			
2006	61,827	65,936			
2007	63,542	67,649			
2008	65,296	69,367		63,489	
2009	67,093	71,086			
2010	68,930	72,803			67,204

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado

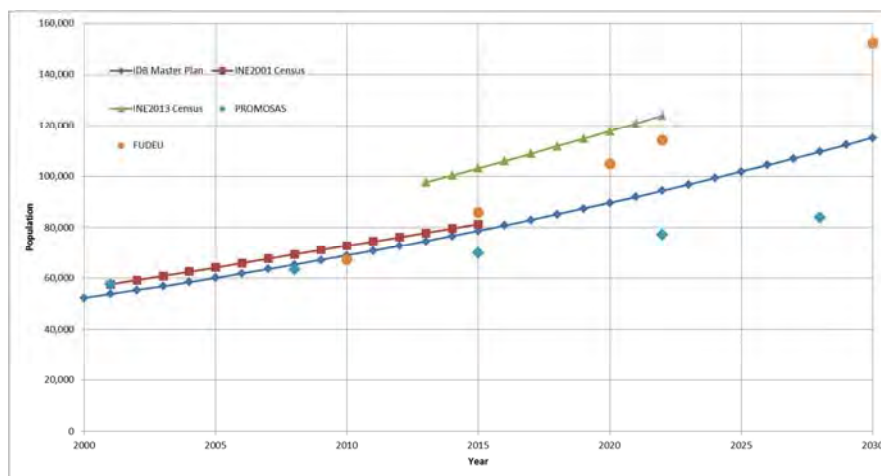
2011	70,811	74,519			
2012	72,734	76,231			
2013	74,700	77,936	97,703*		
2014	76,711	79,631	100,405		
2015	78,765	81,313	103,182	70,019	85,996
2016	80,865		106,001		
2017	83,009		108,870		
2018	85,199		111,787		
2019	87,435		114,748		
2020	89,717		117,750		104,788
2021	92,045		120,869**		
2022	94,421		124,031**	77,221	114,280
2023	96,843				
2024	99,312				
2025	101,829				
2026	104,393				
2027	107,004				
2028	109,663			83,980	
2029	112,369				
2030	115,122				152,248
2031					
2032					
2033					
2034					
2035	129,591				

Fuente: Equipo de estudio JICA

- (1): Plan maestro de BID, ANEX A-3-Demografía
- (2): Ver nota de referencia 6
- (3): Informe de revisión de Plan maestro de PROMOSAS, Tabla 6.1.3
- (4): El estudio de planificación urbana de FUDEU, no señala una proyección directa de la población. Señala la proyección de familia, calculando como 4 personas por familia, por lo tanto, en este estudio se calculó multiplicando por 4 a la cantidad de familia.

Nota: *resultado de censo (Número real).

**Por ser hasta 2022 los años de la proyección del INE, se extrapola con la tasa de crecimiento 2019-2020.

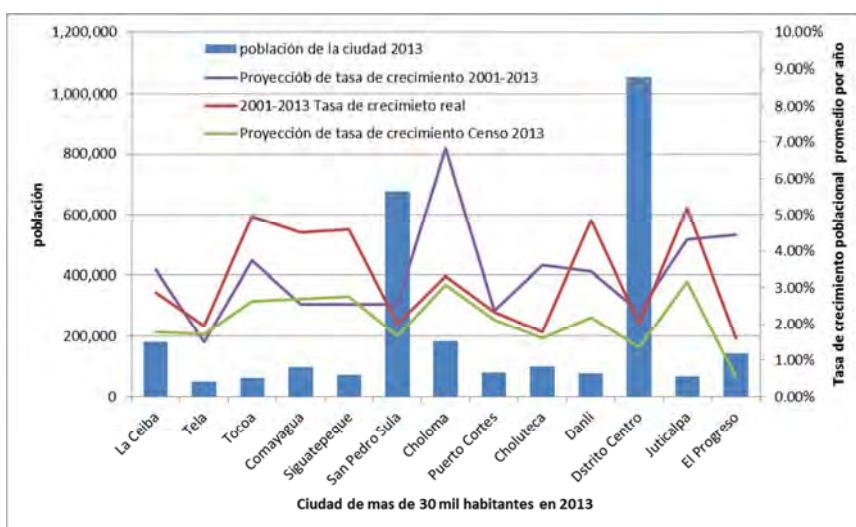


Fuente: Equipo de estudio JICA

Figura 3 Comparación de diferentes proyecciones poblacionales

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado

Si se compara la tasa de crecimiento poblacional real y el proyectado desde 2001 a 2013 señalado en la Figura 4 (ciudad que sobrepasa los 30 mil habitantes en 2013), la proyección de crecimiento del Censo de 2001, fue baja de 2.56% al igual que la proyección de crecimiento de grandes ciudades como San Pedro Sula o Tegucigalpa (distrito central) que sobrepasa los 100 mil habitantes; Sin embargo, a causa del aumento de los productores agrícolas en el valle de Comayagua y la aglomeración de población por ser un punto de paso del Canal seco y lugar de fábrica de procesamiento de productos, la tasa de crecimiento excedió significativamente la proyección con, 4.51%. Esta tendencia similar se puede observar en la ciudad de Siguatepeque que se ubica en el valle de Comayagua y atraviesa el Canal seco.



Fuente: Proyecciones de Población, a nivel Municipales,
<http://www.ine.gob.hn/index.php/component/content/article?id=81>

Figura 4 Comparación del crecimiento poblacional de las principales ciudades

Se puede afirmar que, de todas las ciudades del país, Comayagua es una de la ciudad con un incremento de población urbana excepcional comparando con el censo de 2001.

De esta manera, se hizo evidente que la población de la ciudad de Comayagua por el censo de 2013, ha superado significativamente la población proyectada por el plan maestro del BID, la revisión hecha por PROMOSAS en base a la proyección del Censo 2001 y la proyección del estudio de FUDEU.

(3) Población adoptada a partir de esta actualización.

Como se mencionó en (2), se ha evidenciado que la población del Censo 2013 ha superado significativamente tanto de las proyecciones poblacionales del Plan maestro de BID como otros planes, por lo que ya no se puede seguir las proyecciones anteriores.

En la actualidad, la única proyección basada en el dato actualizado del último censo de 2013 es el de INE. El punto clave para la proyección del crecimiento poblacional de Comayagua, es de qué

manera reflejar los proyectos de Canal seco y la construcción del aeropuerto de Palmerola. En este momento no se puede asegurar si la última proyección incluye los dos proyectos de construcción, sin embargo, al tener el resultado del Censo de 2013 que ha sobrepasado significativamente la proyección del Censo 2001, se podría pensar que en este último ya está considerado el crecimiento poblacional reflejado por la construcción del Canal Seco. Por lo tanto, se define que la población del Plan maestro simplificado (actualizado del plan maestro BID) es la población proyectada por INE 2013. En la Tabla 5 se muestran la población proyectada de 2015 y 2022.

Tabla 5 Población futura del Plan maestro simplificado

	2015	2022
Plan maestro de BID	78,765	94,421
Plan maestro simplificado (Resultado de la actualización)	103,182	124,031

Fuente: Equipo de Estudio JICA

2.2.2. Unidad básica de demanda de agua, actualización del coeficiente de variación

(1) Consideraciones relacionadas a la unidad básica de demanda de agua y el coeficiente de variación

1) Unidad básica de agua de consumo

A partir de la descentralización del servicio de agua potable y saneamiento, en muchas ciudades de Honduras, la operación y mantenimiento del sistema de suministro de agua y alcantarillado, se ha transferido de SANAA al gobierno regional. Sin embargo, la función de SANAA son: además de funcionar como empresas de servicios de agua, se ha visto obligado a llevar a cabo la asistencia técnica con respecto a las entidades transferidas. Desde este enfoque, los proyectos del sistema de servicio de agua necesitan tomar como referencia las normas establecidas por el SANAA. Como norma de diseño del sistema de agua potable establecida por SANAA se tiene a la “Normas de diseño sistemas de agua potable, SANAA” de 3 de mayo de 2004 (denominados Normas de diseño de SANAA en este texto).

En esta Norma, la unidad básica de agua para consumo doméstico se define como en la Tabla 6. Sin embargo, esta Norma se aplica a la zona metropolitana (considerado en Tegucigalpa y San Pedro Sula), Se puede decir que no necesariamente se tiene que aplicar en la ciudad de Comayagua tal como está.

Tabla 6 Norma de Diseño de SANAA referente a la unidad básica de agua de consumo doméstico

Clase Social económica	Características de la zona correspondiente	Unidad básica de agua para el consumo (l/persona/día)
R-1	El ingreso económico del residente es especialmente alto, con un emplazamiento de 400m ² , fachada de más de 15m	300
R-2	El ingreso económico del residente es alto, con un emplazamiento de 300m ² , fachada de más de 15m	230
R-3	El ingreso económico del residente es mediano, con un emplazamiento de 120m ² , fachada de más de 10m	190
R-4	El ingreso económico del residente es bajo, con un emplazamiento de 75m ² , fachada de más de 7m	150
R-5	Zona residencial nueva. Con un emplazamiento de 60 a 400m ² , con una fachada de 6 a 15m (En la mayoría son residencias ilegales)	100 a 120

Fuente: Normas de diseño sistemas de agua potable, SANAA, marzo 2004.

En el presente estudio, en consulta con el SAC, se han clasificado todas las zonas de suministro de agua correspondiente a SAC: Barrios y Colonias en las categorías de 3 etapas¹⁰ desde R-2 hasta R-4.

En la Tabla 7 se muestra el resultado de la categorización de acuerdo a la clase social económica clasificada en 2015.

A partir del resultado del estudio social, se calculó la población por la clase, suponiendo que por detrás de cada contrato existen 5.14 personas; Se muestra en la Tabla 8, el resultado del cálculo de cantidad de consumo de agua por cada clase, multiplicando la unidad básica de agua de cada clase correspondiente a la Tabla 6.

Cantidad de consumo de agua total, 18,949m³/día dividido por la población total de 92,864,

$$18,949 / 92,864 \times 1,000 = 204 \approx 200 \text{ L/persona/día}$$

Se define la unidad básica de agua de consumo doméstico como: 200 l/persona/día.

A pesar de no estar claro el proceso de cálculo de unidad básica de agua para consumo doméstico del plan maestro de BID, como resultado coincide con nuestra actualización.

Sin embargo, según el desglose de la recaudación de tarifas SAC del informe mensual, el promedio de la cantidad de consumo de agua doméstica en 2015 es de 170 L / persona / día, inferior a la unidad básica per cápita mencionado arriba. Debido a la existencia del agua no identificada por el desbordamiento del tanque de almacenamiento de agua para cubrir el tiempo discontinuo del tiempo de suministro de agua, se cree que la cantidad real de consumo de agua es más reducida. Detalles para el agua no identificada se describirá en el inciso 4).

10 En la ciudad de Comayagua, especialmente no existen residencias de mucho lujo, además no existen barrios nuevos que se asientan en forma ilegal como ocurre en Tegucigalpa, por lo tanto, se han excluido las categorías de R-1 y R-5.

Tabla 7 Categorización por clase social-económica de los barrios y colonias de SAC

Clase social económica	No.	Barrios y Colonias	Nº de contratos
R-2	1	Casa Blanca	68
	2	San Martin	112
	3	San Carlos	53
	4	Barrio Abajo	933
	5	Brisas de Humuya	192
	6	Barrio Torondon	864
	7	La Caridad	120
	8	Col. San Francisco Injupen	109
	9	Barrio San Francisco	151
	10	Jardines de Capiro	85
	12	Col. Los Jasmines	90
	33	Barrio Arriba	1,360
	36	B. San Sebastian	237
	37	B. El Inva	177
	38	B. San Blas	544
	39	Brisas de Altamira ETAPA 1	151
	52	Col. Piedras Bonitas	144
	11	Brisas del valle	68
	49	Santa Lucia	348
	50	Brisas de Altamira ETAPA 2	408
subtotal		6,214	
R-3	22	Col. 21 de Abril	741
	23	Col. San Miguel #1	179
	44	Escoto	207
	45	Fiallos	311
	46	Col. Nueva Valladolid	264
	47	Las Colinas	145
	54	Col. Francisco Morazan	180
	55	Col. 1 de Mayo	456
	56	Col. San Rafael	77
	57	Col. 2 de Mayo	398
	13	La Zarcita	238
	18	Col. San Miguel # 2	104
	19	Col. Nueva Esperanza	116
	24	Nueva Comayagua	108
	25	San José	341
	26	Los Almendros	145
	27	La Sabana	405
	28	La Boquin	279
	29	Barrio Suyapa	280
	30	Lomas del Río	479
	31	Barrio los Lirios	309
	32	La Joya	190
	34	Barrio Cabañas	751
	35	Barrio Lourdes	294
	40	Col. Centenario	35
	41	Mazarela	122
	42	Independencia	584
	43	San Pablo	50
	48	Col. C.G.T	211
	51	Col. Piedras Bonitas Norte	182
	53	Col. 10 de Mayo	129
	14	Fuerzas Armadas	465
	20	Col. Lincol Coleman	44
21	Camalote	13	
Subtotal		8,832	
R-4	15	Milagro de Dios	306
	16	Cerro del Nance	277
	17	Brisas de Suyapa	103
	Subtotal		686
Total		15,732	

Fuente: Encuesta realizada por SAC

Tabla 8 Cantidad de consumo de agua según población clasificada y la unidad básica de SANAA

Clase S-E	Nº Contrato	Población calculada según la cantidad de contrato *	Población corregida **	Unidad básica de SANAA	Cantidad de consume de agua
				(L/persona/día)	(m ³ /día)
R-2	6,214	31,940	36,681	230	8,437
R-3	8,832	45,396	52,134	190	9,905
R-4	686	3,526	4,049	150	607
Total	15,732	80,862	92,864		18,949

Fuente: La clasificación y la cantidad de contrato, es de SAC.

*: Se calcula multiplicando la cantidad de contrato por 5.14 personas por residencia, obtenida del resultado del Estudio social ejecutado.

**: El resultado de la estimación de la población del 2015 fue de 92,864 personas, frente a esto, la población estimada según la cantidad de contrato fue de 80,862. Esto se debe a la múltiple familia que está colgada en un contrato, esto provocaría que el número de personas por contrato sea menor al número real de población. Por esta razón, se hizo la corrección de la población para que coincida el valor de la población estimada y la población calculada por categorización de clase.

2) Cantidad de fugas de agua

En el Plan maestro BID se establece que la cantidad de fugas de agua es el 20% del consumo de agua por unidad básica. De acuerdo al informe mensual de operación de SAC, estima la cantidad de fugas de agua de las tuberías según los puntos de fugas de aguas descubiertas mensualmente y en el año 2014 se estima mensualmente alrededor de 17%. Por lo tanto, el valor de 20% es un indicador adecuado, por lo tanto, se adoptará esta cifra también en este Proyecto.

3) Demanda de agua del sector comercial e industrial.

El Plan maestro de BID ha calculado la demanda por persona/día de este sector, multiplicando 20% de pérdida física a la unidad básica del consumo de la demanda de agua doméstica, siendo 240 L/persona/día. La demanda de agua comercial e industrial no ha sido reconocida en este Plan.

De acuerdo con la norma de SANAA, la demanda de agua comercial se calcula como un usuario (incluyendo empleados) que se encuentra dentro de la instalación comercial pueda demandar de 230 a 265 L/persona/día. Si el número de usuarios es desconocido se calcula por ha, y es 204 m³/día/ha. Referente al agua industrial como el agua de los establecimientos públicos, se estima la demanda de la misma manera que la demanda de agua comercial.

En el caso de la ciudad de Comayagua, los usuarios de agua comercial, como industrial son desconocidos. En el Estudio de FUDEU, señala la superficie de uso de suelo comercial e industrial como 47 ha. Si a esta cifra se multiplica los 204m³/persona/día, resulta la cantidad total de 9,588 m³/día. Si se realiza un cálculo inverso desde la unidad básica de usuario (de 230 resulta 265 L / persona / día con una media de 247 L/persona/día) que corresponde a 38,739 personas. Si se hace una comparación de la población de los años 2015 como 103,182 personas, 2022, como 124,031 personas, son el 36% en el primero y 31% en el segundo caso. Después de inaugurar la operación del

nuevo aeropuerto, existe la posibilidad de incrementar en forma drástica el comercio y la industria, sin embargo actualmente antes del funcionamiento del aeropuerto es difícil pensar en la concentración masiva de la población en el comercio e industria. En realidad, aplicar la unidad básica por la superficie, abre la posibilidad de proyectar una demanda excesiva.

Por otro lado, mediante el documento de cobro de tarifa de SAC, se puede estimar la cantidad de consumo de agua como muestra en la Tabla 9, el consumo total de cantidad de agua en el sector comercial e industrial, llega a ser el 6.6% en comparación con la cantidad de consumo de agua doméstica, subestimando de manera significativa el valor estimado en el párrafo anterior. En el presente Proyecto, se tomará un término seguro de 10%, Como la cantidad de consumo comercial e industrial.

Tabla 9 Cantidad de consumo específico estimado de agua por sector en base a documento de cobro de tarifa de SAC

Sector	Cantidad de consume total desde mayo de 2014 hasta febrero de 2015 (m ³)		Proporción de consume de agua contra el consume de agua doméstica (%)
Consumo de agua doméstica	25,379,317	25,379,317	100%
Consumo de agua comercial	1,615,028	1,666,982	6.6%
Consumo de agua industrial	16,494		
Instalaciones gubernamentales	21,757		
Instalaciones municipales	13,703		

Fuente : SAC.

SAC no tiene la información organizada por consumo específico por sector. Esto se calculó a partir de la cantidad total del consumo de agua específico y la tarifa por unidad de consumo de agua específica. Por otro lado, cada sector incluye la tarifa particular que no depende del micro medidor. El consumo de agua doméstica mayormente no es afectado por el micro-medidor, por lo tanto, la cantidad de consumo doméstico se ha considerado mayor de lo que se establece; y el consumo de agua en el sector comercial y público se ha estimado menor a lo establecido. Por otro lado, en los casos de la industria y hoteles mayormente hacen uso del pozo propio, por esta razón, la cantidad de consumo del sector industrial se ha establecido como mínimo.

4) Agua no identificada (desbordada)

Según el desglose del documento de cobro de tarifa del Informe mensual de SAC, alrededor del 25% de la cantidad total de agua distribuida, no se puede identificar el consumo. De acuerdo al análisis de agua de SAC, las principales causas son: i) Desborde de agua del tanque de almacenamiento de agua de los usuarios que pagan la tarifa fija sin la instalación del medidor. ii) Se piensa que es por las conexiones ilegales.

SAC, considera que es un tema de prioridad la disminución de la cantidad de aguas no identificadas que sobrepasa la cantidad de fuga de agua, e incluyó como uno de los pilares esta actividad de Plan

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado

estratégico de 5 años. Este plan empieza en el año 2015 y establece como meta disminuir el 20% de agua no identificada hasta el año 2020. Por otro lado, adopta la metodología de aumentar el porcentaje de instalaciones de medidores, fijando como meta como meta instalar los micro medidores en la siguiente proporción: el 53% en 2016, 65% en 2017, 77% en 2018, el 89 % en 2019 y el 100% en 2020¹¹.

Por consiguiente, según la presente proyección, el agua no identificada de 25% del 2015 se convertirá en 0% para el año 2020. Frente a esto, la unidad básica de consumo de agua de 2015 fue de 170 L/persona/día, y se incrementará en 2010 200L/persona/día.

(2) Coeficiente de variación

Según la norma de Diseño de SANAA, el coeficiente de variación de los días, horas del agua de consume doméstico se define de la siguiente manera:

Cantidad de consumo de agua máxima diaria = Coeficiente máximo por día x cantidad de consume promedio por día (Coeficiente máximo por día : 1.2 a 1.5)

Cantidad de consumo de agua máxima por hora = Coeficiente máximo por hora x Cantidad de consumo de agua promedio (Coeficiente máximo por hora : 1.8 a 2.25)

En la Tabla 10 se muestra la cantidad de agua distribuida por mes (correspondiente al consumo de agua). Según esta tabla, la cantidad promedio de agua distribuida en relación a la cantidad máxima de agua distribuida es de variación de 1.08 día, siendo un rango relativamente pequeño. Por lo tanto, se adoptará el valor 1.2, valor mínimo de la Norma de SANAA.

Tabla 10 Cantidad de agua captada y distribuida por mes

Año y mes		Cantidad de agua (m ³ /día)	
		Cantidad de agua captada	Cantidad de agua distribuida
2014	Abril	25,567	24,157
	Mayo	26,302	23,820
	Junio	28,028	25,589
	Julio	24,367	22,918
	Agosto	26,308	25,695
	Septiembre	27,305	26,340
	Octubre	26,714	26,714
	Noviembre	27,454	27,454
	Diciembre	26,854	26,854
2015	Enero	26,299	24,928
	Febrero	27,495	26,222
	Marzo	27,649	26,644
	Abril	26,655	25,822
	Mayo	23,577	23,012
	Junio	26,178	25,526
	Julio	24,758	24,225
	Agosto	23,237	22,384
	Septiembre	27,162	25,820

¹¹ En diciembre de 2016, se concluyeron de instalar los micro medidores en 3 zonas pilotos, cumpliendo con la tasa de cumplimiento de 53%.

	Octubre	27,893	27,341
Máximo		28,028	27,454
Mínimo		23,237	22,384
Promedio		26,305	25,340
Máximo/promedio		1.07	1.08

Fuente: Informe mensual de SAC

(3) Proyección de cantidad de demanda de agua

En la Tabla 11 se muestra el resultado del cálculo de la demanda de agua.

Tabla 11 Resultado de la cantidad de demanda de agua

Año	2015 (Actual)	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 (Año objetivo)
Población de la ciudad	103,182	106,001	108,870	111,787	114,748	117,750	120,869	124,031
Población de suministro de agua*	92,864	96,455	100,046	103,637	107,227	110,818	114,409	118,000
Unidad básica de suministro de agua (L/persona/día)	170	176	182	188	194	200	200	200
Cantidad de agua doméstica	15,787	16,976	18,208	19,484	20,802	22,164	22,882	23,600
Cantidad de agua comercial-industrial, público(m ³ /día)	2,229	2,037	2,185	2,338	2,496	2,660	2,746	2,832
Cantidad de fugas de agua (m ³ /día)	3,157	3,395	3,642	3,897	4,160	4,433	4,576	4,720
Cantidad de agua no identificada(m ³ /día) (25%—0%)	5,293	4,482	3,605	2,572	1,373	0	0	0
Cantidad promedio de demanda de agua (m ³ /día)	26,467	26,890	27,640	28,290	28,832	29,256	30,204	31,152
Cantidad de demanda máxima día(m ³ /día)	31,760	32,268	33,168	33,948	34,598	35,107	36,245	37,382

*: La tasa de cobertura de suministro de agua de 2015 será de 90% y la de 2022 será de 95%.

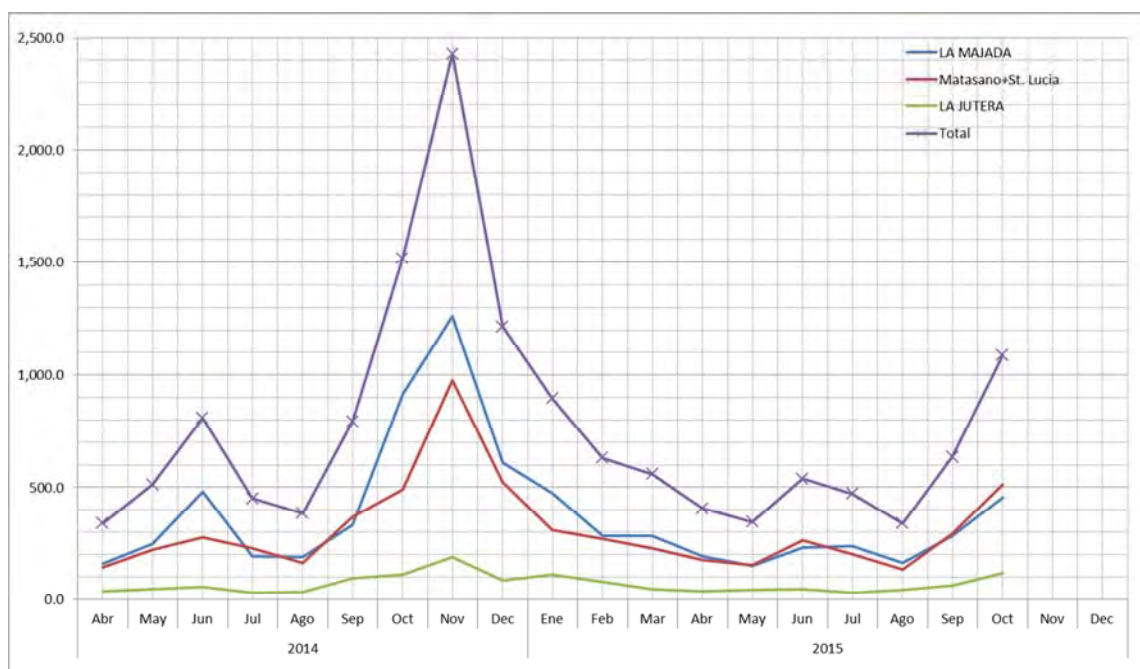
Fuente: Equipo de Estudio de JICA

2.3. Evaluación de la capacidad del sistema actual

2.3.1. Sistema de las Fuentes de agua

(1) Ríos

Para la capacidad de las fuentes de agua, será considerado los caudales de los ríos registrados en el pasado. En la Figura 5, se muestran los caudales antes de captar el agua de los ríos en Majada, Matasano, Santa Lucía (los ríos de Matasano y Santa Lucía se unen en un solo cauce, por lo tanto, se tratará como un solo curso).



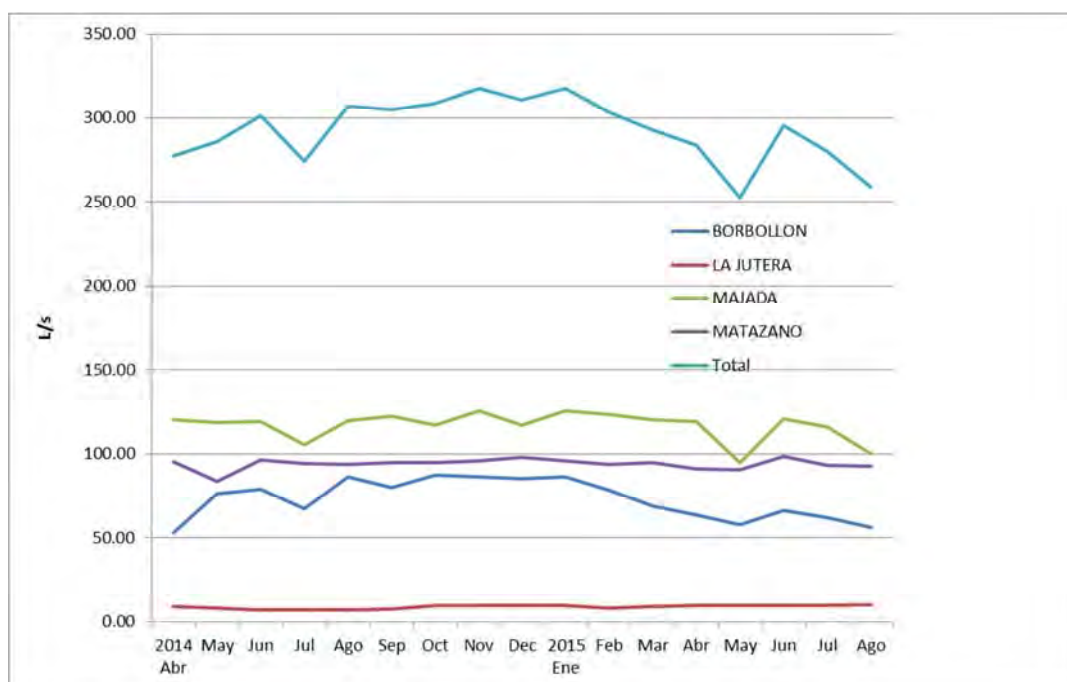
Fuente: Informe mensual SAC

Figura 5 Caudal (L/seg) antes de la obra de captación de agua

El caudal mínimo del río Matasano más Santa Lucía y Majada es de 150 L/seg. el de Jutera es de 11.6 L/seg.

En el caso del manantial de Borbollón, no es posible la medición antes de la captación de agua, tampoco existen datos, por lo tanto, se evaluará por la cantidad de aguas captadas. En la Figura 6 se muestra la cantidad de aguas captadas de cada fuente de agua. De estas fuentes la menor cantidad de agua captada es 57.8 L/seg.

El pozo de Armería, se tiene como reserva del Sistema de Bolbollón y la cantidad registrada es de 15L/seg. (mes de marzo a mayo).



Fuente: Informe mensual SAC

Figura 6 Cantidad de agua captada en cada Fuente de agua

(2) Probabilidad de precipitación

El único dato de precipitación de largo plazo de 2010 a 2015 obtenido de la Base Aérea de Palmerola cercana al río Majada y Matasano se muestra en la Tabla 12.

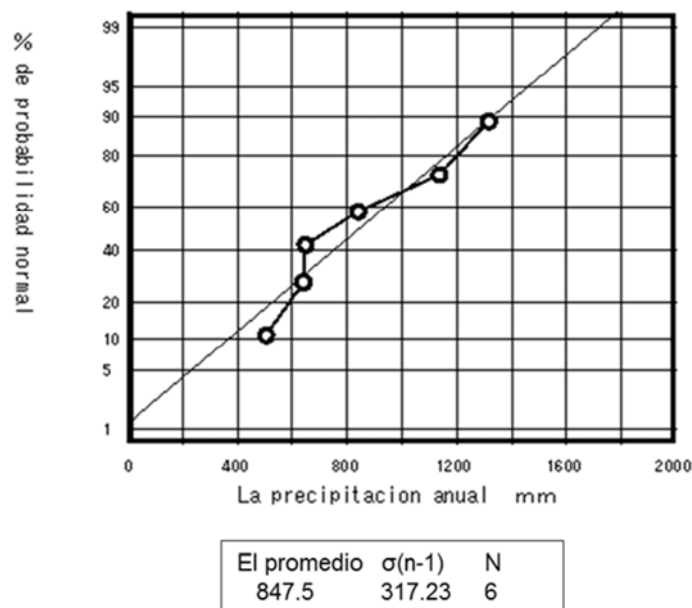
Tabla 12 Precipitación anual registrado en la Base aérea de Palmerola

Año	Precipitación anual (mm)
2010	1,134
2011	1,317
2012	650
2013	840
2014	642
2015	502

Fuente: Base aérea de Palmerola (Coronel de la Base aérea, Comayagua Honduras: Enrique Soto Cano)

La estimación de probabilidad de precipitación a 10 años a partir del análisis realizado es de aproximadamente 400 mm como indica en la Figura 7. De acuerdo a la tabla 12, la cantidad de precipitación registrado Matasano y Majada en el año 2015 fue mínima, esta realidad coincide con el dato anterior, por consiguiente, se puede afirmar que la probabilidad del caudal de sequía a 10 años es el que indica en ambos ríos.

