

**ESTUDIO DE RECOLECCIÓN DE
DATOS SOBRE EL ABASTECIMIENTO
DE AGUA EN TEGUCIGALPA
EN
LA REPÚBLICA DE HONDURAS**

INFORME FINAL

DICIEMBRE DE 2021

**AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN
(JICA)**

**JAPAN TECHNO CO., LTD.
NJS CO.,LTD.**

5R
JR
21-008

RESUMEN

Resumen

1. Antecedentes y Objetivo del Estudio

La ciudad de Tegucigalpa se enfrenta al problema de la escasez crónica de suministro de agua, y existe una necesidad urgente de satisfacer la demanda de suministro de agua de la población en rápido crecimiento. Además, la elevada tasa de agua no facturada (32.9%) en la red de distribución también está provocando el deterioro de la gestión. De acuerdo con la Ley Marco del Sector de Agua Potable y Saneamiento promulgada en 2003, se decidió implementar la transferencia ordenada de los servicios de agua potable y saneamiento del Servicio Autonomo de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) a las municipalidades, que estaba a cargo del servicio nacional de suministro de agua, a cada municipio (Ciudad de Tegucigalpa: AMDC), y estaba previsto que la transferencia se completara a finales de 2021. De 2019 a 2025, el Banco Mundial apoyará el traspaso y la rehabilitación de las plantas de tratamiento de agua, el mantenimiento de las fuentes de agua, las DMA de las áreas de distribución de agua y el control de las fugas.

Este estudio tiene como objetivo resumir el estado actual, los problemas y el mejoramiento del servicio de agua en la ciudad de Tegucigalpa. El propósito de este proyecto es aclarar la dirección del apoyo para la mejora de los servicios de abastecimiento de agua en la ciudad de Tegucigalpa. Al examinar la dirección del apoyo, además de las medidas estructurales mencionadas, también consideraremos el apoyo blando a través de la cooperación técnica, y propondremos un plan de apoyo integral para mejorar el servicio de abastecimiento de agua en Tegucigalpa.

2. Visión general del sector del agua en Honduras

(1) Política nacional

El gobierno de Honduras promulgó la Ley Marco del Sector de Agua y Saneamiento (2003), estableció el Consejo Nacional de Agua y Saneamiento (CONASA), y en 2014, la Ley de Visión Nacional y Planificación Nacional de Honduras promulgó la visión de que "para 2038, todos los ciudadanos tendrán acceso a servicios mejorados de agua potable y saneamiento". La visión fue promulgada.

(2) Plan de desarrollo

El Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento (PLANASA) fue elaborado por el CONASA en diciembre de 2014 y establece planes, estrategias, objetivos e inversiones necesarias hasta 2022.

3. Estado actual y problemas de los sistemas de agua y aguas residuales en la ciudad de Tegucigalpa

(1) Esquema

El agua se toma de cuatro fuentes y se trata en cuatro plantas de tratamiento de agua antes de ser suministrada. Está previsto que la planta de tratamiento de agua de San José esté terminada en 2024.

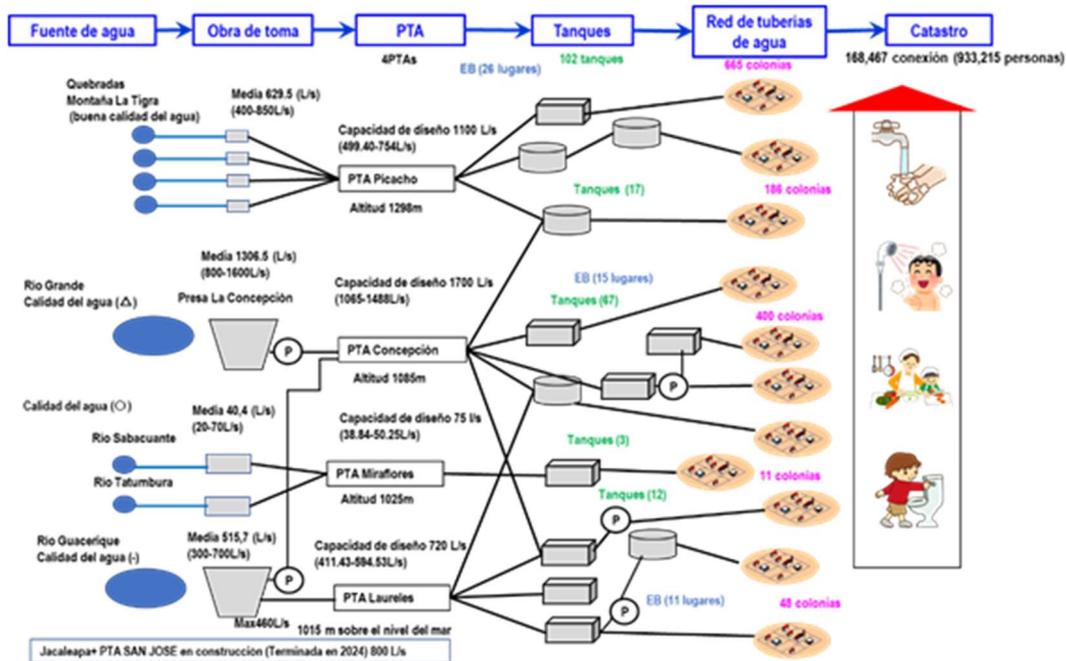


Figura S-1: Visión general del sistema de suministro de agua

(2) Situación actual y problemas en cada instalación

1) Fuente de agua

En la tabla siguiente se muestra un resumen de las fuentes de agua.

Tabla S-1 Resumen de las fuentes de agua

sistema de transporte de agua	Porcentaje (%)	fuelle del río	Características
Picacho	25.1	quebradas montaña La Tigra	Cantidad de agua: Hay una diferencia entre la estación seca y la lluviosa. Calidad del agua: baja turbidez (3-20 NTU) El lecho de roca está expuesto y tiene una función de baja recarga de la fuente de agua.
Concepción	52.1	Río Grande de Concepción	Cantidad de agua: relativamente estable (debido a las escasas precipitaciones en 2019) Calidad del agua: Alta turbidez (20-150 NTU) Signos de eutrofización Aparición de algas azul-verde
Laureles	20.6	Río Guacerique	Cantidad de agua: El consumo de agua disminuye durante la estación seca. Calidad del agua: Alta turbidez (50-150 NTU) Entrada de aguas residuales domésticas Eutrofización (olor y sabor extraños) Aparición de algas azul-verde y jacinto de agua
Miraflores.	1.6	Ríos Sabacuante y Canoas	Cantidad de agua: Relativamente estable Calidad del agua: baja turbidez (menos de 10 NTU) La toma de agua se suspende cuando la turbidez es alta
Pozos (4 pozos)	0.5	agua subterránea	Volumen de agua: estable Calidad del agua: Potable, pero sin sistema de inyección de cloro Se suspenderá en el futuro.

2) Planta de tratamiento de agua

En la tabla siguiente se muestra un resumen de las plantas de tratamiento de agua.

Tabla S-2 Resumen de las plantas de tratamiento de agua

Planta de Tratamiento de agua (filtrado)	Flujo	Características
picacho (1100L/s)	Aireador + tanque de mezcla + tanque de formación de flóculos + tanque de sedimentación de tubo inclinado + tanque de filtración rápida de arena por gravedad + desinfección con cloro	Ampliado en 2010 por medio de cooperación financiera no reembolsable de JICA Normas de calidad del agua para el agua tratada: Generalmente OK Envejecimiento de los equipos eléctricos y mecánicos: necesitan ser renovados
Concepción (1500L/s)	Aireador + tanque de mezcla + tanque de sedimentación de coagulación de alta velocidad (tipo de placa inclinada) + tanque de filtración rápida de arena por gravedad + desinfección con cloro	Se pueden manejar hasta 1,700 L/s de forma operativa. Normas de calidad del agua tratada: En general están bien, pero la función de tratamiento es limitada 10 veces el costo del Picacho debido a la alta turbidez y el color Envejecimiento de los equipos electromecánicos: necesitan ser renovados
Laureles (820L/s)	Aireador + tanque de mezcla + tanque de sedimentación de coagulación de alta velocidad + tanque de filtración rápida de arena por gravedad + desinfección con cloro	Deterioro de la calidad del agua bruta (carbón activado en polvo, polímero) Normas de calidad del agua tratada: En general están bien, pero la función de tratamiento es limitada 10 veces el costo de Picacho debido a la alta turbidez y el color Envejecimiento de los equipos electromecánicos: necesitan ser renovados
Miraflores. (75L/s)	Sedimentación por coagulación + sistema de filtración a presión + desinfección con cloro (Tipo de unidad modular)	Está previsto que se detenga tras la finalización de la presa de Jacaleapa + la planta de tratamiento de agua Normas de calidad del agua tratada: En general está bien, pero se supera el valor de cromaticidad permitido durante la temporada de lluvias.
Chimbo (25L/s)	Sedimentación por coagulación + sistema de filtración a presión + desinfección con cloro (Tipo de unidad modular)	El horario actual de funcionamiento es de 8 horas durante el día. Normas de calidad del agua para el agua tratada: Generalmente OK Envejecimiento de los equipos electromecánicos: necesitan ser renovados

3) Instalaciones de Transmisión de Agua

En el sistema de suministro de agua hay 26 estaciones de bombeo y las bombas son de eje vertical de gran altura. La bomba se acciona manualmente in situ, y no hay caudalímetro, por lo que no es posible captar la cantidad de agua que se bombea. Como resultado de la auditoría energética de las bombas, las especificaciones de las mismas no corresponden con el caudal y la altura requeridos, y su eficacia ha disminuido debido al envejecimiento. Además, el consumo de electricidad de la estación de bombeo es aproximadamente el 70% del del sistema de abastecimiento de agua.

4) Instalaciones de Distribución de Agua

Los tanques de distribución son de RC, acero y bloque de concreto. En cuanto a su antigüedad, el 18.6% tiene más de 40 años, el 47.1% tiene entre 20 y 40 años y el 28.4% tiene menos de 20 años. Todos los tanques de distribución tienen medidores de flujo que están fuera de servicio o no existen, lo que hace imposible determinar adecuadamente la cantidad de agua distribuida. Cada año se reparan unas 5,000 fugas en las tuberías de distribución. El 85% de las fugas se producen en la red de tuberías de distribución con un diámetro de 80 mm o menos. La causa principal es la presión del agua. En el futuro, es necesario desarrollar un sistema de distribución de agua adecuado.

5) Estado de la Distribución del Agua

El suministro de agua es de 12 a 15 horas una vez cada 3 a 5 días. Sin embargo, durante la estación seca, de abril a junio, el agua se suministra una vez cada 5 a 9 días durante 12 a 15 horas. Hay tres estaciones de suministro de agua para camiones cisterna en la ciudad, y el agua es distribuida por los camiones en las zonas donde no hay tuberías instaladas o según las necesidades de los residentes.

(3) Sistema de Alcantarillado

La red de tuberías de alcantarillado tiene una longitud de unos 1.500km. El cuerpo principal de las tuberías y las juntas tienen fugas debido a los daños causados por el deterioro relacionado con la edad, y la acumulación de suciedad y sedimentos en las tuberías provoca atascos y retención de aguas residuales. La planta de tratamiento de aguas residuales de La Vega, situada en la ciudad, está tratando sólo 2,000 m³/día de un caudal previsto de 25,450 m³/día debido a los fallos de las instalaciones de tratamiento.

4. Situación actual y problemas de los organismos de ejecución en Tegucigalpa

(1) Transferencia de los servicios

Durante la fase de estudio, el proyecto ha sido transferido del SANAA a la Alcaldía de Tegucigalpa (AMDC) y se espera que esté terminado a finales de diciembre de 2021. En el futuro, el la Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento (UMAPS) dentro de la AMDC mantendrá el sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado, y la Unidad de Gestión de Agua y Saneamiento Municipal (UGASAM) se encargará de la política del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado. La transferencia está en marcha desde 2003, pero la cuestión de las prestaciones de jubilación de los empleados del SANAA ha sido un obstáculo para la transferencia a la UMAPS.

(2) Capacidad organizativa

Como resultado de la evaluación de la capacidad (AC) utilizando el "Manual para la evaluación de la capacidad del sector del suministro de agua urbana y de los servicios de agua en los países en desarrollo" de la JICA, la media de los elementos que pueden mejorarse mediante la inversión en instalaciones FI fue de 2.3, la media de los elementos que pueden mejorarse mediante el desarrollo de la capacidad CD fue de 2.3, y la media de los elementos que pueden mejorarse mediante el enfoque del programa fue de 3.5. La media de elementos que pueden mejorarse mediante la inversión en instalaciones FI fue de 2.3, la media de elementos que pueden mejorarse mediante el desarrollo de capacidades CD fue de 2.3, y la media de elementos que pueden mejorarse mediante el enfoque de programas fue de 3.5.

(3) Situación financiera

En 2020, los ingresos procedentes de las tasas del agua disminuyeron debido al sistema de tarifa fija por la imposibilidad de leer los contadores a causa de la nueva pandemia de coronavirus, pero los ingresos aumentan con respecto al año anterior debido a las subvenciones del gobierno por la transferencia de operaciones. Por otro lado, los gastos han seguido una tendencia al alza debido al aumento de los gastos administrativos de 2016 a 2018.

Los gastos de funcionamiento de la oficina han aumentado debido al incremento del pago de las prestaciones sociales al personal jubilado de SANAA (gastos administrativos).

5. Resultados de la Demostración con Equipos y Materiales Japoneses

(1) Antecedentes y Propósito

En este estudio, realizaremos una prueba de demostración utilizando materiales y equipos adquiridos en Japón, teniendo en cuenta la posibilidad de utilizar la tecnología japonesa en los

proyectos de préstamo en venes y de cooperación técnica propuestos.

En la demostración se seleccionó la contramedida de fugas más eficaz. Se seleccionó para la demostración la contramedida de fugas que puede ser implementada en un corto período de tiempo y que es la medida más efectiva para mejorar el servicio de suministro de agua en Tegucigalpa.

Dado que la ciudad de Tegucigalpa tiene un suministro de agua intermitente de unas 12 horas cada 3-5 días, demostramos la detección de fugas utilizando un detector de fugas de gas trazador que puede detectar fugas incluso en los días en que no hay suministro de agua.

(2) Resultados de la aplicación

Como resultado de las demostraciones realizadas en los distritos de Miraflores, Monteverde y Buenos Aires entre agosto y octubre, se detectaron fugas incluso en días en los que no había suministro de agua, y el personal de contraparte C/P está deseando seguir utilizando el equipo proporcionado para realizar la detección de fugas de gas trazador.

(3) Seminario de Tecnología de Japón

El 8 de septiembre de 2021, presentamos los productos utilizados en la demostración y la tecnología superior japonesa para apoyar la mejora del servicio de abastecimiento de agua en la ciudad de Tegucigalpa. Cuarenta y nueve miembros del gobierno participaron en el seminario. Los productos explicados fueron (1) Detector de fugas de gas trazador (Goodman Co., Ltd.), (2) Sistema de transferencia de aguas superficiales (Zeniya Marine Service Co., Ltd.), y (3) Pequeña generación de energía hidroeléctrica: Power Archimedes.

(Hokuriku Seiki Co., Ltd.) 4) Caudalímetro ultrasónico portátil (Tokyo Keiki Co., Ltd.)

6. Propuesta de medidas de apoyo para mejorar la gestión de suministro de agua en Tegucigalpa

Después de establecer los objetivos, analizar la situación actual, identificar los problemas y discutir las medidas de apoyo, proponemos la implementación de proyectos estructurales y no estructurales como se muestra en la siguiente tabla.

TableS-3 Resumen de las propuestas

NO.	Nombre filogenético	Contenido	Población beneficiaria	Efecto
Escenario 1	concepción	<p>Medidas Estructurales</p> <p>PJ-1 Estudio sobre el plan de mejora de las instalaciones de abastecimiento de agua a medio y largo plazo en la ciudad de Tegucigalpa (todos los subsistemas)</p> <p>PJ-3 Instalación de un sistema de mejora de la calidad del agua en el embalse de la presa</p> <p>PJ-4 Rehabilitación de la planta de tratamiento de agua existente</p> <p>En caso de que el Banco Mundial no pueda hacerlo.</p> <p>PJ-5 Renovación de las instalaciones de transmisión y distribución de agua</p> <p>PJ-6 Mejora de la red de distribución de agua</p> <p>Mejora de la red de distribución de agua (prevista en 10/114 sectores)</p> <p>(En el PJ-1, es necesario investigar la cantidad basada en una estimación muy precisa).</p> <p>Medidas No Estructurales</p> <p>PJ-7 Proyecto sobre las medidas de reducción de los ingresos y el refuerzo de la capacidad de gestión de la red de transporte y distribución de agua (todos los sub sistemas)</p>	422,403 Mantenimiento de las tuberías de distribución de agua (37,052)	<p>PJ-1: Desarrollar un plan de actualización detallado</p> <p>PJ-3: Reducción de los costes químicos en las plantas de tratamiento de aguas</p> <p><i>Reducción de 54-75.8 millones de venes/año</i></p> <p>PJ-4 Asegurar el volumen de tratamiento del agua</p> <p>PJ-5 Mejora de la eficiencia energética en la transmisión y distribución del agua</p> <p>PJ-6: Reducción de las fugas de agua</p> <p>Instalación de tuberías de larga duración y contadores de agua</p> <p>ANF puede pasar del 32.9 % al 10%.</p> <p><i>Reducción de 104 millones de venes al año</i></p> <p>PJ-7</p> <p>Reducción de las fugas de agua</p> <p>Mejora de la situación financiera</p>

NO.	Nombre filogenético	Contenido	Población beneficiaria	Efecto
				Mantenimiento y gestión adecuados
Escenario 2	Laureles	<p>Medidas Estructurales PJ-1 Estudio sobre el plan de mejora de las instalaciones de abastecimiento de agua a medio y largo plazo en la ciudad de Tegucigalpa (Todos los sub sistemas) PJ-2 Construcción de instalaciones de tratamiento de aguas residuales en el tramo superior de la presa de Laureles PJ-3 Instalación de un sistema de mejora de la calidad del agua en el embalse de la presa PJ-4 Rehabilitación de la planta de tratamiento de agua existente En caso de que el Banco Mundial no pueda hacerlo. PJ-5 Renovación de las instalaciones de transmisión y distribución de agua PJ-6 Mejora de la red de tuberías de agua Mejora de la red de distribución de agua (todo el sub sistema)</p> <p>Medidas No estructurales PJ-7 Proyecto sobre las medidas de reducción de los ingresos y el refuerzo de la capacidad de gestión de la red de transporte y distribución de agua (todos los sub sistemas)</p>	206,290 Total	PJ-1: Desarrollar un plan de actualización detallado PJ-2,3: Reducción de los costes químicos en las plantas de tratamiento de aguas <i>Reducción de 29 a 40.9 millones de yenes/año</i> PJ-3 Asegurar el volumen de purificación del agua PJ-4 Mejora de la eficiencia energética en la transmisión y distribución del agua PJ-5: Reducción de las fugas de agua Instalación de tuberías de larga duración y contadores de agua ANF puede pasar del 32.9 % al 10%. <i>Reducción de 134.8-millones de yenes/año</i> PJ-7 Reducción de las fugas de agua Mejora de la situación financiera Mantenimiento y gestión adecuados
Escenario 3	concepción y Laureles	<p>Medidas Estructurales PJ-1 Estudio sobre el plan de mejora de las instalaciones de suministro de agua para la planificación a medio y largo plazo en la ciudad de Tegucigalpa (todos los sub sistemas) PJ-5 Renovación de las instalaciones de transmisión y distribución de agua (sub sistema Laureles, sub sistema Concepción)</p> <p>Medidas No estructurales PJ-7 Proyecto para la reducción de la falta de ingresos y el desarrollo de la capacidad de gestión de la red de transporte y distribución de agua (Todos los sub sistemas)</p>	628,693 (Mantenimiento de la red de distribución de agua: 0)	PJ-1: Formular un plan de actualización detallado PJ-5: Mejora de la eficiencia energética en la transmisión y distribución de agua, y control adecuado del volumen de entrega de agua PJ-7: Reducción de las fugas, mejora de la situación financiera, mantenimiento y gestión adecuados