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 7 Distribución de probabilidad de precipitación anual de la Base aérea de Palmerola

(3) Mantenimiento del río

Para mantener el funcionamiento saludable como río, se piensa que es necesario dejar una cantidad mínima permisible de caudal, sin embargo, en la alcaldía de Comayagua, que se encuentra dentro de su jurisdicción, no se tiene una norma al respecto del caudal ecológico. SAC tiene registrado el caudal antes de captar en la Figura 5 y después de captar el agua en la Tabla 13. Según esta tabla, el caudal mínimo del río Majada es de 14.2 L/seg y el caudal mínimo de los ríos matasano y Santa Lucía, es de 16 L/seg. debido a que el caudal ecológico mínimo que debería tener la trayectoria puede ser considerada como menor que esto. En el presente estudio se tomará como referencia el caudal ecológico de estos valores.

Debido a que la trayectoria del caudal de mantenimiento del río puede ser considerada como menor que esto, en el presente estudio está la tasa de flujo de valor y el mantenimiento del río.

Tabla 13 Caudales del río Majada y Matasano después de la captación (L/seg)

Fuente de agua	2014								2015								
	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	July	Ago	Sep	Oct
Majada	107.6	24.5	14.2	142.9	816.7	1102.3	480.8	387.4	150.9	120.6	45.3	35.8	73.1	46.5	22.2	140.6	309.9
Matasano + Santa Jucia	192.2	57.8	24.2	258.2	326.2	820.9	362.9	248.9	162.1	119.4	72.4	51.1	136.0	52.6	16.0	171.0	375.8

Fuente : Informe mensual SAC

(4) Caudal posible de captar

Restando el caudal ecológico de los caudales de Majada y Matasano, se tiene el caudal posible de

captar. El caudal total posible de captar es como sigue en la Tabla 14.

Tabla 14 Caudal de la fuente de agua

Nombre de Fuentes de agua	Tipo de fuentes	Caudal posible de captar (m ³ /día)	Nota
Matasano	Agua superficial del río	11,109 (117L/s)	Instalación existente Matasano 2, Sta. Lucía es del mismo río, no existe incremento de caudal (incluye a Matasano)
Majada	Agua superficial del río	11,837 (137L/s)	Instalación existente
Borbollón	Agua del manantial	4,993 (57.8L/s)	Instalación existente
Jutera	Agua superficial del río	1,002 (11.6L/s)	Instalación existente
Pozo de Armería	Agua subterránea	1,296 (15L/s)	Instalación existente (Fuentes de agua de reserva)
Total		29,238 (338.4L/s)	

Fuente : Informe mensual de SAC

(5) Calidad de agua

Referente a la calidad de agua de las Fuentes de agua, se determina que no existe ningún problema en particular, después de haber realizado la evaluación del análisis de calidad de agua químico físico y de contaminación de agroquímicos según el parámetro de calidad de agua potable de Honduras, como indica a continuación.

1) Comparación con parámetro de calidad de agua de Honduras

En la Tabla 15 se señala el resultado del análisis de agua de los ítems de la norma de calidad de agua de Honduras de la muestra de la fuente de agua de bocatoma de Matasano, Majada, Borbollón y Jutera. Todas las fuentes de aguas analizadas tuvieron como resultado de calidad de agua menor al parámetro de la calidad de agua de Honduras. Por lo que se determina que no hay ningún problema en particular con la calidad del agua de la fuente de agua.

2) Agroquímicos

A través del estudio de la cuenca en la fuente de agua, se ha confirmado que dentro de esta cuenca se encuentran extensiones de cultivo de café. El cultivo del café podría ser el causante de aumento de turbidez en el momento de la precipitación, por la exposición de la superficie de tierra y la construcción de carreteras de acceso. El aumento de la turbidez puede ser tratado por el método de tratamiento de agua, sin embargo, los agroquímicos que se utilizan en el cultivo de café podrían ser uno de los factores que afecten a la idoneidad de la fuente de agua. Por lo tanto, se analizaron los agroquímicos en las fuentes de agua para la verificación de la presencia o ausencia del mismo.

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado

Tabla 15 Resultado de análisis de agua de las Fuentes existentes

	Matasano	Majada	Borbollón	Jutera	Parámetro de Honduras
Toma de muestras	Octubre 2015	Octubre 2015	Octubre 2015	Octubre 2015	
Determinación física					
pH	6.55	6.29	6.77	6.94	6.5-8.5
Conductividad eléctrica	231.5 µs/cm	146 µs/cm	335 µs/cm	305 µs/cm	400 µs/cm
Sólidos disueltos totales	148 mg/L	93.6 mg/L	214 mg/L	195 mg/L	1000 mg/L
Determinación química					
Alcalinidad	85.5 mg/L	54.4 mg/L	160 mg/L	145 mg/L	---
Sodio(Na)	2.98 mg/L	2.70 mg/L	2.26 mg/L	1.77 mg/L	25-200 mg/L
Potasio (K)	0.50 mg/L	0.48 mg/L	0.46 mg/L	0.45 mg/L	10 mg/L max
Calcio(Ca)	25.6 mg/L	10.7 mg/L	69.4 mg/L	65.0 mg/L	100 mg/L CaCo3
Magnesio (Mg)	5.45 mg/L	5.80 mg/L	2.70 mg/L	2.20 mg/L	30-50 mg/L CaCo3
Cloruros (Cl)	0.97 mg/L	1.94 mg/L	3.40 mg/L	1.94 mg/L	25-250 mg/L-Cl
Hierro (Fe)	0.31 mg/L	0.29 mg/L	0.24 mg/L	0.29 mg/L	0.30 mg/L max
Manganeso (Mn)	<0.010 mg/L	<0.010 mg/L	0.015 mg/L	<0.010 mg/L	0.01-0.5 mg/L
Cobre (Cu)	<0.015 mg/L	<0.015 mg/L	<0.015 mg/L	<0.015 mg/L	1.0-2.0 mg/L
Zinc (Zn)	0.03 mg/L	0.60 mg/L	0.01 mg/L	0.01 mg/L	3.0 mg/L max
Dureza total	90.9 mg/L	52.2 mg/L	185 mg/L	172 mg/L	400 mg/L CaCo3
Sulfato (SO ₄)	11.9 mg/L	6.36 mg/L	4.46 mg/L	1.01 mg/L	25-250 mg/L
Nitrato (NO ₃)	6.16 mg/L 2	2.64 mg/L	2.86 mg/L	2.42 mg/L	25-50 mg/L
Nitrito (NO ₂)	0.038 mg/L	0.031 mg/L	0.044 mg/L	0.031 mg/L	0.1-3.0 mg/L
Nitrógeno de amoníaco (NH ₄)	0.32 mg/L	0.33 mg/L	0.37 mg/L	0.40 mg/L	0.05-0.5 mg/L
Fluoruro (F)	0.20 mg/L	0.21 mg/L	0.14 mg/L	0.95 mg/L	0.7-1.5 mg/L
Cianuro (CN)	0.006 mg/L	0.002 mg/L	0.004 mg/L	0.003 mg/L	0.07 mg/L max
Sulfuro de Hidrógeno (SH ₂)	0.009 mg/L	0.005 mg/L	0.005 mg/L	0.006 mg/L	0.05 mg/L max
Cadmio (Cd)	<0.0002 mg/L	<0.0002 mg/L	<0.0002 mg/L	<0.0002 mg/L	0.003 mg/L
Aluminio (Al)	0.13 mg/L	0.08 mg/L	0.07 mg/L	<0.030 mg/L	0.20 mg/L
Arsenico (As)	2.62 µg/L	1.51 µg/L	1.59 µg/L	<1.3 µg/L	10 µg/L
Niquel (Ni)	<0.00866 mg/L	<0.00866 mg/L	<0.00866 mg/L	<0.00866 mg/L	0.02 mg/L
Cromo total (Cr)	0.00111 mg/L	<0.00111 mg/L	<0.00111 mg/L	<0.00111 mg/L	0.05 mg/L
Plomo (Pb)	<0.00239 mg/L	<0.00239 mg/L	<0.00239 mg/L	<0.00239 mg/L	0.01 mg/L
Selenio (Se)	<0.002 mg/L	<0.002 mg/L	<0.002 mg/L	<0.002 mg/L	0.01 mg/L
Mercurio (Hg)	<0.20 µg/L	<0.20 µg/L	<0.20 µg/L	<0.20 µg/L	1 µg/L
Antimonio (Sb)	<0.005 mg/L	<0.005 mg/L	<0.005 mg/L	<0.005 mg/L	0.005 mg/L

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

En la Tabla 16 se muestra el resultado del análisis de agroquímicos. En el cultivo de café se aplican 10 tipos de agroquímicos alrededor de junio a octubre, antes y después de la cosecha de café. A pesar de que octubre es el mes en el cual se aplican múltiples agroquímicos, no se detectaron restos de agroquímicos en ninguna de las fuentes de agua, tanto de Matasano como majada, por consiguiente, la contaminación de pesticidas no fue confirmada.

Tabla 16 Resultado de análisis de agroquímicos en la Fuente de agua

	Matasano	Majada		Matasano	Majada
Toma de muestras	Octubre 2015	Octubre 2015	Toma de muestras	Octubre 2015	Octubre 2015
Nombres de agroquímicos			Nombres de agroquímicos		
Aldrin	No detectado	No detectado	Tilt	No detectado	No detectado
BHC Alfa	No detectado	No detectado	Trifluralin	No detectado	No detectado
BHC Beta	No detectado	No detectado	Captan	No detectado	No detectado
C. Chlordane	No detectado	No detectado	Vinclozolin	No detectado	No detectado
Chlorothalonil	No detectado	No detectado	Clofenteziner	No detectado	No detectado
Chlorpyrifos	No detectado	No detectado	Fipronyl	No detectado	No detectado
DDD-op'	No detectado	No detectado	Hexaconazole	No detectado	No detectado
DDD-pp'	No detectado	No detectado	Trifloxistrobin	No detectado	No detectado
DDE-op'	No detectado	No detectado	Imazalil	No detectado	No detectado
DDE-pp'	No detectado	No detectado	Carbophenothion	No detectado	No detectado
DDT-op'	No detectado	No detectado	Diclorvos	No detectado	No detectado
DDT-pp'	No detectado	No detectado	Disulfoton	No detectado	No detectado
Diazinon	No detectado	No detectado	Ethion	No detectado	No detectado
Dieldrin	No detectado	No detectado	Methyl Paration	No detectado	No detectado
Endosulfan Alfa	No detectado	No detectado	Parathion	No detectado	No detectado
Endosulfan Beta	No detectado	No detectado	Prophos	No detectado	No detectado
Endosulfan Sulfate	No detectado	No detectado	Terbufos	No detectado	No detectado
Endrin	No detectado	No detectado	Cypermethrin	No detectado	No detectado
H. Epoxy	No detectado	No detectado	Permethrin	No detectado	No detectado
Heptachlor	No detectado	No detectado	Alphacipermetrin	No detectado	No detectado
Lindane	No detectado	No detectado	Fenvalerate	No detectado	No detectado
Methoxychlor	No detectado	No detectado	Deltamethrin	No detectado	No detectado
Oxychlordane	No detectado	No detectado	Bifenthrin	No detectado	No detectado
T. Chlordane	No detectado	No detectado	Deltamethrin	No detectado	No detectado

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

2.3.2. Instalaciones de línea de conducción

En las Tabla 17 y Tabla 18 se muestra la capacidad actual de conducción de Matasano y Majada ambos tienen como caudal máximo aproximadamente 140 L/seg.

Por otro lado, como se muestra en la Figura 8, el caudal de entrada a la planta potabilizadora es menos de 100L/s en ambas plantas de Matasano y Majada y casi no hay fluctuación. Al comparar esto con las grandes fluctuaciones de los caudales fluviales como se muestran en la Figura 5, se sospecha que la capacidad de las líneas de conducción tenga limitantes. Para ello, se realizó la medición y observación de caudales en las líneas de conducción. Efectivamente, se observó la entrada de aire en el tanque desarenador y el tanque reductor de presión. Se evidenció que no se podía aplicar las condiciones hidráulicas a tubo lleno calculadas en las Tabla 17 y Tabla 18 y que dentro del tubo se generaba una superficie libre la cual limitaba el caudal. Según los resultados de la medición de caudales, se estima la capacidad de flujo en ambas líneas de conducción de Matasano y Majada es de 94.4L/s.

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado

Tabla 17 Capacidad actual de conducción de las líneas (1)

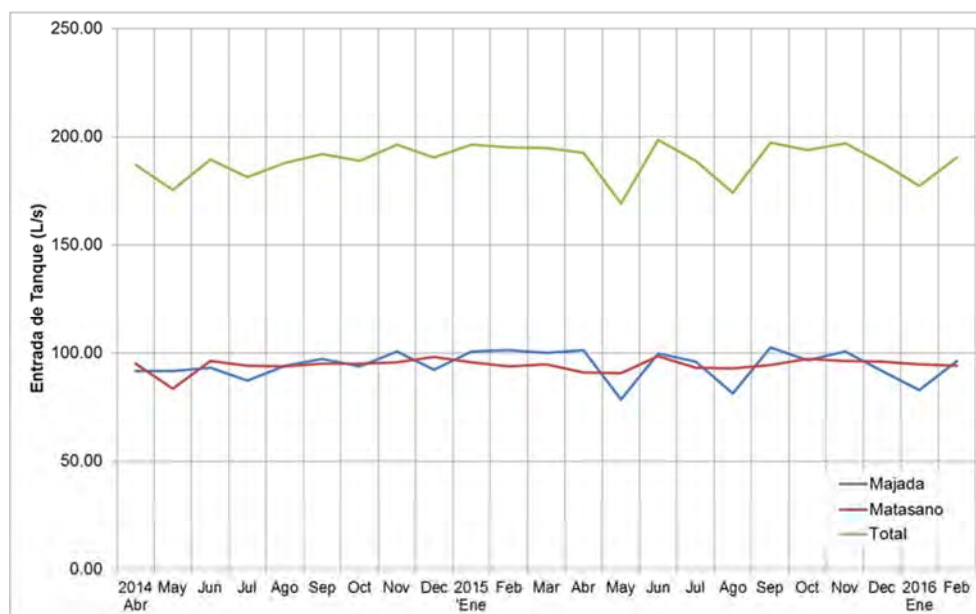
Tiempo	Diámetro (m)	Caudal (m³/seg)	Caudal (m³/día)	Longitud (m)	Coefficiente de Velocidad de flujo	Pendiente tubo m/Km	Pérdida de carga por fricción (m)	Diferencia de carga	Velocidad de flujo (m/s)
Desarenador Matasano (arriba) - desarenador Matasano (abajo)	0.25	0.1412	12,196	1,200.00	110.00	40.87	49.04	79.00	2.88
Desarenador Matasano (abajo) -	0.25	0.1412	12,196	346.00	110.00	40.87	14.14	115.00	2.88
	0.25	0.1412	12,196	1,102.00	110.00	40.87	45.04		2.88
-Rompecarga (arriba)	0.25	0.1412	12,196	246.00	110.00	40.87	10.05		2.88
Rompecarga (arriba) - (abajo)	0.25	0.1412	12,196	1,548.00	110.00	40.87	63.27	88.00	2.88
	0.30	0.1412	12,196	210.00	110.00	16.82	3.53	54.00	2.00
Potabilizador (Tanque de distribución Matasano) WL	0.25	0.1412	12,196	2,421.00	110.00	40.87	98.95		2.88

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Tabla 18 Capacidad actual de conducción de las líneas (2)

Tiempo	Diámetro-tubo (m)	Caudal (m³/seg)	Caudal (m³/día)	Longitud (m)	Coefficiente velocidad-flujo	Pendiente tubo m/Km	Pérdida de carga por fricción (m)	Diferencia de carga	Velocidad de flujo (m/seg)
Desarenador Majada (arriba) a Potabilizadora (Tanque-distribuc. Majada)	0.25	0.1408	12,167	2,400.00	110.00	40.69	97.66	113.00	2.87

Fuente: Equipo de Estudio de JICA



Fuente : Informe mensual de SAC

Figura 8 Caudal de entrada a la planta potabilizadora actual en las líneas de conducción de Majada y Matasano

2.3.3. Sistema de potabilización

En la Tabla 19 se muestran las especificaciones de la planta potabilizadora actual. El Estudio de

operación de prueba (para mayores detalles, véase el Apéndice 10) ha revelado lo siguiente:

- No se puede garantizar la capacidad de potabilización establecida.
 - No puede cumplir con los parámetros establecidos de la Norma Técnica de Calidad de Agua Potable de Honduras tanto en la capacidad de potabilización (norma: 25L/S) como en la calidad del agua tratada (norma: 5 NTU).
 - Generalmente, en muchos casos, para el sistema de filtración a presión se utilizan tanques herméticos hechos de acero. Estos tienen ventajas de no ser estructuras que requieren obras civiles, por lo tanto, se permite reducir el período de construcción en el lugar. También, por utilizar el sistema de bombeo no tienen restricciones hídricas del terreno, además, su operación es fácil. Por estas razones, este sistema se utiliza en las plantas potabilizadoras relativamente pequeñas y en las plantas donde se puede contar con el agua cruda de buena calidad, por tanto, se permite omitir el tanque de sedimentación. Sin embargo, la presente planta potabilizadora no puede ser categorizada como una pequeña planta potabilizadora, tampoco la calidad del agua cruda es buena y estable a largo plazo para permitir la omisión del tanque de sedimentación. Por consiguiente, este sistema de potabilización no es apto para las propiedades de esta agua cruda (condiciones de calidad del agua y fluctuaciones de niveles de turbiedad).
 - El tiempo de retención en el tanque de floculación es poco, por lo que se requerirá una capacidad 7-14 veces superior que la actual. Por otro lado, la velocidad de filtración es rápida y no da tiempo para que el agua permanezca filtrándose, lo cual es necesario para obtener el agua filtrada estable y para la operación y mantenimiento. Además, existe temor de que los flóculos capturados en el lecho se desprendan y se fluyan al agua. Para garantizar el caudal de potabilización establecido, se requerirá una superficie de filtración 2.3 veces más grande que la actual.
 - Lo anterior requiere algunas modificaciones en el diseño de los principales procesos de tratamiento, por ejemplo, la agitación lenta para floculación, la filtración, etc., sin embargo, la remodelación del sistema dentro del paquete actual es difícil. Por consiguiente, es necesario descartar la planta actual e instalar una nueva planta potabilizadora.
- Es sumamente difícil realizar la operación de potabilización.
 - No tiene función de distribuir homogéneamente la entrada del agua cruda. Se presume que es prácticamente imposible regular la entrada homogénea del caudal del

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado

agua cruda.

- Cuando se pretende realizar la operación de potabilización en todos los 9 módulos, será necesario realizar la operación de lavado de lecho una vez al día durante el período de baja turbiedad y más de una vez al día cuando se observa alta turbiedad, por lo tanto, se supone que habría que triplicar el sistema actual de asignación del personal para realizar la operación.

En la

Tabla 20, se muestran los indicadores de diseño de la planta potabilizadora actual comparados con el lineamiento de diseño de agua potable de Japón. Los resultados muestran que muchos indicadores de diseño tienen valores marcadamente más pequeños que los del lineamiento de diseño de Japón. Si se decide restaurar la planta actual, es necesario adecuar a este lineamiento, sin embargo, por la estructura de la planta, no es posible hacer más grande las dimensiones del tanque de sedimentación y otros sistemas para adecuar al lineamiento de diseño. Por lo tanto, se deberá reducir el caudal para reducir la carga en los procesos de coagulación, sedimentación y filtración.

Según la carga adecuada al lineamiento de agua potable, la capacidad de potabilización es de 32L/s (2,764m³/día), cuando la capacidad oficial es de 225L/s (19,440m³/día).

Tabla 19 Especificaciones de la planta potabilizadora actual

Nombre del sistema o equipo	Especificaciones actuales	Número de unidades	Año fiscal de instalación	Resultados de la inspección
Unidad receptora	Sistema del río Majada Sistema del río Matasano	20m ³ 75m ³	1 tanque 1 tanque	1997* 1997*
Equipo para inyección de coagulantes	Sistema No. 1 Tanque de almacenamiento de coagulantes hecho de concreto -Coagulantes -Aditivos de coagulantes -Agente alcalino Bomba de inyección de químicos	3.4m ³ 2.4m ³ 2.3m ³	1 tanque 1 tanque 1 tanque 7 unidades	1997
	Sistema No. 2 Tanque de almacenamiento de coagulantes hecho de polipropileno -Coagulantes -Aditivos de coagulantes -Agente regulador de pH Bomba de inyección de químicos	1m ³ 1m ³ 1m ³	2 tanques 2 tanques 2 tanques 3 unidades	2004
Tanque de sedimentación y tanque de coagulación	Sistema No. 1 5 módulos (No. 1-5) (Fabricado por Becox/Veolia), hecho de acero Para cada módulo, [Tanque de coagulación] Tanque de mezcla 2.2 m ³ Tanque de floculación 1.4mW×2.8mL×1.10mH = 4.3m ³	25L/s/ módulo	5 tanques	1997

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado

Nombre del sistema o equipo	Especificaciones actuales		Número de unidades	Año fiscal de instalación	Resultados de la inspección
	[Tanque de sedimentación] con placas paralelas inclinadas 1.5mW×8.4mL = 12.6m ² Sistema No.1 2 módulos (No. 6-7) [Tanque de coagulación] Tanque de mezcla 2.2 m ³ Tanque de floculación 1.4mW×2.8mL×1.10mH = 4.3m ³ [Tanque de sedimentación] con placas paralelas inclinadas 1.5mW×8.4mL = 12.6m ²	25L/s/ módulo		2000	sedimentación y tanque de coagulación del módulo 4 del Sistema No.1. Hay falla de hermeticidad.
	Sistema No. 2 2 módulos (No. 1-2) (Fabricado por SETA), hecho de acero Para cada módulo, [Tanque de coagulación] Tanque de mezcla 1.2 m ³ Tanque de floculación 2.0mW×3.7mL×1.85mH= 13.7m ³ [Tanque de sedimentación] con placas paralelas inclinadas 1.8mW×6.7mL = 12.0m ²	25L/s/ módulo	2 tanques	2004	No tienen diafragma en los mezcladores para agitación rápida y agitación lenta. • No se han utilizado.
Tanque de filtración rápida	Sistema No. 1 5 módulos (No. 1-5) (Fabricado por Becox/Veolia), hecho de acero, a presión, vertical 3 tanques de filtración para cada módulo Superficie de filtración para cada tanque 2m ² Sistema No. 1 2 módulos (No. 6-7) (Fabricado por Becox/Veolia), hecho de acero, a presión, vertical 3 tanques de filtración para cada módulo Superficie de filtración para cada tanque 2m ²	25L/s/ módulo	15 unidades	1997	Falta el grosor en el lecho de arena de filtración del módulo 6 (3 unidades). Están averiadas todas las funciones de control automático para la operación de lavado. Están averiados todos los caudalímetros. No se puede operar por averías en la válvula de control neumática para la operación de potabilización y retrolavado en el módulo (2, 3 y 5).
		25L/s/ módulo	6 unidades	2000	
	Sistema No. 2 2 módulos (No. 1-4) (Fabricado por SETA), hecho de acero, a presión, horizontal 2 tanques de filtración para cada módulo Superficie de filtración para cada tanque 3.7m ²	25L/s/ módulo	4 unidades	2004	No se han utilizado.
Tanque de distribución	Tanque de distribución de Majada, circular, hecho de concreto	378m ³	1 tanque	1984	
	Tanque de distribución de Matasano, circular, hecho de concreto	1136m ³	1 tanque	1999	
Sistema de desinfección	Equipo de inyección de cloro y cloro líquido		1 juego	1997 2004	
Edificio para la administración	Hecho de bloques de cemento		1 edificio	1997	
Equipos eléctricos para recepción y transformación			1 juego	1997*	
Planta generadora de energía eléctrica	287.5kVA, diésel		1 unidad	1997*	
	Diésel		1 unidad	2004*	

Fuente: Resultados el Estudio de operación de prueba del presente estudio y los datos suministrados por SANAA

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado

Tabla 20 Evaluación de la capacidad de la planta potabilizadora actual

Sistema	Equipos		Tamaño (de un módulo)	Valores de indicadores de diseño		Capacidad de tratamiento por módulo cuando se aplican los valores de indicadores de diseño del lineamiento de agua potable	Capacidad de potabilización por sistema cuando se aplica el lineamiento de agua potable
				Capacidad de tratamiento oficial, calculado por el tamaño de la instalación	Lineamiento de agua potable		
Sistema No. 1 7 módulos (Fabricado por Becox/ Veolia) Capacidad de tratamiento oficial 175L/s	Tanque de coagulación	Tanque de mezcla	2.2 m ³	Tiempo de mezcla: 1.5 minutos	Tiempo de mezcla: 1-5 minutos (2.5 minutos)	14.7L/s	
		Tanque de floculación	4.3m ³	Tiempo de retención: 2.9 minutos	Tiempo de retención: 20-40 minutos (30 minutos)	2.4L/s	
	Tanque de filtración rápida	Superficie de filtración	6m ²	Velocidad de filtración: 360 m/día	Tiempo de retención: 120-150m/día (120m/día)	8.3L/s	
	Todo el Sistema No. 1					2.4L/s (Se determina por el valor mínimo de cada equipo.)	16.8L/s (1,451m ³ /día)
Sistema No. 2 2 módulos (Fabricado por SETA) Capacidad de tratamiento oficial 50L/s	Tanque de coagulación	Tanque de mezcla	1.2 m ³	Tiempo de mezcla: 0.8 minutos	Tiempo de mezcla: 1-5 minutos (2.5 minutos)	8L/s	
		Tanque de floculación	13.7m ³	Tiempo de retención: 9.1 minutos	Tiempo de retención: 20-40 minutos (30 minutos)	7.6L/s	
	Tanque de filtración rápida	Superficie de filtración	7.4m ²	Velocidad de filtración: 292m/día	Tiempo de retención: 120-150m/día (120m/día)	10.3L/s	
	Todo el Sistema No. 2					7.6L/s (Se determina por el valor mínimo de cada equipo.)	15.2L/s (1,313m ³ /día)
Total							32L/s (2,764m ³ /día)

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

2.3.4. Sistema de transmisión

Se realizó la evaluación de la capacidad de las líneas de transmisión en el tramo desde el tanque de distribución de Majada hasta el tanque de distribución de Borbollón. Estableciendo 3m/s como velocidad límite de flujo cuando la conducción es por gravedad, estas líneas tienen una capacidad de flujo de unos 63L/s (5,446m³/día) como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21 Capacidad de las líneas de transmisión

Tramo	Diámetro del tubo (m)	Caudal (m ³ /seg)	Caudal (m ³ /día)	Extensión (m)	Gradiente hidráulico m/Km	Pérdidas de carga por fricción (m)	Diferencial de presión hidrostática	Velocidad de flujo (m/seg)
Del tanque de distribución de Majada al tanque de distribución de	0.20	0.0630	5,446	1,447.00	27.26	39.45	40.00	2.01

Borbollón								
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

2.3.5. Tanque de distribución

(1) Capacidad de tanque de distribución

En la Tabla 22 se muestran los tanques de distribución y las áreas de distribución (véase la Figura 9 para áreas de distribución), el volumen de agua demandado y la capacidad faltante del tanque de distribución de cada tanque de distribución. Generalmente, un tanque de distribución debe tener una capacidad superior al volumen equivalente a 12 horas de distribución desde dicho tanque.¹² Según la Tabla 22, el único tanque de distribución con capacidad de almacenamiento para 12 horas es el tanque de Valladolid con capacidad para 14.9 horas. Todos los demás tanques tienen capacidad mucho menor a 12 horas. Con un volumen de almacenamiento de unas 5 horas, tal vez es posible distribuir el agua de manera continua si las fluctuaciones de horas son normales, no obstante, en caso de los tanques de distribución de Borbollón y Majada cuyo volumen de distribución es extraordinariamente grande, con un volumen de almacenamiento de 0.8-0.9 horas no podría absorber casi nada de las fluctuaciones.

Tabla 22 Capacidad de las líneas de transmisión

Tanque de distribución de agua	Zonas	Nombre de la zona de distribución de agua	(i) Población rectificada	(ii) Cantidad de demanda de agua (m³/día)	(iii) Demanda de agua por Tanque - distribución de agua (m³/día)	(iv) Volumen-Tanque de distribución de agua (m³)	(v) Tiempo de almacenamiento (hr)	(vi) Volumen necesaria-almacenamiento (m³)	(vii) Volumen-almacenamiento faltante (m³)
Borbollón	Z1	Boulevard	9,711	3,030	10,470	378.5	0.9	5,235	4,857
	Z2	Torondon	7,734	2,413					
	Z3	Sector Norte	11,303	3,526					
	Z4	Injupen	3,249	1,014					
	Z5	Suyapa	1,562	487					
Cerro el Nance	Z6	Brisas De Suyapa	669	209	720	227.1	7.6	360	133
	Z7	Cerro Del Nance	1,639	511					
Fiallos	Z8	Fiallos	4,267	1,331	1,717	378.5	5.3	8,892	6,507
	Z14	CGT	1,237	386					
Valladolid	Z9	Valladolid	1,568	489	489	302.8	14.9		
Matasano	Z10	Matasano	10,977	3,425	3,425	1,135.5	8.0		
Majada	Z11	Majada	35,381	11,039	11,246	378.5	0.8		
	Z12	Nueva Esperanza	663	207					
Lomas	Z13	Tanque Lomas	2,906	907	907	189.3	5.0		
	Total		92,864	28,974	28,974	2,990	2.5	14,487	11,497

(i): Ver como referencia la rectificación de población de la Tabla 8.

¹² Según la Norma de SANAA y la Norma de Agua Potable de Japón.

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado

(ii): Se calcula: Unidad básica que incluye la fuga de agua por la población (240 L/persona/día) + agua comercial por el agua industrial.

(iii): Cantidad total de agua demandada de las zonas de distribución de agua por Tanque de distribución de agua

(iv): Según el documento de SAC.

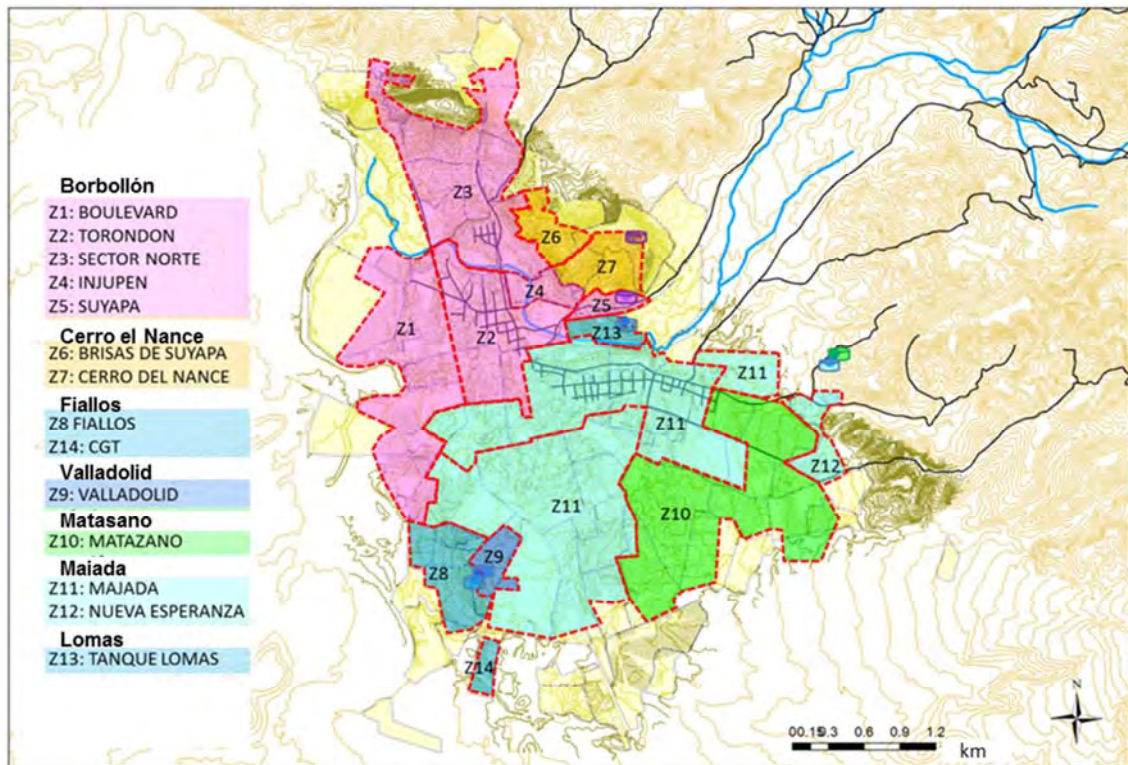
(v): (iv)/(iii)x24

(vi): (iii)/24x12

(vii): (vi)-(iv)

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Cabe señalar que PROMOSAS construirá el tanque de distribución Borbollón 2 (454m³) y el tanque de distribución Majada 2 (1,173m³).

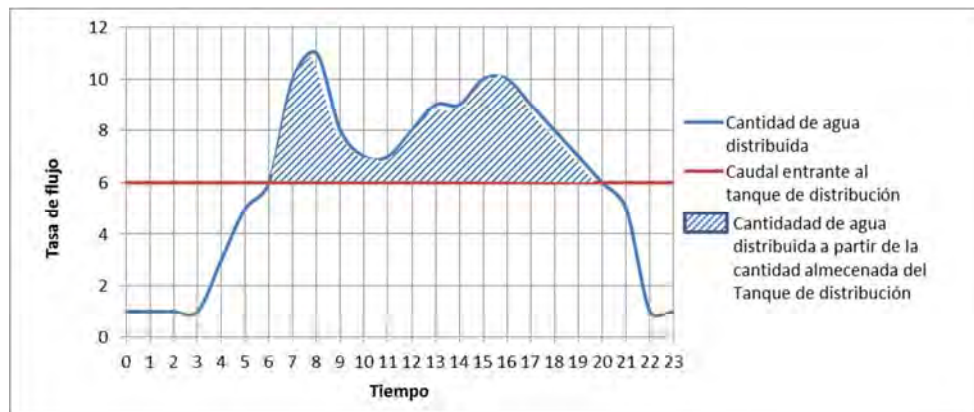


Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 9 Áreas de distribución de cada tanque de distribución

(2) Problemas originados por la falta de la capacidad del tanque de distribución

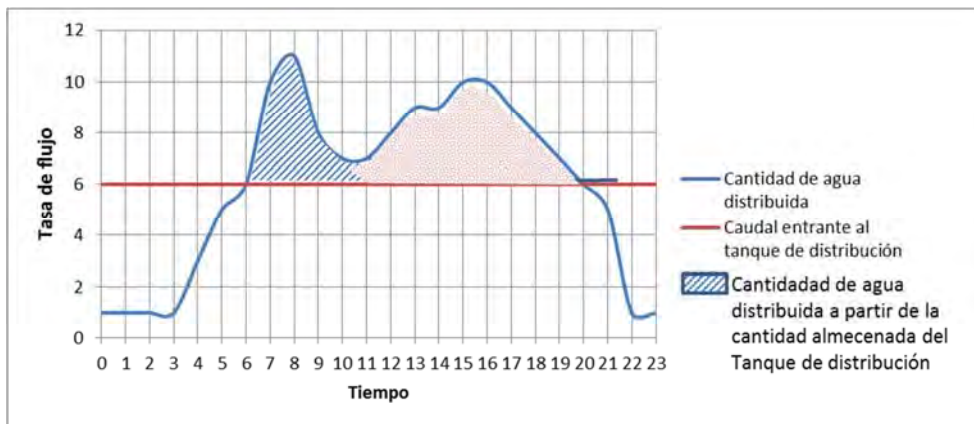
En la Figura 10 se muestra el esquema conceptual de las funciones de un tanque de distribución. Mientras el caudal de entrada al tanque de distribución es estable, el volumen del consumo de agua (cantidad de agua distribuida) varía reflejando los patrones de consumo en la vida diaria. Usualmente, el volumen del consumo se reduce durante la noche y durante el día se incrementa. La parte sombreada del esquema indica que el volumen del consumo es superior al caudal de entrada y que el volumen requerido se suministra con el caudal de entrada junto con el volumen almacenado. Por lo tanto, el volumen correspondiente a la superficie de la parte sombreada es el volumen de almacenamiento necesario.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 10 Esquema conceptual de las funciones de un tanque de distribución

En la Figura 11, cuando la capacidad de almacenamiento es apenas la parte sombreada, a partir de las 11 de la mañana el tanque de almacenamiento ya está vacío y posterior a esa hora únicamente se distribuye el volumen correspondiente al caudal de entrada. Como resultado, en todas las áreas de distribución el caudal se reduce o en algunas áreas se suspende el servicio de agua, y el volumen correspondiente a la parte rosada, la demanda original, no se distribuye. Por ende, el volumen del consumo de agua se hace menor que la demanda original, y como consecuencia, el caudal de entrada al tanque de distribución también se reduce.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 11 Esquema conceptual de las funciones de un tanque de distribución cuando no hay suficiente capacidad en el tanque de distribución

Aunque no se puede realizar un análisis cuantitativo por no existir patrones de fluctuaciones del consumo de agua confiables en las áreas de suministro de SAC, como se mencionó en (1), en una situación donde solo tiene la capacidad de almacenamiento para 2.5 horas en todo el sistema, lógicamente se puede estimar que la parte sombreada en la Figura 11 es pequeña y la parte rosada, es decir, el volumen que no puede satisfacer la demanda de agua, es grande.

Por otro lado, SAC conoce el caudal de entrada a los tanques de distribución a través de la medición periódica. Según la medición, en todas las áreas de distribución el caudal de entrada es el mismo de

*Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado*

la demanda estimada de agua y no se observa la disminución del volumen del consumo de agua que tiene que haber sucedido por falta de volumen de almacenamiento, como se señala en la Figura 11, tampoco se observa la disminución del caudal de entrada al tanque de distribución que tiene que haber sucedido producto de lo anterior. Esto indica que posiblemente el volumen del consumo de agua se disminuye durante la noche, por tanto, el tanque de distribución nunca se llena con el caudal de entrada. Según la explicación de SAC, el tanque de distribución no se llena porque en los hogares, cuando se almacena el agua durante la noche, dejan desbordando el agua en sus tanques de almacenamiento.

En su Boletín Mensual, SAC informa sobre el balance de caudales incluyendo el caudal facturado y el caudal no facturado (véase la Tabla 23). SAC considera que aproximadamente el 30% del consumo de agua es clasificado como “desconocido” y esto se debe principalmente a los desperdicios causados por falta de capacidad en el tanque de distribución.¹³

La estimación anterior permite afirmar que el sistema de agua potable de SAC está suministrando un caudal casi igual que la demanda, sin embargo, el caudal disponible para usuarios es aproximadamente el 70% de esto. En otras palabras, la falta de capacidad en el tanque de distribución está causando la falta de caudal de suministro, además de causar el suministro de agua por horas.

Tabla 23 Detalle de la cantidad de suministro de agua de SAC

Año	Mes	Cobro con micro medidor	Cobro sin micro medidor	Tarifa con micro medidor sin cobro	Tarifa sin micro medidor sin cobro	Aguas no identificada	Error de medición	Fugas de agua, etc.	Total
2014	Sep	146,803	221,697	1,124	120	321,885	77	133,146	824,852
	Oct	146,803	221,256	974	125	321,120	77	157,111	847,466
	Nov								
	Dic	152,094	217,896	1,184	120	319,170	79	143,234	833,777
2015	Ene	149,177	220,794	1,134	120	321,420	78	123,793	816,516
	Feb	149,406	210,280	1,134	120	276,139	105	132,678	769,862
	Mar	157,957	307,830	1,134	120	257,014	105	132,954	857,114
	Abr	292,549	166,650	1,134	400	205,865	105	132,954	799,657
	May	161,332	304,620	1,134	400	130,270	105	133,020	730,881
	Jun	165,107	301,620	1,134	400	183,772	105	133,212	785,350
	Jul	165,104	301,620	1,134	400	165,917	105	133,212	767,492
	Ago	173,659	294,690	1,200	1,500	115,581	105	133,620	720,355
	Sep	176,462	292,740	1,200	1,500	209,022	105	133,818	814,847
	Oct	180,151	288,870	1,200	1,500	259,050	105	133,818	864,694
Promedio		170,508	257,736	1,140	525	237,402	97	135,121	802,528
%		21.2%	32.1%	0.1%	0.1%	29.6%	0.0%	16.8%	100.0%

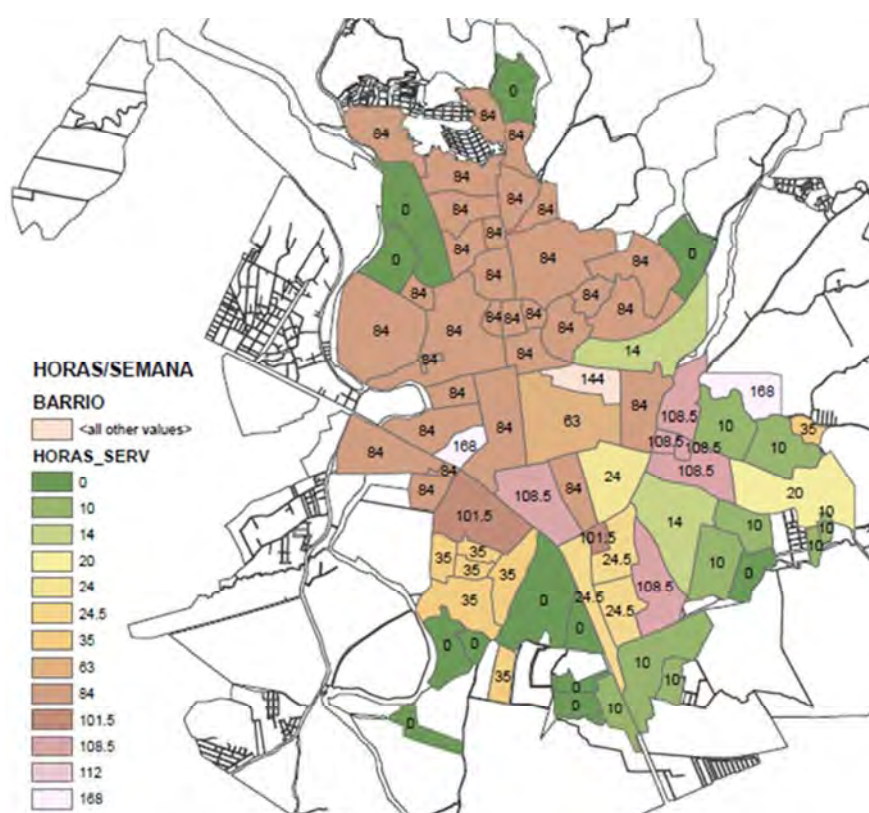
Fuente : Informe mensual de SAC

¹³ SAC considera que la causa principal es el desinterés de los usuarios de la cuota fija en el desbordamiento del agua en sus tanques de almacenamiento.

(3) Horas de suministro de agua

Como no puede suministrar el agua las 24 horas por falta de capacidad en el tanque de distribución, SAC suministra el agua según la programación de abastecimiento por barrios/colonias. En la Figura 12 se muestra la distribución de las horas de suministro de agua por barrios/colonias.

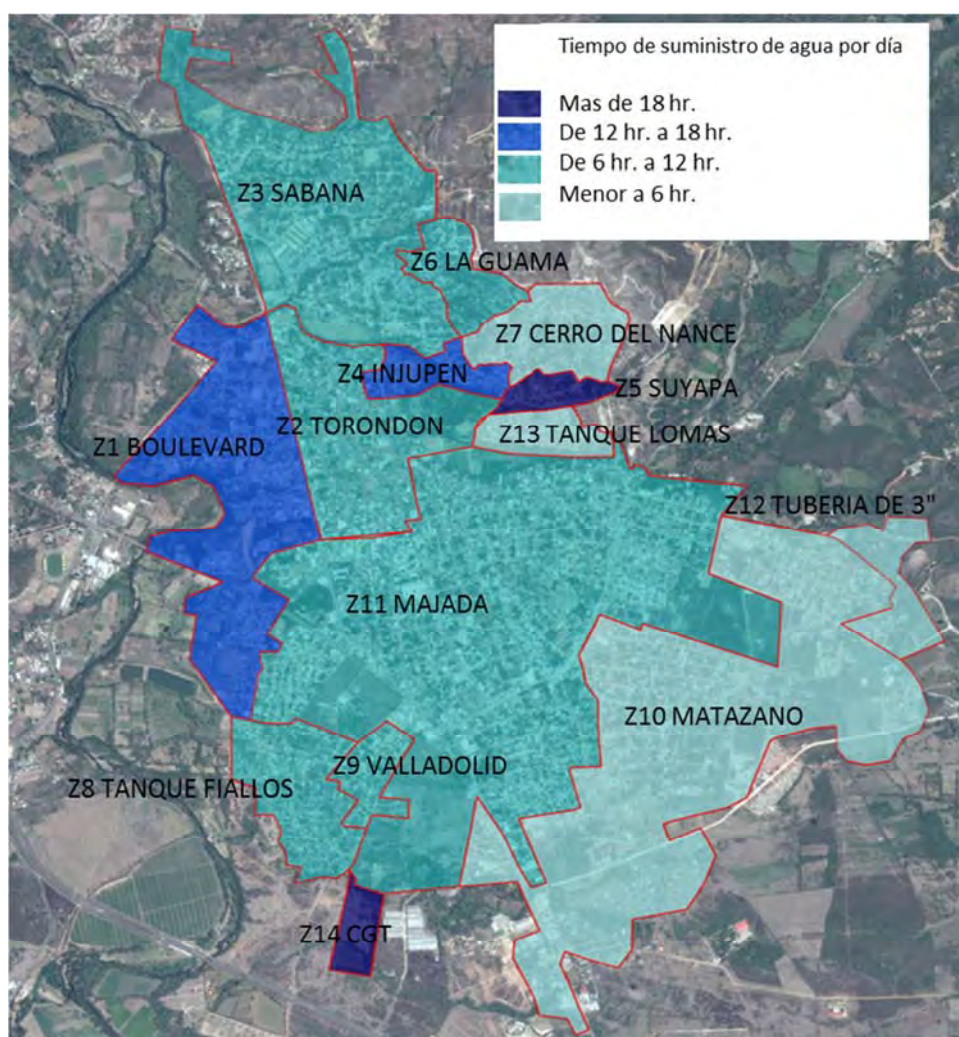
En la Figura 13 se muestra el Promedio de horas de suministro de agua por áreas de distribución según los resultados de la entrevista realizada en el Estudio socioeconómico del presente estudio (véase el Apéndice 9). Existen muy pocos barrios/colonias que reciben más de 12 horas de suministro de agua al día. La mayoría reciben menos de 12 horas. Algunas áreas de la zona Noroeste y la zona Este reciben menos de 6 horas.



Fuente: Boletín Mensual de SAC

Figura 12 Distribución de las horas de suministro de agua en las áreas de distribución de SAC

Ante esta situación, como se muestra en la Tabla 24, según los resultados del Estudio socioeconómico, los usuarios que reciben el agua menos de 12 horas al día manifiestan su insatisfacción con las horas de suministro de agua, con un 55% durante el período de verano y un 73% durante el período de invierno cuando las condiciones de suministro de agua se empeoran por la suspensión de la captación de agua. De igual manera, los usuarios que reciben más de 12 horas de agua manifiestan un 50% de nivel de insatisfacción durante el período de invierno, aunque durante el verano el nivel baja hasta 23%.



Fuente: Promedio de horas de suministro de agua por áreas de distribución según los resultados de la entrevista realizada en el Estudio socioeconómico del presente estudio

Figura 13 Horas de suministro de agua por áreas de distribución

Tabla 24 Nivel de insatisfacción con las horas de suministro de agua por horas de suministro

Horas de suministro de agua	Porcentaje de usuarios insatisfechos con las horas de suministro de agua (%)	
	Verano	Invierno
Menos de 12 horas al día	55.3	73.0
Más de 12 horas al día	23.1	57.1

Fuente: Estudio socioeconómico del presente estudio

2.3.6. Red de líneas de distribución

En la Tabla 25, se muestran los resultados del cálculo de la presión de agua en la red de líneas de distribución frente a la demanda del 2022 utilizando el modelo de red de líneas de distribución elaborado por SAC en 2012. Ante la demanda de agua en el 2022, la presión mínima en el interior de la red de líneas de distribución es de 0.23Mps, lo que significa que sí se puede garantizar una presión adecuada y necesaria para la distribución de agua.

Tabla 25 Evaluación de la red de distribución

Tanque de distribución de agua	Código de zona	Nombre de zona	Nivel-agua Tanque de distribución de agua(m)	Cantidad de agua distribuida (L/s)	Presión de agua (Mpa)		
					Máximo	Mínimo	Promedio
Borbollón	Z1	Boulevard	630	47.53	0.64	0.47	0.56
	Z3	Sabana		48.99	0.56	0.25	0.44
Fiallos	Z8	Tanque Fiallos	603	7.03	0.53	0.45	0.50
	Z14	CGT		2.40	0.51	0.44	0.47
Valladolid	Z9	Tanque Valladolid	600	9.95	0.28	0.28	0.28
Matasano	Z10	Matasano	678	111.74	0.61	0.33	0.45
Majada	Z11	Majada	670	71.29	0.75	0.54	0.60
Lomas	Z13	Tanque Lomas	615	9.20	0.35	0.23	0.28

Fuente: Calculado por el Equipo de Estudio de JICA basado en el modelo de red de SAC

3. Plan maestro simplificado

3.1. Año objetivo y áreas de suministro según el Plan

3.1.1. Año objetivo según el Plan

Se establece el año 2015 como año de referencia (actual) y el año 2022 como año objetivo siguiendo al Plan maestro de BID.

3.1.2. Áreas de suministro según el Plan

Las áreas de suministro serán las áreas de servicio de agua de SAC del año 2015, es decir, las áreas del casco urbano de Comayagua (planificado en 2011).

3.2. Pronóstico del Balance Oferta - Demanda

En la Tabla 26, se muestra el Balance Oferta - Demanda basado en el pronóstico de la demanda revisada.

Tabla 26 Balance oferta – demanda según el pronóstico de la demanda revisada y la capacidad del sistema actual

Rubro		2022 (año objetivo)
Demanda máxima diaria (m ³ /día)		37,382
Caudal de captación	Sistema actual (m ³ /día)	26,541
	Volumen faltante (m ³ /día)	10,841
Caudal de potabilización	Sistema actual (m ³ /día) *	6,290
	Volumen faltante (m ³ /día)	31,092
Capacidad de tanque de distribución	Capacidad necesaria del tanque de distribución (m ³) **	18,691
	Sistema actual (m ³)	4,614
	Volumen faltante (m ³)	14,077

*: Aunque actualmente no existe una planta potabilizadora en función, por conveniencia, los caudales de Borbollón y Pozo de La Armería están contabilizados como caudal de potabilización porque estos no requieren tratamiento de potabilización.

** : Conforme a la norma de diseño de SANAA, el tanque de distribución tendrá una capacidad de almacenamiento para 12 horas.

Fuente: Equipo de estudio de JICA

3.3. Tareas pendientes del sistema de agua potable y lineamientos de las obras de mejora

3.3.1. Sistema de captación de agua

Para satisfacer la demanda máxima del año 2022, hace falta la cantidad de $10,841\text{m}^3/\text{día}$, por lo que es necesario desarrollar nuevas fuentes de agua.

Para desarrollar las fuentes de agua, existen tres posibilidades:

- Captación de agua desde el Río Blanco planteada en el Plan maestro de BID (en realidad, el agua se capta desde dos ríos; Río Blanco y Río Negro. Por conveniencia, se expresa como “captación de agua desde el Río Blanco” incluyendo los dos ríos)
- Captación de agua desde el Río Majada (Majada 2) planteada en el Plan maestro de BID
- Desarrollo de aguas subterráneas

A continuación, se detallan las particularidades de cada propuesta.

(1) Captación de agua desde el Río Blanco

El punto previsto para captar el agua del Río Blanco está localizado a unos 9km al noreste desde el extremo noreste de la Ciudad de Comayagua. SAC realiza periódicamente la observación y medición de caudales en el punto de captación previsto del Río Blanco y en los afluentes aledaños. Según el estudio de caudales de ambos ríos que ha venido realizando SAC desde 2014, la suma de los caudales de ambos ríos asciende a más de $20,000\text{m}^3/\text{día}$ como mínimo, por lo que es posible captar unos $18,000\text{m}^3/\text{día}$, aun con el 10% como caudal de mantenimiento. Como está ubicado dentro de la ciudad de Comayagua y la municipalidad de Comayagua es la que otorga el permiso de captación de agua, no se presentará problema alguno para obtener el permiso.

La captación del agua del Río Blanco tiene mayor viabilidad técnica en comparación con la propuesta de Majada 2, que a continuación se detalla, desde el punto de vista de la capacidad de fuente de agua y las rutas de las líneas de conducción, aunque esta propuesta implica mayor costo de construcción por la prolongación de las líneas de conducción por 12km.

(2) Captación de agua desde el Río Majada 2

El Plan maestro de BID propone captar $6,048\text{m}^3/\text{día}$ de agua desde Majada 2. Sin embargo, el plan no define claramente el punto de captación de agua, tampoco menciona la relación de su ubicación con el sistema de captación de agua existente en Majada. En el Plan maestro de BID se define el caudal de captación desde Majada como $8,640\text{m}^3/\text{día}$ y el de Majada 2 como $6,048\text{m}^3/\text{día}$. La suma de estos dos da un total de $14,112\text{m}^3/\text{día}$, resultando en un caudal mucho más grande que el caudal

actual del Río Majada. A lo mejor, el plan incluyó todos los demás afluentes del sistema de Majada.

En comparación con la propuesta de Río Blanco, en caso de Majada 2, la distancia de las líneas de conducción es más corta (probablemente menos de 5km), y en este sentido, el costo de construcción de las líneas de conducción es más favorable que la propuesta de Río Blanco. No obstante, en este momento no se puede adoptar esta propuesta para construir el sistema de captación de agua ya que no se ha confirmado su factibilidad.

(3) Desarrollo de aguas subterráneas

En el valle de Comayagua y en los alrededores de la ciudad de Comayagua, se utilizan muchos pozos. Las aguas subterráneas como fuente de agua usualmente no requieren tratamiento de potabilización, por lo tanto, es una excelente fuente de agua. Sin embargo, en caso del presente plan, se ha determinado que es difícil utilizar las aguas subterráneas como fuente de agua por las siguientes razones (para mayores detalles del análisis, véase el Apéndice 11):

- El volumen del desarrollo de aguas subterráneas previsto en el análisis es de $32,000\text{m}^3/\text{día}$ (Volumen actual $12,000\text{m}^3/\text{día}$ + Volumen a desarrollar $20,000\text{m}^3/\text{día}$). Aun cuando el volumen a desarrollar sea de $3,000\text{m}^3/\text{día}$, esto corresponde a apenas 15% del volumen de la recarga de aguas subterráneas de todo el valle de Comayagua ($100,000\text{m}^3/\text{día}$).
- El volumen de la recarga de aguas subterráneas de $100,000\text{m}^3/\text{día}$ es la cantidad suministrada para una superficie 487km^2 del valle de Comayagua. Si se desarrollara un volumen de $15,000\text{m}^3/\text{día}$ de las aguas subterráneas, de manera homogénea y dentro del valle, se supone que no se generará una caída de nivel de aguas subterráneas de gran magnitud.
- Por otro lado, si se desarrolla un volumen de $3,000\text{m}^3/\text{día}$ de las aguas subterráneas como fuente alterna del volumen de $15,000\text{m}^3/\text{día}$ para la planta potabilizadora, de manera intensa con 6 pozos en el casco urbano de Comayagua, se pronostica que se generará una caída del nivel de aguas subterráneas de gran magnitud. Esto es porque se desarrolló más del 20% de todo el volumen de la recarga de aguas subterráneas del valle de Comayagua, de manera concentrada en el grupo de pozos, en una superficie de distribución del grupo de pozos que ocupa apenas una parte de toda la superficie del valle de Comayagua (487km^2).
- Para evitar una caída del nivel de aguas subterráneas de gran magnitud, se podría distribuir los 6 pozos en forma dispersa. No obstante, cuando se trata del desarrollo de aguas subterráneas como fuente de agua para abastecer una ciudad, como el caso del presente proyecto, es necesario desarrollar las aguas subterráneas de manera concentrada mediante

el grupo de pozos. Distribuir 6 pozos ampliamente en forma dispersa para transmitir el agua al casco urbano de Comayagua, no es una idea realista desde el punto de vista de la construcción del sistema y de la operación y mantenimiento.

(4) Caudal necesario para la captación de agua desde el Río Blanco

Como hemos visto, para satisfacer la demanda del agua para el año meta, es más práctico desarrollar las fuentes de agua del Río Blanco e instalar las líneas de conducción.

La capacidad actual de captación de agua es de $26,541\text{m}^3/\text{día}$, mientras el caudal demandado en el año 2020 es de $37,832\text{m}^3/\text{día}$, es decir, existe un volumen faltante de $10,841\text{m}^3/\text{día}$ (véase la Tabla 26). De esta capacidad actual, el volumen de captación de agua desde los sistemas de captación de Matasano y Majada corresponde a $19,249\text{m}^3/\text{día}$. Sin embargo, como la capacidad de las líneas de conducción tiene sus limitantes, el volumen real y disponible de captación de agua desde los sistemas de captación de Matasano y Majada es de $16,300\text{m}^3/\text{día}$.

Por otro lado, por su altura sobre el nivel del mar, el agua captada desde el sistema de captación de Jutera ($1,002\text{m}^3/\text{día}$) difícilmente se potabiliza en la Nueva planta potabilizadora o en la Planta potabilizadora de Río Blanco que se construirá para captar el agua desde el sistema de captación del Río Blanco. Por lo tanto, será necesario captar esta cantidad de Jutera también desde el Río Blanco.

Por consiguiente, el caudal necesario para la captación de agua desde el Río Blanco es de $16,380\text{m}^3/\text{día}$, incluyendo el volumen para complementar las cantidades mencionadas anteriormente y las pérdidas en el proceso de potabilización.

3.3.2. Sistema de potabilización

Con la capacidad de potabilización actual, en el año 2022 habrá un volumen faltante de $31,092\text{m}^3/\text{día}$ de agua potabilizada. Para complementar esta cantidad faltante, existen los siguientes 3 planes de sistema de potabilización:

- Sustituir las aguas superficiales por aguas subterráneas que no requieren potabilización.
- Restaurar y utilizar la planta potabilizadora que actualmente está en desuso y construir una nueva para complementar el faltante.
- Descartar la planta potabilizadora que actualmente está en desuso y construir una planta potabilizadora totalmente nueva.

A continuación, se detallan las particularidades de cada propuesta:

(1) Sustituir las aguas superficiales por aguas subterráneas que no requieren potabilización

Como se mencionó en “3.1 Sistema de captación de agua” (3), el desarrollo de las aguas

subterráneas no es una idea realista desde el punto de vista de la construcción del sistema y de la operación y mantenimiento.

(2) Restaurar y utilizar la planta potabilizadora actual

Como se mencionó en 2.3.3, para garantizar suficiente capacidad de tratamiento, es necesario reducir el volumen de tratamiento. Hay que reducir la capacidad de tratamiento actual de $19,440\text{m}^3/\text{día}$ (capacidad oficial de tratamiento) a $2,764\text{m}^3/\text{día}$. Es decir, hacen falta $21,617\text{m}^3/\text{día}$ frente a la capacidad de tratamiento necesaria de $24,381\text{m}^3/\text{día}$ del 2015, y esto implica la necesidad de construir una nueva planta potabilizadora para complementar la cantidad correspondiente. Sin embargo, esto no es realista por las siguientes razones:

- Para garantizar la capacidad de tratamiento de $24,381\text{m}^3/\text{día}$, será necesario restaurar la instalación existente, además, construir una planta potabilizadora con una capacidad de $21,617\text{m}^3/\text{día}$. El costo de construcción es casi igual que el de una planta potabilizadora que potabilice todo el volumen.
- Será necesario operar las dos plantas potabilizadoras.
- Como se mencionará más adelante, la planta potabilizadora actual podría servir como terreno para construir el nuevo tanque de distribución. Sin embargo, si se utilizara la planta potabilizadora actual, se tendría que adquirir un nuevo terreno para construir el nuevo tanque de distribución.

(3) Descartar la planta potabilizadora actual y construir una nueva planta potabilizadora con capacidad de tratamiento necesaria

La capacidad de tratamiento necesaria es de $31,092\text{m}^3/\text{día}$ para la demanda del 2022.

Es posible construir desde el inicio una planta potabilizadora de $31,092\text{ m}^3/\text{día}$ que satisfaga la demanda del 2022, sin embargo, aún no se ha confirmado la viabilidad del desarrollo de las fuentes de agua, además, la presente propuesta de la nueva revisión del Plan maestro simplificado posiblemente cambie el volumen de la demanda. Por estas razones, es conveniente construir una planta potabilizadora que responda a la demanda del 2015, y posteriormente construir otra planta potabilizadora de acuerdo al desarrollo de las fuentes de agua del Río Blanco.

(4) Propuesta de construcción de la planta potabilizadora

Como se mencionó en 3.3.1, las fuentes de agua serían 2 sistemas, el sistema de Matasano y Majada existente y el sistema de Río Blanco a desarrollar en el futuro. De estos sistemas, el desarrollo del sistema de Río Blanco está pendiente hasta que termine el estudio de factibilidad para la captación y conducción de agua, mientras el sistema de Matasano y Majada ya tiene instaladas las líneas de conducción hasta la planta potabilizadora actual, por lo que la construcción del sistema de

potabilización puede iniciarse inmediatamente. Por consiguiente, en vez de potabilizar el volumen de potabilización necesario del 2022 ($31,092\text{m}^3/\text{día}$) en una planta potabilizadora, es más práctico potabilizar este volumen en dos plantas potabilizadoras, una que sustituye la planta actual (se denomina provisionalmente como Nueva planta potabilizadora) y la otra que será construida para desarrollar el sistema de Río Blanco (Planta potabilizadora de Río Blanco, denominación provisional). El caudal de potabilización planificado de estas plantas son los siguientes:

Nueva planta potabilizadora :	$15,500\text{m}^3/\text{día}^{14}$
<u>Planta potabilizadora de Río Blanco :</u>	<u>$15,600\text{m}^3/\text{día}$</u>
Total	$31,100\text{m}^3/\text{día}$

3.3.3. Sistema de transmisión y distribución

Se comprobó que el sistema de transmisión y el sistema de distribución tienen suficiente capacidad frente a la demanda del 2022. Por lo tanto, no son necesarias las obras de mejora especiales en estos sistemas para la demanda del 2022. Las líneas de transmisión desde la Nueva planta potabilizadora hasta el nuevo tanque de distribución, que se mencionará a continuación, sí son necesarias. Como estos se construirán casi en el mismo terreno, se incluirán dentro de la construcción de la planta potabilizadora y el tanque de distribución.