CONTENIDO

Resumen

Contenido

Mapa de la Zona de Estudio

Fotos

Abreviaturas

CAPÍTULO 1	RESUMEN DEL TRABAJO	1-1
1-1	ANTECEDENTES DEL ESTUDIO.....	1-1
1-2	OBJETIVOS DEL TRABAJO	1-2
1-3	ORGANISMOS DE CONTRAPARTE E INSTITUCIONES INVOLUCRADAS.....	1-2
1-4	METODOLOGÍA DEL ESTUDIO	1-3
1-5	INTEGRANTES DEL EQUIPO DE ESTUDIO.....	1-3
1-6	CALENDARIO DEL ESTUDIO.....	1-4
CAPÍTULO 2	DESCRIPCIÓN DEL SECTOR DE AGUA EN HONDURAS.....	2-1
2-1	POLÍTICA NACIONAL	2-1
2-2	PLANES DE DESARROLLO.....	2-2
2-3	LEYES Y REGLAMENTOS RELEVANTES	2-5
2-4	ORGANIZACIÓN E INSTITUCIONALIZACIÓN	2-11
2-5	TENDENCIAS DE LA ASISTENCIA DEL JAPÓN Y DE OTROS DONANTES.....	2-12
CAPÍTULO 3	SITUACIÓN ACTUAL Y DESAFÍOS DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN EL MUNICIPIO DE TEGUCIGALPA.....	3-1
3-1	SITUACIÓN GENERAL DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	3-1
3-1-1	Datos básicos	3-1
3-1-2	Condiciones naturales	3-2
3-1-3	Situación socioeconómica.....	3-3
3-1-4	Consideraciones socioambientales.....	3-5
3-2	RESUMEN DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE	3-6
3-2-1	Proyección de la demanda de agua	3-6
3-2-2	Planes de mejora y los avances	3-7
3-2-2-1	Desarrollo de fuentes de agua y construcción de nuevas plantas potabilizadoras	3-10
3-2-2-2	Rehabilitación de las plantas potabilizadoras existentes.....	3-16
3-2-2-3	Sectorización de áreas de distribución en bloques	3-17
3-2-3	Solicitudes por parte de la AMDC	3-18
3-3	SITUACIÓN ACTUAL DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y LOS DESAFÍOS.....	3-19

3-3-1	Fuentes de agua, Obras de captación y tuberías de Conducción.....	3-22
3-3-1-1	Fuentes de agua y Obras de captación	3-22
3-3-1-2	Operación y mantenimiento	3-35
3-3-2	Instalaciones de planta potabilizadora	3-37
3-3-2-1	Instalaciones.....	3-37
3-3-2-2	Operación y mantenimiento	3-107
3-3-3	Instalaciones de conducción y distribución.....	3-108
3-3-3-1	Instalaciones.....	3-109
3-3-3-2	Operación y mantenimiento	3-134
3-4	SITUACIÓN ACTUAL Y DESAFÍOS DEL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	3-137
3-4-1	Sistema de aguas vertidas del alcantarillado en el municipio de Tegucigalpa	3-137
3-4-2	Planta Depuradora San José de la Vega	3-139
3-4-2-1	Descripción general.....	3-139
3-4-2-2	Planta Depuradora San José de la Vega	3-140
3-4-2-3	Planta Depuradora PRRAC-ASAN.....	3-145
3-4-2-4	Desafíos de la Planta Depuradora San José de la Vega.....	3-150
CAPÍTULO 4 SITUACIÓN ACTUAL Y DESAFÍOS DEL ORGANISMO EJECUTOR DE TEGUCIGALPA		4-1
4-1	SITUACIÓN ACTUAL DEL ORGANISMO EJECUTOR.....	4-1
4-1-1	Estructura organizacional y recursos humanos	4-1
4-1-2	Transferencia de los servicios de SANAA.....	4-6
4-1-3	Capacidad institucional.....	4-9
4-1-4	Situación administrativa y financiera.....	4-22
4-2	DESAFÍOS DEL ORGANISMO EJECUTOR	4-29
CAPÍTULO 5 RESULTADOS DE LA DEMOSTRACIÓN CON EQUIPOS Y MATERIALES DE JAPÓN		5-1
5-1	ANTECEDENTES.....	5-1
5-2	OBJETIVOS	5-2
5-3	ANTECEDENTES DE LA SELECCIÓN DE EQUIPOS Y MATERIALES	5-2
5-3-1	Detector de Fugas por Gas Trazador.....	5-5
5-3-2	Equipos y materiales necesarios para la detección de fugas de agua.....	5-6
5-3-3	Propuestas de Materiales para la Reparación de Fugas de Agua	5-6
5-3-4	Equipos Utilizados	5-7
5-4	SELECCIÓN DEL AREA DE EJECUCIÓN	5-9
5-5	RESULTADO DE DEMONSTRACION	5-15
5-5-1	Capacitación Previa	5-15
5-5-1-1	Fechas	5-15
5-5-1-2	Participantes.....	5-17

5-5-2	Realización de la Demostración.....	5-17
5-5-2-1	Fechas	5-17
5-5-2-2	Método de Detección de Fugas	5-18
5-5-2-3	Resultados de la detección de fugas de agua.....	5-19
5-5-3	Orientación posterior	5-28
5-5-4	Evaluación	5-29
5-5-4-1	Posibilidad de Aplicación del Detector de Fugas por Gas Trazador	5-29
5-5-4-2	Lecciones aprendidas	5-29
5-6	CELEBRACIÓN DEL SEMINARIO SOBRE LAS TECNOLOGÍAS JAPONESAS	5-32
5-6-1	Antecedentes	5-32
5-6-2	Fechas	5-32
5-6-3	Participantes.....	5-32
5-6-4	Contenido de la Presentación.....	5-33
5-6-5	Preguntas y Comentarios de los Participantes	5-39

CAPÍTULO 6 PROPUESTA DE LAS MEDIDAS DE ASISTENCIA PARA MEJORAR LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE EN TEGUCIGALPA 6-1

6-1	CONTENIDO DE LA PROPUESTA DE LAS MEDIDAS DE ASISTENCIA	6-1
6-2	PROCESO DE ANÁLISIS.....	6-8
6-2-1	Definición de la meta	6-9
6-2-2	Análisis de la situación actual	6-11
6-2-3	Identificación de desafíos.....	6-14
6-2-4	Elaboración de estrategias.....	6-17
6-3	CONSIDERACIONES A TOMARSE EN CUENTA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	6-21

ANEXO

1. Presentación de seminario tecnología Japonesa
2. Lista de recopilación de datos

Lista de figuras y tablas

Tabla 1-3-1 Organismo de Contraparte e Instituciones Involucradas	1-2
Tabla 1-5-1 Integrantes del Equipo de Estudio	1-3
Tabla 1-6-2 Calendario del Estudio y su Contenido	1-4
Tabla 2-2-1 Metas de la cobertura de servicio de agua potable y saneamiento	2-3
Tabla 2-2-2 Planes maestro de servicio de agua potable en la Ciudad de Tegucigalpa	2-4
Tabla 2-3-1 Leyes y reglamentos relacionados con el agua potable y saneamiento	2-6
Tabla 2-3-2 Normas relacionadas con el agua potable y saneamiento.....	2-9
Tabla 2-4-1 Organismos e instituciones del sector de agua potable y saneamiento.....	2-11
Tabla 2-5-1 Proyectos de asistencia ejecutados en el sector de agua potable y saneamiento de Tegucigalpa.....	2-13
Tabla 3-1-1 Superficie y población de cada Departamento de Honduras.....	3-1
Tabla 3-1-2 Principales indicadores económicos.....	3-4
Tabla 3-1-3 Resumen del comercio exterior (2019)	3-4
Tabla 3-1-4 Clasificación de categorías y documentos a entregar	3-5
Tabla 3-1-5 Instalaciones de agua y saneamiento	3-5
Tabla 3-1-6 Instalaciones de alcantarillado.....	3-6
Tabla 3-2-1 Proyección de la demanda de agua.....	3-7
Tabla 3-2-2 Planes de actividades propuestos por el P/M de AQUARUM.....	3-8
Tabla 3-2-3 Planes de desarrollo de fuentes de agua propuestos por el P/M de AQUARUM.....	3-9
Tabla 3-2-4 Planes de desarrollo de fuentes de agua	3-10
Tabla 3-2-5 Principales especificaciones del Proyecto Nacaome	3-12
Tabla 3-2-6 Proyecto Jiniguare	3-12
Tabla 3-2-7 Proyecto Jacaleapa	3-13
Tabla 3-2-8 Proyecto Guacerique	3-15
Tabla 3-2-9 Proyecto Río del Hombre	3-15
Tabla 3-2-10 Detalles de la rehabilitación de las plantas potabilizadoras existentes	3-17
Tabla 3-2-11 Áreas objeto de sectorización en DMA	3-18
Tabla 3-2-12 Resumen de las solicitudes por parte de AMDC	3-19
Tabla 3-3-1 Resumen de las fuentes de agua	3-22
Tabla 3-3-2 Resumen de las tuberías de Conducción	3-24
Tabla 3-3-3 Volumen promedio de captación de los sistemas de Conducción.....	3-24
Tabla 3-3-4 Especificaciones de la presa	3-27
Tabla 3-3-5 Especificaciones de la presa	3-30
Tabla 3-3-6 Situación de operación y mantenimiento.....	3-35
Tabla 3-3-7 Volumen promedio anual de producción por plantas potabilizadoras (2016—2020)..	3-37
Tabla 3-3-8 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta Potabilizadora Picacho	3-41
Tabla 3-3-9 Sistema de operación y mantenimiento del subsistema Picacho	3-43
Tabla 3-3-10 Volumen de agua cruda y volumen de producción de la Planta Potabilizadora Picacho	

(2016-2020) (Unidad: L/s).....	3-44
Tabla 3-3-11 Calidad del agua de la Planta Potabilizadora Picacho (valores de promedio mensual, 2016-2020).....	3-46
Tabla 3-3-12 Consumo energético de la Planta Potabilizadora Picacho (2017-2020).....	3-48
Tabla 3-3-13 Evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de la Planta Potabilizadora Picacho (2016-2020).....	3-48
Tabla 3-3-14 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora Picacho	3-49
Tabla 3-3-15 problemas de la Planta Potabilizadora Picacho	3-53
Tabla 3-3-16 Plan de mejoramiento de la Planta Potabilizadora Picacho propuesto por el Banco Mundial.....	3-54
Tabla 3-3-17 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta Potabilizadora La Concepción	3-58
Tabla 3-3-18 Sistema de operación y mantenimiento del subsistema La Concepción.....	3-61
Tabla 3-3-19 Volumen de agua cruda y volumen de producción de la Planta Potabilizadora La Concepción (2016-2020) (Unidad: L/s).....	3-62
Tabla 3-3-20 Calidad del agua de la Planta Potabilizadora La Concepción (valores de promedio mensual, 2016-2020)	3-63
Tabla 3-3-21 Consumo energético de la Planta Potabilizadora La Concepción (2017-2020).....	3-65
Tabla 3-3-22 Evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de la Planta Potabilizadora La Concepción (2016-2020).....	3-66
Tabla 3-3-23 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora La Concepción	3-66
Tabla 3-3-24 Problemas de la Planta Potabilizadora La Concepción	3-71
Tabla 3-3-25 Plan de mejoramiento de la Planta Potabilizadora La Concepción propuesto por el Banco Mundial.....	3-72
Tabla 3-3-26 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta Potabilizadora Los Laureles	3-76
Tabla 3-3-27 Sistema de operación y mantenimiento del subsistema Los Laureles	3-79
Tabla 3-3-28 Volumen de agua cruda y volumen de producción de la Planta Potabilizadora Los Laureles (2016-2020) (Unidad: L/s)	3-80
Tabla 3-3-29 Calidad del agua de la Planta Potabilizadora Los Laureles (valores de promedio mensual, 2016-2020)	3-81
Tabla 3-3-30 Consumo energético de la Planta Potabilizadora Los Laureles (2016-2017).....	3-83
Tabla 3-3-31 Evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de la Planta Potabilizadora Los Laureles (2016-2020).....	3-84
Tabla 3-3-32 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora Los Laureles	3-84
Tabla 3-3-33 Problemas de la Planta Potabilizadora Los Laureles	3-89
Tabla 3-3-34 Plan de mejoramiento de la Planta Potabilizadora Los Laureles propuesto por el Banco Mundial.....	3-91

Tabla 3-3-35 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta Potabilizadora Miraflores	3-92
Tabla 3-3-36 Volumen de agua cruda y volumen de producción de la Planta Potabilizadora Miraflores (2016-2020)	3-94
Tabla 3-3-37 Calidad del agua de la Planta Potabilizadora Miraflores (valores de promedio mensual, 2016-2020).....	3-96
Tabla 3-3-38 Evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de la Planta Potabilizadora Miraflores (2016-2020).....	3-97
Tabla 3-3-39 Problemas de la Planta Potabilizadora Miraflores.....	3-98
Tabla 3-3-40 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta Potabilizadora El Chimbo	3-99
Tabla 3-3-41 Volumen de agua cruda y volumen de producción de la Planta Potabilizadora El Chimbo (2018-2020)	3-102
Tabla 3-3-42 Calidad del agua de la Planta Potabilizadora El Chimbo (valores de promedio mensual, 2016-2020).....	3-103
Tabla 3-3-43 Evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de la Planta Potabilizadora El Chimbo (2018-2020)	3-104
Tabla 3-3-44 Problemas de la Planta Potabilizadora El Chimbo	3-105
Tabla 3-3-45 Longitud total de los sistemas de conducción	3-109
Tabla 3-3-46 Situación actual de las estaciones de bombeo existentes.....	3-116
Tabla 3-3-47 Consumo de energía de las estaciones de bombeo existentes (Kwh)	3-121
Tabla 3-3-48 Resultados del diagnóstico energético de las estaciones de bombeo existentes	3-123
Tabla 3-3-49 Lista de tanques de distribución	3-124
Tabla 3-3-50 Longitud total de las tuberías	3-127
Tabla 3-3-51 Número de casos de fugas de agua por tipo de tubo y por diámetro	3-128
Tabla 3-3-52 Causas de fugas de agua.....	3-128
Tabla 3-3-53 Distribución de agua desde los tanques de distribución hacia las áreas de distribución (Año 2020).....	3-130
Tabla 3-3-54 Volumen de abastecimiento con camión cisterna (m ³)	3-131
Tabla 3-3-55 Monitoreo de la calidad del agua realizado	3-133
Tabla 3-3-56 Estado de implementación de las medidas de prevención de las fugas de agua.....	3-135
Tabla 3-4-1 Población servida de las cuencas de la zona Sur	3-138
Tabla 3-4-2 Componentes principales de la Planta San José de la Vega.....	3-141
Tabla 3-4-3 Calidad del agua de la Planta San José de la Vega	3-144
Tabla 3-4-4 Componentes principales de la Planta PRRAC-ASAN.....	3-147
Tabla 3-4-5 Datos de operaciones de la Planta PRRAC-ASAN (2009, tomado de los datos de AMDC)	3-149
Tabla 4-1-1 División de trabajo del negocio de agua.....	4-9
Tabla 4-1-2 Principales indicadores operativos del servicio de acueductos	4-10
Tabla 4-1-3 Datos para el cálculo de los indicadores operativos	4-11

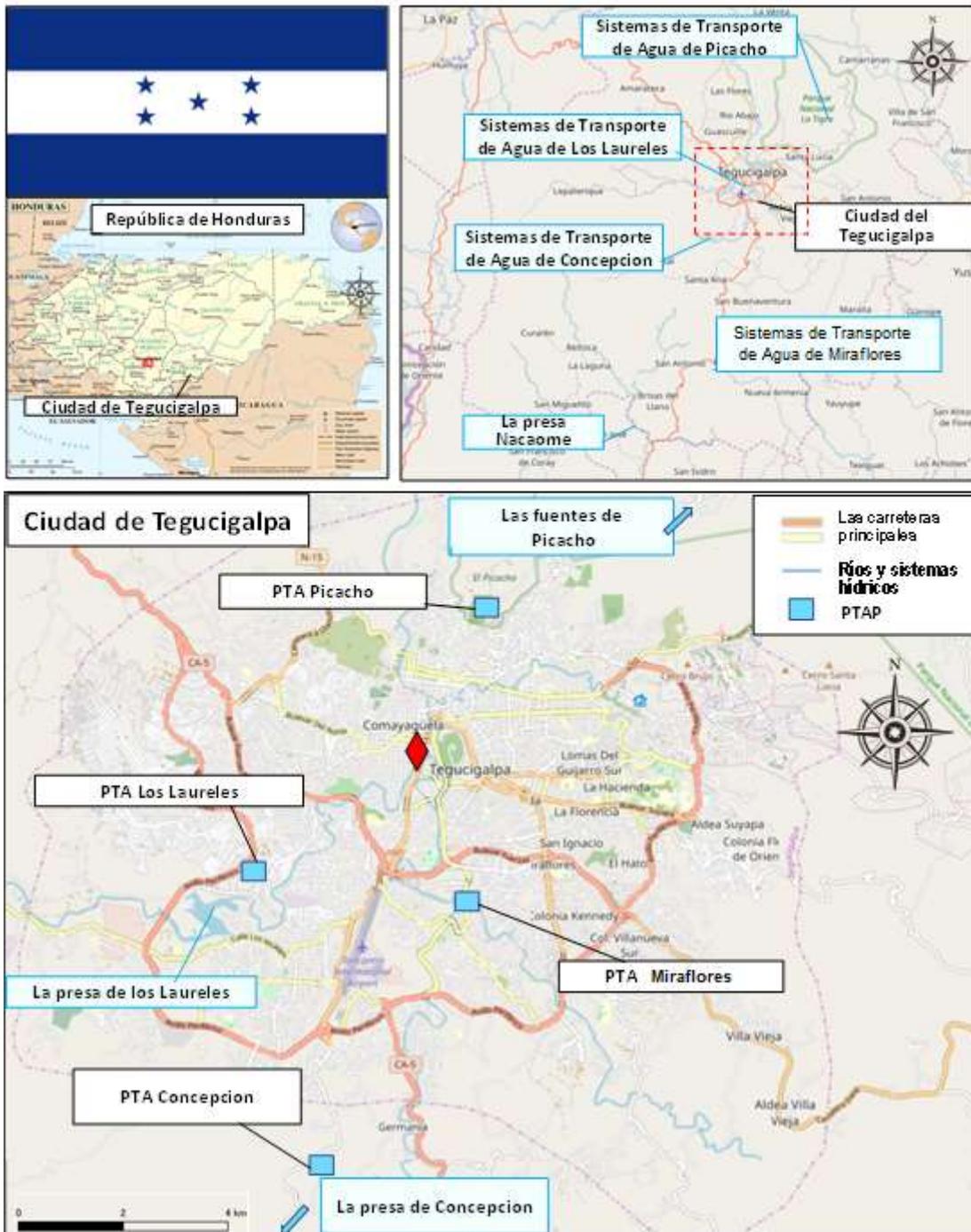
Tabla 4-1-4 Situación general del sector de agua potable.....	4-12
Tabla 4-1-5 Gestión de datos de la División Metropolitana del SANA.....	4-17
Tabla 4-1-6 Lista de control básico de los EPS.....	4-18
Tabla 4-1-7 Sistema tarifario de agua	4-22
Tabla 4-1-8 Balance de pérdidas y ganancias de la División Metropolitana del SANAA (2016-2020)	4-24
Tabla 4-1-9 Balance financiero de la División Metropolitana del SANAA (2016-2020).....	4-26
Tabla 4-1-10 indicadores financieros de la División Metropolitana del SANAA (2016-2020).....	4-27
Tabla 4-1-11 Contenido y número de reclamos (marzo de 2021).....	4-28
Tabla 5-1-1 Comparación de la Factibilidad de las Tecnologías Japonesas más Ventajosas	5-1
Tabla 5-3-1 Parámetros de Análisis de los Equipos y Materiales para la detección de fugas	5-2
Tabla 5-3-2 Equipos de detección de fugas propuestos	5-4
Tabla 5-3-1 Características del Detector de Fugas por Gas Trazador	5-5
Tabla 5-3-2 Equipos y materiales para la demostración	5-7
Tabla 5-4-1 Descripción general de las Colonias Objeto de la Demostración.....	5-9
Tabla 5-5-1 Capacitación en el aula.....	5-15
Tabla 5-5-2 Contenido de la Explicación.....	5-16
Table5-5-3 Preguntas y respuestas.....	5-16
Tabla 5-5-4 Lista de participantes.....	5-17
Tabla 5-5-5 Calendario de ejecución	5-18
Tabla 5-5-6 Resultados de la Detección de Fugas de Agua	5-20
Tabla 5-5-7 Resultados de los casos detectados por concentración de gas.....	5-21
Tabla 5-5-8 Resultados de los casos detectados por concentración de gas.....	5-23
Tabla 5-5-9 Resultados de los casos detectados por concentración de gas.....	5-25
Tabla 5-5-10 Preguntas y respuestas.....	5-28
Tabla 5-5-11 Concentración de gas detectada.....	5-30
Tabla 5-6-1 Participantes del seminario sobre las tecnologías japonesas	5-32
Tabla 5-6-2 Contenido de la Presentación	5-33
Tabla 5-6-3 Los comentarios sobre las preguntas	5-39
Tabla6-1-1 Medidas de asistencia propuestas (Componentes estructurales)	6-1
Tabla6-1-2 Propuestas de las estrategias de asistencia (componentes no estructurales).....	6-2
Tabla6-1-3 Escenarios de las futuras medidas de asistencia	6-5
Tabla6-2-1 Calendario de ejecución del contenido propuesto Principales indicadores operativos de servicios servicio de según niveles acueductos.....	6-9
Tabla6-2-2 Escala de 5 nivel.....	6-11
Tabla6-2-3Análisis de la situación actual de los componentes estructurales.....	6-12
Tabla6-2-4 Análisis de la situación actual de los componentes no estructurales	6-13
Tabla6-2-5 Desafíos a corto plazo	6-14
Tabla6-2-6 Desafíos a mediano plazo.....	6-15
Tabla6-2-7 Desafíos a largo plazo.....	6-17
Tabla6-2-8 Contenido de las estrategias	6-18