Con respecto al tanque de distribución, obviamente no tiene suficiente capacidad. Se estima que se está distribuyendo únicamente el 70% de la captación actual (caudal disponible para suministrar). Por esta razón, es indispensable aumentar la capacidad del tanque de distribución.

Es necesario construir un tanque de distribución que tenga una capacidad total de $14,077\text{m}^3$, incluyendo la capacidad de almacenamiento para 12 horas según se establece en la norma de SANAA. Como se mencionó en 3.3.2, la construcción de la planta potabilizadora se realizará en dos etapas; la Nueva planta potabilizadora y la Planta potabilizadora de Río Blanco. Por lo tanto, durante la construcción de la Nueva planta potabilizadora se construirá el tanque de distribución que tenga capacidad para poder garantizar el almacenamiento para 12 horas y durante la construcción de la Planta potabilizadora de Río Blanco se construirá otra parte para complementar el volumen faltante.

La Nueva planta potabilizadora contará con tres tanques de distribución existentes (tanque de distribución de Majada, tanque de distribución de Matasano y tanque de distribución de Lomas) y el tanque de distribución de Matasano 2 que será construido por PROMOSAS. La capacidad total de todos estos tanques es de $2,876\text{m}^3$. Como el volumen de almacenamiento para 12 horas requerido para la capacidad de $15,500\text{m}^3/\text{día}$ es de $7,750\text{m}^3$, existe un volumen faltante de $4,874\text{m}^3$. La capacidad del tanque de distribución que se construirá será de $5,000\text{m}^3$, incluyendo un 90m^3 de agua

¹⁴ El caudal de potabilización planificado será de $15,500\text{m}^3/\text{día}$ tomando en cuenta la capacidad de las líneas de conducción de Majada y Matasano que es de $16,312\text{m}^3/\text{día}$, menos las pérdidas en la potabilización de un 5%.

para apagafuegos. Por lo tanto, la capacidad del tanque de distribución que se necesitará construir durante la edificación de la Planta potabilizadora de Río Blanco será de 9,077m³.

3.4. Plan de mejora del sistema

En la Tabla 27 se resume el plan del sistema según el Plan maestro simplificado.

Tabla 27 Plan del sistema según el Plan maestro simplificado

Sistema	Nombre del sistema	Observaciones	Tamaño
Sistema de captación de agua	a. Captación desde el sistema de captación de Río Blanco	Se construirá el sistema de captación de agua en el Río Blanco y Río Negro. La ubicación exacta será determinada en el estudio de factibilidad.	Total, del sistema de captación de agua en el Río Blanco y Río Negro: 16,380m ³ /día ¹⁵
Planta potabilizadora	b. Nueva planta potabilizadora	Se construirá contigua a la planta potabilizadora actual.	Caudal de potabilización planificado 15,500m ³ /día ¹⁶
	c. Planta potabilizadora de Río Blanco	Se potabilizará el agua cruda del sistema de captación del Río Blanco. Será construido en los alrededores del tanque de distribución de Borbollón y los detalles serán determinados en el estudio de factibilidad.	Caudal de potabilización planificado 15,600m ³ /día ¹⁷
Tanque de distribución	d. Nuevo tanque de distribución	Se construirá dentro del mismo terreno de la nueva planta potabilizadora.	5,000m ³
	e. Otros tanques de distribución	La ubicación, el número de tanques y la capacidad serán determinados en el estudio de factibilidad.	Total 9,077m ³
Líneas de conducción, transmisión y distribución	f.	Serán determinadas en el estudio de factibilidad sobre la construcción de la Planta potabilizadora de Río Blanco.	

Fuente: Equipo de estudio de JICA

3.5. Plan de ejecución del Proyecto

El Plan de mejora del sistema indicado en la Tabla 27 se ejecuta en 2 etapas: la construcción de una nueva planta potabilizadora para sustituir la planta potabilizadora actual y las instalaciones relacionadas (b y d de la Tabla 27, se denomina provisionalmente como Proyecto de nueva planta potabilizadora) y la construcción de la planta potabilizadora de Río Blanco y las instalaciones relacionadas (a, c, e y f de la Tabla 27, se denomina provisionalmente como Proyecto de Río Blanco). En caso del Proyecto de Río Blanco, para ejecutar el proyecto se requiere comenzar desde el estudio de factibilidad, mientras el Proyecto de nueva planta potabilizadora tiene posibilidad de ejecución a través de la Cooperación financiera no reembolsable de Japón, por lo tanto, se propone el siguiente Plan de ejecución del Proyecto.

¹⁵ Según el estudio de caudales de ambos ríos que ha venido realizando SAC desde 2014, la suma de los caudales de ambos ríos asciende a más de 20,000m³/día como mínimo, por lo que es posible captar unos 18,000m³/día, aun con el 10% como caudal de mantenimiento.

¹⁶ El agua cruda serán las aguas superficiales desde los sistemas de captación de Majada y Matasano. El caudal de captación disponible en ambos ríos es de 19,250m³/día, sin embargo, por la capacidad de las líneas de conducción, se comprobó que el caudal máximo sería 16,330 m³/día en total. Tomando en cuenta un 5% por pérdidas en procesos de potabilización, se determinó que el caudal de potabilización planificado será de 15.500 m³/día.

¹⁷ Se determinó que el caudal de potabilización planificado será de 15.600 m³/día, tomando en cuenta que el caudal de captación desde el Río Blanco y el Río Negro es de 16,380 m³/día, menos un 5% por pérdidas en la potabilización.

Apéndice 9:
Estudio del Plan maestro simplificado

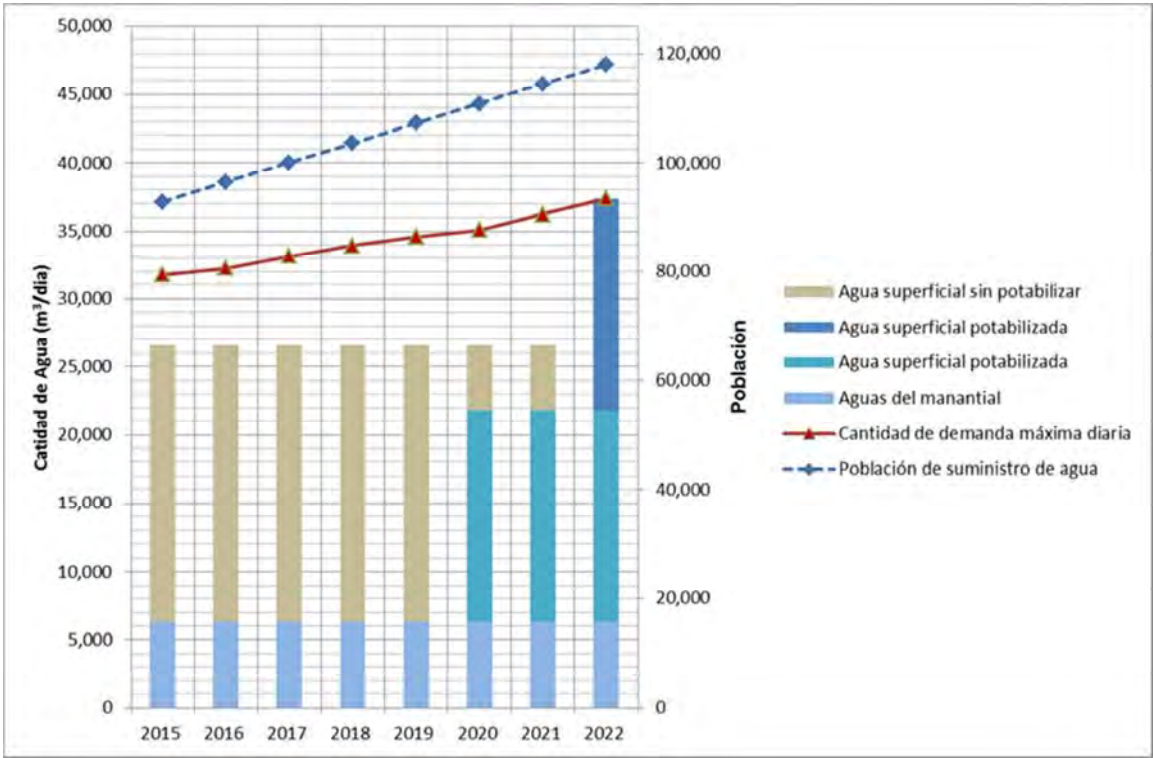
Proyecto		2017	2018	2019	2020	2021	2022
Nueva planta potabilizadora	Diseño de los detalles						
	Obras de construcción						
Río Blanco	Estudio de factibilidad						
	Diseño de los detalles						
	Obras de construcción						

Fuente: Equipo de estudio de JICA

Figura 14 Plan de ejecución del Proyecto

3.6. Balance Oferta - Demanda

En la Figura 15 se muestra el Balance Oferta - Demanda basada en el Plan del sistema y Plan de ejecución del Proyecto.



Fuente: Equipo de estudio de JICA

Figura 15 Balance Oferta - Demanda del Plan maestro simplificado

3.7. Costo del Proyecto según el Plan maestro simplificado

En la Tabla 28 se muestra el Costo del Proyecto según el Plan maestro simplificado.

Tabla 28 Costo del Proyecto según el Plan maestro simplificado

Partida presupuestaria	Tipo de obras	Dimensiones	Unidad	Monto* (1000 millones de yenes)	Nota
Costo de obra	Obra de captación de agua de Río Blanco	Cantidad de agua de captación planificada 16,380m ³ /día	1juego	1.2	Obra de captación de agua Río Blanco y Río negro, desarenador, líneas de conducción y distribución de agua
	Nueva Planta potabilizadora	Cantidad de agua potabilizada planificada 15,500m ³ /día	1juego	1.1	
	Planta potabilizadora de Río Blanco	Cantidad de agua potabilizada planificada 15,600m ³ /día	1juego	1.3	
	Nuevo Tanque de distribución de agua	RC5.000 m ³	1juego	0.4	
	Otros Tanque de distribución de agua	RC9.,077 m ³	1juego	0.8	
Costo de estudio, Diseño y supervisión de obras				0.5	Total costo de construcción×10%
Costo de contingencia				0.3	(Costo construcción +Estudio, diseño y supervisión de obra)×5%
Total				5.6	

*:Calculado según la función del coste

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Estudio Social

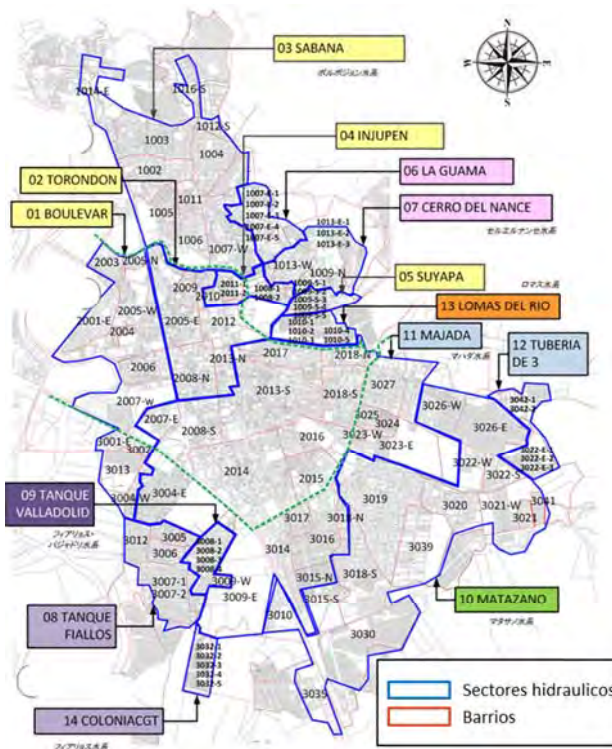
1 Estudio en el período de verano

(1) Objetivo

Se realizó un estudio social para conocer la situación del entorno de la vida diaria en las áreas beneficiarias del presente Proyecto, la percepción de la población sobre el servicio de agua potable y las necesidades del servicio de agua potable para el futuro, con la finalidad de recabar datos básicos para la revisión del Plan Maestro Simplificado.

(2) Áreas de estudio

Se realizó el estudio dirigido a 107 hogares de la ciudad de Comayagua ubicados en las áreas de servicio de agua potable suministrado por SAC. De 14 áreas de distribución existentes se extrajeron más de 5 muestras para cada área. Como regla general, se seleccionaron las viviendas unifamiliares y se visitaron propiedades consideradas como promedio en cada área.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 1 Lugares donde se realizaron entrevistas para el estudio socioeconómico

(3) Metodología y cronograma

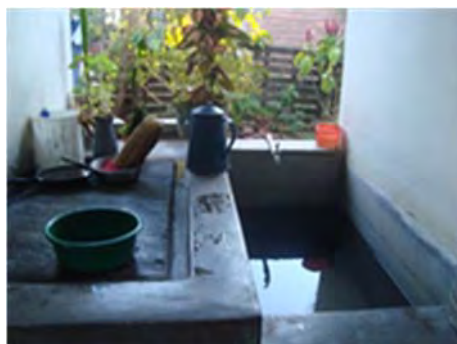
El estudio se realizó a través de la entrevista familiar en visitas domiciliarias por entrevistadores contratados en la localidad durante 4 días, del 24 al 27 de febrero del 2015. Los siguientes son los 6 temas de estudio:

- Propiedades del entrevistado (edad, sexo y parentesco con jefe de familia)
- Situación familiar y economía del hogar (número de personas en el hogar, composición, ocupación, nivel escolar, ingreso familiar, gasto familiar, tipo de vivienda, número de habitación, propiedad propia o alquilada y equipos en posesión)

- c. Situación del uso del agua (uso de la fuente de agua, existencia de tuberías de agua potable instaladas, existencia de un micromedidor, funcionamiento del micromedidor, objetivo del uso del agua potable, número de miembros de la familia para cada conexión y quién paga el servicio de agua cuando varias familias habitan en el mismo hogar)
- d. Nivel de satisfacción con el servicio de agua potable (consumo, tarifa, horario disponible, nivel de satisfacción en general, rubros prioritarios para conocer el nivel de satisfacción, nivel de satisfacción por rubro [horas de suministro, caudal, presión, calidad, tarifa y forma de pago], valoración del servicio mejorado [horas de suministro y calidad], comprensión sobre la instalación del micromedidor y pago adicional para instalar el micromedidor)
- e. Salud pública y alcantarillado (historial de enfermedades infecciosas en la familia, situación del entorno de la salud pública, tareas pendientes, existencia y tarifa del servicio higiénico y alcantarillado y necesidad de conexión individual al alcantarillado)
- f. Desagüe (existencia del sistema de drenaje en el vecindario, situación del sistema de desagüe y frecuencia de inundaciones)

(4) Resumen de los resultados del estudio

- i) Propiedades del entrevistado
 - La mayoría tiene entre 30 y 40 años de edad (25%) y el 75% son mujeres.
- ii) Situación familiar y economía del hogar
 - El promedio del número de personas en el hogar es de 5.14 personas.
 - Aproximadamente el 70% de los hogares tienen un ingreso familiar menor a 10,000 Lps (aproximadamente 500 dólares norteamericanos).
 - La distribución del ingreso familiar por áreas muestra mayor ingreso en el centro del casco urbano y menor ingreso en las periferias.
 - El desglose de los gastos muestra que el mayor gasto es para alimentos y bebidas (16.8%) y le siguen los gastos de vivienda (14.1%). Los gastos para agua potable es de un 0.9% y para aguas de



Fuente: Equipo de Estudio de JICA
Figura 2 Sistema de agua potable donde cada hogar cuenta con una pila de almacenamiento de agua

uso doméstico, un 0.7%.

iii) Situación del uso del agua potable

- La mayoría utiliza el agua de botella como fuente de agua potable con un 74%, aunque aproximadamente el 60% de las familias beben el agua de la aguadora.
- El 96% tiene instalada la tubería de agua potable y el 29% tiene instalado el micromedidor de agua. Como parte del sistema de agua potable, tienen instalada una pila de almacenamiento de agua con una capacidad de 1m^3 aproximadamente.
- El promedio mensual de la tarifa de agua potable es de 106 Lps (unos 5 dólares).
- El promedio del número de días de suministro es de unos 5 días por semana y
- el promedio de horas de suministro por día es de unas 10 horas, tanto en el período de invierno como en verano. Sin embargo, los resultados incluyen el 36% de los hogares con acceso al agua potable menos de 3 días por semana y el 40% de menos de 4 horas por día.

iv) Nivel de satisfacción con el servicio de agua potable

- El nivel de satisfacción con el servicio de agua potable en general es de un 25% en total sumando “Insatisfecho” y “Algo Insatisfecho”.
- La principal razón de insatisfacción son las horas de suministro. Sumando la insatisfacción con la frecuencia del suministro, el 45% está insatisfecho con el limitado suministro del agua.
- La insatisfacción con la calidad del agua es de un 29%, de los cuales, la insatisfacción con la turbiedad y la higiene es relativamente alta.
- Viendo por barrios, en Lomas del Río de la Zona Norte y en Boulevard de la Zona Central, más del 50% de la población manifiesta su insatisfacción con todos los rubros de horario, caudal y calidad del agua suministrada.
- En cuanto a la tarifa de agua potable, el 15% manifiesta “Barato” y “Algo barato”, mientras el 11% considera “Caro” y “Algo caro”.
- Si se suministraran el agua potable segura para tomar durante 24 horas, la población estaría dispuesta a asumir el costo incrementado hasta un promedio de 1.2 veces más que la tarifa actual.

v) Salud pública y alcantarillado

- En los últimos 12 meses, el 16% las familias han sufrido diarrea y el 10%, dengue.
- El 6% manifiesta “Bastante mal” y el 13% “Mal” con respecto a la situación higiénica alrededor de la vivienda.
- El 93% tiene el inodoro con sistema de descarga de agua y el 92% está conectado con el sistema de alcantarillado.

2. Estudio en el período de invierno (estudio complementario)

(1) Áreas de estudio

Al igual que el Primer estudio en Comayagua, se realizaron entrevistas dirigidas a todas las áreas de distribución.

(2) Número de muestras del estudio

Por factores limitantes de los entrevistadores y el período de estudio, se realizó un total de 42 entrevistas. En la siguiente Tabla 1 se muestra el número de entrevistas por áreas de distribución junto con el número de entrevistas del Primer estudio en Comayagua.

Tabla 1 Áreas de distribución objeto de estudio social complementario y el Número de entrevistas

Nombre del área de distribución (nombre del tanque de distribución)	Número de entrevistas del Primer estudio en Comayagua	Número de entrevistas del presente estudio (Estudio social complementario)	Observaciones
Borbollón	36	10	Manantiales/ Aguas subterráneas
Cerro El Nance	10	4	Aguas superficiales
Fiallos	10	4	Aguas superficiales
Valladolid	5	2	Aguas superficiales
Matasano	15	10	Aguas superficiales
Majada	26	10	Aguas superficiales
Lomas	5	2	Aguas superficiales
Total	107	42	

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(3) Cuestionario

Por factores limitantes de los entrevistadores y el período de estudio, el cuestionario básicamente preguntaba si estaban insatisfechos o no con las horas de suministro y la calidad del agua suministrada. Los rubros del cuestionario son los siguientes:

- Ingreso familiar
- Nivel de satisfacción con las horas de suministro (se preguntó únicamente para el período de invierno.)
- Nivel de satisfacción con la calidad del agua suministrada (se preguntó únicamente para el período de invierno.)
- Nivel de satisfacción con la presión/ caudal de agua (se preguntó únicamente para el período de invierno.)
- Nivel de satisfacción con la tarifa

- Voluntad de pago por el servicio mejorado

(4) Situación del uso del agua en áreas de estudio

En el presente estudio, no sólo se obtuvieron respuestas al cuestionario sino también se realizaron la observación y la entrevista para conocer la situación del uso del agua.

1) Características del uso del agua

Básicamente existen dos tipos de hogares en las áreas de estudio, los que no tienen su pila dentro de la vivienda y los que sí la tienen dentro de la vivienda.

Los hogares que no tienen su pila dentro de la vivienda reciben el agua en la pila como se muestra en la fotografía (Figura 3), y alrededor de esta pila se realizan actividades que utilizan el agua, como la cocina, el lavado de ropa y el baño (la fotografía muestra el servicio higiénico y la ducha detrás de la cortina de plástico). En algunas casas transportan el agua en baldes y otros recipientes hasta la cocina para cocinar.

Aunque la frecuencia y las horas de distribución de agua de SAC varían dependiendo de la zona, todos los usuarios realizan todas las tareas que involucren el uso del agua dentro del horario de distribución y llenan el tanque de agua para usarla hasta el próximo horario de suministro.

El agua suministrada por SAC tiene establecidos los días de semana y las horas de distribución. A menos que se suspenda la toma de agua debido a la alta turbiedad en las aguas fluviales durante el período de invierno, el servicio cumple cabalmente con el horario establecido de suministro de agua, por lo que los usuarios tienen establecido su ritmo de uso del agua de acuerdo al horario de suministro de agua.

Por otro lado, los hogares que tienen su pila dentro de la vivienda no tienen garantizada la distribución de agua durante 24 horas, por esta razón tienen un tanque para recibir el agua durante el



Fuente: Equipo de Estudio de JICA
Figura 3 Pila de almacenamiento de agua fuera de la vivienda



Fuente: Equipo de Estudio de JICA
Figura 4 Tanque de almacenamiento elevado

horario de suministro y almacenarla en el tanque de almacenamiento elevado, como se muestra en la Figura 4, elevando el agua con la bomba de elevación. Algunas casas, además del tanque de almacenamiento elevado también tienen su pila fuera de la vivienda como se muestra en la Figura 3. Al igual que los hogares con pila fuera de la vivienda, estos hogares también utilizan el agua almacenada hasta la próxima distribución de agua. Cabe señalar que la mayoría de los hogares compran el agua exclusiva para beber.

2) Consumo de agua

La capacidad de la pila de almacenamiento fuera de la vivienda es de unos 500 litros y la del tanque de almacenamiento elevado es de unos 1m^3 . Por consiguiente, los usuarios viven con un caudal entre 500 litros y 1m^3 hasta el próximo suministro de agua.

Según los resultados del Estudio social del Primer estudio en Comayagua, el promedio del número de personas que viven en el mismo hogar es de 5.4 personas. Por lo tanto, el consumo de agua es de unos 50 a 100 litros/persona/día cuando la distribución de agua se hace cada dos días, y de unos 30 a 60 litros/persona/día cuando la distribución se hace cada tres días.¹

3) Nivel de satisfacción con el servicio de agua potable

Como hemos visto, a pesar de que el caudal de agua disponible para cada hogar no es suficiente, esta cantidad de agua no es tan poca para hacer la vida sumamente difícil. Al contrario, los usuarios ya tienen establecido su ritmo de vida de acuerdo al caudal de agua y al ritmo de distribución de agua, por lo tanto, no ven un gran inconveniente mientras se cumpla cabalmente con el horario de suministro establecido. Lo anterior hace suponer que por esta razón los resultados del Estudio social del Primer estudio en Comayagua durante el período de verano, cuando no hubo suspensión de la captación de agua por alta turbiedad y cuando el horario de distribución de agua estaba estable, muestran la insatisfacción a niveles relativamente bajos con un 25% de insatisfacción con el servicio de agua potable en general, un 45% de insatisfacción con las horas de suministro de agua (un 11% de la totalidad) y un 29% de insatisfacción con la calidad del agua (un 7% de la totalidad).

(5) Los resultados de las entrevistas

1) Ingreso mensual

El ingreso promedio mensual es de 8,600 HNL, ligeramente más bajo que el resultado del Primer estudio en Comayagua que era de 10,000 HNL. Aproximadamente el 24% tiene un ingreso mensual

¹ Se supone que actualmente la unidad básica del uso del agua es mucho mayor que esto, considerando la práctica de concentrar lo más que pueda el uso del agua durante el horario de distribución, almacenar el agua en otros recipientes aparte de la pila de almacenamiento en los hogares que utilizan el agua fuera de la vivienda y utilizar la cantidad del agua del tanque receptor en los hogares que utilizan la pila dentro de la vivienda, entre otros factores.

inferior al promedio. Posiblemente, esta vez hubo menor participación de hogares con alto ingreso mensual en relación al Primer estudio en Comayagua.

2) Nivel de satisfacción con las horas de suministro de agua

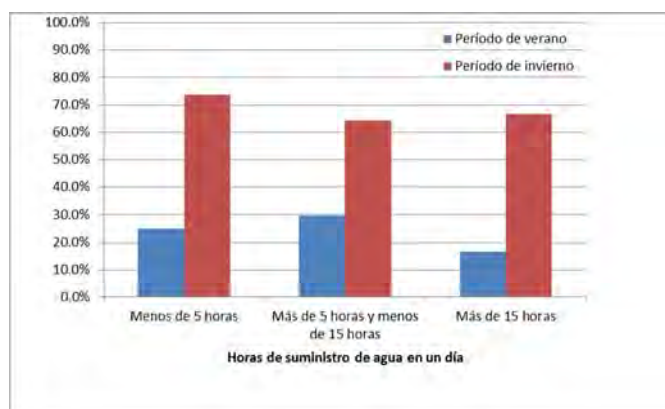
En la Figura 5 se muestra el nivel de insatisfacción con las horas de suministro de agua por horas de suministro por día en el período de verano y en el período de invierno.

El nivel de insatisfacción en el período de verano es de un 20% aproximadamente, mientras en el período de invierno aproximadamente el 70% manifiesta su insatisfacción con las horas de suministro de agua, ya que en

el invierno ocurre la suspensión de la captación de las aguas superficiales y no se garantizan las horas de suministro

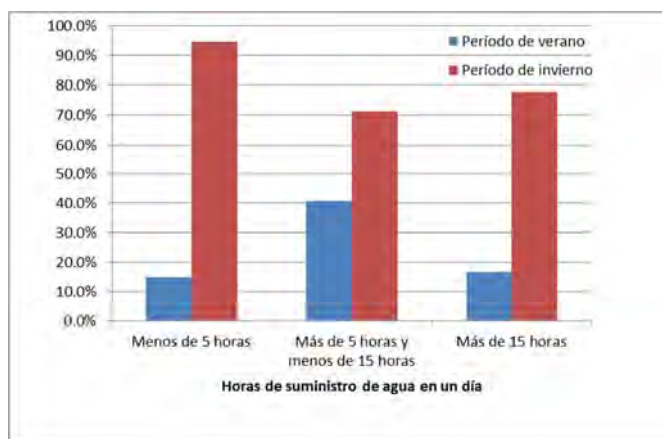
programadas. Con respecto a la comparación por horas de suministro de agua, se suponía que la suspensión del suministro afectaría más a los hogares con menos horas de suministro establecidas, no obstante, los resultados no muestran una marcada diferencia entre las horas de suministro.

Posiblemente, esto se debe a que los usuarios sienten insatisfechos cuando suceden irregularidades en el ritmo de suministro de agua ya que, como decía anteriormente, los usuarios tienen establecido su ritmo de uso del agua, independientemente del caudal real disponible del agua.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5 Nivel de satisfacción con las horas de suministro de agua



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 6 Nivel de satisfacción con la calidad del agua suministrada

3) Nivel de satisfacción con la calidad del agua suministrada

En la Figura 6 se muestra el nivel de

satisfacción con la calidad del agua suministrada por horas de suministro por día en el período de verano y en el período de invierno.

El nivel de insatisfacción en el período de verano es del 10% al 40%, mientras en el período de

invierno, cuando la turbiedad de las aguas superficiales es alta, del 70% al 90% de los usuarios manifiestan su insatisfacción con la calidad del agua suministrada. Durante el período de invierno, SAC suspende la captación de las aguas superficiales cuando la turbiedad de las aguas entrantes a los tanques de distribución de Matasano y Majada alcance a 100 NTU. Esto significa, en otras palabras, que actualmente se está distribuyendo el agua con turbiedad menor a 100 NTU sin tratamiento alguno. Lo anterior hace suponer que en el período de invierno con mayor frecuencia se está distribuyendo el agua altamente turbia pero que no alcance el nivel de turbiedad establecida para suspender la captación, aunque posiblemente la turbiedad se reduzca por la decantación, etc. durante los procesos de distribución.

4) Nivel de satisfacción con la presión y el caudal de agua

El nivel de satisfacción con la presión y el caudal de agua, sumando “Insatisfecho” y “Algo Insatisfecho”, es de un 43%. Se supone que tienen problemas como la falta de presión y caudal durante el suministro de agua que no permite utilizar suficiente cantidad, o no permite llenar el tanque de almacenamiento.

5) Nivel de satisfacción con la tarifa

El nivel de satisfacción con la tarifa de agua potable, sumando “Insatisfecho” y “Algo Insatisfecho”, es de un 31%. Mientras el nivel de insatisfacción con el servicio de agua potable es alto, el nivel de insatisfacción con la tarifa no es tan alto.

6) Voluntad de pago por el servicio de agua potable mejorado

En el período de verano, la población estaba dispuesta a asumir el costo incrementado hasta un promedio de 1.2 veces más que la tarifa actual por el servicio de agua potable mejorado, mientras en el período de invierno el promedio se incrementó a 1.41 veces más, es decir, un aumento de aproximadamente 20%. Posiblemente esto refleja el mayor nivel de insatisfacción en el período de invierno en comparación con el período de verano. Por otro lado, las respuestas de aceptar un 40% de aumento en la tarifa para que mejoren el servicio muestran la mayor demanda de la población por la mejora del servicio de agua potable, sobre todo durante el período de invierno.

ESTUDIO DE OPERACIÓN DE PRUEBA DE LA PLANTA POTABILIZADORA ACTUAL

1 Descripción general del estudio

1.1 Objetivos del estudio

Comprobar la capacidad de tratamiento de la planta potabilizadora actual (capacidad de tratamiento a la turbidez y capacidad de potabilización) a través de la operación de la planta siguiendo el método de operación actual. Los ítems de evaluación son los siguientes:

- Si se puede obtener suficiente volumen de agua potabilizada (incluyendo las pérdidas en el retrolavado).¹
- Si la calidad del agua tratada cumple con la Norma Técnica de Calidad de Agua Potable de Honduras (Valor máximo permitido de turbidez: 5 NTU).
- Si se puede realizar la operación manual incluyendo el retrolavado.

1.2 Ítems de análisis y método de evaluación

(1) Inspección

Tabla 1 Objeto de estudio, ítems de análisis, método de estudio y contenido de evaluación de la inspección

Objeto de estudio	Ítems de análisis	Método de estudio	Contenido de evaluación
Estructura del módulo, tuberías y sistemas eléctricos	- Comprobación de la estructura del módulo y las tuberías (flujo de las tuberías) - Comprobación de las tuberías de agua de retrolavado (expulsión o retorno al agua cruda) - Situación de los daños en el tanque de sedimentación y tanque de coagulación, tanque de filtración, tuberías y juntas - Situación de los daños en los paneles de operación, motores, válvulas solenoides y cableado eléctrico	Inspección visual	- Estudiar la presencia de daños como fugas de agua, corrosión, grietas, agujeros, etc. en la estructura del módulo (tanque de sedimentación y tanque de coagulación y tanque de filtración) y en las tuberías - Comprobar el funcionamiento y la presencia de fallas en las partes móviles (válvulas solenoides y mezcladores), bombas, compresores y paneles de operación - Con respecto a las partes falladas o dañadas, comprobar la factibilidad de reparación y reemplazo incluyendo la adquisición de los repuestos

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

¹ Dicen que la capacidad de la planta potabilizadora actual es de 25l/segundo en cada Sistema. No existen datos del diseño que permitan verificar la capacidad de tratamiento. Entrevista con SANAA y SAC. La capacidad de tratamiento varía dependiendo de la frecuencia de retrolavado, sin embargo, se desconoce con qué frecuencia de retrolavado se garantiza la capacidad oficial.

(2) Estudio de operación

Tabla 2 Objeto de estudio, ítems de análisis, método de estudio y contenido de evaluación del estudio de operación

Objeto de estudio	Ítems de análisis	Método de estudio	Método de evaluación
Tratabilidad del agua en la potabilización	– Nivel de turbidez, color, pH y alcalinidad del agua cruda, agua sedimentada y agua filtrada en arena	– Toma de muestra de agua y medición aproximadamente 3 veces al día	– Medir la calidad del agua cruda, agua sedimentada y agua filtrada en arena para evaluar las propiedades de potabilización – Establecer como uno de los criterios el cumplimiento con la norma de Honduras, 5 NTU para Valor máximo permitido de turbidez y Escala 15 para color en el agua filtrada en arena
Evaluación de la adecuabilidad de la operación de coagulación	– Formación de flóculos – Precipitabilidad de flóculos – Prueba de jarra	– Inspección visual y toma de muestra de agua aproximadamente 3 veces al día	– Inspección visual (fotografías) del estado de floculación en el tanque de floculación – Tomar la muestra de agua del tanque de floculación y medir la precipitabilidad en probeta – Realizar la prueba de jarra para verificar la adecuabilidad de la tasa de dosificación de coagulantes indicada en el Manual
Capacidad de potabilización	– Volumen de agua potabilizada después del tratamiento de filtración en arena	– Medición mediante el caudalímetro por ultrasonidos	– Medir el volumen de agua potabilizada después del tratamiento de filtración en arena mediante el caudalímetro por ultrasonidos (SAC posee una unidad) – Obtener el promedio diario del caudal para cada módulo de filtración en arena
Procedimientos de la operación de lavado de lecho y el tiempo requerido	– Frecuencia de lavado – Procedimientos de la operación de lavado y el tiempo requerido	– Medición aproximadamente 3 veces al día – Medición durante el lavado	– Medir la presión de filtración y evaluar la frecuencia y el tiempo de retrolavado – Medir el tiempo requerido para la operación de lavado de lecho y analizar las afectaciones a toda la operación

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

1.3 Período de estudio

Del 20 al 28 de octubre del 2015.

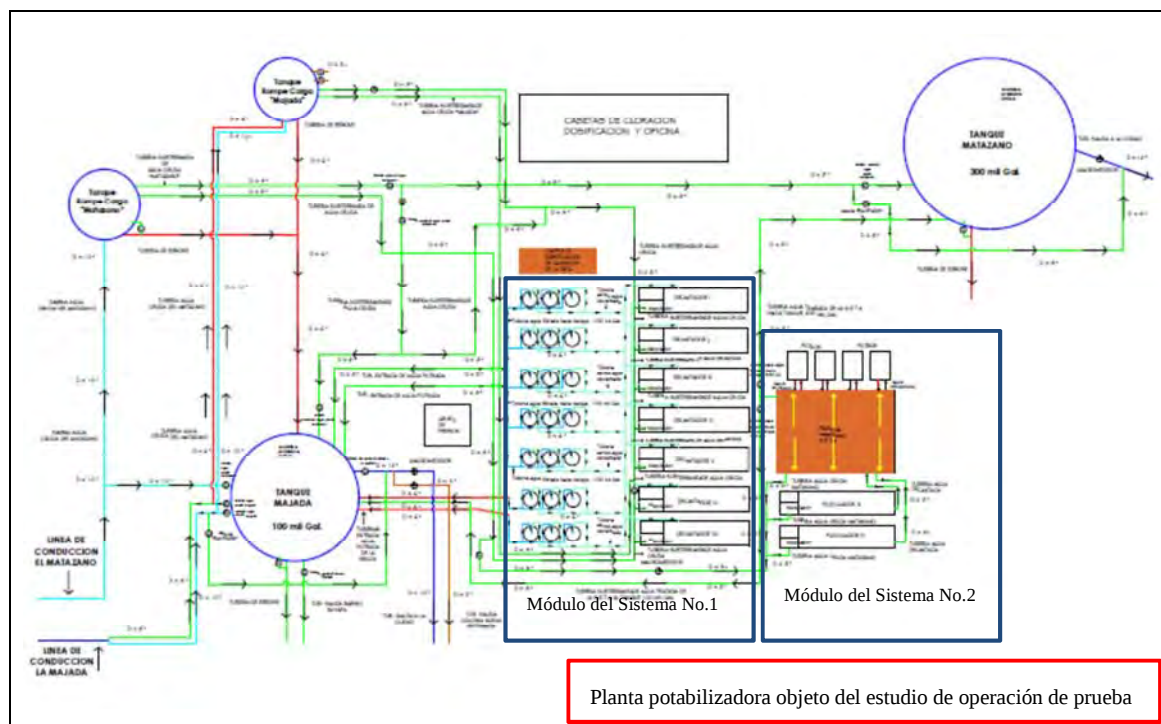
2 Resultados del estudio

2.1 Inspección

Antes de realizar el estudio de operación de prueba, se inspeccionaron los sistemas y equipos de la planta potabilizadora como la estructura del módulo (tanque de sedimentación, tanque de coagulación y tanque de filtración rápida), las tuberías y los sistemas eléctricos, principalmente en los equipos de inyección de coagulantes, tanque de coagulación, tanque de sedimentación, tanque de filtración rápida, etc. del Sistema No.1. A continuación, se describen los resultados (véanse la Figura 1 y Tabla 3):

- 1) Situación de la estructura del módulo (tanque de sedimentación, tanque de coagulación y tanque de filtración rápida (tanque de filtración), las tuberías y las juntas
 - Los resultados de la prueba de llenado del tanque de sedimentación y tanque de coagulación revelan que hay fugas de agua desde la junta de la válvula de expulsión de lodos del tanque de sedimentación y tanque de coagulación del módulo 4 del Sistema No.1 y se comprobó la falla de hermeticidad. En otros tanques de sedimentación y tanques de coagulación también se observaron leves fugas de agua en la junta de la válvula de drenaje.
 - Se observó la corrosión en algunas partes de la junta del tanque de sedimentación y tanque de coagulación hechos de acero, la tubería y la válvula de drenaje de agua y/o expulsión de lodos de este tanque y en la parte superior del tanque de filtración rápida (tanque de filtración), la junta de las tuberías, la tubería y la válvula de drenaje de agua y/o expulsión de lodos de este tanque.
 - Hubo daños parciales en la tubería de inyección de químicos (desde la bomba de inyección de químicos hasta el tanque de coagulación).
- 2) Situación de los daños en los paneles de operación, motores, válvulas y cableado eléctrico
 - Al comprobar el funcionamiento y la presencia de fallas en las partes movibles (válvulas de control neumáticas y mezcladores), bombas, compresores y paneles de operación, se observaron fallas en algunas válvulas de control neumáticas alrededor del tanque de filtración rápida (tanque de filtración).
 - Están averiadas todas las funciones de control automático para la operación de lavado del tanque de filtración rápida.
 - Están averiados todos los caudalímetros.
 - Con respecto a las partes falladas o dañadas, es difícil adquirir los repuestos en el país excepto las tuberías y los cables.

Apéndice 11:
Estudio de Operación de Prueba de la Planta Potabilizadora Actual



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 1 Diagrama esquemático de la planta potabilizadora actual

Tabla 3 Resultados de la inspección de la planta potabilizadora actual

Nombre del sistema o equipo	Especificaciones actuales		Número de unidades	Año fiscal de instalación	Resultados de la inspección
Unidad receptora	Sistema del río Majada	20m ³	1 tanque	1997*	- No tienen problemas. - Daños parciales en la tubería de inyección de químicos (de la bomba de inyección de químicos al tanque de coagulación). - Aparte de esto, no tienen averías mecánicas graves, etc. que afecten la operación de prueba.
	Sistema del río Matasano	75m ³	1 tanque	1997*	
Equipo para inyección de coagulantes	Sistema No. 1			1997	No se han utilizado.
	Tanque de almacenamiento de coagulantes hecho de concreto -Coagulantes -Aditivos de coagulantes -Agente alcalino Bomba de inyección de químicos	3.4m ³ 2.4m ³ 2.3m ³	1 tanque 1 tanque 1 tanque 7 unidades		
	Sistema No. 2			2004	
	Tanque de almacenamiento de coagulantes hecho de polipropileno -Coagulantes -Aditivos de coagulantes -Agente regulador de pH Bomba de inyección de químicos	1m ³ 1m ³ 1m ³	2 tanques 2 tanques 2 tanques 3 unidades		
Tanque de sedimentación y tanque de	Sistema No. 1 5 módulos (No. 1-5) (Fabricado por Becox/Veolia), hecho de acero	25L/s/ módulo	5 tanques	1997	No tienen averías mecánicas graves, etc. que afecten la

Apéndice 11:
Estudio de Operación de Prueba de la Planta Potabilizadora Actual

Nombre del sistema o equipo	Especificaciones actuales	Número de unidades	Año fiscal de instalación	Resultados de la inspección
coagulación	Para cada módulo, [Tanque de coagulación] Tanque de mezcla 2.2 m³ Tanque de floculación 1.4mW×2.8mL×1.10mH = 4.3m³ [Tanque de sedimentación] con placas paralelas inclinadas 1.5mW×8.4mL = 12.6m ² Sistema No.1 2 módulos (No. 6-7) [Tanque de coagulación] Tanque de mezcla 2.2 m³ Tanque de floculación 1.4mW×2.8mL×1.10mH = 4.3m³ [Tanque de sedimentación] con placas paralelas inclinadas 1.5mW×8.4mL = 12.6m ²	25L/s/módulo	2000	operación de prueba. Hay fugas de agua en la junta de la válvula de expulsión de lodos del tanque de sedimentación y tanque de coagulación del módulo 4 del Sistema No.1. Hay falla de hermeticidad.
	Sistema No. 2 2 módulos (No. 1-2) (Fabricado por SETA), hecho de acero Para cada módulo, [Tanque de coagulación] Tanque de mezcla 1.2 m³ Tanque de floculación 2.0mW×3.7mL×1.85mH= 13.7m³ [Tanque de sedimentación] con placas paralelas inclinadas 1.8mW×6.7mL = 12.0m ²	25L/s/módulo	2 tanques	2004 No tienen diafragma en los mezcladores para agitación rápida y agitación lenta. No se han utilizado.
Tanque de filtración rápida	Sistema No. 1 5 módulos (No. 1-5) (Fabricado por Becox/Veolia), hecho de acero, a presión, vertical 3 tanques de filtración para cada módulo Superficie de filtración para cada tanque 2m ²	25L/s/módulo	15 unidades	1997 Falta el grosor en el lecho de arena de filtración del módulo 6 (3 unidades).
	Sistema No. 1 2 módulos (No. 6-7) (Fabricado por Becox/Veolia), hecho de acero, a presión, vertical 3 tanques de filtración para cada módulo Superficie de filtración para cada tanque 2m ²	25L/s/módulo	6 unidades	2000 Están averiadas todas las funciones de control automático para la operación de lavado. Están averiados todos los caudalímetros. No se puede operar por averías en la válvula de control neumática para la operación de potabilización y retrolavado en el módulo (2, 3 y 5).
	Sistema No. 2 2 módulos (No. 1-4) (Fabricado por SETA), hecho de acero, a presión, horizontal 2 tanques de filtración para cada módulo Superficie de filtración para cada tanque 3.7m ²	25L/s/módulo	4 unidades	2004 No se han utilizado.
Tanque de distribución	Tanque de distribución de Majada, circular, hecho de concreto	378m ³	1 tanque	1984

Apéndice 11:
Estudio de Operación de Prueba de la Planta Potabilizadora Actual

Nombre del sistema o equipo	Especificaciones actuales		Número de unidades	Año fiscal de instalación	Resultados de la inspección
	Tanque de distribución de Matasano, circular, hecho de concreto	1136m ³	1 tanque	1999	
Sistema de desinfección	Equipo de inyección de cloro y cloro líquido		1 juego	1997 2004	
Edificio para la administración	Hecho de bloques de cemento		1 edificio	1997	
Equipos eléctricos para recepción y transformación			1 juego	1997*	
Planta generadora de energía eléctrica	287.5kVA, diésel Diésel		1 unidad 1 unidad	1997* 2004*	

* Estimación

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

2.2 Estudio de operación

Se seleccionó el módulo 6 del Sistema No. 1 para la operación de prueba. Al inicio, en el plan de estudio de operación, se planteaba realizar la operación en todos los 7 módulos del Sistema No.1 (incluyendo la operación de potabilización y retrolavado), sin embargo, debido a varios factores, entre ellos, la detección de las averías en todas las funciones de control automático encontradas durante la inspección, las limitaciones en la asignación del personal para la operación manual (actualmente 5 operarios laboran por turno) y las afectaciones a la distribución de agua, se consultó con SAC, y se acordó de que se descartarán los módulos 2, 3 y 5 del Sistema No. 1 donde la operación es imposible por las averías de las válvulas de control neumáticas para la operación de potabilización del tanque de filtración rápida (incluyendo el retrolavado) y que la operación de prueba se realizará en los módulos del Sistema No. 6 que están relativamente en buen estado.

	
Módulo 6 del Sistema No. 1 Tanque de sedimentación y tanque de coagulación	Módulo 6 del Sistema No. 1 Tanque de filtración rápida

Fotografía 1 Sistema de potabilización de la planta potabilizadora de la Ciudad de Comayagua, objeto del estudio de operación de prueba (Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

2.3 Tratabilidad del agua en la potabilización

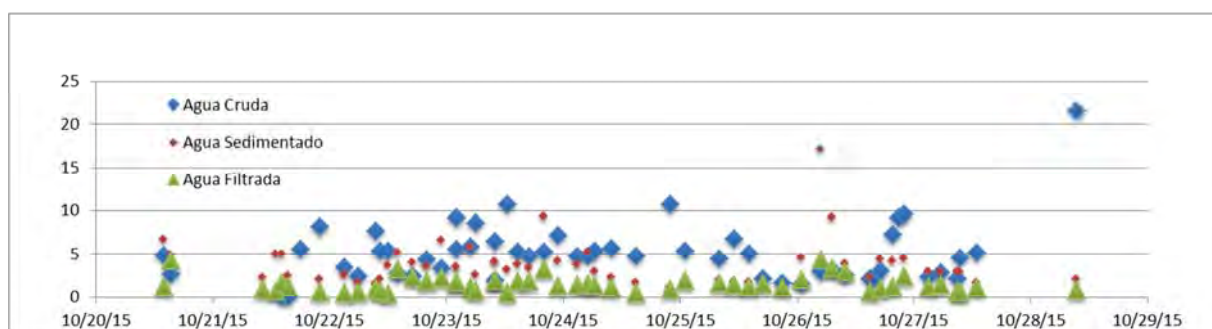
En la Tabla 4, se muestran los resultados de la medición de la calidad del agua en el agua cruda, agua sedimentada y agua filtrada en arena. Durante el período de estudio, el nivel de turbidez en el agua cruda estaba bajo², por lo que los resultados cumplieron con la Norma Técnica de Calidad de Agua Potable de Honduras de 5 NTU para Valor máximo permitido de turbidez en el agua filtrada en arena. No obstante, no cumplieron con el parámetro de 1 NTU para Valor recomendable de turbidez. El volumen real del agua potabilizada fue de 20.46L/S.

En el tratamiento a la turbidez, el porcentaje de la carga del tanque de sedimentación y de coagulación y del tanque de filtración rápida es de aproximadamente 30% y 70% respectivamente,³ lo cual implica que en el tratamiento a la turbidez no se ha realizado una efectiva coagulación y sedimentación.

Tabla 4 Nivel de turbidez en el agua cruda, agua sedimentada y agua filtrada en arena

	Nivel de turbidez en el agua cruda (NTU) A	Agua sedimentada (NTU) B	Agua filtrada en arena (NTU) C	Tasa de eliminación en el tanque de sedimentación 1-B/A (%)	Tasa de eliminación total 1-C/A (%)
Promedio	5.12	3.79	1.48	25.9	71.1
Máximo	21.6	17.2	4.3	20.4	80.0
Mínimo	1.37	1.18	0.32	13.9	76.6

Fuente: Equipo de Estudio de JICA



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 2 Turbidez en el agua cruda, agua sedimentada y agua filtrada (NTU)

Por otro lado, se estudió la situación de la potabilización de las 4 plantas potabilizadoras del mismo tipo instaladas en la Ciudad de Siguatepeque, una ciudad aledaña de Comayagua, y se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 5. La capacidad de potabilización fue de 25L/S y el volumen real del agua potabilizada fue de 14L/S. Las operaciones de lavado, etc. se realizaban manualmente

² Cuando llueve, se comprueba visualmente el nivel de turbidez en el agua cruda en las obras de captación. Si se encuentra un nivel alto, se detiene la captación de agua en las fuentes de agua.

³ Aunque la tasa de eliminación en cada proceso de sedimentación y filtración varía dependiendo de la concentración del agua cruda, la tasa de eliminación en el proceso de filtración es menos del 50% como máximo, y usualmente es alrededor del 10%.

ya que el dispositivo de control automático estaba averiado.

El nivel de turbidez en el agua cruda es más alto que el nivel del agua cruda de la Ciudad de Comayagua, con un promedio 48.9 NTU. El nivel de turbidez en el agua filtrada en arena es de 8.4 NTU. Se reveló que no cumple con la Norma Técnica de Calidad de Agua Potable de Honduras que exige el nivel de 5 NTU.

Tabla 5 Nivel de turbidez en el agua cruda, agua sedimentada y agua filtrada en arena de 4 plantas potabilizadoras de la Ciudad de Siguatepeque

	Nivel de turbidez en el agua cruda (NTU) A	Agua sedimentada (NTU) B	Agua filtrada en arena (NTU) C	Tasa de eliminación en el tanque de sedimentación 1-B/A (%)	Tasa de eliminación total 1-C/A (%)
Promedio	48.9	19.9	8.4	59.3	82.8
Máximo	185	164	12.5	11.4	93.2
Mínimo	20.8	9.6	4.0	53.8	80.8

Nota) Período del estudio: Del 20 al 26 de octubre del 2015

Fuente: Equipo de Estudio de JICA



Fotografía 2 Sistema de potabilización del mismo tipo instalado en 4 plantas potabilizadoras de la Ciudad de Siguatepeque (Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

2.4 Evaluación de la adecuabilidad de la operación de coagulación

(1) Estado de floculación y la precipitabilidad de flóculos

Cuando la turbidez del agua cruda consiste de las partículas coloidales cuyo diámetro es menor a 10^{-3} mm, las partículas casi no se precipitan y el método de filtración rápida ni siquiera puede capturarlas. Para eliminar efectivamente la turbidez a través del método de filtración rápida, es un requisito indispensable flocular los coloides mediante la operación de coagulación en el proceso de pretratamiento para capturarlos en el tanque de sedimentación y a través de la filtración rápida. Para ello, es necesario instalar el proceso de coagulación para formar efectivamente buenos flóculos.⁴

⁴ Asociación de Agua Potable de Japón, Directriz de diseño de las instalaciones de servicio de agua potable.

Para comprobar el tratamiento de coagulación en el tanque de coagulación compuesto por un tanque de mezcla y un tanque de floculación, se realizó la prueba de jarra, se determinó la tasa de dosificación de coagulantes (sulfato de aluminio), luego se inyectaron coagulantes, se extrajo una muestra de agua del tanque de floculación y se realizó la medición del estado de formación de flóculos y la precipitabilidad. Se muestran los resultados en la Tabla 6.

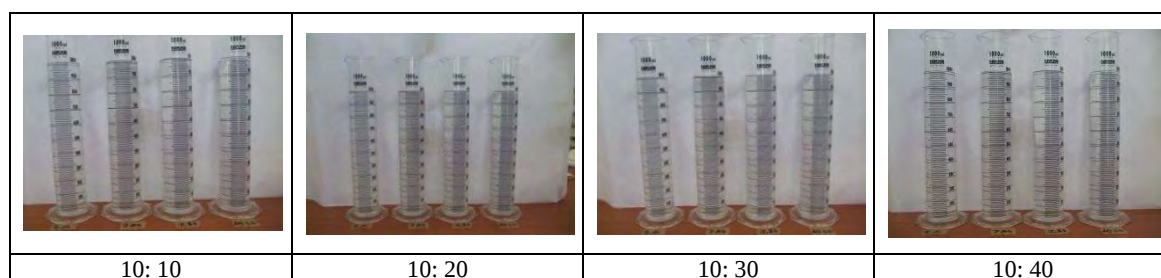
No se ha formado ningún flóculo, tampoco se confirmó la interface de flóculos. Todos los resultados de la medición durante el período de estudio de operación arrojaron los mismos resultados.

Una posible causa podría ser la falta de capacidad del tanque que reduce el tiempo de retención para floculación. El tanque de floculación actual tiene una capacidad de 4.3m³ y para esta capacidad real, el tiempo de retención es de 4 minutos (según la capacidad de potabilización oficial, serían 3 minutos), mientras el estándar del tiempo de retención para floculación es de 20-40 minutos.⁴ Esto reduce considerablemente el efecto de floculación.

Tabla 6 Un ejemplo del estado de floculación y la precipitabilidad de flóculos

No	Hora de toma de muestras/ Tiempo transcurrido	Altura de interface (ml)	Tamaño del flóculo (mm)
1	Lunes, 26 de octubre del 2015 10: 10 (0min)	1000	Menos de 0.3
	10: 20 (10min)	1000	Menos de 0.3
	10: 30 (20min)	1000	Menos de 0.3
	10: 40 (30min)	1000	Menos de 0.3
2	13: 10 (0min)	1000	Menos de 0.3
	13: 20 (10min)	1000	Menos de 0.3
	13: 30 (20min)	1000	Menos de 0.3
	13: 40 (30min)	1000	Menos de 0.3
3	15: 10 (0min)	1000	Menos de 0.3
	15: 20 (10min)	1000	Menos de 0.3
	15: 30 (20min)	1000	Menos de 0.3
	15: 40 (30min)	1000	Menos de 0.3

Fuente: Equipo de Estudio de JICA



Un ejemplo del agua cruda, agua floculada, agua sedimentada y agua filtrada en arena, de izquierda a derecha.

Fotografía 3 Un ejemplo del estado de floculación y la precipitabilidad de flóculos del Sistema No. 1 (Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

(2) Prueba de jarra

Se realizó la prueba de jarra utilizando el agua cruda durante del período de estudio para verificar la adecuabilidad de la tasa de dosificación de coagulantes indicada en el Manual de Operaciones de la planta potabilizadora propiedad de SAC. Cabe señalar que la prueba de jarra se realizó a cargo de SANAA de Siguatepeque, a solicitud de nuestro equipo de estudio.

Los siguientes son resultados de la prueba de jarra. El nivel de turbidez en el agua cruda de la prueba de jarra realizada durante el período de experimento fue de 2.3-3.9 NTU. El rango de la tasa de dosificación óptima de sulfato de aluminio obtenida en la prueba de jarra fue de 4-8mg/L.

Tabla 7 Resultados de la prueba de jarra

Fecha de experimento	Calidad del agua cruda				Resultados de la prueba de jarra		
	pH	Nivel alcalino (mg/L)	Nivel de turbidez (NTU)	Color (CU)	Tasa de dosificación óptima (mg/L)	Nivel de turbidez remanente (NTU)	Color remanente (CU)
20 de oct.	8.5	74.2	3.5	7.5	7	2.7	2.5
26 de oct.	8.2	62.9	2.3	7.5	6	2.1	2.5
26 de oct.	8.1	No hay datos	3.9	7.5	8	1.9	5.0
27 de oct.	8.2	72.2	3.8	7.5	4	2.3	5.0
28 de oct.	8.3	No hay datos	3.6	8.0	4	1.5	5.0

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

La tasa de dosificación de coagulantes (sulfato de aluminio) indicada en el Manual de Operaciones es la siguiente:

Tabla 8 Tasa de dosificación de coagulantes

Nivel de turbidez (NTU)	Color (CU)	Tasa de dosificación óptima (mg/L)
1-5	1-15	3
6-15	16-30	5-10
16-40	31-60	15

(Tomado del Manual de Operaciones de la planta potabilizadora)

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Al comparar la tasa de dosificación de coagulantes indicada en el Manual de Operaciones con la tasa de dosificación óptima obtenida en la prueba de jarra, se reveló que la tasa de dosificación tenía que ser más alta, de 4-7mg/L, que la tasa indicada en el Manual de 3mg/L. Por consiguiente, bajo las condiciones de operación según el Manual, posiblemente no se logre realizar una operación óptima.

2.5 Capacidad de potabilización

En la Tabla 9 se muestran los resultados de la medición del volumen del agua potabilizada tras la

filtración en arena utilizando el caudalímetro por ultrasonidos propiedad de SAC. El caudal fue de 20.46L/S, equivalente al 80% del caudal oficial de 25L/S. Esta capacidad de potabilización es el valor promedio incluyendo el tiempo de lavado del tanque de filtración rápida (3 tanques) con una frecuencia de una vez al día.

Cabe señalar que la planta actual no tiene mecanismo para regular el caudal del agua cruda, por lo tanto, tenían que manipular las válvulas reparadoras. Se presume que es prácticamente imposible regular la entrada homogénea del caudal del agua cruda.

Cabe señalar que la operación de lavado de lecho se realiza en cada tanque en 3 etapas de drenaje, lavado por soplado de aire y retrolavado. Es un sistema que no permite realizar el tratamiento de potabilización durante el tiempo de retrolavado, ya que se lava con el agua del tanque de filtración que se encuentra al lado.



Fotografía 4 Imagen de la medición de la capacidad de potabilización
(Fuente: Equipo de Estudio de JICA)

Tabla 9 Capacidad de potabilización (para cada módulo)

	Promedio de capacidad de potabilización (L/s)	m ³ /día
20 de oct.	25.38	2,193
21 de oct.	24.00	2,073
22 de oct.	23.91	2,066
23 de oct.	18.69	1,615
24 de oct.	10.44	902
25 de oct.	23.35	2,018
26 de oct.	19.80	1,711
27 de oct.	18.29	1,580
28 de oct.	20.27	1,751
Promedio	20.46	1,768

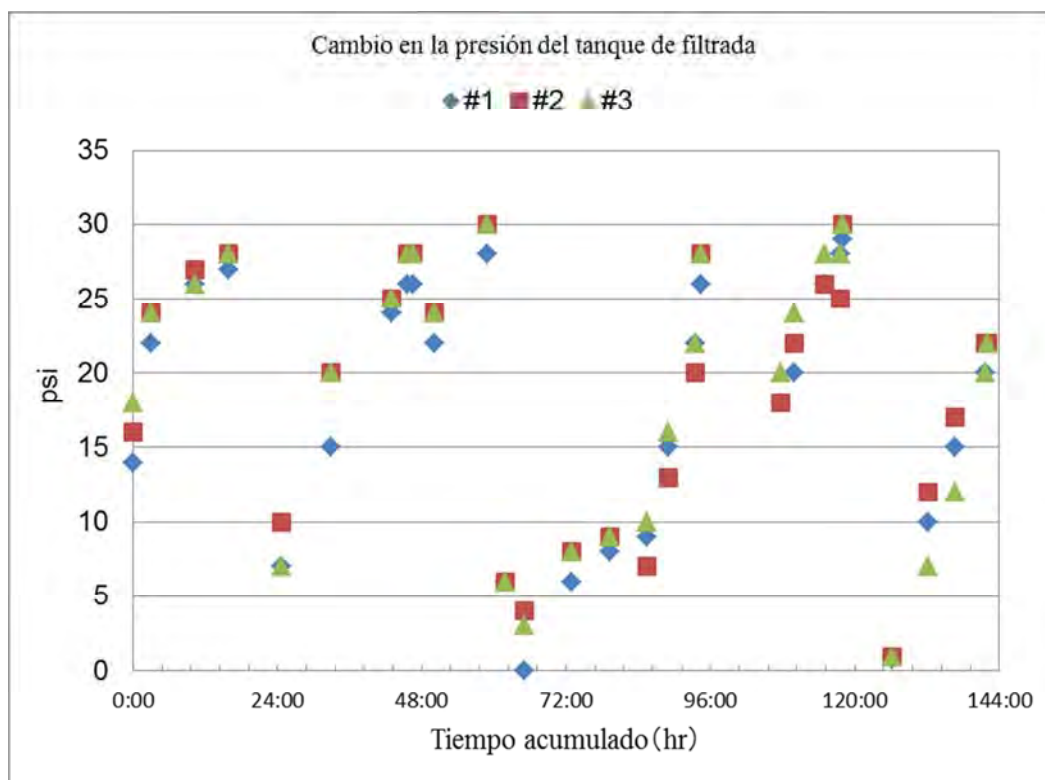
Fuente: Equipo de Estudio de JICA

2.6 Procedimientos de la operación de lavado de lecho y el tiempo requerido

(1) Frecuencia de lavado

Se midió la presión de filtración del tanque de filtración rápida y se evaluó la frecuencia de retrolavado y el tiempo de retrolavado. La presión de filtración fue de 25-30psi en aproximadamente 24 horas. Aunque la operación se realizó durante el período de baja turbidez, se determinó que era necesario realizar la operación de lavado de lecho una vez al día. Consideramos que cuando hay alta turbidez será necesario aumentar la frecuencia de lavado.

Por otro lado, la frecuencia de lavado del mismo tipo de planta potabilizadora en 4 plantas potabilizadoras de la Ciudad de Siguatepeque es de cada 8 horas en invierno y cada 12 horas en verano. Además, cuando la capacidad de potabilización se reduce a menos de 11L/S, se realiza el retrolavado manual. Antes del retrolavado, la presión sube hasta 20-30psi.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 4 Cambio en la presión del tanque de filtración

(2) Procedimientos de la operación de lavado de lecho y el tiempo requerido

Según el Manual de Operaciones, los procedimientos de la operación de lavado de lecho y el tiempo requerido son los siguientes: 24 minutos en total para cada tanque de filtración; 6 minutos para la detención de la entrada del agua cruda y drenaje, 8 minutos para el lavado por soplado de aire y 10

minutos para el retrolavado.

Considerando la turbidez del agua observada en el momento del drenaje durante el lavado, que se necesitaba unos 10-15 minutos para aclarar el agua drenada, aunque el tiempo depende de la turbidez del agua cruda, el tiempo requerido para la operación de lavado de lecho será de unos 30 minutos (90 minutos para cada módulo) incluso cuando la turbidez es baja. En caso de las 4 plantas potabilizadoras de la Ciudad de Siguatepeque, la operación de lavado se realiza de la siguiente manera: 6 minutos para el drenaje, 8 minutos para el lavado por soplado de aire y 6 minutos para el retrolavado.