Figra 3-1-1 Mapa de ubicación de los Departamentos de Honduras	3-2
Figra 3-1-2 Precipitación (mensual) y temperatura	3-3
Figra 3-1-3 Precipitación anual.....	3-3
Figra 3-2-1 Población y proyección de la demanda de agua	3-7
Figra 3-2-2 Mapa de ubicación de planes de desarrollo de fuentes de agua	3-11
Figra 3-2-3 Descripción general del Proyecto Jacaleapa	3-14
Figra 3-2-4 Descripción general de las instalaciones de Río del Hombre	3-16
Figra 3-2-5 Áreas objeto de sectorización en DMA	3-18
Figra 3-3-1 Esquema general del sistema de agua potable	3-20
Figra 3-3-2 Mapa de ubicación de las instalaciones del sistema de agua potable.....	3-21
Figra 3-3-3 Mapa de ubicación de las fuentes de agua y las plantas potabilizadoras	3-23
Figra 3-3-4 Volumen anual de captación	3-25
Figra 3-3-5 Variación mensual del volumen de captación	3-26
Figra 3-3-6 Variación mensual del volumen de captación	3-26
Figra 3-3-7 Variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad)....	3-26
Figra 3-3-8 Variación mensual del volumen de captación	3-28
Figra 3-3-9 Volumen total anual de captación	3-28
Figra 3-3-10 Variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad)...	3-28
Figra 3-3-11 Variación mensual del volumen de captación	3-31
Figra 3-3-12 Volumen total anual de captación	3-31
Figra 3-3-13 Variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad)...	3-31
Figra 3-3-14 El esquema del plan de mejora del alcantarillado.....	3-32
Figra 3-3-15 Variación mensual del volumen de captación	3-33
Figra 3-3-16 Volumen total anual de captación	3-33
Figra 3-3-17 Variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad)...	3-34
Figra 3-3-18 Variación mensual del volumen de captación	3-35
Figra 3-3-19 Volumen total anual de captación	3-35
Figra 3-3-20 Evolución del volumen promedio anual de producción por plantas potabilizadoras (2016 – 2020).....	3-38
Figra 3-3-21 Diagrama de flujo de la Planta Potabilizadora Picacho	3-39
Figra 3-3-22 Plano de planta general de la Planta Potabilizadora Picacho.....	3-40
Figra 3-3-23 Plano de relación de niveles de agua de la Planta Potabilizadora Picacho	3-40
Figra 3-3-24 Situación actual de la Planta Potabilizadora Picacho.....	3-43
Figra 3-3-25 Variación mensual del volumen de producción de la Planta Potabilizadora Picacho (2016- 2020).....	3-45
Figra 3-3-26 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora Picacho	3-52
Figra 3-3-27 Diagrama de flujo de la Planta Potabilizadora La Concepción.....	3-57
Figra 3-3-28 Plano de planta general de la Planta Potabilizadora La Concepción	3-57
Figra 3-3-29 Plano de relación de niveles de agua Planta Potabilizadora La Concepción	3-58
Figra 3-3-30 Situación actual de la Planta Potabilizadora La Concepción	3-60

Figra 3-3-31 Variación mensual del volumen de producción de la Planta Potabilizadora La Concepción (2016-2020)	3-62
Figra 3-3-32 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora La Concepción	3-70
Figra 3-3-33 Diagrama de flujo de la Planta Potabilizadora Los Laureles	3-75
Figra 3-3-34 Plano de planta general de la Planta Potabilizadora Los Laureles	3-75
Figra 3-3-35 Plano de relación de niveles de agua de la Planta Potabilizadora Los Laureles	3-76
Figra 3-3-36 Situación actual de la Planta Potabilizadora Los Laureles	3-78
Figra 3-3-37 Variación mensual del volumen de producción de la Planta Potabilizadora Los Laureles (2016-2020)	3-80
Figra 3-3-38 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora Los Laureles	3-88
Figra 3-3-39 Situación actual de la Planta Potabilizadora Miraflores	3-93
Figra 3-3-40 Variación mensual del volumen de producción de la Planta Potabilizadora Miraflores (2016-2020)	3-95
Figra 3-3-41 Situación actual de la Planta Potabilizadora El Chimbo	3-101
Figra 3-3-42 Variación mensual del volumen de producción de la Planta Potabilizadora El Chimbo (2018-2020)	3-103
Figra 3-3-43 Situación actual del laboratorio central de calidad del agua	3-107
Figra 3-3-44 Sistemas de conducción	3-109
Figra 3-3-45 Esquema del nivel de agua de sistema de transmisión	3-111
Figra 3-3-46 Esquema del nivel de agua de sistema de transmisión	3-112
Figra 3-3-47 Diagrama esquemático de depósito de aire	3-113
Figra 3-3-48 Situación actual del sistema SCADA existente	3-114
Figra 3-3-49 Situación de las estaciones de bombeo	3-121
Figra 3-3-50 Imágenes del diagnóstico energético	3-122
Figra 3-3-51 Porcentaje de tipos de tuberías reparadas y porcentaje de causas de los daños	3-129
Figra 3-3-52 Mapa de ubicación de 6 sectores de áreas de distribución	3-130
Figra 3-3-53 Volumen de abastecimiento realizado con camión cisterna (m ³)	3-132
Figra 3-4-1 Situación actual del saneamiento en la zona Sur del municipio de Tegucigalpa	3-138
Figra 3-4-2 Plano de planta general de las Plantas San José de la Vega (superior en el plano) y PRRAC ASAN (inferior en el plano)	3-139
Figra 3-4-3 Diagrama de flujo de la Planta San José de la Vega	3-140
Figra 3-4-4 Plano de planta general la Planta San José de la Vega	3-140
Figra 3-4-5 Situación actual de las instalaciones de la Planta San José de la Vega	3-143
Figra 3-4-6 Diagrama de flujo de la Planta PRRAC-ASAN	3-146
Figra 3-4-7 Plano de planta general de la Planta PRRAC-ASAN	3-146
Figra 3-4-8 Situación actual de las instalaciones de la Planta PRRAC-ASAN	3-149
Figra 4-1-1 Organigrama de la SANAA	4-2
Figra 4-1-2 Organigrama de la División Metropolitana del SANAA	4-2

Figra 4-1-3 Organigrama de la AMDC	4-4
Figra 4-1-4 Organigrama de la UMAPS	4-5
Figra 4-1-5 Organigrama de la UGASAM.....	4-6
Figra 4-1-6 Gráfico de capacidad institucional de los EPS.....	4-21
Figra 4-1-7 Activos e indicadores financieros de la División Metropolitana del SANAA (2016-2020)	4-28
Figra 5-3-1 Resumen de generador de gas trazador y detector de gas hidrógeno.....	5-6
Figra 5-3-2 Reparación de fugas con abrazadera de presión	5-7
Figra 5-3-3 Procedimiento de reparación de fugas con cinta adhesiva impermeable de goma	5-7
Figra 5-3-4 Fotografías de los Equipos y Materiales para la Demostración	5-9
Figra 5-4-1 Colonias Objeto de Demostración	5-11
Figra 5-4-2 Mapa de la Colonia Miraflores	5-12
Figra 5-4-3 Mapa de la Colonia Monteverde.....	5-13
Figra 5-4-4 Mapa de la Zona Buenos Aires	5-14
Figra 5-5-1 Esquema conceptual de detección de fugas de agua con gas.....	5-19
Figra 5-5-2 Resultados de la detección de fugas de agua en Miraflores.....	5-21
Figra 5-5-3 Imagen de la fuga de agua	5-21
Figra 5-5-4 Estudio de excavación exploratoria	5-22
Figra 5-5-5 1 Resultados de la detección de fugas de agua en Miraflores Sur	5-23
Figra 5-5-6 Imágenes de la reparación.....	5-24
Figra 5-5-7 Segundo estudio.....	5-24
Figra 5-5-8 Resultados de la detección de fugas de agua en Jardines de Miraflores	5-25
Figra 5-5-9 Imágenes de la fuga y la reparación.....	5-26
Figra 5-5-10 Imágenes de la fuga y la reparación.....	5-26
Figra 5-5-11 Imágenes de la válvula y la conexión domiciliaria	5-27
Figra 5-5-12 Resultados de la detección de fugas de agua en la Zona Buenos Aires y las imágenes del estudio.....	5-28
Figra 5-5-13 Daño de la manguera de conexión del detector de gas hidrógeno	5-31
Figra 6-1-1 Calendario de ejecución del contenido propuesto.....	6-7
Figra 6-2-1 Flujo de asistencia de las propuestas de asistencia	6-8

Mapa de la Zona de Estudio



Fotos



Foto 1 Represa La Concepción



Foto 2 Represa Los Laureles



Foto 3 Aguas Arriba de las Instalaciones de Captación El Picacho



Foto 4 Fuente de Agua Miraflores



Foto 5 Vista Aérea Planta Potabilizadora La Concepción



Foto 6 Planta Potabilizadora Los Laureles



Foto 7 Planta Potabilizadora El Picacho



Foto 8 Planta Potabilizadora Miraflores

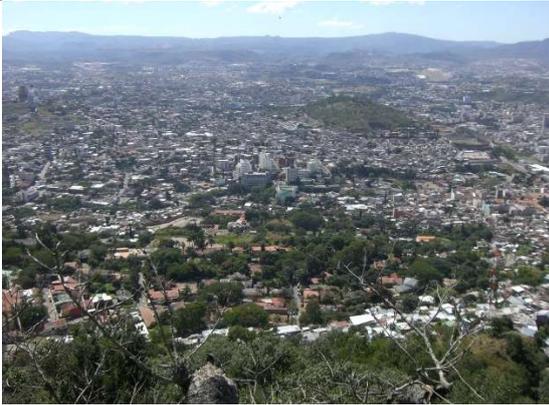


Foto 9 Vista Area de Distribución desde la PTA El Picacho

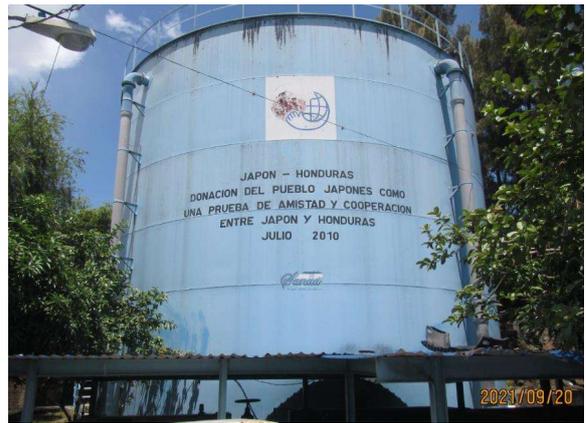


Foto 10 Tanque de Distribución Olimpo 1



Foto 11 Tanque de distribución Los Filtros



Foto 12 Tanques de Distribución Olimpo 2



Foto 13 Tanques de Distribución La Leona



Foto 14 Tanque de Distribución Canal 11



Foto 15 Camiones Cisterna Privados (AQUABLOQ)
(Estación de Llenado AQUABLOC)



Foto 16 Estación de Llenado de Camiones Cisterna de
SANAA

Abreviaturas

ADB	Banco Asiático de Desarrollo (Asian Development Bank)
AMDC	Alcaldía Municipal del Distrito Central:
BCIE	Banco Centroamericano de Integración Económica
C/A	Evaluación de capacidades (Capacity Assessment)
C/P	Contraparte (Counter Part)
CONASA	Consejo Nacional de Agua y Saneamiento
CORE	Co-financiamiento para Energía Renovable y Eficiencia Energética (Cofinancing for Renewable Energy and Energy Efficiency)
DMA	Áreas hidrométricas (District Metered Area)
EPS	Entidad Prestadora de Servicios
ERSAPS	Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento
BID	Banco Interamericano de Desarrollo (Inter-American Development Bank: IDB)
IWA	Asociación Internacional de Agua (International Water Association)
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón (Japan International Cooperation Agency)
MI AMBIENTE	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
MINSALUD	Secretaría de Salud
ANF	Agua no facturada (Non-Revenue Water: NRW)
PLANASA	Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento
PROMOSAS	Proyecto de Modernización del Sector Agua Potable y Saneamiento
SANAA	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados
SCADA	Control de Supervisión y Adquisición de datos (Supervisory Control And Data Acquisition)
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible (Sustainable Development Goals: SDGs)
SEFIN	Secretaría de Finanzas
SINEIA	Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental
STEP	Términos Especiales para la Asociación Económica (Special Terms for Economic Partnership)
UGASAM	Unidad de Gestión de Agua y Saneamiento Municipal
UMAPS	Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento:
VFD	Variador de frecuencia (Variable Frequency Drives)

CAPÍTULO 1 RESUMEN DEL TRABAJO

Capítulo 1 Resumen del Trabajo

1-1 Antecedentes del Estudio

El Gobierno de la República de Honduras (en adelante, «Honduras»), entre los 11 lineamientos estratégicos contemplados en el Plan de Nación 2010-2022, pone énfasis en el lineamiento "Salud como fundamento para la mejora de las condiciones de vida" y tiene por objetivo reducir a la mitad la población sin acceso al agua potable antes de 2022, y a menos del 10 % antes de 2034. Bajo este plan, el Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA) elaboró en diciembre de 2014 el "Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento: PLANASA" y tiene establecidos las estrategias, metas detalladas, monto de inversiones necesarias, etc. Además, la "Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento", puesta en vigor en 2003, determinó transferir las facultades del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados: SANAA, entidad que hasta entonces se había encargado del servicio de agua potable del país, a los municipios y a tal efecto se están trabajando gradualmente.

En el sector de agua potable de la capital Tegucigalpa, en 2015 fueron creadas la Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento: UMAPS, que sería la receptora de las facultades transferidas de SANAA, y la Unidad de Gestión de Agua y Saneamiento Municipal: UGASAM, que es la unidad encargada de medidas políticas, sin embargo, en el presente no está terminada la transferencia de SANAA, por lo tanto, la municipalidad de Tegucigalpa está manejando el servicio de agua potable a través de un convenio con el SANAA.

La población del municipio del Distrito Central (Tegucigalpa) crece año tras año y se preveía que en 2020 alcanzaría unos 1.1 millones de habitantes, correspondiente al 18 % de la población nacional, y en 2030 aproximadamente el 25 % se asentará en el área metropolitana. El abastecimiento de agua al área metropolitana proviene de fuentes de agua superficiales (San Juancito-Picacho), 2 reservorios (Los Laureles y Concepción) y otras fuentes de menor escala (embalses construidos en los ríos Sabacuante y Tatumbla y pozos), pero la capacidad de abastecimiento de agua en 2020 fue de 1.47 m³/s en la temporada de lluvias y apenas 0.77 m³/s en la temporada seca, muy inferior a la demanda de agua de 4.05 m³/s, razón por la cual el horario del abastecimiento de agua en el municipio se limita a cada 3 a 5 días, dependiendo de la época del año; incluso hay distritos que necesitan ser abastecidos con camiones cisternas por la disminución de horas de servicio de agua en la estación seca. Así, Tegucigalpa enfrenta un problema crónico de deficiencia cuantitativa de abastecimiento de agua y urge atender la demanda de abastecimiento de agua como consecuencia del rápido crecimiento poblacional.

Además de la deficiencia cuantitativa, constituye otro problema la alta tasa de agua no facturada, a causa de las fugas ocurridas en las tuberías de agua obsoletas. Se estableció que la tasa de agua no facturada en Tegucigalpa es del 32.9%, y además, un porcentaje bajo de medidores instalados (aprox. 39%) no permite realizar una correcta medición, por lo que se supone que la tasa real de agua no facturada sería mayor. La alta tasa de agua no facturada provoca la disminución de los ingresos, por

ende, el deterioro del aspecto administrativo (la rentabilidad obtenida del servicio de agua potable no puede cubrir el costo de operación y en el año 2020 el déficit comercial alcanzó los 80 millones de USD), y es apremiante mejorar la eficiencia del servicio de agua potable proponiendo medidas para reducir las fugas y desperdicios de agua, con el fin de contrarrestar el agua no facturada.

Ante tal situación, con la asistencia técnica del Banco Mundial, en 2018 fue elaborado un plan de negocios del servicio de agua potable de Tegucigalpa para los próximos 10 años. El plan establece el lineamiento para mejorar el sistema de abastecimiento de agua y la eficiencia del servicio de agua en los primeros 5 años y llevar adelante las inversiones en la construcción de infraestructura, como la ampliación de tanques de distribución o construcción de nuevos reservorios en los próximos 5 años en coordinación con otras instituciones cooperantes, con el fin de aumentar el volumen total de abastecimiento de agua. Para lograr el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua y la eficiencia del servicio de agua potable y siguiendo dicho lineamiento, el municipio de Tegucigalpa ahora ve la necesidad de recopilar y analizar la información para poner en orden la situación actual del servicio y sus problemas pendientes y aclarar los temas prioritarios a abordar.

1-2 Objetivos del trabajo

El presente Estudio tiene por objetivo hacer un diagnóstico de la situación actual y de los problemas pendientes del servicio de agua potable en el municipio del Distrito Central y determinar una dirección de la asistencia, dirigida al mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua. Para determinar el tipo de asistencia, analizaremos además de las medidas en componentes estructurales mediante la renovación de instalaciones, equipos y materiales relacionados con el servicio de agua potable, el apoyo integral en componentes no estructurales a través de la cooperación técnica, y presentaremos propuestas dirigidas al mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua en el municipio del Distrito Central.

1-3 Organismos de Contraparte e Instituciones Involucradas

En la Tabla 1-3-1 se presenta la lista del organismo de contraparte y las instituciones involucradas. En 2015 se creó la Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento (UMAPS), entidad a la que las operaciones serán transferidas del SANAA, y la Unidad de Gestión de Agua y Saneamiento Municipal (UGASAM) a cargo de elaborar e implementar las políticas relacionadas. Sin embargo, el proceso de la transferencia no ha sido completado a la fecha en que se está ejecutando el presente Estudio, y la UMAPS y la UGASAM están contratando recursos humanos del SANAA y de otras entidades.

Tabla 1-3-1 Organismo de Contraparte e Instituciones Involucradas

Instituciones	Acrónimos
Alcaldía Municipal del Distrito Central	AMDC
Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento	UMAPS
Unidad de Gestión de Agua y Saneamiento Municipal	UGASAM
Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados	SANAA

1-4 Metodología del estudio

El presente Estudio se compone por la primera y segunda etapa.

(1) Primera etapa del Estudio (del 27 de octubre de 2020 al 30 de junio de 2021)

En la primera etapa del Estudio, se realizó el reconocimiento y el análisis de la situación actual y los desafíos del negocio servicio de agua potable en el municipio de Tegucigalpa, y se sistematizan los componentes estructurales y no estructurales necesarios para mejorar el servicio de agua potable. El Estudio ha sido implementado en la modalidad remota a través de videoconferencias y el reconocimiento en campo mediante el servicio de consultores locales contratados para ese fin. Las videoconferencias fueron organizadas todos los jueves, entre 17:00-19:00 (hora hondureña) a partir de diciembre del 2020. El Equipo de Estudio incluyendo el personal local contratado llevó a cabo las entrevistas con base en la información recabada mediante cuestionarios a la UGASAM y al SANAA, y sostuvo discusiones con base en los resultados del reconocimiento en campo ejecutada por el personal local contratado. Las discusiones incluyeron también solicitudes de futuras cooperaciones de JICA que espera la contraparte local. En el presente Informe se sistematiza y se analiza el contenido obtenido a través de estas discusiones.

(2) Segunda etapa del Estudio (del 13 de julio al 24 de diciembre del 2021)

En la segunda etapa del Estudio, se realizó la demostración de detección de fugas de agua utilizando los equipos y materiales adquiridos en Japón, con el objetivo de explorar la posibilidad de introducir las tecnologías japonesas. Asimismo, se actualizó la información sistematizada en la primera etapa del Estudio a través del reconocimiento en campo y las discusiones. Los resultados del Estudio serán integrados en el Borrador del Informe Final que se dará a conocer a las instituciones gubernamentales hondureñas, y se obtendrá un acuerdo básico. Después de integrar los comentarios de las personas relacionadas de la contraparte local sobre el Borrador del Informe Final, se elaborará el Informe Final el cual será entregado a las instituciones relacionadas.

1-5 Integrantes del Equipo de Estudio

En la siguiente Tabla se presenta la lista de los integrantes del Equipo de Estudio.

Tabla 1-5-1 Integrantes del Equipo de Estudio

Cargos	Nombre y apellido	Organización
Jefe del Equipo Consultor/Plan de Acueducto	Sato Nobuyuki	Japan Techno Co.,Ltd.
Sub Jefe del Equipo Consultor/Plan de Acueductos 2 / Plan de Equipos /Estimación de Costos	Horie Toshiki	Japan Techno Co.,Ltd.
Plan de construcción de infraestructuras	Fujiwara Hiroki	NJS Co.,Ltd.
Análisis de las instituciones operadoras del servicio de suministro de agua	Takamizawa Kiyoko	Japan Techno Co.,Ltd.
Demostración	Nakanosono Kenji	Japan Techno Co.,Ltd.

1-6 Calendario del Estudio

(1) Primera etapa del Estudio

En la primera etapa del Estudio, se realizaron videoconferencias con la AMDC y el SANAA. En la Tabla 1-6-1 se muestra el calendario del Estudio. El reconocimiento en campo fue ejecutado por el personal local contratado bajo las instrucciones del Equipo del Estudio.

Tabla 1-6-1 Calendario del Estudio y su Contenido

Fecha	Contenido
3/dic/2020	Explicación del Estudio a contrapartes locales
10/dic/2020	Explicación de los datos por el Gobierno hondureño (organización y M/P)
10/dic/2020	Explicación de los datos por el Gobierno hondureño (fuentes de agua, plantas potabilizadoras)
8/ene/2021	Explicación de los datos por el Gobierno hondureño (tuberías de conducción, instalaciones de transmisión y distribución), explicación de los indicadores del análisis de los EPS
15/ene/2021	Explicación de los datos por el Gobierno hondureño (catastro de clientes, finanzas, demanda de agua), análisis de los EPS
22/ene/2021	Explicación de los datos por el Gobierno hondureño (catastro de clientes, finanzas, demanda de agua), análisis de los EPS
29/ene/2021	Análisis de los EPS, preguntas adicionales (volumen en las fuentes de agua, micro planta hidroeléctrica, plantas potabilizadoras, finanzas)
5/feb/2021	Desarrollo de fuentes de agua, resultados del reconocimiento en campo en las plantas potabilizadoras, entrevista al personal de departamento comercial y financiero
12/feb/2021	Análisis de los EPS, resultados del reconocimiento en campo en las plantas potabilizadoras, entrevista al personal del departamento comercial y finanzas
19/feb/2021	Solicitudes por el Gobierno hondureño, entrevista sobre las plantas potabilizadoras y M/P, entrevista sobre los lugares candidatos para la demostración de equipos para la detección de fugas
26/feb/2021	Solicitudes por el Gobierno hondureño, entrevista sobre el análisis de los EPS
5/mar/2021	Entrevista sobre las redes de tuberías de distribución, consulta sobre las plantas potabilizadoras, entrevista sobre la situación financiera, explicación de los resultados del análisis de la organización institucional
12/mar/2021	Entrevista con el Banco Mundial sobre los avances, resultados del análisis de la calidad del agua en las redes de tuberías de distribución
19/mar/2021	Entrevista sobre la situación de la construcción de las nuevas fuentes de agua, consulta sobre los resultados del reconocimiento de campo en las plantas potabilizadoras, entrevista sobre M/P
8/abr/2021	Consulta sobre las visitas a los sitios de plantas, etc., situación de la transferencia traslado de SANAA a la UMAPS, preguntas sobre los donantes del M/P
15/abr/2021	Próximo viaje a Honduras, entrevista sobre las plantas potabilizadoras, entrevista sobre la demanda de agua
22/abr/2021	Entrevista sobre la operación y gestión del sistema de transmisión, entrevista sobre las áreas de abastecimiento de los tanques de distribución, entrevista sobre la longitud total de las tuberías de distribución, entrevista sobre la situación de la traslado transferencia de la organización
29/abr/2021	Entrevista sobre el EIA, entrevista sobre las redes de tuberías de distribución, entrevista sobre el sistema de transmisión, consumo energético de las bombas
6/may/2021	Consulta sobre la posibilidad de realizar la demostración de detección de fugas en forma remota, entrevista sobre la situación del traslado de la UMAPS, consulta sobre la reparación de las tuberías
20/may/2021	Confirmación de las solicitudes de la AMDC
3/jun/2021	Consulta sobre las fechas de viajes interiores , visitas a los sitios de plantas, tanques,

	etc., consulta sobre la demostración de detección de fugas.
17/jun/2021	Consulta sobre la suspensión del viaje a Honduras, consulta sobre la demostración de detección de fugas.
24/jun/2021	Explicación sobre la demostración, equipos y materiales
9/jul/2021	Explicación sobre el resumen del Informe Intermedio, explicación sobre la agenda de envío del Equipo del Estudio
23/jul/2021	Recopilación de comentarios y opiniones sobre el Informe Intermedio

(2) Segunda etapa del Estudio

En la Tabla 1-6-2 se muestra el calendario de la Segunda Etapa del Estudio

Tabla 1-6-2 Calendario del Estudio y su Contenido

Nombre	Fecha	Contenido
Sato Nobuyuki	13/jul – 15/nov/2021	Consulta con el Gobierno hondureño, reunión interna del Equipo del Estudio, confirmación y corrección de los datos de las consultas con el Gobierno hondureño y JICA (en Japón), explicación al Gobierno hondureño sobre el Borrador del Informe Final y el Informe Final
Horie Toshiki	20/ago – 15/nov/2021	Consulta y entrevista con el Gobierno hondureño, demostración, reconocimiento en campo en las fuentes de agua, plantas potabilizadoras, estaciones de bombeo, tanques de distribución y plantas depuradoras, realización del seminario técnico sobre tecnología japonesa , explicación al Gobierno hondureño sobre el Borrador del Informe Final y el Informe Final
Fujiwara Hiroki	20/ago – 23/sep/2021	Entrevista sobre las instalaciones, reconocimiento en campo de las fuentes de agua, plantas potabilizadoras, estaciones de bombeo, tanques de distribución y plantas depuradoras, realización del seminario técnico en Japón
Takamizawa Kiyoko	23/ago – 13/sep/2021	Entrevista sobre el análisis de los EPS, demostración, reconocimiento en campo en las plantas potabilizadoras, realización del seminario técnico sobre tecnología japonesa.
Nakanosono Kenji	13/jul – 13/sep/2021	Entrevista sobre las medidas contra las fugas de agua, demostración, reconocimiento en campo en las plantas potabilizadoras, realización del seminario técnico sobre tecnología japonesa.

CAPÍTULO 2 DESCRIPCIÓN DEL SECTOR DE AGUA EN HONDURAS

Capítulo 2 Descripción del sector de agua en Honduras

2-1 Política Nacional

El gobierno de Honduras promulgó la Ley Marco del Sector de Agua Potable y Saneamiento en 2003, creando el Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA) como el órgano planificador del sector de agua potable y saneamiento. El Gobierno elaboró la Política Nacional del Sector Agua Potable y Saneamiento en 2014 bajo la dirección del CONASA, estableciendo las políticas de desarrollo y las metas del sector. Este instrumento político incluye también los principales elementos estratégicos para dar cumplimiento a las metas políticas, y constituye la directriz conceptual y metodológica general para la elaboración de los programas y planes de desarrollo, a través de la coordinación interinstitucional.

La política mencionada cubre todo el territorio nacional con enfoque amplios y establece como año meta el año 2038 conforme lo estipulado en la Ley para el Establecimiento de una Visión de País y la Adopción de un Plan de Nación para Honduras.

Esta política presenta una directriz general para el desarrollo de todo el sector, involucrando todos los gobiernos municipales. Sin embargo, debido a la peculiaridad y la complejidad del sector en gran área metropolitana, establece que es necesario elaborar estrategias y planes de desarrollo específicos y concretos para Tegucigalpa y San Pedro Sula.

Visión

En el año 2038, la población hondureña tiene acceso a servicios mejorados de agua potable y saneamiento, que cumplen con estándares de calidad de servicios, promueven el desarrollo socio-económico del país y se desarrollan a través de actores capaces de cumplir sus responsabilidades de manera eficiente y eficaz, en el marco de gestión sostenible de los recursos hídricos y de prevención de riesgos.

Lineamientos de política y objetivos específicos

1. Alcanzar la universalidad del acceso a servicios de agua potable y saneamiento con enfoque de inclusión social, tomando en cuenta las prioridades y condiciones específicas de las diferentes categorías de localidades.
2. Mejorar los niveles de servicio en agua potable y saneamiento en sistemas existentes, según las condiciones de las diferentes categorías de localidades.
3. Lograr la sostenibilidad integral de los servicios de agua potable y saneamiento.
4. Desarrollar la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento en el marco de gestión sostenible de los recursos hídricos.
5. Alcanzar la gobernanza del sector a través del fortalecimiento institucional y desarrollo de capacidades a nivel municipal
6. Fortalecer la gobernanza del sector a nivel nacional a través del fortalecimiento institucional.
7. Lograr operar el sector a través de un marco financiero transparente, adecuadamente gerenciado

y administrado que permita cubrir todas las categorías de costos e inversiones.

El marco estratégico proporciona la base para todo el accionar e intervenciones de los actores del sector y define cómo se alcanzarán los objetivos específicos. Las estrategias están orientadas a desarrollar los siguientes componentes:

1. Estrategia para el desarrollo de infraestructura
2. Estrategia para la prestación de los servicios
3. Estrategia para la descentralización y desarrollo local
4. Estrategia para el desarrollo institucional y gobernanza del sector
5. Estrategia para el desarrollo y fortalecimiento de capacidades
6. Estrategia financiera del sector

2-2 Planes de Desarrollo

(1) Políticas Nacionales del Sector Agua Potable y Saneamiento de Honduras

El gobierno de Honduras y el CONASA ha elaborado en diciembre de 2014 el Plan Nacional de Agua Potable y Saneamiento (PLANASA) con base en las Políticas Nacionales antes mencionadas), en el que se establecen los planes, estrategias, metas y las inversiones requeridas hasta 2022. (PLANASA)

El PLANASA analiza el enfoque nacional, los avances del sector y los instrumentos legales relacionados, identificando las dificultades para el debido cumplimiento de las funciones establecidas por Ley, como las siguientes:

- a) Carencia de un cuerpo operativo institucionalizado del CONASA, que elabore propuestas, formule normativa, viabilice las resoluciones y disposiciones emanadas del mismo, efectúe el monitoreo y evaluación, así como acciones de coordinación con las demás entidades nacionales, regionales y municipales, además de la gestión de financiamiento y su concreción, en beneficio del sector.
- b) El ERSAPS no cuenta con recursos suficientes para llevar a cabo la regulación del sector, que le permita verificar el cumplimiento de la ley por parte de las municipalidades y por los entes prestadores de servicios agua potable y saneamiento en todo el territorio nacional.
- c) El SANAA por su parte, no cuenta con la organización ni recursos para desempeñarse como Secretaría Técnica del CONASA, y como entidad de asistencia técnica no cuenta con procesos formales para su operativización.
- d) Para que el Sistema de Vigilancia y Regulación Sanitaria de los servicios de agua potable y saneamiento funcione con eficiencia, la SESAL (Secretaría de Salud) requiere recursos financieros y humanos capacitados, tecnologías adecuadas e instrumentos para la recolección de información, diseñados para tal fin, además de contar con los mecanismos adecuados para el flujo de la información en los diferentes niveles.

El Plan tiene por objetivo establecer el marco sectorial para el desarrollo de los servicios de agua

potable y saneamiento, priorizando las áreas e inversiones en atención al derecho humano a los mismos, promoviendo acciones para la sostenibilidad y la gobernabilidad de los servicios, contribuyendo así al crecimiento económico y social del país, a la institucionalidad sectorial y a la preservación ambiental de los recursos hídricos.

Para la formulación del PLANASA se han considerado los señalamientos del Plan de Nación, que establece la planificación nacional por regiones hidrográficas y, a su vez, por categorías poblacionales, siendo estas las siguientes

- i) Urbes metropolitanas;
- ii) Ciudades mayores (población mayor a 30,000 habitantes);
- iii) Pequeñas ciudades (población entre 5,000 y 30,000 habitantes);
- iv) Cascos urbanos menores (2,000 a 5,000 habitantes);
- v) Rural concentrado (250 a 2,000 habitantes); y
- vi) Rural disperso con población menor a 250 habitantes.

El PLANASA presenta la siguiente lista de los Lineamientos Estratégicos, conforme a los señalamientos de la Política Nacional del Sector Agua Potable y Saneamiento de Honduras.

1. Descentralización de los servicios (descentralización y autonomía de los servicios, planes municipales de desarrollo).
2. Participación ciudadana y auditoría social.
3. Institucionalidad y gobernanza sectorial (Liderazgo, consolidación y coordinación institucional, normativa sectorial, difusión y vigilancia, gestión del conocimiento y sistemas de información sectorial)
4. Prestación de los servicios (Sostenibilidad, gobernanza en la prestación)
5. Fortalecimiento de capacidades en la prestación de los servicios (Fortalecimiento institucional a los EPS de servicio de agua, y desarrollo de capacidades de los gobiernos locales, y fomento a la oferta calificada)
6. Desarrollo de infraestructura (Principios y requisitos, agua segura, apta para consumo humano, continuidad y eficiencia hidrosanitaria y la universalización de los servicios)
7. Financiamiento sectorial (Niveles de financiamiento para el sector)

Con base a estas estrategias, el Plan establece las siguientes metas cuantitativas del Plan Nacional Sectorial 2014- 2022.

Tabla 2-2-1 Metas de la cobertura de servicio de agua potable y saneamiento

	Cobertura meta de agua potable (%)			Cobertura meta de alcantarillado y saneamiento **(%)		
	2013*	2018	2022	2013*	2018	2022
Metropolitanas	62	63	81	40	43	60
Ciudades mayores (> 30,000)	69	75	84	40	50	60
Pequeñas ciudades (5,000-30,000)	80	85	91	21	43	60
Urbano menores (2,000-5,000)	84	90	93	59	65	71
Rural concentrado y disperso (<2,000)	87	89	93	68	69	74

* Línea base: Datos de cobertura de 2011, **Las cifras de metropolitanas, ciudades mayores y pequeñas ciudades corresponden a la cobertura de alcantarillado, mientras que las cifras de urbano menores y de rural concentrado y disperso corresponden a la cobertura de saneamiento.

Fuente: Preparado por el Equipo de Estudio con base en el PLANASA

Con base en la tabla anterior, el Plan estima las inversiones necesarias para lograr las metas para los períodos 2014-2018 y 2018-2022. La inversión para el período 2014-2018, alcanza los US\$ 503 millones, equivalentes a US\$ 126 millones anuales, lo que representa un reto sectorial que demanda intensificar la capacidad de gestión y de ejecución, conservando las inversiones requeridas en los ejes de descentralización. Para el siguiente período 2018-2022, si bien, con las inversiones del escenario ajustado queda pendiente avanzar en la mejora de la continuidad del servicio y la reducción del agua no facturada (no contabilizada), siendo posible mediante la ejecución de acciones de sectorización y rehabilitación de los sistemas existentes, con ello se habrá logrado que la cobertura rural de agua potable alcance el 93 % en el año 2022, así como reducir a la mitad la brecha de falta de acceso a servicios de agua en las zonas urbanas. Asimismo, a nivel urbano se habrá alcanzado una cobertura de alcantarillado del 60 % (incluyendo pequeñas ciudades) y, un 50 % en el tratamiento de aguas residuales del total del volumen recolectado.

(2) Planes Maestro

En la siguiente tabla se presenta el resumen de los planes maestro de servicio de agua potable en la Ciudad de Tegucigalpa.

Tabla 2-2-2 Planes maestro de servicio de agua potable en la Ciudad de Tegucigalpa

Nombre común	Año de elaboración	Autor/ asistencia	Descripción
P/M JICA (Plan Maestro JICA)	2001	PCI/JICA	<p>Establece como metas: (1) Lograr un servicio estable de abastecimiento de agua con 99 % de fiabilidad contra sequías, lo que equivale al mes más seco en 10 años; y (2) Un servicio de abastecimiento de agua continuo, las 24 horas con una cantidad y calidad adecuada. El Plan estimó la producción en 2000 y la producción requerida para el año 2015 a partir de la población y demanda proyectada y realizó el análisis comparativo técnico y económico de los siguientes proyectos candidatos del Plan Maestro.</p> <ul style="list-style-type: none"> - El proyecto de dragado en el Embalse Los Laureles; - Proyecto Los Laureles II (que consiste en la construcción de la Presa Los Laureles II y las instalaciones necesarias para el abastecimiento de agua así como la excavación del embalse existente Los Laureles) - Proyecto Quebra Montes, el cual consiste en la construcción de la Presa Quebra Montes y las instalaciones necesarias para el abastecimiento de agua; - Proyecto Sabacuante, el cual consiste en la construcción de la Presa Sabacuante y las instalaciones necesarias para el abastecimiento de agua; - Proyecto Tatumbra, el cual consiste en la construcción de la Presa Tatumbra y las instalaciones necesarias para el abastecimiento de agua; y

Nombre común	Año de elaboración	Autor/ asistencia	Descripción
			- Proyecto de reducción de fugas de agua (sustitución de las tuberías de agua de un determinado diámetro) El Proyecto Los Laureles II fue seleccionado como el proyecto prioritario, para el que se realizó el Estudio de Factibilidad.
P/M SOGREAH (Plan Maestro SOGREAH)	2004	SOGREAH Francia	Plan Maestro sobre el desarrollo de fuentes de agua Se realizó el estudio del sistema primario de abastecimiento de agua (fuentes de agua – embalses), la proyección de población y de la demanda de agua, y el análisis hidrológico, entre otros, proponiendo cuatro fuentes alternativas, a saber los ríos del Hombre, Guacerique, Sabacuante y Nacaome, los cuales fueron sometidos a un análisis comparativo desde las perspectivas técnicas, económicas y ambientales. El estudio realizó el análisis de la información hidrológica, funciones hidrológicas de las presas, construcción de las presas, líneas de aducción y las plantas de tratamiento de agua para cada una de las fuentes identificadas. También incluyó la estimación del costo del Proyecto y el análisis económico, llegando a seleccionar Guacerique II como el proyecto prioritario, para el que se realizó el diseño preliminar.
P/M AQUARUM (Plan Maestro Consolidado AQUARUM)	2011	AQUARUM/E España	Incluye un estudio y análisis extenso de las redes de distribución y propone un plan maestro. El diagnóstico del sistema de abastecimiento de agua potable existente incluyó la proyección de la demanda de agua, evaluación de fuentes y su capacidad productiva, sistema de distribución, pérdidas y estado actual de las tuberías de distribución, análisis hidrológico mediante modelaje, medidas contra la fuga de agua y ANF, y el estudio de la energía de las bombas. Propone mejorar el sistema de acueductos mediante la gestión de la presión de agua con la sectorización (bloques de distribución), medidas de mejoramiento en las zonas de baja presión, y el mejoramiento de la capacidad de regulación de presión en las redes de distribución.
Plan de acción (Plan de Acción de Cambio Climático)	2018	NDF/BID	Este plan ha sido elaborado como un plan regional para la adaptación al cambio climático con enfoque en las cuencas hidrográficas. El plan desempeña un medio de coordinación multidisciplinaria para la adaptación al cambio climático en los municipios centrales, incluyendo Tegucigalpa. El plan identifica la gestión integrada de seguridad de agua potable y saneamiento como uno de los componentes prioritarios.