Lo anterior indica que el tiempo requerido para la operación de lavado del tanque de filtración rápida de un total de 9 módulos del Sistema No.1 y No.2 es de 810 minutos (13.5 horas) durante el período de baja turbidez, y en caso del período de alta turbidez se requerirá mayor tiempo de trabajo. Por consiguiente, habrá grandes afectaciones a toda la operación, lo cual implica una considerable carga laboral.

2.7 Conclusión

Según los resultados de la comprobación de la capacidad de tratamiento (capacidad de tratamiento a la turbidez y capacidad de potabilización), etc. mediante la operación de la planta potabilizadora actual siguiendo el método de operación actual, se determinó que es imposible utilizar la planta potabilizadora actual por las siguientes razones:

(1) No se puede garantizar la capacidad de potabilización establecida.

- No puede cumplir con los parámetros establecidos de la Norma Técnica de Calidad de Agua Potable de Honduras tanto en la capacidad de potabilización (norma: 25L/S) como en la calidad del agua tratada (norma: 5 NTU).
- Generalmente, en muchos casos, para el sistema de filtración a presión se utilizan tanques herméticos hechos de acero. Estos tienen ventajas de no ser estructuras que requieren obras civiles, por lo tanto, se permite reducir el período de construcción en el lugar. También, por utilizar el sistema de bombeo no tienen restricciones hídricas del terreno, además, su operación es fácil. Por estas razones, este sistema se utiliza en las plantas potabilizadoras relativamente pequeñas y en las plantas donde se puede contar con el agua cruda de buena calidad, por tanto, se permite omitir el tanque de sedimentación. Sin embargo, la presente planta potabilizadora no puede ser categorizada como una pequeña planta potabilizadora, tampoco la calidad del agua cruda es buena y estable a largo plazo para permitir la omisión del tanque de sedimentación. Por consiguiente, este sistema de

potabilización no es apto para las propiedades de esta agua cruda (condiciones de calidad del agua y fluctuaciones de niveles de turbidez).

- El tiempo de retención en el tanque de floculación es poco, por lo que se requerirá una capacidad 7-14 veces superior que la actual. Por otro lado, la velocidad de filtración es rápida y no da tiempo para que el agua permanezca filtrándose, lo cual es necesario para obtener el agua filtrada estable y para la operación y mantenimiento. Además, existe temor de que los flóculos capturados en el lecho se desprendan y se fluyan al agua. Para garantizar el caudal de potabilización establecido, se requerirá una superficie de filtración 2.3 veces más grande que la actual.
- Lo anterior requiere algunas modificaciones en el diseño de los principales procesos de tratamiento, por ejemplo, la agitación lenta para floculación, la filtración, etc., sin embargo, la remodelación del sistema dentro del paquete actual es difícil. Por consiguiente, es necesario descartar la planta actual e instalar una nueva planta potabilizadora.

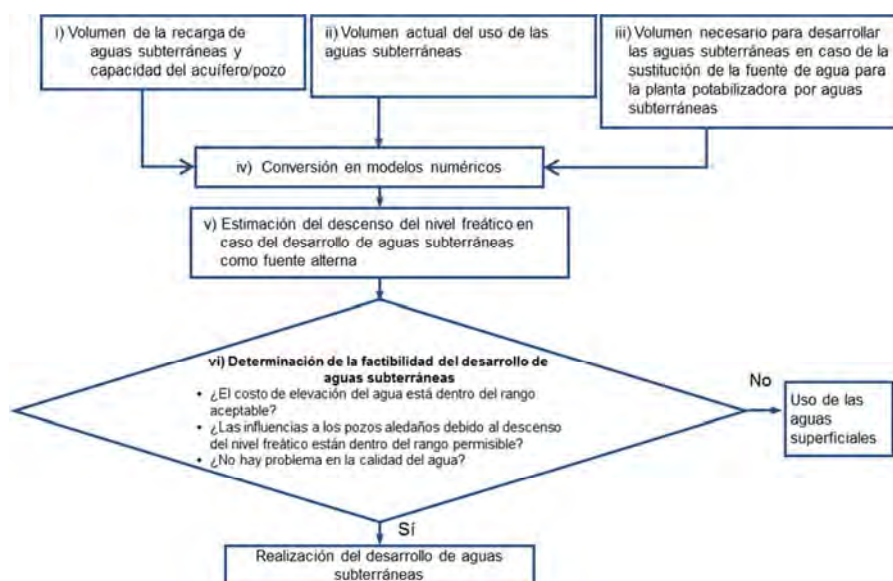
(2) Es sumamente difícil realizar la operación de potabilización.

- No tiene función de distribuir homogéneamente la entrada del agua cruda. Se presume que es prácticamente imposible regular la entrada homogénea del caudal del agua cruda.
- Cuando se pretende realizar la operación de potabilización en todos los 9 módulos, será necesario realizar la operación de lavado de lecho una vez al día durante el período de baja turbidez y más de una vez al día cuando se observa alta turbidez, por lo tanto, se supone que habría que triplicar el sistema actual de asignación del personal para realizar la operación.

ESTUDIO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

1 Estudio de aguas subterráneas

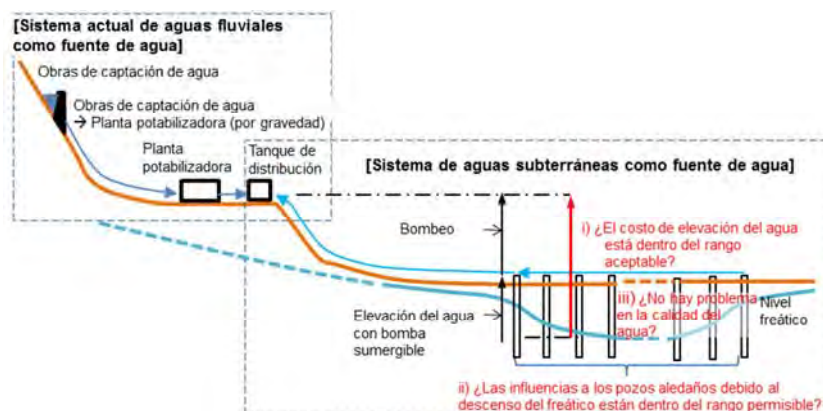
Actualmente, la fuente de agua de la planta potabilizadora de Comayagua son aguas fluviales. Se valoró la posibilidad de sustituirla por aguas subterráneas. Las metodologías del estudio se muestran en la Figura 1.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 1 Flujo del estudio

En la determinación de la factibilidad del desarrollo de aguas subterráneas, se enfoca en las diferencias que podrían surgir cuando se modifica el sistema actual de aguas fluviales como fuente de agua al sistema de aguas subterráneas como fuente de agua (véase la Figura 2).



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 2 Diferencias entre las aguas de pozo y las aguas fluviales como fuente de agua

2 Volumen de la recarga de aguas subterráneas y capacidad del acuífero/pozo

El volumen viable para el desarrollo de las aguas subterráneas y la capacidad del acuífero/pozo han sido analizados detalladamente en los siguientes estudios de JICA (Estudio para el Desarrollo/ Diseño Básico para la Cooperación no Reembolsable). El presente estudio utilizó los resultados de estos estudios.

- Informe de Estudio de Desarrollo de Aguas Subterráneas en el Departamento de Comayagua de la República de Honduras (1989)
- Informe de Estudio de Diseño Básico para el Desarrollo de Aguas Subterráneas en el Departamento de Comayagua de la República de Honduras (1990)

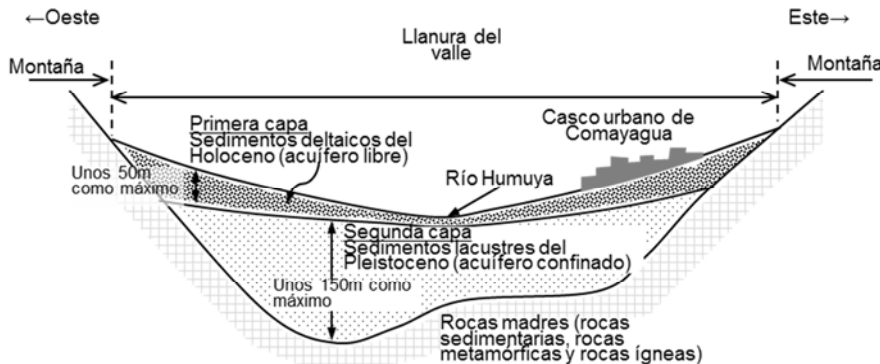
De estos informes, se obtuvieron las siguientes informaciones básicas (véase la Tabla 1).

- Volumen de la recarga de aguas subterráneas
- Distribución de acuíferos
- Volumen de bombeo factible en cada pozo individual
- Calidad de las aguas subterráneas

Tabla 1 Volumen de la recarga de aguas subterráneas y capacidad del acuífero/pozo

Rubro	Resultados de la revisión
Volumen de la recarga de aguas subterráneas	El volumen de la recarga de aguas subterráneas de todo el valle de Comayagua es de 100,000 m ³ /día.
Distribución de acuíferos	• La capa del período Cuaternario que se encuentra en el valle de Comayagua es un acuífero. • El acuífero del período Cuaternario se puede clasificar en Primera capa (acuífero libre) y Segunda capa (acuífero confinado) (Véase la Figura 4.3.). - La Primera capa son sedimentos deltaicos del Holoceno y el grosor de la capa compuesta por arena y grava, limo y arcilla es de unos 50m como máximo. - La Segunda capa son sedimentos lacustres del Pleistoceno y el grosor de la capa compuesta por arena y grava, limo y arcilla es de unos 150m como máximo. • Las rocas madres (rocas sedimentarias, rocas metamórficas y rocas ígneas antes del período Terciario) tienen poca permeabilidad y el desarrollo de las aguas subterráneas es difícil.
Volumen de bombeo factible en cada pozo individual	Es factible bombear un promedio de 500m ³ /día por pozo desde el acuífero de la capa del período Cuaternario. La profundidad de los pozos es de 60 a 100m.
Calidad de las aguas subterráneas	La calidad de las aguas subterráneas del Primer acuífero es buena. Sin embargo, en caso del Segundo acuífero, la concentración de nitrógeno nítrico en las aguas subterráneas en la zona norte y la zona central del valle puede ser superior al parámetro de la norma de calidad de agua potable.

Fuente: Equipo de Estudio de JICA



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 3 Figura conceptual de la estructura del acuífero en el valle de Comayagua (sección Este - Oeste)

3 Volumen actual del uso de las aguas subterráneas

(1) Clasificación de suministro de agua y explotación de las aguas subterráneas

En el valle de Comayagua, las aguas subterráneas se utilizan principalmente para el suministro de agua. En la Tabla 2 se muestra la clasificación del servicio de suministro de agua en el valle de Comayagua.

Tabla 2 Clasificación del suministro de agua en el valle de Comayagua

Zona	Contenido
Casco urbano de Comayagua	En el casco urbano de Comayagua, la empresa municipal de agua potable suministra el agua. Aparte de esto, los particulares y las empresas perforan sus pozos y los utilizan.
Fuera del casco urbano (zona rural)	En la zona rural, se suministra el agua a través de los pequeños acueductos utilizando los pozos como fuente principal de agua. También se utilizan pozos comunales y pozos particulares. Los pequeños acueductos y los pozos comunales son administrados por las organizaciones de habitantes.

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Como se muestra en la Tabla 2, las aguas subterráneas es la principal fuente de agua en la zona rural del valle de Comayagua.

(2) Uso de las aguas subterráneas

Las aguas subterráneas se utilizan para los siguientes tres usos:

- i) Agua potable y agua de uso doméstico
- ii) Agua de riego
- iii) Agua de uso comercial e industrial

- De los tres usos anteriores, en el valle de Comayagua, las aguas subterráneas se utilizan principalmente como agua de uso doméstico.
- Usualmente, el agua de riego ocupa el mayor porcentaje en el volumen del uso del agua. En caso del valle de Comayagua, para el riego se utilizan las aguas fluviales y las aguas subterráneas no se utilizan casi nada.
- En el casco urbano de Comayagua, la empresa municipal de agua potable suministra el agua, sin embargo, en los últimos años se han perforado unos 50 pozos en el casco urbano de Comayagua para el uso comercial, industrial y residencial.

En la Tabla 3 se muestra la historia del desarrollo de aguas subterráneas en el valle de Comayagua.

Tabla 3 La historia del desarrollo de aguas subterráneas en el valle de Comayagua y el volumen de bombeo de las aguas subterráneas

Año fiscal	Número de pozos perforados	Volumen total de bombeo	Observaciones
Antes de 1994	40 pozos profundos y 130 pozos secos	8,000 m ³ /día	De los pozos perforados durante este período, algunos pozos no están funcionando en este momento. Aun así, existen pozos alternos perforados, por lo que para calcular el volumen de bombeo
1994-2000	Se perforaron 36 pozos profundos y 60 pozos secos a través de un proyecto de	4,000 m ³ /día	

Apéndice 12:
Estudio de aguas subterráneas

	cooperación no reembolsable de JICA		de estos pozos se deberá utilizar los valores estableciendo la tasa de funcionamiento al 100%.
2000-2015 (presente)	En el casco urbano de Comayagua, se perforaron unos 50 pozos profundos. Por otro lado, ante la ausencia de un sistema de registro de pozos, se desconoce la cantidad exacta de los pozos profundos perforados en todo el valle de Comayagua.	Se desconoce el volumen de bombeo de los pozos.	• Según la información no confirmada de una empresa perforadora de pozos, a partir de 1996 se han perforado de más de 200 pozos profundos en total en todo el valle. • Se desconoce el volumen total del uso de las aguas subterráneas de 2015 dentro del valle de Comayagua, sin embargo, tomando en cuenta que la razón de la población del valle de Comayagua en 2001 y 2015 es de 1.43, se supone que el volumen del uso de las aguas subterráneas de 2015 es unas 1.43 veces más que el volumen del uso del 2000 (17,160m³/día).
Total		12,000 m ³ /día	-

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

4 Volumen necesario para desarrollar las aguas subterráneas en caso de la sustitución de la fuente de agua para la planta potabilizadora por aguas subterráneas

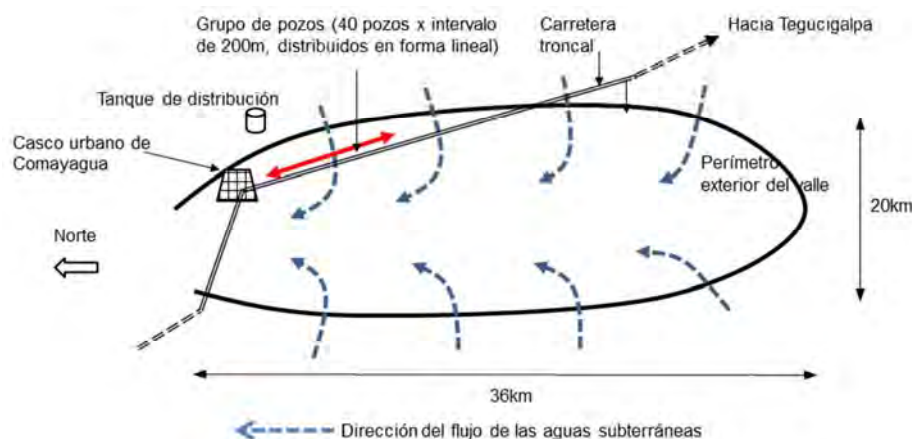
El sistema agua potable de Comayagua potabiliza las aguas fluviales del sistema del río Majada y del río Matasano en la planta potabilizadora, y el volumen de tratamiento es de unos 20,000m³/día. Cuando hipotéticamente se sustituye este volumen total de las aguas fluviales por aguas subterráneas, el volumen necesario para desarrollar las aguas subterráneas sería el mismo volumen de tratamiento, 20,000m³/día. Suponiendo que el volumen de bombeo adecuado por pozo es de 500m³/día, el número de pozos será de 40, como muestra la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen de bombeo por pozo} = 20,000\text{m}^3/\text{día} \div 500\text{m}^3/\text{día/pozo} = 40 \text{ pozos}$$

Para planificar la distribución de 40 pozos, se deberá tomar en cuenta los siguientes aspectos:

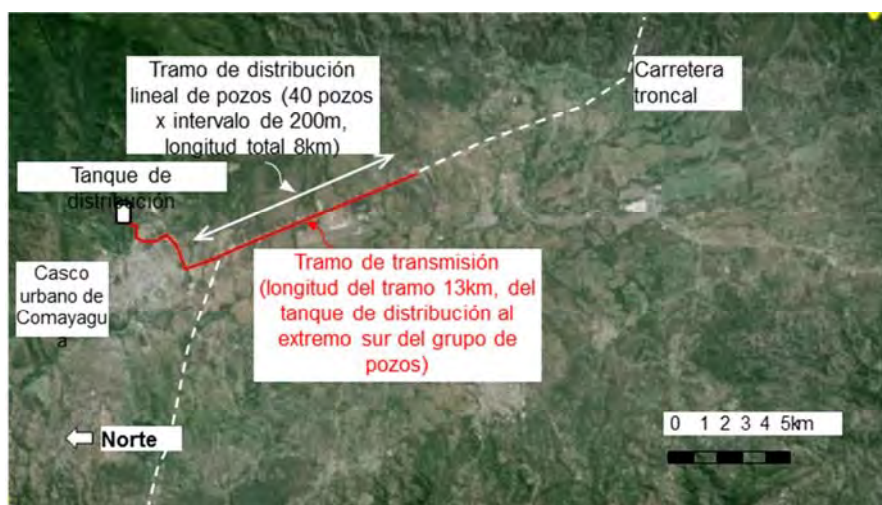
- Desde el punto de vista de la operación y mantenimiento del pozo, es mejor instalar un grupo de pozos a lo largo de la carretera troncal en vez de distribuir dispersamente los pozos individuales en el valle. Por otro lado, para evitar la interferencia entre los pozos, es preferible tomar lo más distante posible el intervalo (m) entre los pozos individuales, sin embargo, entre más larga la distancia entre los pozos, más grande la superficie del grupo de pozos, por ende, implicaría mayor el costo del sistema. Por consiguiente, en este caso, se establecerá un intervalo de 200m entre los pozos.
- La transmisión de las aguas subterráneas bombeadas desde el grupo de pozos hacia el tanque de distribución actual permite utilizar la red actual de distribución de agua. Por lo tanto, el grupo de pozos se instalará en el lugar más cercano posible al tanque de distribución actual.
- Para reducir el costo de bombeo en los pozos, el grupo de pozos será instalado en el lugar más alto posible, con respecto a la altura sobre el nivel del mar.
- Desde el punto de vista hidrogeológico, el grupo de pozos deberá ser ubicado en un lugar que

permita captar eficientemente la recarga de aguas subterráneas. En este caso, como se muestra en la Figura 4, el método más eficiente para utilizar la recarga de aguas subterráneas es distribuir el grupo de pozos en forma lineal alineándose en la dirección del flujo de las aguas subterráneas.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 4 Concepto de la dirección del flujo de las aguas subterráneas



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 5 Propuesta de la ubicación del grupo de pozos

5 Conversión en modelo numérico

Se elaboró el modelo numérico del acuífero del valle de Comayagua y se realizó el pronóstico del descenso del nivel freático de las aguas subterráneas en caso de la ejecución del desarrollo de aguas subterráneas como fuente alterna de la planta potabilizadora. El modelo numérico del acuífero está planteado en el “Informe de Estudio de Desarrollo de Aguas Subterráneas en el Departamento de Comayagua de la República de Honduras, 1989”. En el presente estudio, se reprodujo este modelo utilizando “MODFLOW”, el programa de análisis de las aguas subterráneas, y se realizó el análisis. La Figura 6 muestra el alcance del análisis del modelo.

Apéndice 12:
Estudio de aguas subterráneas



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 6 Modelo de simulación

En la Tabla 4 se muestra la descripción general de este modelo.

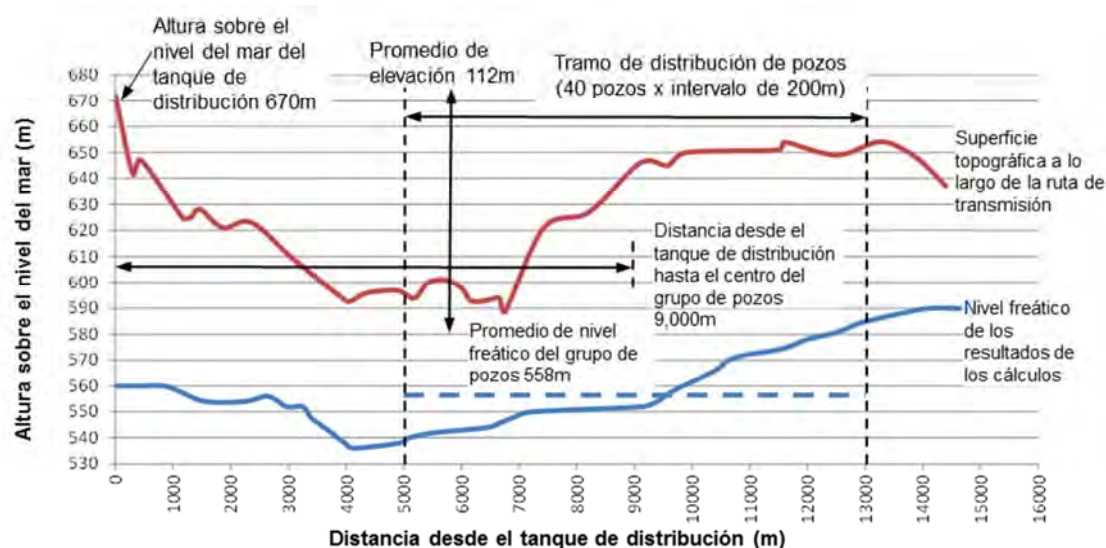
Tabla 4 Descripción general del modelo de simulación

Rubro	Contenido
Tamaño de la celda	El modelo consiste de 36 celdas de Sur-Norte y 20 celdas de Este-Oeste. El tamaño de cada celda es de 1km×1km.
Sujeto del análisis	Se analizó la capa del período Cuaternario, sin rocas madres. La parte gris de la Figura 6 es la zona de distribución de las rocas madres.
Estructura del acuífero	El acuífero se compone de dos capas, acuífero libre y acuífero confinado.
Distribución del coeficiente de permeabilidad	Cada celda tiene un coeficiente de permeabilidad (véase el apéndice). La Primera capa tiene un coeficiente de permeabilidad (m/día) y la Segunda capa tiene un coeficiente de transmisibilidad (m ² /día).
Volumen de la recarga de aguas subterráneas	Cada celda tiene un volumen de la recarga de aguas subterráneas. El volumen total de la recarga de aguas subterráneas es de 100,000m ³ /día (véase el apéndice).
Volumen de bombeo de pozos	El volumen de bombeo de los pozos integrado en el modelo son los siguientes (véase el apéndice). - Se estableció el volumen de bombeo en este momento (2015) como 12,000 (m³/día) (véase la Tabla 3). Se presume que en la práctica el volumen es mayor que esto, sin embargo, como se desconocen las cifras y la distribución del volumen de bombeo, se adoptó el volumen del uso de las aguas subterráneas de 2000 (12,000 (m³/día)) para utilizarlo en el modelo. - Se estableció el volumen de bombeo de aguas subterráneas desarrolladas como fuente alterna de la planta potabilizadora como 20,000m³/día para utilizarlo en el modelo a lo largo de la ruta de transmisión de agua (véase la Figura 6).

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

6 Estimación del descenso del nivel freático en caso del desarrollo de aguas subterráneas como fuente alterna

En la Figura 7 se muestran los resultados de los cálculos de la distribución de niveles freáticos de aguas subterráneas a lo largo de la ruta de transmisión en caso de la realización del desarrollo de aguas subterráneas como fuente alterna de la planta potabilizadora.



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 7 Pronóstico de la distribución de niveles freáticos a lo largo de la ruta de transmisión en caso de la realización del desarrollo de aguas subterráneas como fuente alterna de la planta potabilizadora (a lo largo de la ruta de transmisión)

7 Determinación de la factibilidad del desarrollo de aguas subterráneas

Se analiza la factibilidad del desarrollo de aguas subterráneas desde la perspectiva de los siguientes tres elementos:

- Costo de elevación y transmisión de agua
- Afectaciones a los pozos aledaños por el descenso del nivel freático de aguas subterráneas
- Problema de la calidad del agua

(1) Costo de elevación y transmisión de agua

El costo de elevación de agua se determina por tres elementos: Volumen de bombeo, Altura de elevación y Distancia de transmisión. Estos se evalúan por el costo de energía eléctrica. En la Tabla 5 se muestran las condiciones de cálculo del costo de elevación de agua. Según los resultados de los cálculos, el costo total de elevación y transmisión de agua es de 72,655 HNL/día (¥440,000/día), un costo sumamente alto. Esto se debe al promedio de la altura de elevación (112m) y al promedio de la distancia de transmisión (9km) desde 40 pozos hasta el tanque de distribución cuando el volumen de bombeo es de 20,000m³/día.

Tabla 5 Condiciones de cálculo para el costo de elevación de agua

Rubro		Contenido
(a)	Volumen de bombeo	El volumen total de bombeo es de 20,000m ³ /día. Si se bombea el agua en 40 pozos, el volumen de bombeo por pozo es de 500m ³ /día = 0.35m ³ /minuto.
(b)	Promedio de la altura elevación	112m (Véase la Figura 7)
(c)	Promedio de la distancia de transmisión	9,000m (Véase la Figura 7)
Costo de energía eléctrica		72,655 HNL/día (unos ¥440,000/día, calculado del consumo energético de elevación y transmisión de 14,531 kWh/día y el precio unitario de la energía de unos 5 HNL/kwh)
Observaciones		Suponiendo que el agua se conduce hasta el tanque de distribución desde 4 estaciones de relevo (cada estación conduce el agua de 10 pozos), se estableció la dimensión del sistema como tuberías de bombeo en los pozos y líneas de conducción, luego se estimó el consumo energético necesario.  Se instala una estación de relevo para cada 10 pozos.

Fuente: Equipo de Estudio de JICA

(2) Influencias a los pozos aledaños por el descenso del nivel freático de aguas subterráneas

En la Figura 8 se muestra la distribución del descenso del nivel freático de aguas subterráneas por el desarrollo de aguas subterráneas. La caída del nivel freático de aguas subterráneas es de unos 60m como máximo en el centro del grupo de pozos. Como se supone que la profundidad promedio de los pozos aledaños existentes es de unos 75m, se determina que sí habrá afectaciones a los pozos existentes (pozos secos y disminución del volumen de bombeo).



Fuente: Equipo de Estudio de JICA

Figura 8 Distribución del descenso del nivel freático de aguas subterráneas por el desarrollo de aguas subterráneas (m)

(3) Problemas de la calidad del agua

Según los datos existentes, las aguas subterráneas existentes en el acuífero confinado del área objeto de estudio tienen alta concentración de nitrógeno nítrico, en algunos casos, superior al parámetro de la norma de calidad de agua potable. Se señala que la alta concentración se debe a que el acuífero confinado está compuesto por sedimentos lacustres del Pleistoceno donde existen materias orgánicas y que éstas se disuelven en las aguas subterráneas cuando las aguas fluyen dentro del acuífero.

Las aguas subterráneas en el interior del valle fluyen desde el perímetro exterior del valle hacia el interior del acuífero. Dentro del acuífero, fluyen en la dirección de Perímetro exterior → Centro, igualmente, Sur → Norte (véase la Figura 4). Por lo tanto, las aguas subterráneas de la zona norte y la zona central del valle permanecen mayor tiempo dentro del acuífero en relación a las aguas subterráneas del perímetro exterior y la zona sur del valle, como consecuencia, probablemente hubo un ambiente donde el nitrógeno nítrico se disolvía por un período prolongado en las aguas subterráneas. Como se plantea realizar el desarrollo de las aguas subterráneas como fuente alterna de la planta potabilizadora principalmente en las aguas subterráneas del acuífero confinado de la zona norte, el nitrógeno nítrico de las aguas subterráneas desarrolladas puede ser superior al parámetro establecido, y en ese caso, será necesario dar tratamiento para mejorar la calidad del agua.

(4) Pertinencia del desarrollo de aguas subterráneas

Según los resultados del análisis, desde la perspectiva de los tres elementos mencionados anteriormente (1. Costo de elevación y transmisión de agua, 2. Afecciones del descenso del nivel freático de las aguas subterráneas y 3. Calidad del agua), se llegó a la conclusión de que la pertinencia del desarrollo de aguas subterráneas como fuente alterna de la planta potabilizadora es baja. Esto es porque el desarrollo de las aguas subterráneas hará caer considerablemente el nivel freático de las aguas subterráneas. Las siguientes son posibles causas del descenso caída del nivel freático:

- El volumen del desarrollo de aguas subterráneas previsto en el presente análisis es de $32,000\text{m}^3/\text{día}$ (Volumen actual $12,000\text{m}^3/\text{día}$ + Volumen a desarrollar $20,000\text{m}^3/\text{día}$). Esto corresponde a apenas 30% del volumen de la recarga de aguas subterráneas de todo el valle de Comayagua ($10,000\text{m}^3/\text{día}$).
- El volumen de la recarga de aguas subterráneas de $100,000\text{m}^3/\text{día}$ se suministra para una superficie de 487km^2 del valle de Comayagua. Si se desarrolla un volumen de $32,000\text{m}^3/\text{día}$ de las aguas subterráneas, de manera homogénea dentro del valle, se supone que no se generará una caída del nivel freático de aguas subterráneas de gran magnitud.
- Por otro lado, si se desarrolla un volumen de $20,000\text{m}^3/\text{día}$ de las aguas subterráneas como fuente alterna del volumen de $32,000\text{m}^3/\text{día}$ para la planta potabilizadora, de manera intensa

con 40 pozos en las cercanías del casco urbano de Comayagua, se pronostica que se generará una caída del nivel freático de aguas subterráneas de gran magnitud. Esto es porque se desarrolló más del 20% de todo el volumen de la recarga de aguas subterráneas del valle de Comayagua, de manera concentrada en el grupo de pozos, en una superficie de distribución del grupo de pozos que ocupa apenas una parte de toda la superficie del valle de Comayagua (487 km²).

- Para evitar un descenso del nivel freático de aguas subterráneas de gran magnitud, se podría distribuir los 40 pozos en forma dispersa. No obstante, cuando se trata del desarrollo de aguas subterráneas como fuente de agua para abastecer una ciudad, como el caso del presente proyecto, es necesario desarrollar las aguas subterráneas de manera concentrada mediante el grupo de pozos. Distribuir 40 pozos ampliamente en forma dispersa en todo el valle de una superficie de 487km² para transmitir el agua al casco urbano de Comayagua, no es una idea realista desde el aspecto de la construcción del sistema y de la operación y mantenimiento.