2-3 Leyes y reglamentos relevantes

(1) Leyes y reglamentos relacionados con agua potable y saneamiento

En la siguiente tabla se presenta la lista de los instrumentos legales relacionados con el agua potable y saneamiento.

Tabla 2-3-1 Leyes y reglamentos relacionados con el agua potable y saneamiento

	Leyes y reglamentos	Promulgación	Decreto
1	Constitución de la República	2012	No. 270-2011
2	Ley Marco del Sector de Agua Potable y Saneamiento	2003	No. 118-2003
3	Ley para el Establecimiento de una Visión de País y la Adopción de un Plan de Nación para Honduras	2010	No. 286-2009
4	Ley General del Ambiente	1993	No. 104-93
5	Reglamento General de la Ley General del Ambiente	1993	No. 109-93
6	Ley General de Aguas	2009	No. 181-2009
7	Ley Constitutiva del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)	1961	No. 91
8	Ley de Municipalidades	1990	No.134-90
9	Ley de Ordenamiento Territorial	2003	No. 180-2003
10	Ley Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre	2008	No.98-2007
11	Estrategia Nacional para el Manejo de Cuencas Hidrográficas en Honduras	2011	(Acuerdo Ministerial) No.014-2011
12	Código de Salud	1991	No.65-91
13	Reglamento General de Salud Ambiental	1998	(Acuerdo) No.0094

a) Enmienda del Artículo 145 de la Constitución de la República

La Constitución de la República de Honduras, en su Título III "De las Declaraciones, Derechos y Garantías", Capítulo VII "De Salud", establece lo siguiente: "Se reconoce el derecho a la protección de la salud. Es deber de todos participar en la promoción y preservación de la salud personal y de la comunidad. El Estado conservará el medio ambiente adecuado para proteger la salud de las personas. En consecuencia declarase el acceso al agua y saneamiento como un derecho humano. Cuyo aprovechamiento y uso será equitativo preferentemente para consumo humano. Asimismo se garantiza a la preservación de las fuentes de agua a fin de que éstas no pongan en riesgo la vida y salud pública. Lo estipulado aquí es aplicable a todas las actividades del Estado, públicas y privadas. Lo estipulado aquí será reglamentado por la Ley".

b) Ley Marco del Sector de Agua Potable y Saneamiento (Ley Marco)

La presente Ley establece las normas aplicables a los servicios de agua potable y saneamiento en el territorio nacional. La prestación de estos servicios se regirá bajo los principios de calidad, equidad, solidaridad, continuidad, generalidad, respeto ambiental y participación ciudadana.

Son objetivos de la Ley:

- i) Promover la ampliación de la cobertura de los servicios; ii) asegurar la calidad del agua y su potabilidad; iii) establecer el marco de gestión ambiental, tanto para la protección y preservación de las fuentes de agua, como para el saneamiento y el manejo de descargas de efluentes; iv) establecer los criterios para la valoración de los servicios, los esquemas tarifarios; v) fortalecer el ordenamiento y la gobernabilidad en la gestión de los servicios; vi) establecer la integración de responsabilidades de la gestión ambiental y de operación de la infraestructura de los servicios; vii) establecer las condiciones de regulación y control técnico de la actividad de quienes construyen y

operan sistemas de agua potable y saneamiento; viii) establecer mecanismos para la prestación de servicios en el área rural, que operen con eficiencia; ix) promover la participación de los ciudadanos en la prestación de los servicios; y x) promover la operación eficiente de sistemas de agua potable y de saneamiento.

La Ley creó el Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA) y el Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (ERSAPS). Asimismo, ha reformado las facultades del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) transfiriendo las responsabilidades en materia de agua potable y saneamiento a los gobiernos municipales, ordenando transferir también los sistemas operados por SANAA a los gobiernos municipales.

La Ley Marco transfiere las capacidades de los servicios de agua potable y saneamiento a los gobiernos municipales, conforme la política estatal de descentralización, y establece las condiciones para la creación y fortalecimiento de los proveedores de servicios tanto para la zona urbana como rural. En relación con la sostenibilidad de los servicios, la Ley incluye las disposiciones relacionadas con la sostenibilidad ambiental y financiera. Por otro lado, establece las condiciones de gobernabilidad para lograr la participación ciudadana en el proceso de prestación de servicios, transparencia de la gestión de los EPS, obligación de rendir cuentas sobre la performance.

c) Ley para el Establecimiento de una Visión de País y la Adopción de un Plan de Nación para Honduras

La presente Ley tiene como objetivo aprobar la Visión de País al año 2038 y el Plan de Nación al año 2022, con los cuales se inicia el proceso de planeación del desarrollo económico, social y político del país.

Esta Ley recalca la necesidad de duplicar la capacidad de los servicios de agua potable y saneamiento, deficientes actualmente en términos del alcance, calidad y continuidad ante la rápida urbanización. Dentro de este contexto, la Ley propone adoptar un enfoque diferenciado priorizando la población que habitan en las ciudades con más de 5,000 habitantes conectadas con vías pavimentadas y su alrededor (en un área de influencia de 10 kilómetros paralela al emplazamiento de las mismas). De esta manera, estaría cubriendo dos tercios de la población nacional. Asimismo, establecen las metas de cobertura universal de agua potable y saneamiento a alcanzar en los años 2022 y 2034. Adicionalmente, la Ley establece la meta a alcanzar en relación con las fuentes de agua, así como una serie de consideraciones a tomarse en cuenta para la adaptación al cambio climático.

d) Ley General del Ambiente

Ley General del Ambiente en su Artículo 1 establece que "La protección, conservación, restauración, y manejo sostenible del ambiente y de los recursos naturales son de utilidad pública y de interés social. Asimismo en su Artículo 30 establece que "Corresponde al Estado y a las municipalidades en su respectiva jurisdicción, el manejo, protección y conservación de las cuencas y depósitos naturales de agua, incluyendo la preservación de los elementos naturales que intervienen en el proceso hidrológico.

La Ley General del Ambiente incluye diversas disposiciones para proteger las fuentes de abastecimiento y manejar la calidad de los efluentes descargados a los cuerpos de agua naturales. Con el fin de promover la mejora de la calidad de agua potable y residual, establece algunos incentivos fiscales para encaminar a las personas naturales y jurídicas que utilizan las fuentes de agua o descargan los efluentes a un tratamiento adecuado.

e) Reglamento General de la Ley General del Ambiente

Este Reglamento tiene por objeto desarrollar sus preceptos, la que en adelante se identificará como la Ley General del Ambiente. Establece las infracciones derivadas de los actos que puedan perjudicar las fuentes de agua y los ríos por causa de la descarga ilegal y de los contaminantes, así como el sistema de sanción.

f) Ley General de Aguas

Esta Ley tiene por objetivo establecer los principios y regulaciones aplicables al manejo adecuado del recurso agua para la protección, conservación, valorización y aprovechamiento del recurso hídrico para propiciar la gestión integrada de dicho recurso a nivel nacional. La Ley prioriza la protección de las fuentes de agua y declara que el consumo humano tiene relación preferencial y privilegiada sobre los demás usos, a la par de establecer disposiciones sobre el pago por los servicios ambientales para recaudar fondos que serán destinados a la protección y conservación de las fuentes de abastecimiento. Asimismo, incluye las disposiciones sobre la creación y preservación de las áreas protegidas, prohibición de la descarga de efluentes, etc.

g) Ley Constitutiva del Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)

La Ley crea el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) para promover el desarrollo de los abastecimientos públicos de agua potable y alcantarillados sanitarios y pluviales de todo el país. Considerando que los servicios de agua potable, aguas negras y pluviales no pueden considerarse y resolverse desde un punto de vista local o municipal, si no nacional, la Ley establece sus objetivos y facultades tomando en cuenta que: 1) para lograr mayor economía y eficiencia de ellos, las fuentes de abastecimiento deben interconectarse para servir dos o más comunidades; 2) se debe asegurar la uniformidad de normas en la aplicación de los principios de Ingeniería Sanitaria para lograr economía y eficiencia en el planeamiento, diseño, construcción y administración de los servicios.

Se establece que el SANAA tendrá a su cargo desarrollar el estudio, construcción, operación, mantenimiento y administración de todo proyecto y obra de acueductos y alcantarillados, que sea de pertenencia del Distrito Central, Municipios, Juntas de Agua, Juntas de Fomento o de cualquier dependencia gubernamental, y que representará los intereses del Estado en lo que atañe a abastecimientos de agua y alcantarillados, en las empresas particulares, que presten servicios públicos.

h) Ley de Municipalidades

Esta Ley tiene por objetivo desarrollar los principios constitucionales referentes al Régimen Departamental y Municipal. La Ley establece el concepto de la Municipalidad como un órgano independiente de la autoridad estatal que funcionara para lograr el bienestar de los habitantes, promover su desarrollo integral y la preservación del medio ambiente.

Establece las funciones del jefe departamental y la relación con las municipalidades, así como los términos para integrar las asociaciones de municipalidades (Consejo y Unidad técnica intermunicipal). Por otro lado, establece las funciones de los órganos integrantes incluyendo el alcalde municipal, vice alcalde, consejeros, alcaldes auxiliares, etc., así como las funciones de los principales recursos como son el secretario, auditor, tesorero, y miembros de las corporaciones municipales, entre otros. Por otro lado, establece la integración y funcionamiento del Consejo de Desarrollo Municipal y de la Comisión Ciudadana de Transparencia.

Sus funciones incluyen la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, estableciendo las facultades de las municipalidades para conformar las unidades especializadas en la prestación de servicios.

Atribuye a las municipalidades las facultades para definir las tarifas de servicios municipales directos e indirectos, las cuales deben ser publicadas en la fase de planificación. Las municipalidades están facultadas también a recaudar la contribución por concepto de mejoras, hasta que ésta recupere total o parcialmente la inversión, a emitir bonos para el financiamiento de obras y servicios, y a celebrar contratos de financiamientos con instituciones financieras nacionales y extranjeras.

(3) Normas relacionadas con agua potable y saneamiento

En la siguiente tabla se presentan las normas relacionadas con el agua potable y saneamiento.

Tabla 2-3-2 Normas relacionadas con el agua potable y saneamiento

	Normas	Promulgación	Decreto
1	Norma técnica nacional para la calidad del agua potable	1995	No. 84-1995
2	Normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario	1996	No. 58-1996
3	Reglamento de Calidad de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario	2005	No. 001-2006
4	Normas de diseño para sistemas de agua potable	2004	—
5	Normas de diseño para alcantarillado sanitario, alcantarillado pluvial y tratamiento de aguas residuales	2004	—
6	Guía técnicos para la incorporación de medidas de mitigación de desastres en el diseño y construcción de sistemas de agua y saneamiento	2005	—

a) Norma técnica nacional para la calidad del agua potable

El objetivo de esta norma es proteger la salud pública mediante el establecimiento de los niveles adecuados o máximos que deben tener aquellos componentes o características del agua que pueden representar un riesgo para la salud de la comunidad e inconvenientes para la preservación de los sistemas de abastecimiento de agua. La Norma de Calidad del agua establece los requisitos básicos a

los cuales debe responder la calidad del agua suministrada en los servicios para consumo humano y para todo uso doméstico, independientemente de su estado, origen o grado de tratamiento. Para todos los efectos de regulaciones en la calidad del agua abastecida, esta Norma de Calidad contiene los valores para los parámetros físicos, químicos, y organolépticos, así como los parámetros de las sustancias orgánicas, plaguicidas, desinfectantes y subproductos de desinfección con significado para la salud.

b) Normas técnicas de las descargas de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario

Estas normas tienen por objetivo regular las descargas de aguas residuales a los cuerpos receptores y alcantarillado sanitario, y fomentar la creación de programas de minimización de desechos, la instalación de sistemas de tratamiento y disposición de aguas residuales. Toda persona natural o jurídica, pública o privada que realice actividades que generen descargas deberán cumplir las disposiciones descritas en las normas. Cuando las descargas no cumplen las normas deberán incorporarse las medidas correctivas que sean necesarias, en un plazo no mayor de 18 meses, a partir de la vigencia del presente Acuerdo. Cada descarga a un cuerpo receptor en forma directa o indirecta deberá cumplir con las características físicas, químicas y bacteriológicas generales cuyos rangos y concentraciones máximas permisibles que se especifican en estas normas.

c) Reglamento de Calidad de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario

El "Reglamento General de Calidad de Servicio de Agua Potable y Alcantarillado Sanitario" establece los parámetros de control y las recomendaciones para los Reglamentos específicos de Calidad de Servicio, que deberán regular las actividades de cada EPS en este aspecto, y las relaciones entre los EPS, el respectivo Comité de Control Municipal, en lo relativo a la Calidad del Servicio. Este Reglamento define las condiciones y características a que debe tender la prestación de los servicios públicos de agua potable y alcantarillado sanitario, dentro de la razonabilidad y posibilidad en base a la capacidad de los EPS. El presente Reglamento General define las exigencias a cumplimentar por los prestadores de los servicios de agua y alcantarillado clasificando los operadores en metropolitanos, urbanos y rurales, para justificar la flexibilidad y gradualidad de la aplicación de las exigencias del Reglamento. Los aspectos técnicos regulados de calidad del servicio de los EPS metropolitanos son: la calidad del agua potable; presión de agua, continuidad del servicio; ausencia de desbordes del alcantarillado sanitario; calidad de vertido de aguas residuales; atención de consultas y reclamos técnicos de usuarios.

d) Normas de diseño de acueductos

Estas normas de diseño establecen los requisitos técnicos que deben satisfacer los sistemas de acueductos. Establecen las especificaciones y criterios de diseño de las fuentes de agua, período de diseño, población servida de diseño, demanda de agua, análisis hidrológico, proceso de tratamiento de agua potable, desinfección, almacenamiento, tuberías de distribución y estaciones de bombeo.

e) Normas de diseño de tratamiento de aguas negras, pluviales y residuales

Estas normas establecen los parámetros básicos de diseño de las instalaciones y obras de alcantarillado pluvial y tratamiento de aguas residuales para tratar éstas y evacuar eficientemente el agua pluvial. Concretamente, establecen las normas y lineamientos aplicables a los sistemas de alcantarillado convencional (períodos de diseño, población servida, área servida, velocidad de flujo, diámetro de las tuberías, pendientes, etc.), sistema de alcantarillado, mini redes de alcantarillado, sistema de tratamiento de aguas residuales, selección de la tecnología de tratamiento de aguas residuales, proceso de tratamiento de aguas residuales, tratamiento de lodos, sistema de evacuación de agua pluvial y residual, estaciones de bombeo de efluentes.

f) Guía técnicos para la incorporación de medidas de mitigación de desastres en el diseño y construcción de sistemas de agua y saneamiento

Los sistemas de agua potable y saneamiento de Honduras han sido vulnerables ante los riesgos ambientales y desastres naturales, con falta de consideraciones ambientales y sociales en su diseño, construcción, mantenimiento y operación. Por lo tanto esta guía técnica establece las reglas y normas para mitigar el impacto negativo ocasionado por los desastres. Concretamente, presenta las normas, variables, guías y propuestas en cada fase de planificación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y monitoreo tomando en cuenta las medidas contra los daños de los sistemas de agua potable y saneamiento a nivel nacional.

2-4 Organización e institucionalización

En la siguiente tabla se presenta la lista de los organismos e instituciones relevantes del sector de agua potable y saneamiento en Honduras. Estos organismos e instituciones ejercen facultades atribuidas por el marco legal, estableciendo las funciones y las responsabilidades respectivas en materia de agua potable y saneamiento.

Tabla 2-4-1 Organismos e instituciones del sector de agua potable y saneamiento

No.	Organismos e instituciones / Nombre oficial	Acrónimos
1	Secretaría de Salud	SESAL
2	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente	MIAMBIENTE
3	Secretaría de Finanzas	SEFIN
4	Secretaría de Estado en los Despachos de Gobernación y Justicia	SGJD
5	Consejo Nacional de Agua y Saneamiento	CONASA
6	Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento	ERSAPS
7	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados	SANAA
8	Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal, Áreas Protegidas y Vida Silvestre	ICF
9	Gobiernos Municipales	GM
10	Entes Prestadores de Servicio	EPS
11	Juntas Administradoras de Agua	JAA
12	Consejos Regionales de Desarrollo	CRD
13	Consejos Consultivos Forestales	CCF
14	Organismos de Cuencas	CO

Fuente: Luis Moncada Gross 2019¹

De estos organismos e instituciones, el Consejo Nacional de Agua y Saneamiento (CONASA) se encarga de administrar, planificar y financiar el sector de agua potable y saneamiento; el Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento (ERSAPS) de otorgar permisos y autorizaciones, reglamentar, gestionar, sancionar, brindar la asistencia técnica, etc.; y por último el Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA) se hace cargo de administrar el sector, desarrollar las infraestructuras y brindar la asistencia técnica a nivel nacional. A nivel regional, los gobiernos locales asumen la gestión y la coordinación del sector de agua potable y saneamiento, y sus funciones incluyen la planificación, financiación, desarrollo de las infraestructuras, otorgamiento de permisos y autorizaciones, reglamentación, gestión financiera, planificación del uso del suelo, protección ambiental, asistencia técnica, etc. Bajo el respectivo gobierno municipal, los prestadores de los servicios de acueductos y alcantarillados se hacen cargo de la planificación, financiación, reglamentación, manejo, gestión financiera, sensibilización de la población, etc., según está estipulada por la Ley.

La operación de los servicios de acueducto y alcantarillado había sido asumida por el SANAA en el ámbito nacional. Sin embargo, a raíz de la Ley Marco promulgada en 2003, las facultades de operación de los servicios han sido transferidas a cada gobierno local. Por lo tanto, actualmente todos los servicios de agua potable y saneamiento han sido transferidos progresivamente a cada gobierno local, excepto cuatro ciudades, incluyendo Tegucigalpa (Ceiba, Amapala, Progreso, Distrito Metropolitano).

En la Ciudad de Tegucigalpa, los servicios de acueducto y alcantarillado serán transferidos a la Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC), por lo que fueron creadas la Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento (UMAPS) y la Unidad de Gestión de Agua y Saneamiento Municipal (UGASAM), la primera es la unidad a la que serán transferidas las operaciones de la División Metropolitana del SANAA, y la segunda es la encargada de las políticas sectoriales. La UGASAM, actualmente funciona como la unidad responsable de las políticas, pero debido a las limitaciones financieras, el proceso de transferencia a la UMAPS no ha avanzado como se había programado, sino solamente una parte de la División Metropolitana del SANAA al mes de mayo de 2021. Por lo tanto, los servicios de acueducto y alcantarillado de Tegucigalpa siguen siendo operados por la División Metropolitana del SANAA. Sobre estos organismos, se detallan en el Capítulo 4.

2-5 Tendencias de la asistencia del Japón y de otros donantes

Japón ha venido ejecutando los proyectos, principalmente en el marco de la Cooperación Financiera No Reembolsable, para el sector de agua potable y saneamiento de Tegucigalpa, que

¹ Prontuario de Disposiciones Legales Atinentes a los Servicios de Agua Potable y Saneamiento, Luis Moncada Gross 2019

incluyen la construcción de microcentrales hidroeléctricas, reconstrucción de las líneas de conducción y de distribución de agua, construcción de las estaciones de abastecimiento de agua, suministro de equipos y materiales, etc. Por otro lado, el gobierno de España, el Banco Mundial, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el Banco Centroamericano de Integración económica (BCIE) han implementado los proyectos de préstamos para la construcción de las plantas de tratamiento, estudio de la red de distribución, obras de reconstrucción y desarrollo de capacidades. Actualmente, el Banco Mundial está implementando el Proyecto para el Fortalecimiento del Servicio de Agua Potable en Tegucigalpa que concluirá en 2025. En la Tabla 2-5-1 se presenta la lista de las asistencias ejecutadas al sector de acueducto y alcantarillado de Tegucigalpa.

Tabla 2-5-1 Proyectos de asistencia ejecutados en el sector de agua potable y saneamiento de Tegucigalpa

No.	Año de ejecución	Organismo ejecutor	Proyecto	Costo estimado (US\$)	Modalidad	Descripción
1	2011	JICA	Proyecto de Abastecimiento de Agua para el Área Urbana de Tegucigalpa	17 millones	Cooperación Financiera No Reembolsable	- Reconstrucción de la planta potabilizadora de agua El Picacho - Construcción de las líneas de conducción y embalses
2	2011	Banco Mundial	PROMOSAS	1.0 millones	Préstamo	Estudio de las redes de distribución existentes
3	2009-2012	Gobierno de España	Optimización del Sistema de Suministro de Agua Potable y Mejoramiento de Tuberías de Distribución	17 millones	Préstamo	- Análisis de la red de distribución - Programa de investigación de fugas - Plan de áreas hidrométricas (75 sectores) - Diagnóstico de energía consumida por bombas
4	2012	Banco Mundial	PROMOSAS	1.3 millones	Préstamo	Estudio de optimización de los servicios de agua potable
5	2013	Banco Mundial	PROMOSAS	0.65 millones	Préstamo	Estudio de las redes de alcantarillado existentes
6	2013	Banco Mundial	PROMOSAS	6.5 millones	Préstamo	- Plan de áreas hidrométricas (53 sectores) - Estudio de las redes de distribución - Estudio de los embalses y estaciones de bombeo
7	2013	BCIE	Reconstrucción de la compuerta de la Represa Los Laureles	4.2 millones	Préstamo	Reconstrucción de la compuerta de la Represa Los Laureles
8	2014	KOICA	Estudio de factibilidad de las Represa Guacerique II	0.9 millones	Cooperación Financiera No Reembolsable	Estudio de actualización para la construcción de la represa
9	2014	Banco Mundial	Programa de reducción de fugas de agua	1.1 millones	Préstamo	Supervisión de obras de reducción de fugas de agua
10	2015	BCIE	Reconstrucción de las instalaciones de captación Los Laureles	1.2 millones	Préstamo	Reconstrucción de las instalaciones de bocatoma
11	2015	JICA	Proyecto Generación de	12.7	Cooperación	Suministro de los equipos

No.	Año de ejecución	Organismo ejecutor	Proyecto	Costo estimado (US\$)	Modalidad	Descripción
			Energía Micro-Hidroeléctrica en el Área Metropolitana de Tegucigalpa	millones	Financiera No Reembolsable	de generación de energía micro-hidroeléctrica en las plantas de tratamiento de agua Picacho y Concepción
12	2015	JICA	Ampliación del sistema de conducción L22	0.7 millones	Cooperación Financiera No Reembolsable	
13	2015	BCIE	Reconstrucción del tanque de la Colonia Villanueva y estación de bombeo	2.3 millones	Préstamo	Reconstrucción del tanque de la Colonia Villanueva y estación de bombeo
14	2015	BID	Estudio de factibilidad de la represa del Río del Hombre	0.82 millones	Préstamo	Diseño detallado y estudio ambiental de la represa del Río del Hombre
15	2016	BCIE	Fortalecimiento de las capacidades de la comunidad	0.8 millones	Préstamo	Reforestación para la protección de las áreas de recarga de acuífero
16	2016	Banco Mundial	PROMOSAS	0.52 millones	Préstamo	Diagnóstico para la transferencia del SANAA a la AMDC
17	2018	BCIE	Optimización de la planta potabilizadora de agua Los Laureles	1.4 millones	Préstamo	Reconstrucción de la planta potabilizadora de Los Laureles
18	2018	BCIE	Reconstrucción de la planta potabilizadora de La Concepción	1.4 millones	Préstamo	Reconstrucción de la planta potabilizadora de La Concepción
19	2018	BCIE	Reconstrucción de la planta potabilizadora de Los Laureles	1.5 millones	Préstamo	Reconstrucción de la planta potabilizadora de Los Laureles
20	2018	BCIE	Proyecto Trasvase de Agua Cruda del Embalse "Los Laureles" al Aireador de Planta Potabilizadora del Embalse "Concepción"	9.7 millones	Préstamo	Diseño detallado y ejecución de obras de trasvase de agua cruda
21	2019	BID	Fortalecimiento institucional del sector de agua potable y saneamiento	30 millones	Préstamo	- AMDC - Política financiera - Fortalecimiento de operación y mantenimiento
22	2019-2024	Banco Mundial	Proyecto para el Fortalecimiento del Servicio de Agua Potable en Tegucigalpa	50 millones	Préstamo	- Asistencia a la transferencia a la UMAPS - Mejora de las plantas potabilizadoras y de las redes de distribución - Fortalecimiento de las capacidades de operación y mantenimiento de las presas - Fortalecimiento de las capacidades de operación y mantenimiento

Fuente: AMDC

**CAPÍTULO 3 SITUACIÓN ACTUAL Y DESAFÍOS
DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE
EN EL MUNICIPIO DE
TEGUCIGALPA**

Capítulo 3 Situación actual y desafíos del sistema de agua potable en el municipio de Tegucigalpa

3-1 Situación general del área de estudio

3-1-1 Datos básicos

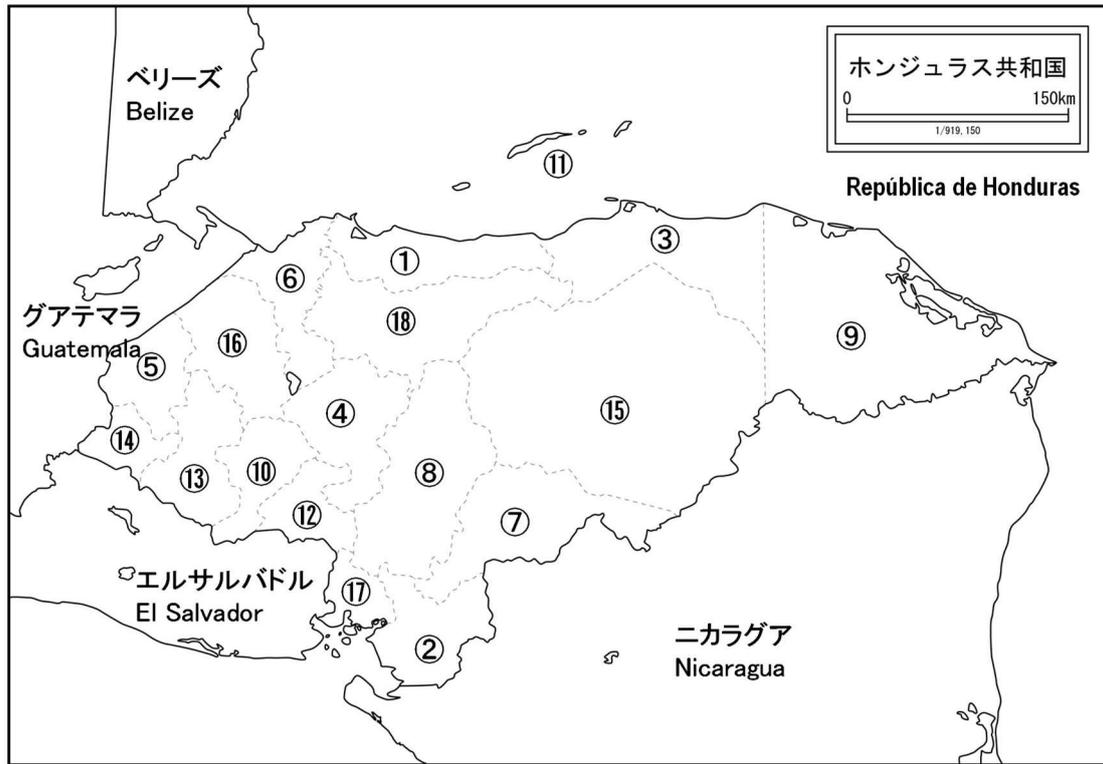
La República de Honduras está situada en el centro de Centroamérica y tiene una superficie de 112,490 km² (aproximadamente un tercio de Japón). Al oeste limita con Guatemala, al suroeste con El Salvador y al sureste con Nicaragua. Limita al norte *y este con el Mar Caribe y al sur con el Océano Pacífico a través del Golfo de Fonseca*.

La división territorial de Honduras comprende 18 Departamentos. En la Tabla 3-1-1 se muestran la ubicación, la superficie y la población de cada Departamento. En la Figura 3-1-1 se muestra el mapa de ubicación de los Departamentos.

Tabla 3-1-1 Superficie y población de cada Departamento de Honduras

No	Nombre del Departamento	Superficie (km ²)	Población (2018)
①	Atlántida	4,251	471,575
②	Choluteca	4,211	464,372
③	Colón	8,875	335,233
④	Comayagua	5,196	541,711
⑤	Copán	3,203	400,947
⑥	Cortés	3,954	1,718,881
⑦	El Paraíso	7,218	480,700
⑧	Francisco Morazán	7,946	1,625,663
⑨	Gracias a Dios	16,630	100,304
⑩	Intibucá	3,072	255,658
⑪	Islas de la Bahía	261	71,296
⑫	La Paz	2,331	217,204
⑬	Lempira	4,290	351,652
⑭	Ocotepeque	1,680	159,816
⑮	Olancho	24,351	562,626
⑯	Santa Bárbara	5,115	455,891
⑰	Valle	1,565	185,227
⑱	Yoro	7,939	613,473
Total			9,012,229

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE) de Honduras



Figra 3-1-1 Mapa de ubicación de los Departamentos de Honduras

3-1-2 Condiciones naturales

(1) Topografía

El territorio hondureño está dividido en tres zonas: Planicie Costera del norte (Costa Caribe), Región Montañosa del centro y Planicie Costera del sur (Costa del Pacífico). El 65% del territorio nacional son zonas montañosas y las planicies entre 1,000 - 1,500 m de elevación se extienden del centro al sur. El Distrito Central (Tegucigalpa), el área de estudio, cuenta con una superficie de aproximadamente 120 km² (10 km de este al oeste y 12 km de norte a sur). La ciudad está rodeada de cerros de 1,200 - 1,800 m de elevación, el casco urbano tiene lomas pronunciadas y las periferias también tienen una topografía ondulada, es decir, la topografía del área es compleja. La estructura geológica está dividida en dos partes, la parte oriental y la occidental, debido a la división hecha por el Río Choluteca que fluye del sur al norte casi por la mitad de la ciudad. La parte oriental consiste de muchos estratos de rocas sedimentarias de diferentes tipos de conglomerado y la occidental se compone principalmente por rocas volcánicas.

(2) Clima

Se clasifica como zona tropical. El clima de la Planicie Costera del norte es trópico húmedo caracterizado por temperaturas altas y humedad alta con una precipitación de más de 100 mm todo el año. La Planicie Costera del norte tiene estación lluviosa tropical y estación seca con una temperatura arriba de 20 °C todo el año, siendo la estación seca de noviembre a abril.

El Distrito Central (Tegucigalpa), que pertenece a la Región Montañosa del centro tiene una temperatura superior a 20 °C todo el año. La estación lluviosa es de mayo a octubre y la estación seca es de noviembre a abril. En la Figura 3-1-2 se muestra la temperatura promedio de 2016 a 2020. De septiembre a noviembre es la temporada más lluviosa del año debido a los huracanes y otros sistemas climatológicos. En 1998, la llegada del Huracán Mitch causó daños devastadores. En 2020, los huracanes Eta e Iota causaron enormes daños. En las regiones costeras han ocurrido inundaciones y en el casco urbano del municipio del Distrito Central (Tegucigalpa) han ocurrido deslaves y corrimientos de tierra. En la Figura 3-1-3 se muestra la precipitación anual. En 2019, la precipitación fue menor que otros años y el volumen de captación en el Embalse La Concepción y la Presa Los Laureles cayeron considerablemente. Por otro lado, en 2020 la precipitación fue más del doble en relación al año 2019 debido a los huracanes. Todo esto indica que Honduras es susceptible a las afectaciones del cambio climático.

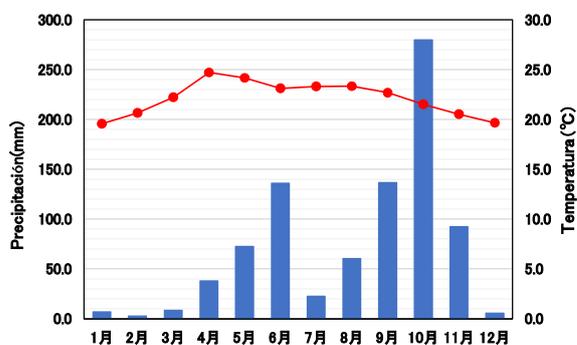


Figura 3-1-2 Precipitación (mensual) y temperatura

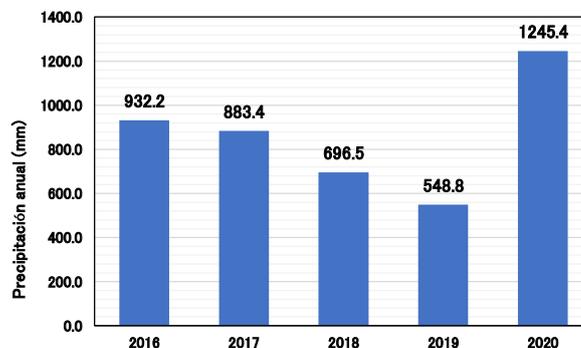


Figura 3-1-3 Precipitación anual

3-1-3 Situación socioeconómica

(1) Resumen

Honduras es el tercer país más pobre de la Región de América Latina y el Caribe. En los últimos años, Honduras ha registrado el segundo crecimiento económico más alto de Centroamérica, después de Panamá. La tasa de crecimiento de PIB de Honduras ha alcanzado 4.84 % en 2017, 3.69 % en 2018 y 2.63 % en 2019, superior al promedio de Centroamérica y muy superior al promedio de la Región de América Latina y el Caribe. Sin embargo, enfrenta un alto nivel de pobreza y desigualdad. A nivel nacional, aproximadamente el 48.3 % de las personas se encuentran en situación de pobreza, y el porcentaje de las personas en situación de pobreza es más alto en las zonas rurales que en las zonas urbanas. En 2020, debido a la pandemia de COVID-19, se han registrado grandes caídas en el comercio exterior, las inversiones y el consumo, y se prevé que el PIB se reducirá en un 7.1 % y la tasa de desempleo subirá un 9.31 %. En la Tabla 3-1-2 se muestran los principales indicadores económicos.

Tabla 3-1-2 Principales indicadores económicos

Rubro	2015	2016	2017	2018	2019	2020
PIB (millón de US\$)	20,980	21,718	23,136	24,024	25,095	23,827
PIB per cápita (US\$)	2,302.2	2,342.5	2,453.7	2,505.7	2,574.9	2,405.7
Tasa de crecimiento económico (%)	3.84	3.89	4.84	3.69	2.63	-8.965
Inflación (%)	3.158	2.725	3.934	4.347	4.366	3.468
Tasa de desempleo (%)	6.15	6.73	5.53	5.65	5.57	9.39

Fuente: Datos Abiertos del Banco Mundial

(2) Situación económica general

Las principales industrias son las industrias de café, banano, aceite de palma y camarón como industria primaria, y como industria secundaria, la industria textil y de confección, así como la exportación de productos electrónicos para automóviles. Estos se producen en las zonas francas (en adelante referidas como "maquiladoras") donde se otorgan incentivos a las empresas extranjeras para atraer sus inversiones. Como industria terciaria, se puede mencionar el turismo.

La dependencia a las industrias tradicionales como café y banano sigue siendo alta, sin embargo, se intenta salir de esto desarrollando nuevas industrias, entre ellas se destacan la industria manufacturera en las maquiladoras (sobre todo, textiles) y el turismo. Por otro lado, existe una gran cantidad de remesas de los hondureños residentes en los EE.UU. (aproximadamente un millón de personas), siendo en el 2019 el monto enviado alrededor de 5,400 millones de USD. Este monto equivale aproximadamente al 20% del PIB. En la Tabla 3-1-3 se muestra el resumen del comercio exterior.

Honduras forma parte de la iniciativa HIPC (países pobres altamente endeudados), sin embargo, la Junta Directiva del FMI en marzo del 2005 y la Junta Directiva del Banco Mundial en abril del mismo año decidieron que el país alcanzó el punto de terminación. Como resultado, se logró la condonación de las deudas con organismos internacionales (monto de compromiso: unos US\$ 300 millones) y las deudas bilaterales (monto previsto: US\$ 940 millones). Japón condonó un total de 58,100 millones de yenes aproximadamente. La deuda externa oficial de Honduras en 2019 es de US\$ 7,699 millones.

Tabla 3-1-3 Resumen del comercio exterior (2019)

Rubro	Contenido
Monto total de comercio exterior	(1) Exportación (F.O.B) US\$ 8,714.9 millones (2) Importación (C.I.F) US\$ 11,853.9 millones
Principales socios comerciales	(1) Exportación 1er lugar EE.UU. (36.0 %); 2do lugar El Salvador (8.4 %); 3er lugar Alemania (7.2 %) (2) Importación 1er lugar EE.UU. (35.0 %); 2do lugar China (15.0 %); 3er lugar Guatemala (7.1 %)

Fuente: Página Web de la Secretaría de Relaciones Exteriores, Informe Comercio Exterior Banco Central de Honduras

3-1-4 Consideraciones socioambientales

En Honduras, la Ley General del Ambiente (Decreto 104-93) establece que el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante, "SINEIA") es competencia de la Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (en adelante, "MiAmbiente"). El Decreto 189-2009 estipula que el SINEIA es responsable de la Evaluación de Impacto Ambiental (en adelante, "EIA") y la gestión de los proyectos del sector privado y público que posiblemente afecten el medio ambiente.

Para obtener una licencia ambiental en "MiAmbiente", los trámites se realizan en la Dirección General de Evaluación y Control Ambiental (DECA) y en las Unidades Ambientales (UNA). La DECA realiza la revisión de la EIA y la supervisión técnica de las licencias. Las UNA realizan los procesos de regulación y monitoreo. De conformidad con el Reglamento del Registro Nacional de Prestadores de Servicios Ambientales (Acuerdo 1205-2002), los consultores ambientales registrados en el sistema de prestadores de servicios ambientales de MiAmbiente pueden realizar la EIA y someterla a la revisión para la licencia ambiental.

(1) Solicitud de licencia ambiental

Los organismos ejecutores de los proyectos deben obtener una licencia ambiental antes de implementar el proyecto. Se debe suministrar la información necesaria al SINEIA por clasificación de categorías. En la Tabla 3-1-4 se muestran la clasificación de categorías y los documentos a entregar.

Tabla 3-1-4 Clasificación de categorías y documentos a entregar

Categoría	Impacto ambiental	Documentos a entregar a MiAmbiente	EIA
1	Bajo	Formulario F-01	No es necesario.
2	Medio	Formulario F-02, plan de gestión ambiental	No es necesario.
3	Alto		Necesario según la situación.
4	Muy alto	Formulario F-02, estudio de impacto ambiental	No es necesario.

Fuente: Datos de MiAmbiente editados por el Equipo del Estudio

Las categorías se establecen para cada proyecto. Asimismo, cuando el proyecto implica la construcción de embalses y presas, así como la reubicación de los habitantes, se requiere implementar la EIA. A continuación, se muestran las categorías de los proyectos relacionados con agua y saneamiento.

Tabla 3-1-5 Instalaciones de agua y saneamiento

Categoría	1	2	3	4
Superficie de la planta potabilizadora	500-1,000 m ²	1,000-5,000 m ²	5,000-10,000 m ²	Más de 10,000 m ²

Fuente: Acuerdo Ministerial No. 0740-2019

Tabla 3-1-6 Instalaciones de alcantarillado

Categoría	1	2	3	4
Volumen de tratamiento de la planta de aguas residuales	Menos de 250 (m ³ /día)	251-400 (m ³ /día)	Más de 401 (m ³ /día)	-

Fuente: Acuerdo Ministerial No. 0740-2019

(2) Evaluación

MiAmbiente revisa los documentos entregados y comenta si es necesario corregir el plan de gestión ambiental o no. Una vez aprobados los documentos entregados, se otorga la licencia ambiental.

(3) Participación ciudadana

Se requiere la participación ciudadana en todas las etapas. Sobre todo, en caso de las categorías 2,3 y 4, es necesario notificar a las ONG y los habitantes locales sobre la implementación de la EIA. Especialmente, en caso de la categoría 4, es necesario publicar toda la información de la EIA. Cuando MiAmbiente determine necesario, se debe realizar un debate abierto.

3-2 Resumen del sistema de agua potable

A continuación, 3-2-1 describe sobre el Pronóstico de la demanda de agua, 3-2-2 describe sobre el plan de mejora y los avances y 3-2-3 describe sobre las Solicitudes por parte de la AMDC.

3-2-1 Proyección de la demanda de agua

Con respecto a las estadísticas de población en el pronóstico de la demanda de agua, se ha realizado el Censo Nacional en 2003 y 2013. Hasta la fecha, la AMDC y el SANAA han realizado la proyección de la demanda de agua a través de diferentes estudios de JICA, Banco Mundial, España y BID, entre otros. No obstante, no hay coherencia entre los informes en cuanto a la tasa de crecimiento poblacional, el consumo de agua por persona, el método de cálculo de agua para el uso industrial y comercial, el concepto de coeficiente de consumo máximo diario, etc.