Acuerdo No. 084

ANEXO No.1

PARÁMETROS DE CALIDAD DEL AGUA

Acuerdo No. 084

Cuadros 1. Parámetros Bacteriológicos (a)

ORIGEN	PARÁMETRO (b)	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE	OBSERVACIONES
A. Abastecimiento con agua entubada.				
	A1. Agua no tratada que entra en el sistema de distribución.			
	Coliformes Totales	0	3	En una muestra ocasional pero no en muestras consecutivas.
	Coliformes Fecales	0	0	
	A2. Agua tratada que entra en el sistema de distribución			
	Coliformes Totales	0	0	Turbiedad <1. Para la desinfección con cloro es preferible pH<8.0 y cloro residual libre de 0.2-0.5 mg/l después de un tiempo de contacto mínimo de 30 minutos.
	Coliformes Fecales	0	0	
A3. Agua en el sistema de distribución	Coliformes Totales	0	0	En el 95% de las muestras examinadas durante el año. Cuando se trata de grandes sistemas de abastecimiento y se examinen suficientes muestras (C).
	Coliformes Fecales	0	0	
	Coliformes Totales	0	3	Ocasionalmente en alguna muestra pero no en muestra consecutivas.
B. Abastecimiento con agua no entubada.	Coliformes Totales	0	10	No debe ocurrir en forma repetida. Cuando la ocurrencia sea frecuente se buscará otra fuente.
	Coliformes Fecales	0	0	
C. Agua embotellada y agua para preparación de hielo.	Coliformes Totales	0	0	La fuente debe estar exenta de contaminación fecal.
	Coliformes Fecales	0	0	

Acuerdo No. 084

- (a) NMP/100 ml, en caso de análisis por tubos múltiples o UFC (unidades formadoras de colonias)/100 ml. en el caso de análisis por el método de membranas filtrantes. El indicador bacteriológico más preciso de contaminación fecal es la *Escherichia Coli* definida en el artículo 2. La bacteria coliforme total no es un indicador aceptable de la calidad sanitaria de acueductos rurales, particularmente en áreas tropicales donde muchas bacterias sin significado sanitario se encuentran en la mayoría de acueductos sin tratamiento.
- (b) En los análisis de control de calidad se determina la presencia de coliformes totales. En caso de detectarse una muestra positiva se procede al remuestreo y se investiga la presencia de coliformes fecales. Si el remuestreo da resultado negativo no se toma en consideración la muestra positiva, para la valoración de calidad anual. Si el muestreo da positivo se intensifican las actividades del programa de vigilancia sanitaria. Las muestras adicionales, recolectadas cuando se intensifican las actividades de inspección sanitaria, no se debe ser consideradas para la valoración anual de calidad.
- (c) En los sistemas donde se recolectan menos de 20 muestras al año el porcentaje de negatividad debe ser >90%.

Cuadro 2. Parámetro Organolépticos.

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Color Verdadero	Mg/L (Pt-Co)	1	15
Turbiedad	UNT	1	5
Olor	Factor Dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25 °C
Sabor	Factor Dilución	0	2 a 12 °C 3 a 25 °C

Acuerdo No. 084

Cuadro 3. Parámetros Fisicoquímicos

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Cloro Residual	mg/l	0.5 a 1.0 (b)	(c)
Cloruros	mg/l	25	250
Conductividad	µs/cm	400	—
Dureza	mg/l CaCO ₃	400	—
Sulfatos	mg/l	25	250
Aluminio	mg/l	—	0.2
Calcio	mg/l CaCO ₃	100	—
Cobre	mg/l	1.0	2.0
Magnesio	mg CaCO ₃	30	50
Sodio	mg/l	25	200
Potasio	mg/l	—	10
Sol. Tot. Dis.	mg/l	—	1000
Zinc	mg/l	—	3.0

(a) Las aguas deben ser estabilizadas de manera que no produzcan efectos corrosivos ni incrustantes en los acueductos.

(b) Cloro residual libre.

(c) 5 mg/l con base en evidencias científicas las cuales han demostrado que este valor "residual" no afecta la salud.

Cuadro 4 Parámetros para sustancias no deseadas

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Nitratos-NO ₃	mg/l	25	50
Nitritos-NO ₂	mg/l		(1)
Amonio	mg/l	0.05	0.5

Acuerdo No. 084

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR RECOMENDADO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Hierro	mg/l		0.3
Manganeso	mg/l	0.01	0.5
Fluoruro	mg/l		0.7 - 1.5 ²
Sulfuro de Hidrógeno	mg/l		0.05

(1) Nitritos : Valor máximo admisible 0.1 ó 3.0

Si se escoge el valor de 3.0 debe relacionarse el nitrato y nitrito por la fórmula:

$$\frac{[\text{NO}_3]}{\text{V.R.NO}_3} + \frac{[\text{NO}_2]}{\text{V.R.NO}_2} < 1$$

(2) 1.5 mg/l T= 8-12 °C
0.7 mg/l T= 25-30 °C

Nota : V.R.= Valor recomendado.

Cuadro 5 Parámetros para sustancias Inorgánicas con Significado para la Salud

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE
Arsénico	mg/l	0.01
Cadmio	mg/l	0.003
Cianuro	mg/l	0.07
Cromo	mg/l	0.05
Mercurio	mg/l	0.001
Níquel	mg/l	0.02
Plomo	mg/l	0.01
Antimonio	mg/l	0.005
Selenio	mg/l	0.01

Acuerdo No. 084

Cuadro 6. Parámetros para sustancias Orgánicas
con Significado para la salud, Excepto Plaguicidas

PARAMETRO	VALOR MAXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
Alcanos Clorados	
Tetracloruro de Carbono	2
Diclorometano	20
1,1-dicloroetano	
1,2-dicloroetano	30
1,1,1 -Tricloroetano	2000
Etenos Clorados	
Cloruro de vinilo	5
1,1- dicloroeteno	30
1,2- dicloroeteno	50
Tricloroeteno	70
Tetracloroeteno	40
Hidrocarburos Aromáticos	
Tolueno	
Xilenos	700
Etilbenceno	500
Estireno	20
Benzo-alfa-pireno	0.7
Bencenos Clorados	
Monoclorobenceno	300
1,2-diclorobenceno	1000
1,3-diclorobenceno	
1,4-diclorobenceno	300
Triclorobenceno	20
Otros Compuestos Orgánicos	
di (2-etilhexil) adipado	80
di (2-etilhexil) ftalato	3
acrilamida	0.5
Epiclorohidrina	0.4
Hexaclorobutadieno	0.5
EDTA	200
Acido nitriloacético	00
Dialkitinos	
Oxido de tributilestaño	2
Hidrocarburos policiclicos	0.2
Aromáticos totales	
Bifenilos policlorados totales	0.5

Acuerdo No. 084

Cuadro 7. Parámetro para Plaguicidas

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
Alacloro	20
Aldicarb	10
Aldrin/Dieldrin	0.03
Atracina	2
Bentazona	30
Carnofurano	5
Clordano	0.2
DDT	2
1,2-dibromo-3,3 cloropropano	1
2,4-D	30
1,2-dicloropropano	20
1,3 dicloropropano	20
Heptacloro y Heptacloroepóxido	0.03
Isoproturon	9
Lindano	2
MCPA	2
Metoxicloro	20
Metolacloro	10
Molinat	6
Pendimetalina	20
Pentaclorofenol	9
Permitrina	20
Propanil	20
Pyridad	100
Simazin	2
Trifluranilo	20
Dicloroprop	100
2,4-DB	100
2,4,5-T	9
Silvex	9
Mecroprop	10

Acuerdo No. 084

Cuadro 8. Parámetro para Desinfectantes y Subproductos de la Desinfección

PARÁMETRO	VALOR MÁXIMO ADMISIBLE (Microgramos por Litro)
a- Desinfectantes Monocloramina	4000
b- Supproductos de la Desinfección Bromato Clorito Clorato	25 200
Clorofenoles 2-clorofenol 2,4-diclorofenol 2,4,6-triclorofenol formaldehído	200 900
Trihalometanos Bromoformo Dibromoclorometano Bromodiclorometano Cloroformo	100 100 60 200
Acidos Acético Clorados Ac. Monocloroacético Ac. Dicloroacético Ac. Tricloroacético Tricloracetaldehído/cloralhidrato Cloropropanonas	(a) 50 100 10
Haloacetónitrilos Dicloroacetónitrilo Dibromoacetónitrilo Bromocloroacetónitrilo Tricloroacetónitrilo	90 100 1
Cloruro de cianógeno (como CN-)	70

(a) Falta de datos adecuados para recomendar un valor guía

ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA DE LAS FUENTES DE AGUA

El resumen de los datos de prueba de la calidad del agua implementada por SAC se señala en los números 1 y 2. Los resultados ejecutado por el Equipo de estudio sobre la prueba de calidad de la fuente de agua se señala en los números 3 y 4. En la tabla que continúa se señala los períodos de medición los ítems de análisis.

Tabla 1 Período de medición los ítems de análisis

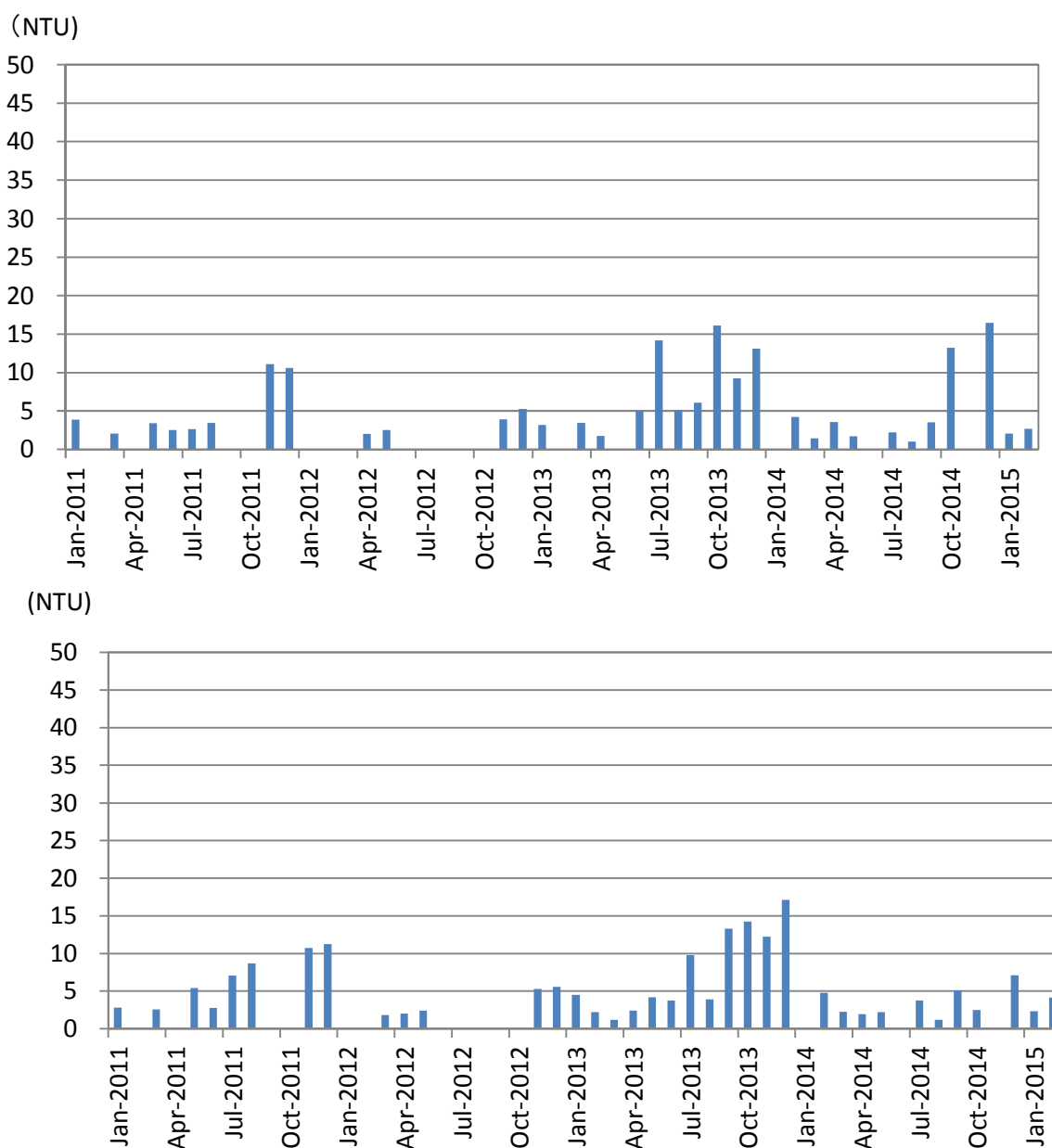
No.	Clasificación (Ítems)	Microorganismo (E coli)	Funcional (Turbidez)	fisicoquímica (Dureza)	Confortable (Hierro)	Mineral (Arsénico)	Agroquímico
1	2011/1~ 2015/2	○	○				
2	2015/1~ 2016/8		○				
3	2015/2 (Ejecutado por el Equipo de estudio)	○	○				
4	2015/10 (Ejecutado por el Equipo de estudio)		○	○	○	○	○

Fuente: Equipo de estudio de SAC y JICA

1. Datos de calidad de agua desde enero de 2011 hasta febrero de 2015

Turbidez

Se señala la turbidez de agua desde enero de 2011 hasta febrero de 2015 en la figura de abajo. Estos datos son los que se midieron después de que se ha dejado de operar la actual Planta de potabilización. En particular, entre el período de julio a diciembre de 2013 se ha visto la tendencia de aumento de turbidez del agua del tanque de distribución de Majada. Del mismo modo, en el agua del Tanque de distribución de Matasano, se observó el aumento de la turbidez en el período de julio a diciembre del mismo año. Este período corresponde al tiempo de aumento de precipitación. No existen datos de turbidez de agua cruda, en el período de alta turbidez, se ha detenido la captación de agua. Se estima que la turbidez de agua cruda, fue más alta que la turbidez del tanque de distribución de agua.



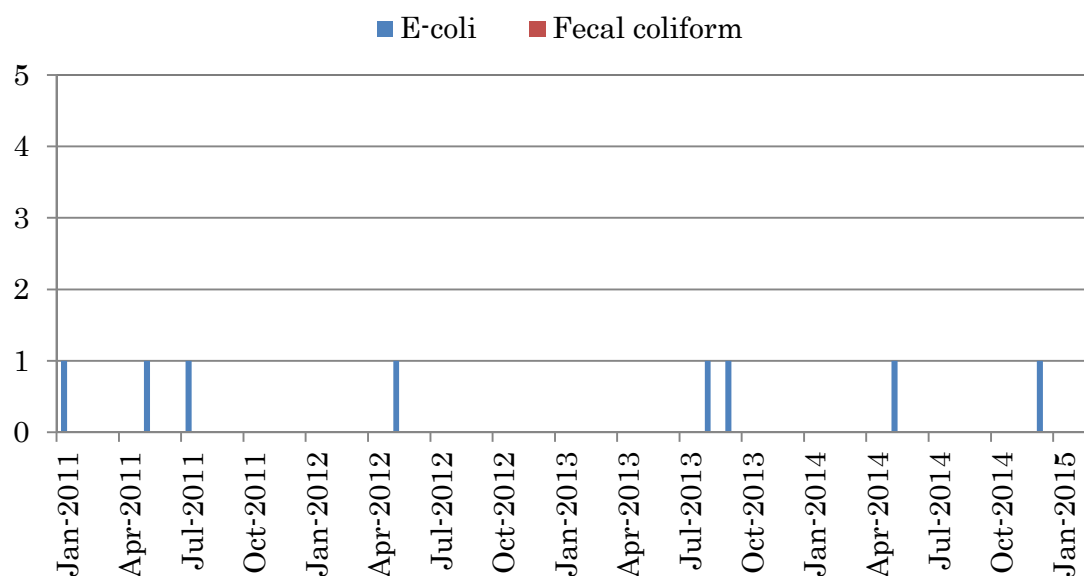
Fuente: Elaborado por el equipo de JICA en base a los datos de SAC

Figura 1 Tanque de distribución de agua de Matasano (arriba) Tanque de distribución de agua de Majada (Abajo) Turbidez (de enero de 2011 a febrero de 2015)

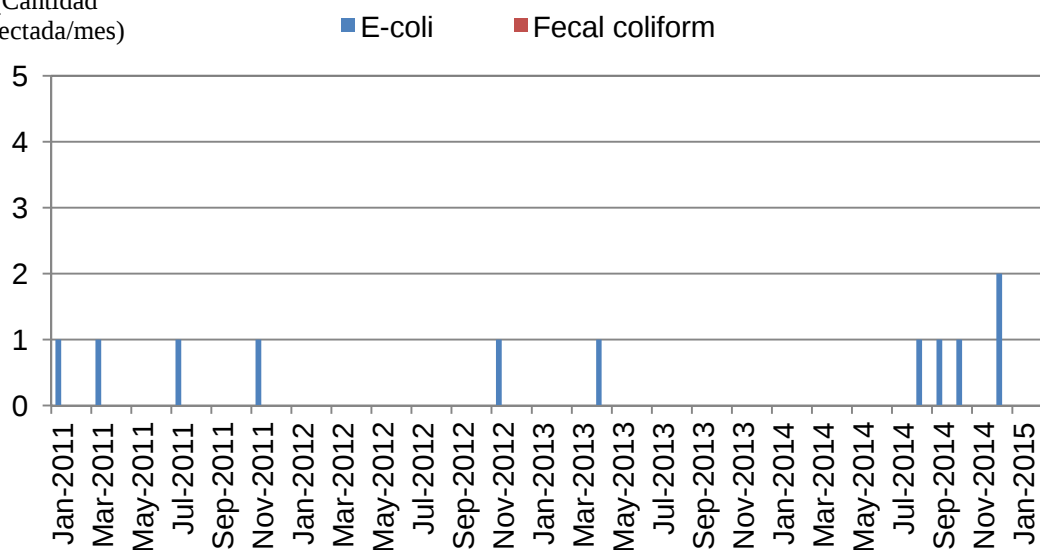
Coliformes y coliformes fecales

A menudo se han detectado la E. coli en el punto de inyección de cloro del tanque de distribución de agua. Se cree que es debido a la falla de punto de muestreo de agua o inyección de cloro.

(Cantidad
detectada/mes)



(Cantidad
detectada/mes)

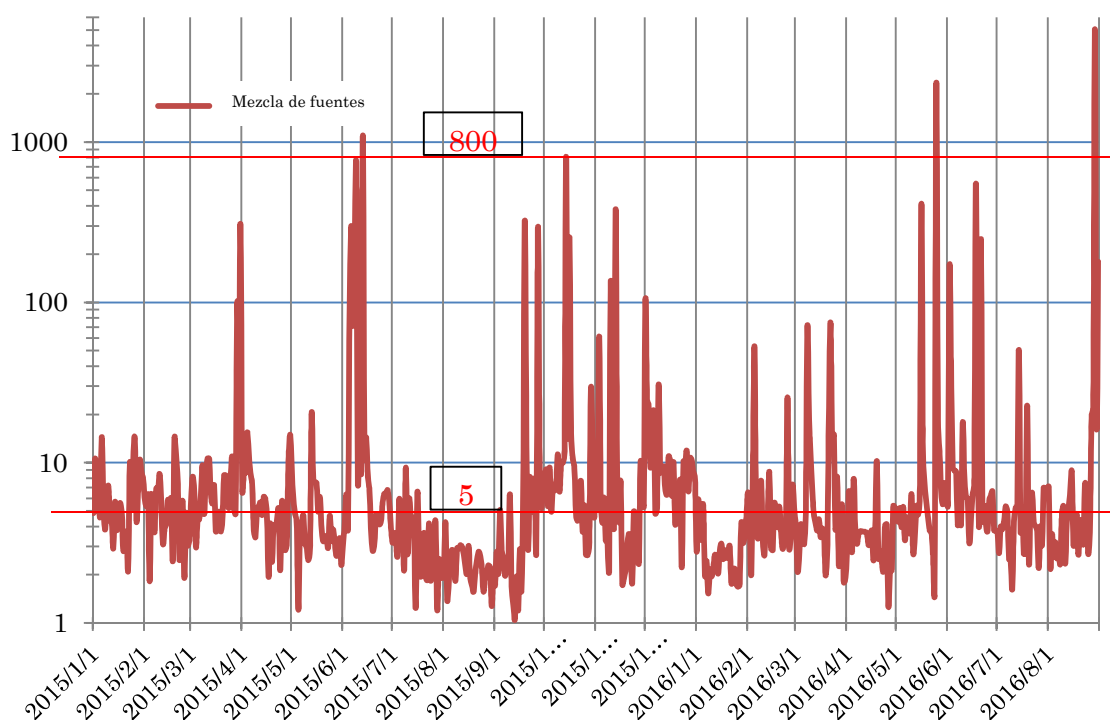


Fuente: Elaborado por el Equipo de estudio de JICA en base a los datos de SAC

Figura 2 Cantidad de Coliformes y Coliformes fecales detectados de agua cruda del sistema de Matasano (Arriba) y Agua cruda del sistema Majada (a continuación) (de enero 2011 a febrero 2015)

2. Datos de calidad de agua desde enero a agosto de 2015

A continuación, se señala el dato pasado de turbidez diario de agua de 609 días. 261 días registrados con mayor a 5 NTU, 4 días con corte de captación de agua cruda con NTU mayor a 800. Llega ser 257 días que se requería tratar el agua. ($42.2\% = 154$ días/año)



Fuente: Elaborado por el Equipo de estudio de JICA en base a los datos de SAC

Figura 3 Turbidez de agua cruda mezclada de Matasano y Majada (de enero de 2011 a febrero de 2015)

Tabla 2 Distribución de turbidez mezclada de Matasano/Majada

	Nº de días	Porcentaje
Días de medición	Durante 609	
>5 NTU	Durante 261	42.9%
>10NTU	Durante 84	13.8%
>100 NTU	Durante 19	3.1%
> 800 NTU	Durante 4	0.7%

Fuente: Elaborado por el Equipo de estudio de JICA en base a los datos de SAC

3. Resultado de pruebas de calidad de agua cruda ejecutado por el Equipo de estudio en febrero de 2015

El Equipo de estudio realizó la prueba de calidad de agua el 16 de febrero de 2015 (Matasano nuevo y Matasano) y el 21 de febrero (Majada), se muestra el resultado en la siguiente Tabla.

Tabla 3 Resultado de pruebas de calidad de agua cruda de cada fuente de agua

Ítems	Matasano nuevo 2015/2/16	Matasano 2015/2/16	Majada 2015/2/21
Hora de toma de muestra	13: 55	15: 00	9: 15
Temperatura ambiental (°C)	22.1	26.8	19.8
Temperatura de agua (°C)	18.7	19.9	18.2
pH	8.0	7.9	8.0
EC(μS/cm)	180.0	180.0	90.0
TDS	90.0	90.0	40.0
Turbidez (NTU)	3.2	11.0	0.8
Color (grado)	5.0	12.0	Color, sin turbidez
Alcalinidad general (as CaCO ₃ mg/L)	110.0	125.0	65.0
NH ₄ -N (mg/L)	< 0.2	< 0.2	< 0.2
Dureza general (as CaCO ₃ mg/L)	91.0	132.0	91.0
Bacterias Coliformes	detección	detección	detección
Coliformes fecales	N.D.	N.D.	detección

Fuente: Estudio de equipo de JICA

4. Resultado de pruebas de calidad de agua cruda ejecutado por el equipo de estudio en octubre de 2015

El Equipo de estudio realizó la prueba de calidad de agua el 23 de octubre de 2015, se muestra el resultado en la siguiente Tabla.

Tabla 4 Resultado de pruebas de calidad de agua cruda de Matasano (de 23 de octubre de 2015)

Determinaciones Físicas	Resultado	Valores estándar	Método
pH (in situ)	6.55	6.5-8.5	4500-H+ B
Conductividad Eléctrica	231.50 $\mu\text{S}/\text{cm}$	400 $\mu\text{S}/\text{cm}$	2510-B
Sólidos totales en disolución	148.16 mg/L	1000 mg/L	2510-B (cálculo)
Determinación química			
Alcalinidad	85.54 mg/L	--	2320-B Grado H ₂ SO ₄
Sodio (Na)	2.98 mg/L	25-200 mg/L	3500-Na B Emisión
Potasio (K)	0.50 mg/L	10 mg/L máx	3500-K B Emisión
Calcio (Ca)	25.60 mg/L	100 mg/L CaCo ₃	3111-B Ca Absorción atómica
Magnesio (Mg)	5.45 mg/L	30-50 mg/L CaCo ₃	3111-B Mg Absorción atómica
Cloruros (Cl ⁻)	0.97 mg/L	25-250 mg/L-Cl	4500-B Cl Argentométrico
Hierro (Fe)	0.31 mg/L	0.30 mg/L max	3111-B Fe Absorción atómica
Manganeso (Mn)	<0.010 mg/L	0.01-0.5 mg/L máx	3111-B Mn Absorción atómica
Cobre (Cu)	<0.015 mg/L	1.0-2.0 mg/L	3111-B Cu Absorción atómica
Zinc (Zn)	0.03 mg/L	3.0 mg/L máx	3111-B Zn Absorción atómica
Dureza total	90.90 mg/L	400 mg/L CaCo ₃	2340-C
Sulfato (SO ₄)	11.92 mg/L	25-250 mg/L	4500-SO ₄ E
Nitrato (NO ₃)	6.16 mg/L	25-50 mg/L	4500-NO ₃ E
Nitrito (NO ₂)	0.038 mg/L	0.1-3.0 mg/L	4500-NO ₂ B Colorimétrico
Amonio (NH ₄)	0.32 mg/L	0.05-0.5 mg/L	4500-B Nessler
Fluoruro (F ⁻)	0.20 mg/L	0.7-1.5 mg/L	4500-F D SPANS
Cianuro (CN)	0.006 mg/L	0.07 mg/L máx	4500-CN- E Colorimétrico
Sulfuro de Hidrógeno (S ₂ H)	0.009 mg/L	0.05 mg/L máx	4500-S-2
Cadmio (Cd)	<0.20 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.003 mg/L	3113-B
Aluminio (Al)	0.13 mg/L	0.20 mg/L	3111-D
Arsénico (As)	2.62+0.10 $\mu\text{g}/\text{L}$	10 $\mu\text{g}/\text{L}$	3114-C
Níquel (Ni)	<8.66 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.02 mg/L	3113-B
Cromo Total (Cr)	1.11 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.05 mg/L	3113-B
Plomo (Pb)	<2.39 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.01 mg/L	3113-B
Selenio (Se)	<0.002 mg/L	0.01 mg/L	3114-C
Mercurio (Hg)	<0.20 $\mu\text{g}/\text{L}$	1 $\mu\text{g}/\text{L}$	3112-C
Antimonio (Sb)	<0.005 mg/L	0.005 mg/L	3113-B

Fuente: Estudio de equipo de JICA

Tabla 5 Resultado de pruebas de calidad de agua cruda de Majada (de 23 de octubre de 2015)

Físico	Valor determinado	Valores estándar	Método
pH (in situ)	6.29	6.5-8.5	4500-H+ B
Conductividad Eléctrica	146.21 $\mu\text{s}/\text{cm}$	400 $\mu\text{s}/\text{cm}$	2510-B
Sólidos totales en disolución	93.57 mg/L	1000 mg/L	2510-B (cálculo)
Determinación química			
Alcalinidad	54.43 mg/L	--	2320-B Grado H ₂ SO ₄
Sodio (Na)	2.70 mg/L	5-200 mg/L	3500-Na B Emisión
Potasio (K)	0.48 mg/L	10 mg/L máx	3500-K B Emisión
Calcio (Ca)	10.65 mg/L	100 mg/L CaCo ₃	3111-B Ca Absorción atómica
Magnesio (Mg)	5.80 mg/L	30-50 mg/L CaCo ₃	3111-B Mg Absorción atómica
Cloruros (Cl-)	1.94 mg/L	25-250 mg/L-Cl	4500-B Cl Argentométrico
Hierro (Fe)	0.29 mg/L	0.30 mg/L máx	3111-B Fe Absorción atómica
Manganeso (Mn)	<0.010 mg/L	0.01-0.5 mg/L máx	3111-B Mn Absorción atómica
Cobre (Cu)	<0.015 mg/L	1.0-2.0 mg/L	3111-B Cu Absorción atómica
Zinc (Zn)	0.60 mg/L	3.0 mg/L máx	3111-B Zn Absorción atómica
Dureza Total	52.20 mg/L	400 mg/L CaCo ₃	2340-C
Sulfatos (SO ₄)	6.36 mg/L	25-250 mg/L	4500-SO ₄ E
Nitrato (NO ₃)	2.64 mg/L	25-50 mg/L	4500-NO ₃ E
Nitrito (NO ₂)	0.031 mg/L	0.1-3.0 mg/L	4500-NO ₂ B Colorimétrico
Amonio (NH ₄)	0.33 mg/L	0.05-0.5 mg/L	4500-B Nessler
Fluoruro (F-)	0.21 mg/L	0.7-1.5 mg/L	4500-F D SPANS
Cianuro (CN)	0.002 mg/L	0.07 mg/L máx	4500-CN- E Colorimétrico
Sulfuro de Hidrógeno (S ₂ H)	0.005 mg/L	0.05 mg/L máx	4500-S-2
Cadmio (Cd)	<0.20 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.003 mg/L	3113-B
Aluminio (Al)	0.08 mg/L	0.20 mg/L	3111-D
Arsénico (As)	1.51+0.05 $\mu\text{g}/\text{L}$	10 $\mu\text{g}/\text{L}$	3114-C
Níquel (Ni)	<8.66 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.02 mg/L	3113-B
Cromo Total (Cr)	<1.11 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.05 mg/L	3113-B
Lead (Pb)	<2.39 $\mu\text{g}/\text{L}$	0.01 mg/L	3113-B
Selenio (Se)	<0.002 mg/L	0.01 mg/L	3114-C
Mercury (Hg)	<0.20 $\mu\text{g}/\text{L}$	1 $\mu\text{g}/\text{L}$	3112-C
Antimonio (Sb)	<0.005 mg/L	0.005 mg/L	3113-B

Fuente: Estudio de equipo de JICA

Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable consultado y determinado con SANAA y SAC (Propuesta) (Las frases con negrillas son las que se implementan)

Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable consultado y determinado con SANAA y SAC (Propuesta) (Las frases con negrillas son las que se implementan)