En la Tabla 3-2-1 y la Figura 3-2-1 se muestran la proyección de la tasa de crecimiento poblacional y la proyección de la demanda de agua que se utilizan actualmente en AMDC y SANAA. La tasa de crecimiento poblacional oscila entre 3.00 % y 4.70 % y la tasa de agua no facturada (ANF), entre 15 % y 23.57 %. Por otro lado, la tasa de ANF en 2020 fue de 32.9 % (promedio entre 2016 y 2020) y es distante de la situación actual, por lo que es necesario revisar el plan. La demanda de agua en 2030 es de 6,446 L/s y el promedio de producción de agua entre 2016 y 2020 es alrededor de 2,500 L/s, por lo que definitivamente hará falta el agua en el futuro.

Al crear un nuevo sistema de la AMDC en el futuro, se debe establecer nuevos parámetros de

proyección de la demanda de agua incluyendo el año meta, las áreas de distribución que serán ampliadas en el futuro, la tasa de crecimiento poblacional, el pronóstico de la tasa de fugas de agua, el método de cálculo, etc.

Tabla 3-2-1 Proyección de la demanda de agua

Año	Población (millón)	Demanda de agua (L/s)	Tasa de crecimiento poblacional (%)	Tasa de ANF (%)
2010	1.160	3,871	3.22	23.57
2011	1.198	3,973	3.23	22.86
2012	1.254	3,973	4.70	22.14
2013	1.275	4,136	1.71	22.43
2014	1.316	4,216	3.20	20.71
2015	1.357	4,290	3.13	20.00
2016	1.400	4,398	3.12	19.67
2017	1.443	4,523	3.11	19.33
2018	1.488	4,651	3.10	19.00
2019	1.534	4,781	3.09	18.67
2020	1.581	4,915	3.08	18.33
2021	1.630	5,053	3.07	18.00
2022	1.680	5,193	3.06	17.67
2023	1.731	5,337	3.06	17.33
2024	1.784	5,485	3.05	17.00
2025	1.838	5,636	3.04	16.67
2026	1.894	5,791	3.03	16.33
2027	1.951	5,949	3.02	16.00
2028	2.010	6,111	3.01	15.67
2029	2.070	6,277	3.00	15.33
2030	2.132	6,446	3.00	15.00

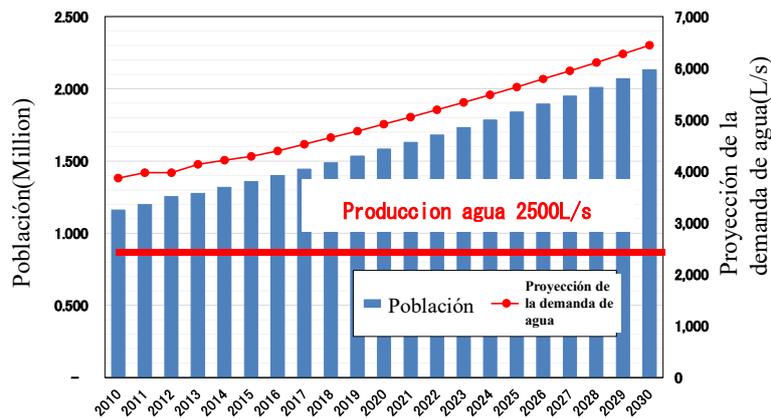


Figura 3-2-1 Población y proyección de la demanda de agua

3-2-2 Planes de mejora y los avances

El Plan Maestro (P/M) más reciente es el Plan Maestro Consolidado de AQUARUM de 2011 donde se resumen los resultados de todos los estudios existentes del sistema de abastecimiento. Para mejorar el sistema de abastecimiento, este documento propone planes de actividades a corto, mediano y largo

plazo (Tabla 3-2-2). Sin embargo, en la elaboración del P/M, no se discutió suficientemente con los ingenieros del SANAA, por lo que en la actualidad se han realizado únicamente una parte de las actividades, y la AMDC cree que es necesario revisar las actividades propuestas.

Tabla 3-2-2 Planes de actividades propuestos por el P/M de AQUARUM

	Actividad	Contenido	Estado de implementación
[Corto plazo] Urgente	Establecer 75 sectores hidráulicos (área de distribución)	Instalación de las válvulas, introducción de monitoreo y control a través del sistema de telecontrol (SCADA)	Únicamente se ha implementado en tres áreas de distribución a través del proyecto demostrativo. El SCADA instalado en Picacho requiere reemplazo por fallas.
	Mezcla de agua de diferentes centros de distribución	Instalación de las válvulas en las áreas de distribución mencionadas arriba	Parcialmente implementado.
	Reemplazo de tubos de diferentes diámetros	Corrección del cuello de botella debido a la ampliación no planificada de la red de tuberías y corrección de las áreas con tuberías de diámetro pequeño	Parcialmente implementado.
	Reemplazo de bombas en las estaciones de bombeo	Mayor eficiencia para las bombas pequeñas e ineficientes	No se ha implementado.
	Simplificación de la tubería de descarga del tanque	Organización de varias tuberías en la salida del tanque según el área de distribución para simplificar el trabajo	No se ha implementado.
	Traslado y aumento de válvulas reductoras de presión	Traslado de válvulas reductoras de presión innecesarias por el crecimiento poblacional, establecimiento de la adecuada reducción de la presión y adición de las válvulas en lugares donde se necesiten	No se ha implementado.
	Cobertura de micromedidores	Instalación de micromedidores y mantenimiento de equipos con fallas	Cobertura de medidores: aproximadamente 30%
[Mediano plazo] 5 años	Construcción de nuevos embalses	Construcción de una tubería de conducción entre Los Laureles y Concepción y un embalse, construcción de nuevos tanques en los sectores La Travesía, La Sosa y Cerro el Brujo respectivamente	Se ha construido la tubería de conducción entre Los Laureles y Concepción y el tanque del sector Cerro el Brujo. No se han construido otros tanques.
	Construcción del Embalse Guacerique II	Aumentar la capacidad a 45-50 Mm ³ y el volumen de producción a 1.04 m ³ /s	KOICA realizará el estudio de factibilidad (F/S).
	Ampliación del Embalse Sabacuante	Aumentar el volumen de producción de la planta de Miraflores a 0.23 m ³ /s	Se canceló el proyecto debido a la construcción de la

	Actividad	Contenido	Estado de implementación
			Represa San José en el curso superior.
	Reemplazo de tuberías obsoletas	Reemplazo de las tuberías en los barrios El Bosque y Buenos Aires	Ya se implementó
[Largo plazo] 20 años	Rehabilitación de toda la red de tuberías en el área de abastecimiento	Para las colonias Los Pinos y Villanueva administradas por las Juntas de Agua y los "Barrios en Desarrollo" (unidad de SANAA). En estas colonias, la densidad de población es alta y el desarrollo ha sido ineficiente, por lo que afectan otros barrios del mismo sistema de abastecimiento. También es necesario cambiar el tamaño de las estaciones de bombeo que aumentan la presión en estas dos colonias, así como la ampliación y el traslado del tanque.	No se ha implementado.
	Construcción de la Represa Río del Hombre	Aumentar el volumen de producción de 1.5 a 2.3 m ³ /s	No se ha implementado.

Cabe señalar que el P/M de AQUARUM también menciona sobre la ejecución de la evaluación financiera para reducir el déficit y el escenario de aumento del volumen de producción a corto, mediano y largo plazo para aumentar el volumen de producción de agua, no obstante, estos también son distantes de los actuales planes de desarrollo de fuentes de abastecimiento planificados e implementados por AMDC, es decir, tiene una efectividad baja.

Tabla 3-2-3 Planes de desarrollo de fuentes de agua propuestos por el P/M de AQUARUM

	Actividad	Contenido	Estado de implementación
[Corto plazo]	Gestión integral de las fugas de agua	Con la condición de garantizar el abastecimiento a 24 – 36 horas para poder detectar las fugas de agua con métodos de detección acústica de fugas de agua	La División de Gestión de Fugas de Agua está ejecutando.
	Fortalecimiento del volumen de bombeo del agua subterránea	Según el estudio del SANAA, es posible aumentar a 0.38 m ³ /s.	No se ha implementado.
	Dragado de la Presa Los Laureles	Aumento de abastecimiento de 4,057 m ³ /día	Se ha construido el sistema de dragado, pero se suspendió el uso debido a la proliferación de algas.
	Presa Ojojona	Aumento de 0.3m ³ /s, es necesario realizar el F/S ambiental.	No se ha implementado.
	Laguna del Pescado	Aumento de 0.08 m ³ /s	No se ha implementado.
	Fortalecimiento de la Presa Los Laureles II	Se propuso en el P/M de JICA en 2001. No se ha revisado por la complejidad de las	No se ha implementado.

	Actividad	Contenido	Estado de implementación
		operaciones en caso de la construcción del embalse Quebra Montes o Guacerique II en el curso superior.	
[Mediano y largo plazo]	Construcción del Embalse Guacerique II	Aumento de capacidad de 45-50 Mm ³ , 1.04 m ³ /s	Se ha formulado el plan con la cooperación coreana.
	Construcción de la Represa Río del Hombre	Aumento de volumen de producción de la planta de Picacho a 1.5 - 2.3 m ³ /s	Se ha formulado el plan.
	Ampliación del Embalse Sabacuante	Aumentar de volumen de producción de la planta de Miraflores a 0.23 m ³ /s	Se canceló el proyecto.
	Construcción de la Presa Tatumbra	Aumento de 0.21 m ³ /s	En construcción
	Construcción de la Represa Nacaome	Prolongación de la tubería de conducción de 45.3 km, cinco estaciones de bombeo, 0.4 - 0.5 m ³ /s	Se ha formulado el plan, pero requiere revisión en el aspecto económico.

3-2-2-1 Desarrollo de fuentes de agua y construcción de nuevas plantas potabilizadoras

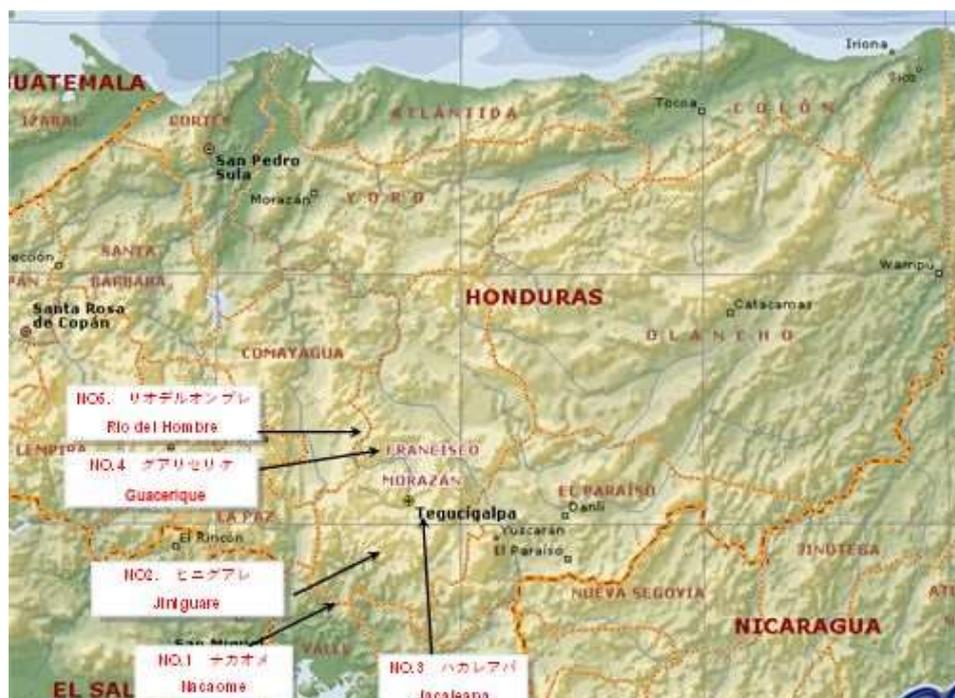
En la Tabla 3-2-4 se muestran los planes actuales de desarrollo de fuentes de abastecimiento. Asimismo, En la Figura 3-2-2 se muestra el mapa de ubicación de planes de desarrollo de fuentes de agua.

Tabla 3-2-4 Planes de desarrollo de fuentes de agua

NO.	Nombre de la fuente	Resumen	Estado de implementación
1	Nacaome	Se capta el agua del Río Nacaome en el cauce inferior de la existente Represa José Cecilio del Valle construida para la generación hidroeléctrica (1,800 L/s), se conduce el agua a la planta potabilizadora, luego desde las instalaciones de conducción hasta las áreas de conducción existentes. La distancia entre la planta potabilizadora y el casco urbano de Tegucigalpa es de 44 km y se proyecta enviar el agua desde 271 m de elevación hasta el casco urbano de Tegucigalpa de 1,571 m de elevación. Para la conducción del agua, se planea construir seis estaciones con bombas de arranque, pero esto implica un costo de conducción.	Se ha realizado estudio y diseño en 2020. (US\$ 197.10 millones) * El plan no es realista debido al alto costo de operación y mantenimiento y la fuerte oposición de los habitantes en el cauce inferior que impiden la formación del consenso social, por lo que la <u>AMDC tiene la intención de discontinuar el plan.</u>
2	Jiniguare	Se construirá una presa de gravedad de concreto reteniendo el agua del Río San José ubicado en las cercanías del existente Embalse La Concepción, una tubería de conducción y una planta potabilizadora (900 L/s).	Se ha realizado estudio y diseño en 2020, <u>están buscando financiamiento.</u> (US\$ 144.70 millones)

NO.	Nombre de la fuente	Resumen	Estado de implementación
3	Jacaleapa	Se construye una presa de gravedad de concreto reteniendo el agua del Río Sabacuante, una tubería de conducción y una planta potabilizadora. Después de la finalización, se suspenderá el uso de la actual Planta Potabilizadora Miraflores.	Se ha realizado estudio y diseño en 2020. Se realizó la licitación en 2020. <u>Las obras se iniciaron a partir de marzo de 2021.</u> Finalización prevista en a Julio de 2024. (US\$ 220 millones)
4	Guacerique	Se construirá una presa en el curso superior de la existente Presa Los Laureles.	Se ha realizado estudio y diseño en 2019. <u>Están buscando financiamiento.</u> (US\$ 378.9 millones) <u>Debido a la generación de muchos casos de reubicación de habitantes, la AMDC tiene la intención de discontinuar el plan.</u>
5	Río del Hombre	Se construirá un embalse en el Río del Hombre para conducir el agua. La construcción está prevista después de 2035.	Se ha realizado estudio y diseño en 2015. <u>Están buscando financiamiento.</u> <u>Para la AMDC, es el proyecto más prometedor.</u>

Fuente: Datos de AMDC



Figra 3-2-2 Mapa de ubicación de planes de desarrollo de fuentes de agua

(1) Proyecto Nacaome

En la Tabla 3-2-5 se muestran las especificaciones del Proyecto Nacaome. Cabe resaltar que el costo de conducción es muy alto, se requiere anualmente US\$ 35.9 millones sólo en concepto de electricidad en seis estaciones de bombeo para enviar el agua desde la planta potabilizadora hasta el casco urbano de Tegucigalpa.

La Represa Nacaome es para la generación hidroeléctrica y el agua descargada se utiliza para el riego en la cuenca del cauce inferior del río. Los Departamentos Choluteca y Valle ubicados en la cuenca del cauce inferior del río están oponiéndose al uso de la fuente de agua para el agua potable del municipio de Tegucigalpa en el Proyecto Nacaome. Existe la posibilidad de que surja un conflicto social en torno al agua en el futuro, además, este proyecto implica un alto costo de operación y mantenimiento, por ende, la AMDC tiene la intención de discontinuar el plan.

Tabla 3-2-5 Principales especificaciones del Proyecto Nacaome

Nombre de la instalación	Especificaciones
Aliviadero	Ancho 115 m Altura 3.8 m
Estación de bombeo para la captación	Pozo de recepción: L17 m×W6 m×H7.1 m, bomba: seis unidades de 370 kW
Tubería de aducción	φ1800×255 m, DIP
Instalación de purificación	Volumen de tratamiento 1800 L/s Flujo de tratamiento: Aireación → Tanque de coagulación y sedimentación → Tanque de filtración rápida
Instalaciones de conducción	Seis estaciones de bombeo (1600 L/s) PS1: 11 bombas (elevación 120 m, longitud total 6.4 km, 4,045 kW) PS2: 16 bombas (elevación 271 m, longitud total 5. km, 5,885 kW) PS3: 14 bombas (elevación 767 m, longitud total 3.49 km, 5,148 kW) PS4: 16 bombas (elevación 1,028 m, longitud total 8.1 km, 5,884 kW) PS5: 17 bombas (elevación 1,313 m, longitud total 4.49 km, 5,884 kW)
Tanque de tratamiento	Cinco tanques, circular (4,200 m ³) * Conectados a la existente red de tubería de conducción (alrededor de la Planta Potabilizadora La Concepción)

Fuente: Datos de la AMDC editados por el Equipo el Estudio

(2) Proyecto Jiniguare

Se planea construir una presa de gravedad de concreto reteniendo el agua del Río San José a la altura de unos 2.0 km al sur del existente Embalse La Concepción, una tubería de conducción de 6.8 km y una nueva planta potabilizadora, para transportar el agua al sistema de conducción existente. En la siguiente Tabla se muestran las principales especificaciones.

Tabla 3-2-6 Proyecto Jiniguare

Nombre de la instalación	Especificaciones
Tanque de almacenamiento	Tipo presa de gravedad de concreto Longitud 298 m Altura 90 m Volumen total de almacenamiento 2.28 km ³

Nombre de la instalación	Especificaciones
	Capacidad efectiva de almacenamiento 2.09 km ³ Volumen de captación 1,000 L/s
Tubería de conducción	φ800×6800 m Tubo de acero Bombas de impulsión: Tres unidades
Planta potabilizadora	Capacidad 900 L/s

Fuente: Datos de la AMDC editados por el Equipo el Estudio

(3) Proyecto Jacaleapa

Se construye una presa aguas abajo de la confluencia del Río Sabacuante y Río Canoas, se capta el agua, se procesa en la planta potabilizadora y se envía al sistema de conducción existente. Después de finalizar este proyecto, se suspenderá el uso de la actual Planta Potabilizadora Miraflores. El 11 de marzo del 2019, la AMDC publicó la convocatoria de manifestaciones de interés para la licitación, y en marzo del 2021, un contratista de Ecuador ganó la licitación e inició las obras. La construcción de la presa y la planta potabilizadora está prevista finalizar dentro de dos años. Cabe señalar que es un contrato llave en mano, por lo que la AMDC especificó los objetivos y las condiciones básicas en el pliego de licitación, luego el contratista debe realizar el diseño detallado. Debido al cambio de diseño realizado en junio del 2021, las obras estaban suspendidas temporalmente. En julio del 2021 se reiniciaron las obras, sin embargo, el plan inicial cambió, ahora se planea captar el agua en dos represas, bombear y enviar por gravedad hacia la planta potabilizadora. En las siguientes Tabla y Figura se muestran las principales especificaciones. La finalización de las obras está prevista para julio del 2024.

Tabla 3-2-7 Proyecto Jacaleapa

Nombre de la instalación	Especificaciones
Tanque de almacenamiento	Tipo: presa de gravedad Material: concreto Capacidad de almacenamiento 9,200 km ³ Longitud 62 m Elevación de la solera 1,062.30mm Caudal de diseño de bocatoma 800 L/s
Planta potabilizadora	Caudal de producción 800 L/s Tipo: planta de módulos Aireador, coagulación, sedimentación rápida, inyección de químicos, filtración en arena, panel de control, tuberías, sistema de lavado a contracorriente, equipos de análisis de calidad de agua

Fuente: Datos de la AMDC editados por el Equipo el Estudio



Sitio de construcción de la Presa Jacaleapa y la planta potabilizadora

<p>Sitio de construcción del aliviadero (①)</p>	<p>Sitio de construcción de la presa (②)</p>
<p>Sitio de construcción de la planta potabilizadora (③)</p>	<p>Oficina temporal para la construcción</p>

Figra 3-2-3 Descripción general del Proyecto Jacaleapa

(4) Proyecto Guacerique

Este proyecto se mencionaba en el Plan Maestro de abastecimiento de agua formulado como

producto del Estudio del Plan de Abastecimiento de Agua en el Municipio de Tegucigalpa en 2001 donde se planteaba construir una presa aguas arriba de la existente Presa Los Laureles y ampliar la existente Planta Potabilizadora Los Laureles, denominado como Proyecto Los Laureles II, y construir una presa y una planta potabilizadora (1,250 L/s) en Quebra Montes. Posteriormente, como resultado de la revisión interna en AMDC, se planteó construir cuatro presas pequeñas en Guacerique, aguas arriba de la Presa Los Laureles, para garantizar el volumen faltante de agua en la estación seca y conducir el agua a la existente Planta Potabilizadora Los Laureles. En 2020, se realizó la licitación en modalidad de contrato llave en mano, sin embargo, fue declarada desierta. Este plan generará muchos casos de reubicación de habitantes, por consiguiente, la AMDC tiene la intención de discontinuar el plan. En la siguiente Tabla se muestran las principales especificaciones.