Nombre de Instalaciones y equipos	Lineamiento de diseño	Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable 2012 (Japón)	Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable SANAA (Honduras)
1. Tanque receptora de agua cruda	> Cantidad de tanque: 2 tanques > Tiempo de retención: 1.5 min. > Equipos de medición de caudal de agua: Vertedero	Como principio 2 divisiones Equipo de agua residual, equipo de desbordamiento	No existe anotaciones
2. Equipo para inyección de químico coagulante	> Agente de coagulación: Sulfato de aluminio sulfato de aluminio > Porcentaje de inyección: Máximo: 80mg/L	Sulfato de aluminio Cloruro de polialuminio Cloruro férrico Hierro Polisilica	Sulfato de aluminio Cloruro férrico Sulfato ferroso Sulfúrico cloruro férrico ácido
	> Químico alcalino y ácida: Cal hidratada	Cal hidratada Carbonato de sodio Hidróxido de sodio	No existe anotaciones No existe anotaciones
	> Agente de coagulación: No se utiliza	Sílice active Polímero	Polímero (Catiónicos, no iónicos, aniónicos)
3. Tanque de mezcla	> Estructura método: Método que se emplea con el flujo hidráulico propio	1) Método para proporcionar energía mecánica 2) Método para aprovechar la energía propia de flujo de agua.	La turbulencia causada por el flujo de agua Turbulencia causada por la máquina
	> Tiempo de retención: 1Seg. a 10Seg.	1 a 5 min.	1Seg. a 10Seg.
	> Valor G 500~2000 Seg.-1	No existe anotaciones	Valor G 500 a 2000 Seg.-1
4. Formación de floculas	> Tipo: Método flujo vertical	Método mecánico Método flujo vertical	Tipo unidad de flujo vertical ascendente y descendente
	> Unidades de flujo vertical: Machihembrado	Método de flujo vertical con placa deflectora	Tipo machihembrado
	> Tiempo de retención: 30 min	20 a 40 min.	10 a 30 Min.
	> Valor G 20 a 70 Seg.-1	No existe anotación	Valor G 20 a 70 seg. -1
5. Tanque de sedimentación	> Método: Método de panel inclinado (flujo ascendente)	1) Tanque de sedimentación tipo de flujo horizontal 2) Panel inclinado (Flujo horizontal) 3) Panel inclinado (Flujo ascendente) 4) Tanque de sedimentación de alta velocidad	Tanque de sedimentación panel inclinado
	> Cantidad de tanque: 2 tanques	Como principio más de 2 tanques	No existe anotaciones
	> Equipo de expulsión de lodo: Método de Tolva > Expulsión de lodo: Efecto de aire o manual.	Aplicar el Método adecuado En caso de apagón cerrar	Método tolva Pendiente: 45°~60°
6. Tanque de filtración rápida	> Método por gravedad > Auto lavado: Auto lavado retrolavado: (Suministrado de otro tanque de filtración)	Método por gravedad es el estándar Suministro de agua de otro tanque de filtración Lavado superficial, Lavado con aire	Método de filtración por gravedad Se suministrará del tanque de filtración para el tanque de lavado y el bombeo de tanque

Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable consultado y determinado con SANAA y SAC (Propuesta) (Las frases con negrillas son las que se implementan)

Nombre de Instalaciones y equipos	Lineamiento de diseño	Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable 2012 (Japón)	Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable SANAA (Honduras)
	> Lavado superficial lavado superficial > Cantidad de tanque: 8 tanques > Tanque de reserva: 1 tanque	Más de 2 tanques 1 tanque por cada 10 tanque	Lavado superficial, Lavado con aire Determinar el número de tanque según la frecuencia de lavado y revisión prevista. Tanque de reserva: 1 tanque
	> Área de filtración: cada tanque de 150m² por cada menor a menor 150m² > Rectangulares	Por cada tanque menor a 150m²	No existe anotaciones
	> Regulación de cantidad de filtración : Tipo de equilibrio natural (Operación en base al vertedero de la entrada de agua)	1. Método de filtración de velocidad constante 1) Método de control del caudal 2) Método de control del nivel de agua 3) Método de equilibrio natural 2. Método de filtración de presión constante	No existe anotaciones
	> Velocidad de filtración: 120 a 150m/día	120~150m/día	125~150m/día 120~240m/día
	> Arena para el filtro y el grosor de la capa: Tamaño efectivo 0.6mm - Coeficiente de uniformidad: Menor a 1.7 > Grosor de la arena: 60 cm	0.45 a 0.75 mm Menor a 1.7 60 a 70cm	Diámetro festivo 0.6mm Coeficiente promedio, menor a 2 Grosor de capa de arena mayor 40cm
	> Graba: más de 4 capas > Capa de grava: 200 mm > Sistema de recolección de agua inferior: Formas de bloques con agujeros	más de 4 capas Formas de bloques con agujeros, forma de colador, en forma de tubo perforado, forma de la placa perforada.	Más de 5 capas Formas de bloques con agujeros
	> Método retrolavado: retrolavado + lavado superficial > Cantidad de agua para el lavado: agua para el retrolavado 0.6m³/min, lavado superficial 0.15 m³/min lavado superficial 0.15 m³/min	Retrolavado + Lavado superficial Retrolavado + Lavado con aire	Retrolavado + Lavado superficial Agua para el lavado 0.08~0.15m/min
	> Agua para el retrolavado: misma agua > Agua para el lavado superficial lavado superficial: Agua del tanque elevado	La misma agua Tanque elevado	No existe anotaciones
7. Equipo de desinfección	> Tipo de químico para la desinfección, lugar de inyección: > Cloro líquido, (Uso en la actual planta), Salida de tanque de filtración para la nueva planta	Hipoclorito de sodio Cloro líquido Hipoclorito de calcio	Cloro líquido

Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable consultado y determinado con SANAA y SAC (Propuesta) (Las frases con negrillas son las que se implementan)

Nombre de Instalaciones y equipos	Lineamiento de diseño	Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable 2012 (Japón)	Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable SANAA (Honduras)
	> Ambiente para el cloro líquido: Tomar las medidas de seguridad		
	> Equipo de protección Espacio para guardar: Edificación de depósito de equipo de protección > Adquisición del equipo de protección: Máscara para gas, guantes, detector, alarma, etc.	Máscara de gas (tipo diafragma, acoplado directo, pequeño), equipo de respiración o máscara ambú, oxígeno portátil, ropa de protectora (de goma), guantes y botas de protección (de goma), casco, gafas de seguridad, Agua amoniacal para la detección de fugas, pastillas para el enjuague bucal, pintura resistente a los ácidos	• Máscara para gas • Amonio para detector de fuga de gas • Extintor
8. Tanque de aguas residuales	> Cantidad de Tanques: 2 tanques	Más de 2 tanques	No existe anotaciones
9. Piscina de drenaje de lodo	> Cantidad de Tanques: 2 tanques	Más de 2 tanques	No existe anotaciones
10. Tanque solución concentrada	> No se instala	Más de 2 tanques	No existe anotaciones
11. Lecho del secado al sol	> Cantidad de tanque: 6 tanques	Más de 2 tanques	No existe anotaciones
12. Equipo de deshidratación	> No se instala	Más de 2	No existe anotaciones
13. Edificación para la administración	> Se utiliza la que existe	—	—
14. Equipos de medición del caudal de agua	> Método de medición: Agua cruda, Tanque receptora de agua cruda, ultrasónico Agua potabilizada, lado de la salida de agua filtrada, ultrasónico	Método de presión diferencial (tubo de Venturi, orificio) Electromagnético Método ultrasónico	No existe anotaciones
15. Equipo de laboratorio para la calidad de agua	> Lugar del equipo: Utilizar el existente > Equipo de laboratorio: Consideraciones de la cantidad de ítem	Debe ser un lugar suficiente para la ejecución de pruebas de laboratorio, análisis de agua necesario para el manejo de la calidad de agua.	No existe anotaciones
16. Equipo de seguridad	> Malla protectora > Alambre de Púa > Cámara de vigilancia	Provisión de la valla exterior y la chapa o candado para prevención contra robo. Proporcionar una barandilla de seguridad u otra medida de prevención de riesgos	No existe anotaciones
17. Tanque de	> Estructura: Concreto reforzado H°A°	Concreto reforzado H°A°, Concreto PC, etc.	Concreto reforzado H°A°, Ladrillo reforzado, 35%

Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable consultado y determinado con SANAA y SAC (Propuesta) (Las frases con negrillas son las que se implementan)

Nombre de Instalaciones y equipos	Lineamiento de diseño	Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable 2012 (Japón)	Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable SANAA (Honduras)
distribución de agua	> Cantidad de tanques: 1 tanque El volumen será determinado como 12 hr. según Normas de diseño de sistema de agua potable de Honduras, a este volumen se agregará el volumen de agua contra el incendio. Por otro lado, considerar incluso la construcción del Tanque de Borbollón > Profundidad: 5~6 m	Cantidad de agua para 12 hr., x cantidad máxima de suministro de agua. Aumentar el agua contra el incendio según el requerimiento.	de la cantidad 35% de la cantidad de consumo promedio por día + 15% para emergencia + 2hr. x 2.62L/Seg. (12hr.+90.9m³)
18. Equipo de instalación eléctrica	> Sujeto a la Ley internacional de electricidad NEC > Sistema de seguimiento y control · Operación manual · Alarma del nivel de agua del tanque de distribución de agua · Monitorización del caudal · Detector de fuga de cloro · Sistema de monitoreo (Caudal de agua cruda x 2, caudal de distribución de agua x 4, alarma de nivel de agua del tanque de distribución de agua (H, L) x 4, detector de fuga de cloro x 2)	Adaptar a la magnitud del sistema de acueducto, método de procesamiento de agua potable, sistema de operación.	No existe anotaciones

Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable consultado y determinado con SANAA y SAC (Propuesta) (Las frases con negrillas son las que se implementan)

Comparación de Directrices de diseño de instalaciones acueductos de Japón y Honduras

Ítems	Lineamiento de diseño	Directrices de diseño de instalaciones acueductos 2012 (Japón)	Reglamento de diseño de sistema de agua potable de SANAA (Honduras)
1. Norma a aplicar	> Alinear a la Reglamento de diseño de sistema de agua potable de Honduras, sin embargo, si no existe anotaciones en la Reglamento de diseño de sistema de agua potable de Honduras, o si existe demasiada discrepancia con las Directrices de diseño de instalaciones acueductos (Asociación de acueductos de Japón), se alineará con este último.	Directrices de diseño de instalaciones de acueductos 2012.	Reglamento de diseño de sistema de agua potable de SANAA No está oficializada y no existe una obligatoriedad de cumplimiento del Reglamento de diseño de sistema de agua potable de SANAA, sin embargo, SANAA se alinea a este lineamiento para la validación.
2. Cantidad de agua a potabilizada planificada y la capacidad del sistema	> Será la cantidad de agua a potabilizada planificada definida finalmente.	La capacidad del sistema se dividirá en partes, se estima que por cada línea guarde el 25% de capacidad de reserva.	Debe asegurar 1.5 veces la cantidad de demanda máxima diaria.
3. Norma de calidad de agua procesada	> Reglamento de diseño de sistema de agua potable de Honduras. > Turbidez: 5NTU: valor de tolerancia 1NTU: Valor recomendable > Color: 15 grados: valor de tolerancia 1 grado: Valor recomendable	Ítem de norma técnica de calidad de agua, Ítem de establecimiento de objetivo de gestión de calidad de agua. > Turbidez: menor a 2 grados, menor a 1 grado. > Color: menor a 5 grados No existe regla	> Norma técnica de calidad de agua y acueducto de Honduras > Turbidez: 5NTU: Valor de tolerancia 1NTU: Valor recomendado ➤ Color: Menor a 15 grados, valor de tolerancia Menor a 1: valor recomendado
4. Fuentes de agua	> Agua superficial de Majada > Agua superficial de Borbollón	—	—
5. Método de potabilización	> Método de filtración rápida. > Alineado a Norma técnica de calidad de agua y acueducto de Hondura, objetos de eliminación: Turbidez y color.	> Método de filtración rápida. > El objeto de eliminación: Turbidez y color.	> Método de filtración rápida. > Los objetos de eliminación serán: Turbidez y color.
6. Inyección de químicos	> Coagulante: Sulfato de aluminio, cal hidratada, > Desinfección: Cloro	> Coagulante: Sulfato de aluminio, cal hidratada , Polímero > Desinfección: Cloro	> Coagulante: Sulfato de aluminio, Polímero > Desinfección: Cloro
7. Tanque de agua potabilizada	> Utilizar el tanque de distribución planificada y existente	Utilizar el tanque de distribución existente	No existe la diferenciación entre los tanques agua potabilizada y de distribución
8. Tratamiento de agua residual	> El agua residual del lavado del tanque de filtración y el agua sobrenadante del lecho de lodo secado al sol serán descargados según la norma de residuos sólidos de Honduras luego de ser tratado adecuadamente. PH 6-9	> Norma de aguas residuales PH 5.8-8.6 BOD: Menor a 160mg/L COD: Menor a 160mg/L SS: Menor a 200mg/L	> El agua residual del lavado del tanque de filtración y el agua sobrenadante del lecho de lodo secado al sol serán descargados según la norma de residuos sólidos de Honduras luego de ser tratado adecuadamente. PH 6-9

Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable consultado y determinado con SANAA y SAC (Propuesta) (Las frases con negrillas son las que se implementan)

Ítems		Lineamiento de diseño	Directrices de diseño de instalaciones acueductos 2012 (Japón)	Reglamento de diseño de sistema de agua potable de SANAA (Honduras)
		BOD: menor a 50mg/L COD: menor a 200mg/L SS: Menor a 100mg/L > El lodo sedimentado se secará al sol para luego ser transportado en el vertedero de residuos sólidos.	> El lodo sedimentado se secará al sol para luego ser transportado en el vertedero de residuos sólidos.	BOD Menor a 50mg/L COD: Menor a 200mg/L SS: Menor a 100mg/L > No existe una ley que mencione que, el lodo sedimentado debe secar al sol para luego ser procesado adecuadamente.
9. Ubicación del sistema de potabilización		Se construirá al lado de la Planta potabilizadora. Ver anexo.	—	—
10. Método de operación		> Básicamente se aplicará la operación manual (considerando la dificultad de repuestos de equipos y materiales, conocimientos técnicos, carga del operador en cuanto al nivel técnico y operativo). > Ahorro de energía (considerando la disminución de costo).	—	—
11. Instrumentos eléctricos	Alimentación	> Utilizar el existente. > Cuidando en la ejecución de la medida de seguridad.	—	—
	Control	> Método que permita minimizar la operación y el manejo.	—	—
	Instrumentación	> Registro de cantidad de agua principal, medición del nivel de agua y registro.	—	—
	Generador de electricidad doméstico	Utilizar el existente	—	—
12. Gestión de operación		> El operador residente opera durante 24 horas. > Los tanques de sedimentación y filtración se operarán en forma semiautomática (*1). > Luego de la prueba de jarra se dosifica el químico para inyectar.	—	—
13. Gestión de calidad de agua		> Realizar la prueba de calidad de agua en un intervalo determinado. > Según el resultado de la calidad de agua, regular las condiciones de la operación.	Basado en el Reglamento de diseño de sistema de agua potable.	Basado en el Reglamento de diseño de sistema de agua potable.
14. Medidas de seguridad		> Medidas contra la fuga de gas clore (instalación de equipos de eliminación de toxicidad) > Cercar la sala de alimentación y generador de	Basado en el Reglamento de diseño de sistema de agua potable.	Basado en el Reglamento de diseño de sistema de agua potable.

Lineamiento de diseño de sistemas y equipos de agua potable consultado y determinado con SANAA y SAC (Propuesta) (Las frases con negrillas son las que se implementan)

Ítems	Lineamiento de diseño	Directrices de diseño de instalaciones acueductos 2012 (Japón)	Reglamento de diseño de sistema de agua potable de SANAA (Honduras)
	electricidad doméstica y enterrar el cable. > En base a la referencia la Ley relacionada a la seguridad laboral de Japón, tomar las medidas de prevención de caídas y otros.		
15. Sobre equipos e Instalaciones de reserva	> Alinear al Reglamento de diseño de sistema de agua potable de Hondura, ejemplo: El tanque de filtración debe tener uno más de reserva. > Por otro lado tomar como referencia los casos de otras ciudades, donde todo equipo principal debe tener instalado otro de reserva.	—	—

(*1) : Se instala una compuerta de válvula que funciona con un aire o motor eléctrico, para operar con los botones de apertura y cierre

INFLUENCIA DE LA MODIFICACIÓN DEL PROYECTO DE PROMOSAS AL PRESENTE PROYECTO

1. Introducción

A través de una reunión sostenida sobre estudio de consulta de diseño esquemático, se ha confirmado que del Proyecto de construcción programado por PROMOSAS sobre los tanques de distribución de agua de majada 2 y Bolbollón 2, se ha suspendido la construcción del tanque de distribución Majada 2, a cambio de esto, se realizó el mejoramiento de la línea de conducción de Matasano.

Como resultado de esta modificación, la planificación sobre la capacidad de almacenamiento de agua del tanque de distribución se reduce de 12 horas a 10 horas; la cantidad de ingreso de agua a la nueva planta potabilizadora se incrementa de 180 L/seg , valor programado, hasta máximo 230 L/seg. Sin embargo, no se modificará el volumen planificado de las infraestructuras (volumen del tanque de distribución de agua y la cantidad programada de agua de potabilización). Referente a la modificación de las condiciones, en la reunión sostenida con SAC sobre estudio de consulta de diseño esquemático, SAC confirmó que tomará sus medidas sobre la operación del sistema. (Minuta de discusiones del estudio de consulta de diseño esquemático, ver 17-2 de Anexo 4-2).

Sin embargo, la modificación realizada en la línea de conducción de Matasano, al incluir la derivación (*bypass*) del rompe carga, se prevé el incremento de la presión hidrostática en el punto del tanque receptor (unidad receptora). Se deliberará la presencia o ausencia del impacto en el diseño de la línea de conducción (en el presente plan está programado conducir la línea ramificando la conducción en el curso superior del tanque receptor existente, para conectar el ingreso a la nueva planta potabilizadora) del presente Proyecto.

2. Influencia hacia el diseño esquemático (ver la figura de la siguiente página)

Anterior al *bypass* del tanque de rompe carga 2, se libera la presión en el rompe carga 2, por lo tanto, la presión hidráulica del punto de ramificación hacia el nuevo tanque receptor de agua se ha calculado agregando la presión hidrostática de 58m por el desnivel entre el tanque de rompe carga 2 y el nuevo tanque receptor de agua, más 20 m de la presión de golpe de ariete, obteniendo como resultado 78 m. De esta manera, para el diseño esquemático se utilizará las siguientes tuberías:

- Tubería de acero STW290, F12,
φ300mm x 34.6m
Presión de funcionamiento máximo permisible : 1.2 MPa
- Tubería de PVC, tubería de HIVP
φ250mm x 7.7m
Presión de funcionamiento máximo permisible : 1 MPa

Sin embargo, el *bypass* posterior al tanque de rompe carga 2, al agregar el desnivel de 88m entre el tanque de rompe carga 1 y 2, la presión hidráulica se estima que ha ser los 146 m de la presión hidrostática más 166m de la presión de golpe de ariete. Esto sobrepasa la presión de funcionamiento máximo permisible de la

Apéndice 16:

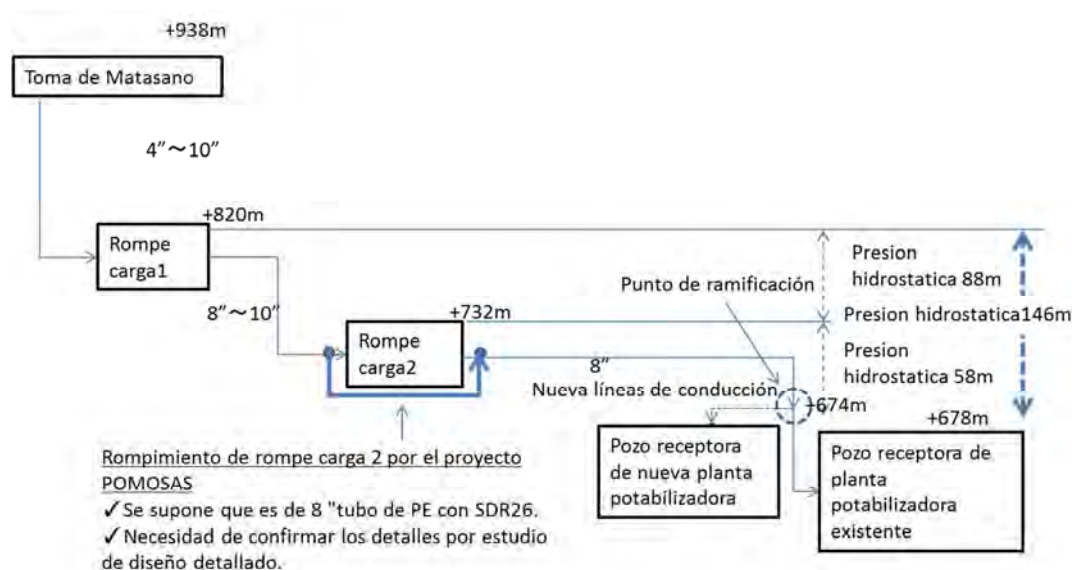
Influencia de la modificación del Proyecto de PROMOSAS al presente proyecto

tubería a adoptar. Por lo tanto, será necesario revisar las tuberías a implementar en el estudio del diseño detallado.

3. Resistencia de la presión de las tuberías utilizados por SAC

La tubería utilizada en la línea de conducción por SAC del *bypass* del tanque de rompe carga 2 y las del curso inferior hasta la ramificación es de acero 8" SDR26 de PE. La presión de funcionamiento máximo permisible de esta tubería es de aproximadamente 0,6 MPa; esto podría sobrepasar la presión de funcionamiento máximo permisible de la presión hidrostática en el momento de detención de operación. Referente a este punto SAC opina que, en el momento de la detención de operación, intentará cerrar la válvula de la línea de conducción del curso superior (aguas arriba), con el fin de no cargar la presión hidrostática en la línea de conducción.

De acuerdo a este concepto, será posible resistir a la presión con las tuberías adoptadas, sin que la presión hidrostática máxima afecte en la línea de conducción de este Proyecto. Sin embargo, si por alguna operación errónea se cierra primero la válvula del curso inferior (aguas abajo), no podría eliminar el riesgo de sobrepasar la presión de funcionamiento máximo de la presión hidrostática, por consiguiente, este concepto no podrá ser adoptado en este Proyecto.



Nota) La altitud que no sea el nuevo pozo de recepción se basa en el material SAC. Puede haber una diferencia de 2 a 3 m de la altitud del nuevo pozo de recepción.

4. Medidas a tomar

Como se ha descrito anteriormente, en el momento del estudio de diseño detallado, será necesario realizar la revisión de la adopción de las tuberías, sin embargo, no se podrá eliminar el riesgo realizando únicamente la revisión de la parte del diseño esquemático. Por lo tanto, en el momento del estudio de diseño detallado será necesario realizar una revisión general de la línea de conducción de Matasano.

Estudio de potencia de alta tensión del sistema receptor de energía y equipos de generación de energía doméstica

1. Estudio del sistema receptor de energía de alta tensión

Para la construcción de una nueva planta potabilizadora de agua, será necesario las instalaciones de suministro de energía para el sistema de monitoreo del funcionamiento de los equipos dentro de la planta potabilizadora y la realización de la operación. En forma concreta, se trata de conducir hacia el interior de la Planta, la línea aérea de alta tensión que pasa cerca del sitio de la Planta potabilizadora (AC 19,500V, 60Hz), que a través del transformador será reducido el voltaje (480 V) y distribuido a los diferentes equipos. Por otro lado, previniendo para los momentos de corte de energía, se instalará paralelamente, un generador de energía doméstica (generador de motor diésel para caso de emergencia).

A continuación, se muestran 3 casos de la planificación de instalaciones de sistema de recepción de energía para una Nueva planta de potabilizadora que incluye la reutilización del sistema de recepción de energía existente (ver foto). Además de un estudio comparativo de tres casos.

- Caso 1:** Reutilizar el sistema de recepción de energía y los equipos de la Planta potabilizadora existente tal como está.
- Caso 2:** Sólo reutilizar el equipo receptor de energía de la Planta potabilizadora existente y renovar por ejemplo el transformador y el equipo generador de energía doméstica.
- Caso 3:** Construir en otro lugar una instalación nueva de recepción de energía que incluya los otros equipos para la Nueva planta potabilizadora.

Foto 1 Vista de la fachada del equipo receptor de energía existente



Fuente: Estudio de equipo de JICA

Apéndice 17:

Estudio de potencia de alta tensión del sistema receptor de energía y equipos de generación de energía doméstica

Se enumeran a continuación las condiciones básicas tales como el estado actual de los equipos receptores de energía existente para la realización de un estudio comparativo de las anteriores.

- i) La Nueva planta potabilizadora, comparado con la existente, posee menor dispositivo de bombeo y se requiere menor capacidad de carga, al reducir significativamente la carga, no existirían problemas en la capacidad del transformador ni en el generador. Para conocer mayor detalle, véase los siguientes números.
- ii) El año de fabricación del transformador existente (167 kVA x 3 unidades, Estados Unidos ABB Co., Ltd.) es del 2005, siendo relativamente nuevo. Según la entrevista realizada a SAC, manifiesta de que hasta la fecha no existe problema en particular, por lo tanto, se determina que se puede utilizar.
- iii) El equipo de generación de energía doméstica (287.5 kVA, de los Estados Unidos Cummins Co., Ltd.) es del año de fabricación 2013, siendo casi nuevo. En la entrevista realizada a SAC, manifiesta de que solamente tiene defectos en la batería, con el resto de las partes no hay ningún problema.
- iv) Referente a la seguridad de los equipos receptores de electricidad existentes, los transformadores están instalados en el techo de la estructura de la generación de energía doméstica. No existiría ningún problema hacia terceros que ingresan a esta parte, sin embargo, para el generador de energía doméstica, se requiere una protección de seguridad y cubrir alrededor de éste.

Luego de considerar cada caso anterior, se puede decir que: aunque los equipos de receptor de electricidad y otros equipos relacionados, se requieren de algunas reparaciones, poseen las condiciones básicas para sus funcionamientos y es posible seguir utilizando; como se describe a continuación, incluso es apto para la capacidad de carga de la Nueva planta potabilizadora. Por lo tanto, el sistema de recepción de energía para la Nueva planta potabilizadora, se seleccionará el Caso 1, reutilizando el sistema de recepción de energía actual, se distribuirá la energía a los equipos de control y monitoreo que van a estar ubicados en la edificación de administración y los equipos del sistema de la Nueva Planta potabilizadora.

2. Estudio del equipo de generación de energía doméstica para casos de emergencia

El generador de energía eléctrica doméstica es un equipo para suministrar la energía en caso de emergencia. La especificación del generador de energía eléctrica doméstica, el tanque de combustible, y la necesidad o no del generador a utilizar dependerá de la frecuencia de la interrupción del suministro de energía eléctrica, la duración de la interrupción de la energía en la zona y la capacidad de carga requerida para el funcionamiento de la Planta potabilizadora.

1) Datos de corte de energía

La siguiente tabla muestra los datos de corte de energía por los últimos tres años en la ciudad de Comayagua. Según este dato la ocurrencia de corte de energía sucede cada mes. Por lo tanto, se puede decir que el equipo generador de energía eléctrica doméstica para el caso de emergencia de corte de energía, es necesario con el fin de seguir operando la Planta de potabilización. Por otra parte, el tiempo máximo de interrupción de la energía en este dato es de, 15.5 horas en septiembre de 2014, lo que no está claro, son las veces de fallo de corriente producido en este mes. Por lo tanto, se tomará en cuenta el peor de los casos, donde se supone que la duración máxima de un solo fallo de corte de energía sea de 15.5 horas.

Tabla 1 Tiempo de corte de energía por los últimos tres años en la ciudad de Comayagua

Año y mes	Tiempo de corte de energía (hr.)		
	Año 2013	Año 2014	Año 2015
Enero	0.31	0.21	1.33
Febrero	0.69	9.44	0.85
Marzo	2.67	2.37	0.2
Abril	1.89	7.52	2.08
Mayo	2.7	3.57	2.63
Junio	2.55	1.9	9.94
Julio	1.15	1.26	2.52
Agosto	8.9	9.72	2.54
Septiembre	7.99	15.5	2.36
Octubre	2.68	1.02	4.54
Noviembre	0.48	2.36	1.75
Diciembre	0.2	0.1	1.67

Fuente: SAC

2) Capacidad de tanque de combustible

La capacidad actual del tanque de combustible es de 1 m³ (1,000 L); se verificará si con esta capacidad puede funcionar en forma continua las 15.5 hr. el equipo generador de energía eléctrica.

Para la clase de generador 287.5 kVA, se considera que se utiliza el diésel de motores de 320kW; la tasa de consumo de combustible en la operación de la potencia nominal del motor de salida equivalente es de aproximadamente 58 L / hr.

Por lo tanto, el consumo de combustible de 15.5 horas es como sigue:

$$58 \text{ L / h} \times 15.5 \text{ h} = 899 \text{ L} < 1.000 \text{ L}$$

A partir del análisis anterior, si bien es posible el funcionamiento continuo de 15.5 horas con la capacidad del tanque de combustible existente, la tasa de consumo de combustible, que se utilizó en el cálculo anterior es el valor del momento de la operación de salida nominal; en realidad, la capacidad de carga de la Nueva planta potabilizadora es menor a la Planta potabilizadora existente, donde la tasa de consumo de combustible se reduce drásticamente. Por lo tanto, este tanque se convierte en un tanque que cubre la capacidad del tanque de combustible permisible.

3) Capacidad de generador de energía doméstica

A continuación, se verificará si la capacidad de generación eléctrica doméstica existente es suficiente para soportar la carga de la Nueva planta potabilizadora. Para el cálculo de la capacidad de generador de energía doméstica, es necesario realizar cálculos de carga constante y la carga durante el arranque (período de transición). En esta parte es necesario calcular si el valor máximo del resultado del siguiente cálculo bruto es igual o menor que 287.5 kVA, que es la capacidad de generador de energía doméstica existente.

PG1: Capacidad de carga requerida para el funcionamiento estable

PG2: Capacidad de valor permisible que está dentro de la caída de tensión instantánea.

PG3: Capacidad de carga requerida durante el arranque

$$PG1 = \sum (P_i / n_i) / \cos\theta \text{ (kVA)}$$

E aquí, P_i : potencia de salida de cada carga (kW)

n_i : factor de potencia de cada carga 0.9

$\cos\theta$: factor de potencia del equipo generador 0.8

$$\text{Por lo tanto, } PG1 = (1.5/0.9 + 0.4/0.9 + 0.4/0.9 + 0.4/0.9 + 0.4/0.9) / 0.8 = 4.3 \text{ (kVA)}$$

$$PG2 = S \cdot X \cdot (1 - \Delta V) / \Delta V \text{ (kVA)}$$

E aquí, S : valor máximo de la capacidad de arranque de la carga máxima de la capacidad de arranque

X : reactancia transitoria del generador 0.25

ΔV : tasa de caída de tensión instantánea permisible del extremo generador 0.21

$$\text{Por lo tanto, } PG2 = 13.2 \times 0.25 \times (1 - 0.21) / 0.21 = 12.4 \text{ (kVA)}$$

$$PG3 = \{ (P_B + S \cdot \cos\theta)^2 + (Q_B + S \cdot \sin\theta)^2 \}^{0.5} / K_G \text{ (kVA)}$$

E aquí P_B : potencia efectiva de la carga durante la operación (kW)

Q_B : potencia desactivada de la carga durante la operación (kVar)

S : Capacidad de arranque de la carga posterior a puesta en marcha (kVA)

$\cos\theta$: Factor de potencia del momento de arranque de la carga puesta en marcha 0.4

K_G : Cantidad de sobrecarga del generador eléctrico 1.5

$$\text{Por lo tanto, } PG3 = \{ (1.65 + 13.2 \times 0.8)^2 + (1.25 + 13.2 \times 0.6)^2 \}^{0.5} / 1.5 = \underline{10.2 \text{ (kVA)}}$$

A partir del cálculo anterior, el valor máximo requerido es de $PG2 = 12.4 \text{ (kVA)}$, siendo menor a la capacidad del generador de energía doméstica existente de 287.5 kVA. Por lo tanto, no habrá problema en su capacidad.