Tabla 3-2-8 Proyecto Guacerique

Nombre de la instalación	Especificaciones
Embalses almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Cuatro presas en la cuenca del Río Guacerique • Capacidad total: 12 millones de m³

Fuente: Datos de la AMDC editados por el Equipo el Estudio

(5) Proyecto Río del Hombre

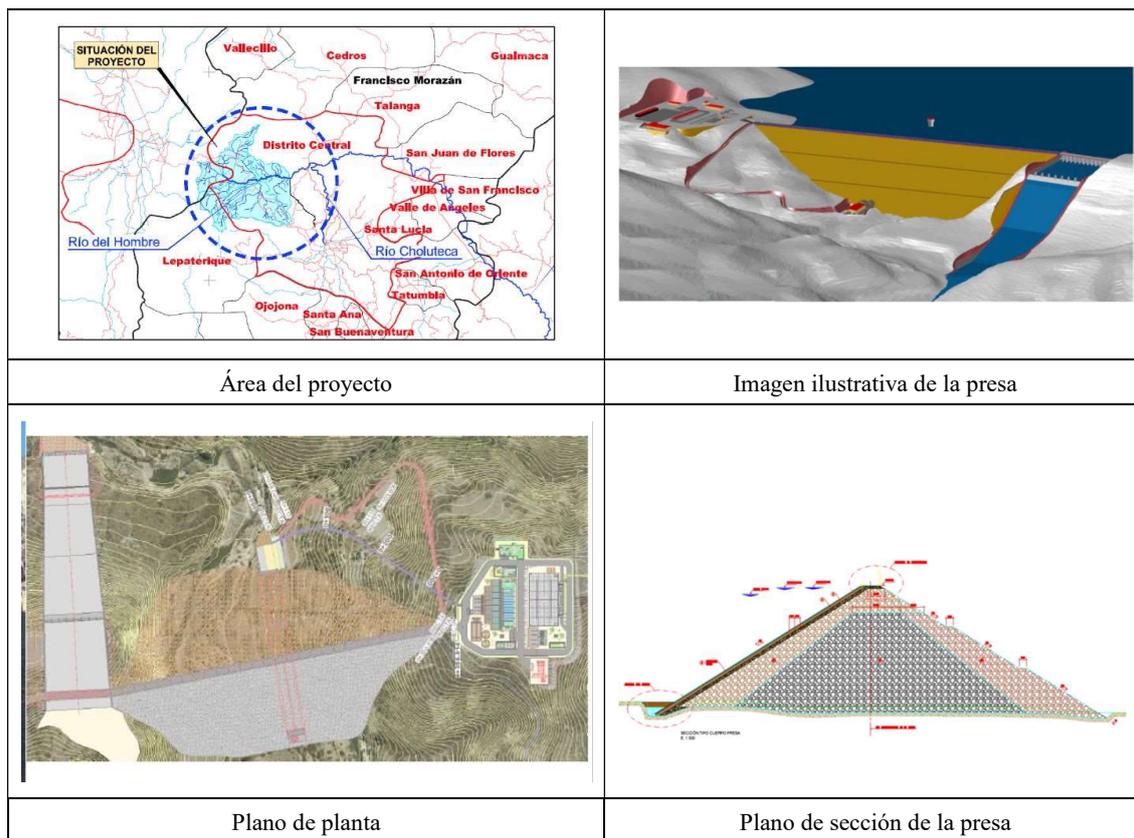
Se plantea construir un embalse en el Río del Hombre y conducir el agua a una nueva planta potabilizadora. En 2014, se formuló el Plan Básico. Para la AMDC, es el plan más efectivo en este momento. En la siguiente Tabla se muestran las principales especificaciones. El método de potabilización planteado es la ozonización. Es un método de potabilización avanzado. Para la ozonización, normalmente se instala el filtro de carbón activado en el proceso posterior para eliminar el producto de ozonólisis. Es necesario revisar nuevamente los costos de construcción, las funciones y los costos de operación y mantenimiento, incluyendo los costos de otros procesos de potabilización.

Tabla 3-2-9 Proyecto Río del Hombre

Nombre de la instalación	Especificaciones
Embalse	Tipo: presa de enrocamiento (Altura 89.4 m, longitud 675 m) Capacidad de almacenamiento 124 millones de m ³
Instalaciones de captación	Torre de captación: Altura 90 m Tubo de captación: 1,200 mm Volumen de captación: 2,100 m ³ /s Bombas 4+1 (reserva) unidades Tubo de captación 356 m (φ1200)
Planta potabilizadora	Capacidad 2.000 L/s Ozonización → Tanque de coagulación → Tanque de sedimentación → Filtración rápida → Ozonización → Cloración Tanque de agua potabilizada 20,000m ³
Instalaciones de transmisión	① Bombeo (358.00 m de elevación) Bombas 8+1 (reserva) unidades Especificaciones de la bomba 250 L/s×300 m Tubo de transmisión φ1200

	Longitud total 3,931 m ② Tanque de relevo (por gravedad desde el tanque de relevo hacia la ciudad) Capacidad del tanque: 4,500 m ³ Diámetro del tubo de transmisión ϕ 1200 Longitud total del tubo de transmisión 10,510 m Diámetro del tubo de transmisión ϕ 1200
Tanque de distribución	Capacidad del tanque: 30,000 m ³ (1255 m de elevación)

Fuente: Datos de la AMDC editados por el Equipo el Estudio



Figra 3-2-4 Descripción general de las instalaciones de Río del Hombre

3-2-2-2 Rehabilitación de las plantas potabilizadoras existentes

La rehabilitación de las plantas potabilizadoras existentes se implementa con la finalidad de mejorar la eficiencia de las plantas potabilizadoras y mejorar el volumen de producción hasta el 95 % de la capacidad de diseño, según el "Proyecto para el Fortalecimiento del Servicio de Agua Potable en Tegucigalpa" del Banco Mundial. Aunque no se ha iniciado aún hasta la fecha, se proyecta iniciar el estudio a partir del 2022 y ejecutar las obras de rehabilitación entre el 2023 y el 2024 según los resultados del estudio. En la siguiente Tabla se muestran los detalles de la rehabilitación.

Tabla 3-2-10 Detalles de la rehabilitación de las plantas potabilizadoras existentes

Nombre de la instalación	Detalles
Planta Potabilizadora Los Laureles	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitación de la instalación de cloración • Instalación del filtro de pretratamiento para eliminar algas • Rehabilitación de la filtración en arena (cambio de medio de filtración a filtración de cama doble con antracita y rehabilitación del colador) • Reutilización parcial de aguas residuales • Mayor eficiencia energética (instalación de condensador, reemplazo de motor de la bomba) • Instalación del caudalímetro y dispositivo de comunicación para el control de datos • Introducción de los equipos administrativos (introducción del ambiente de comunicación para la administración y el monitoreo de la información, introducción de computadoras, etc.) • Introducción de los equipos de laboratorio de calidad de agua
Planta Potabilizadora La Concepción	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitación de las instalaciones de inyección de químicos • Rehabilitación de las instalaciones de cloración • Instalación de la bomba para el uso común del acueducto de desviación de agua cruda desde la Planta Potabilizadora La Concepción hasta la Planta Potabilizadora Los Laureles. * Ya está construido el Trasvase desde el embalse Los Laureles hasta la Planta Potabilizadora La Concepción. • Instalación del techo en el tanque de sedimentación (panel solar) • Reutilización parcial de aguas residuales • Rehabilitación del colador para la filtración rápida • Instalación del caudalímetro y dispositivo de comunicación para el control de datos • Introducción de los equipos administrativos (introducción del ambiente de comunicación para la administración y el monitoreo de la información, introducción de computadoras, etc.) • Introducción de los equipos de laboratorio de calidad de agua
Planta Potabilizadora Picacho	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitación de las instalaciones de conducción (línea Jutiapa) * Se realiza el monitoreo para la instalación de medidores debido al robo de agua en el trayecto de la distribución a los poblados cercanos. • Rehabilitación de las instalaciones de inyección de químicos • Rehabilitación de las instalaciones de cloración • Rehabilitación de las instalaciones de coagulación • Reemplazo de las válvulas en la planta potabilizadora • Reemplazo de la arena en las instalaciones de filtración rápida • Reutilización parcial de aguas residuales • Rehabilitación del colador para la filtración rápida • Mayor eficiencia energética (instalaciones de condensador, reemplazo de motor de la bomba) • Instalación del caudalímetro y dispositivo de comunicación para el control de datos • Introducción de los equipos administrativos (introducción del ambiente de comunicación para la administración y el monitoreo de la información, introducción de computadoras, etc.) • Instalación de los equipos de laboratorio de calidad de agua

Fuente: Datos de la AMDC editados por el Equipo el Estudio

3-2-2-3 Sectorización de áreas de distribución en bloques

En 15 áreas de distribución del sistema de conducción Picacho, se sectorizarán áreas de abastecimiento en Distritos Hidrométricos (en adelante, "DMA") para medir y controlar el volumen de abastecimiento con medidores de agua. Asimismo, se establecerá la línea de base de agua no facturada (ANF) y se realizarán actividades para la detección de las causas de fugas de agua y para la reducción de ANF. En la siguiente Tabla se muestran las áreas objeto de sectorización. Estas actividades también se finalizarán entre el 2023 y el 2024, al igual que la construcción de la planta potabilizadora.

Tabla 3-2-11 Áreas objeto de sectorización en DMA

Sector	Nombre del sector	Número de conexiones
1	Canal 11 (2 sectores)	4,514
2	Sosa	9,097
3	Travesía	6,222
4	Molinón	322
5	Linderos I	2,658
6	Linderos II	621
7	Leona I	4,711
8	Leona II	4,181
9	Leona III	1,632
10	Centro Olimpo 1	3,381
11	Centro Olimpo 2	5,678
12	Porvenir	555
13	Rincón	216
14	Canaán	1,101

Fuente: Datos de AMDC editados por el Equipo el Estudio

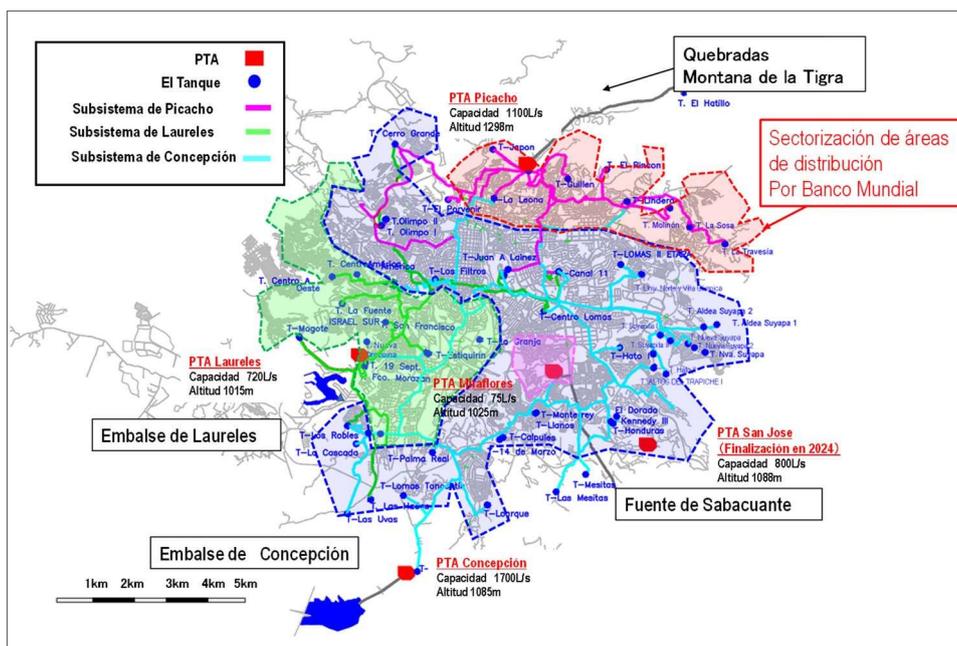


Figura 3-2-5 Áreas objeto de sectorización en DMA

3-2-3 Solicitudes por parte de la AMDC

En enero del 2021, la AMDC expuso ante JICA los detalles de la asistencia que desea recibir en el futuro. Las solicitudes se categorizan en planes a corto, mediano y largo plazo, y los proyectos de agua y saneamiento son 22 en total. En la siguiente Tabla se muestra el resumen de las solicitudes.

Tabla 3-2-12 Resumen de las solicitudes por parte de AMDC

Urgencia	NO	Detalles del proyecto	Monto (millón de US\$)
Corto plazo Fase 1	R-1	Sectorización de áreas de distribución en bloques (siete áreas)	1.2
	R-2	Rehabilitación del sistema de conducción Picacho (siete áreas)	1.2
	R-3	Rehabilitación y nueva construcción de embalses (embalses: cuatro)	0.6
	R-4	Mayor eficiencia en la operación de las estaciones de bombeo del sistema de conducción (10 áreas)	3.0
	R-5	Instalación de los medidores (medidor inteligente, macromedidor) (un sector)	2.0
	R-6	Restablecimiento y ampliación de SCADA (Planta Potabilizadora Picacho)	1.0
	R-7	Formulación del Plan Maestro de agua y saneamiento en base a la gestión integral de recursos hídricos	4.0
	R-8	Gestión de la demanda de agua (planificación de políticas, medidas contra las fugas de agua y actividades de sensibilización para el ahorro de agua)	2.0
Corto plazo Fase 2	R-9	Sectorización de áreas de distribución en bloques (todo el casco urbano)	1.4
	R-10	Mayor eficiencia en la operación de las estaciones de bombeo del sistema de conducción (8 áreas)	2.0
	R-11	Rehabilitación y construcción de nuevos tanques de distribución, Fase 2 (13 sectores)	8.4
	R-12	Ampliación del sistema de conducción (cuatro líneas de tubería de conducción)	1.0
	R-13	Instalación de tuberías del sistema de conducción (dos líneas de tubería de conducción)	0.9
	R-14	Restablecimiento de SCADA (Picacho)	0.3
	R-15	Reemplazo de la red de tuberías obsoletas de la red de distribución (8 sectores)	2.0
	R-16	Gestión de la demanda de agua, Fase 2 (planificación de políticas, medidas contra las fugas de agua y actividades de sensibilización para el ahorro de agua)	1.0
Mediano plazo	R-17	Ampliación de la capacidad de embalses	11.43
	R-18	Obras de reemplazo de las tuberías obsoletas (Buenos Aires, El Bosque)	3.06
	R-19	Proyecto de construcción del Embalse Guacerique (aguas arriba de la Presa Los Laureles)	50
	R-20	Obras de rehabilitación de la planta de tratamiento de aguas residuales La Vega, rehabilitación de red de alcantarillado	104.13
Largo plazo	R-21	Reemplazo de la red de tuberías de distribución (toda el área)	2.2
	R-22	Construcción de presa de enrocamiento y planta potabilizadora (2,000L./s) (Río del Hombre)	302.4

Fuente: Datos de AMDC editados por el Equipo el Estudio

3-3 Situación actual del sistema de agua potable y los desafíos

A continuación, se describe la situación actual del sistema de agua potable y los desafíos: 3-3-1 se refiere a las Fuentes de agua, instalaciones de captación y tuberías de conducción, 3-3-2 se refiere a las Instalaciones de planta potabilizadora y 3-3-3 se refiere a las instalaciones de transmisión y distribución.

En la Figura 3-3-1, se muestra el esquema general del sistema de agua potable. También en la Figura 3-3-2, se muestra el mapa de ubicación de las instalaciones del sistema de agua potable. El agua se conduce por gravedad desde cuatro fuentes de agua de arroyo, presa y río hasta las plantas potabilizadoras. Desde la Planta Potabilizadora El Picacho, el agua se distribuye por gravedad hacia los tanques de distribución. La Planta Potabilizadora La Concepción es la planta más grande de la ciudad y envía el agua hacia los tanques de distribución por gravedad y por bombeo para la zona Este. Desde la Planta Potabilizadora Los Laureles, la transmisión se realiza principalmente por bombeo hacia los tanques de distribución. La Planta Potabilizadora Miraflores tiene un tanque de agua potabilizada dentro de la planta, y de ahí se distribuye únicamente al sector Miraflores.

El municipio de Tegucigalpa es un valle con lomas pronunciadas y topografía ondulada, por lo tanto, la transmisión de agua se realiza por bombeo utilizando 26 estaciones de bombeo hacia la ciudad. La Planta Potabilizadora Los Laureles, ubicada en la zona suroeste a una elevación baja de 1,015m, envía el agua por bombeo hacia la zona norte y oeste. Igualmente, en la Planta Potabilizadora La Concepción, ubicada en la zona sur a una elevación de 1,085 m, el agua se envía por bombeo hacia la zona norte y este a través de los tanques de distribución y las estaciones de bombeo. Otra fuente de agua de la ciudad, aunque son más pequeños en comparación con cuatro plantas potabilizadoras, son cuatro pozos para distribuir el agua únicamente al sector Satélite que es un área de distribución. Afuera de la ciudad, al noreste, la Planta Potabilizadora El Chimbo distribuye el agua únicamente a los sectores aledaños.

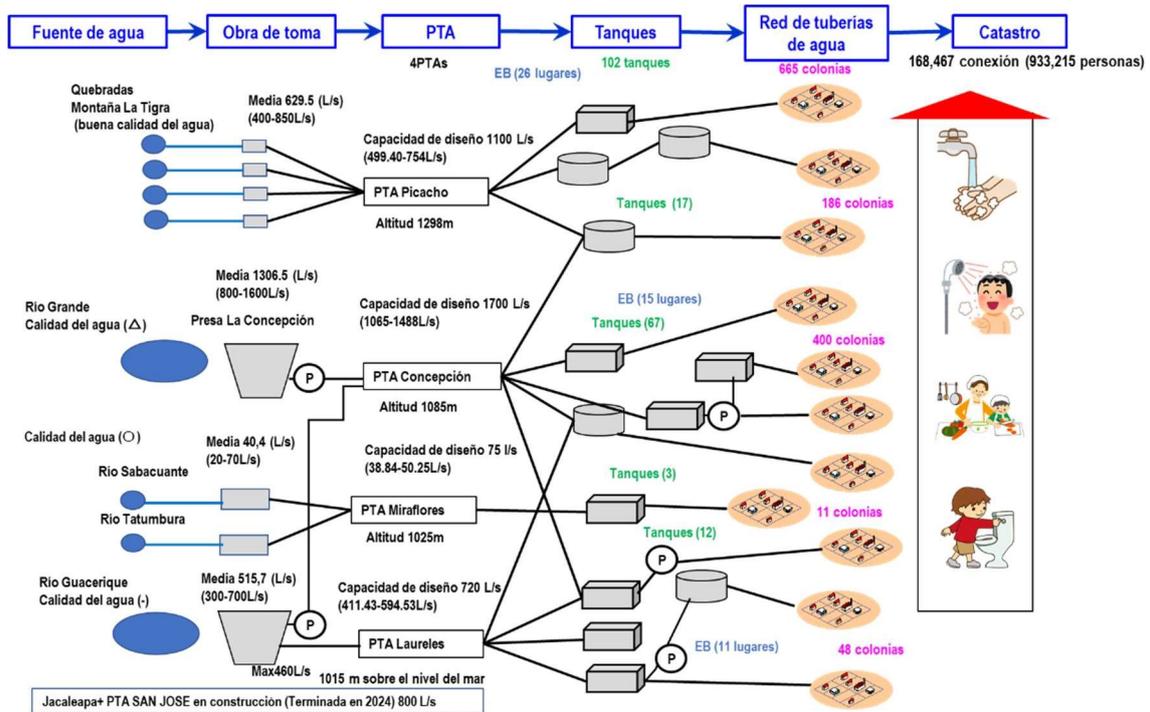
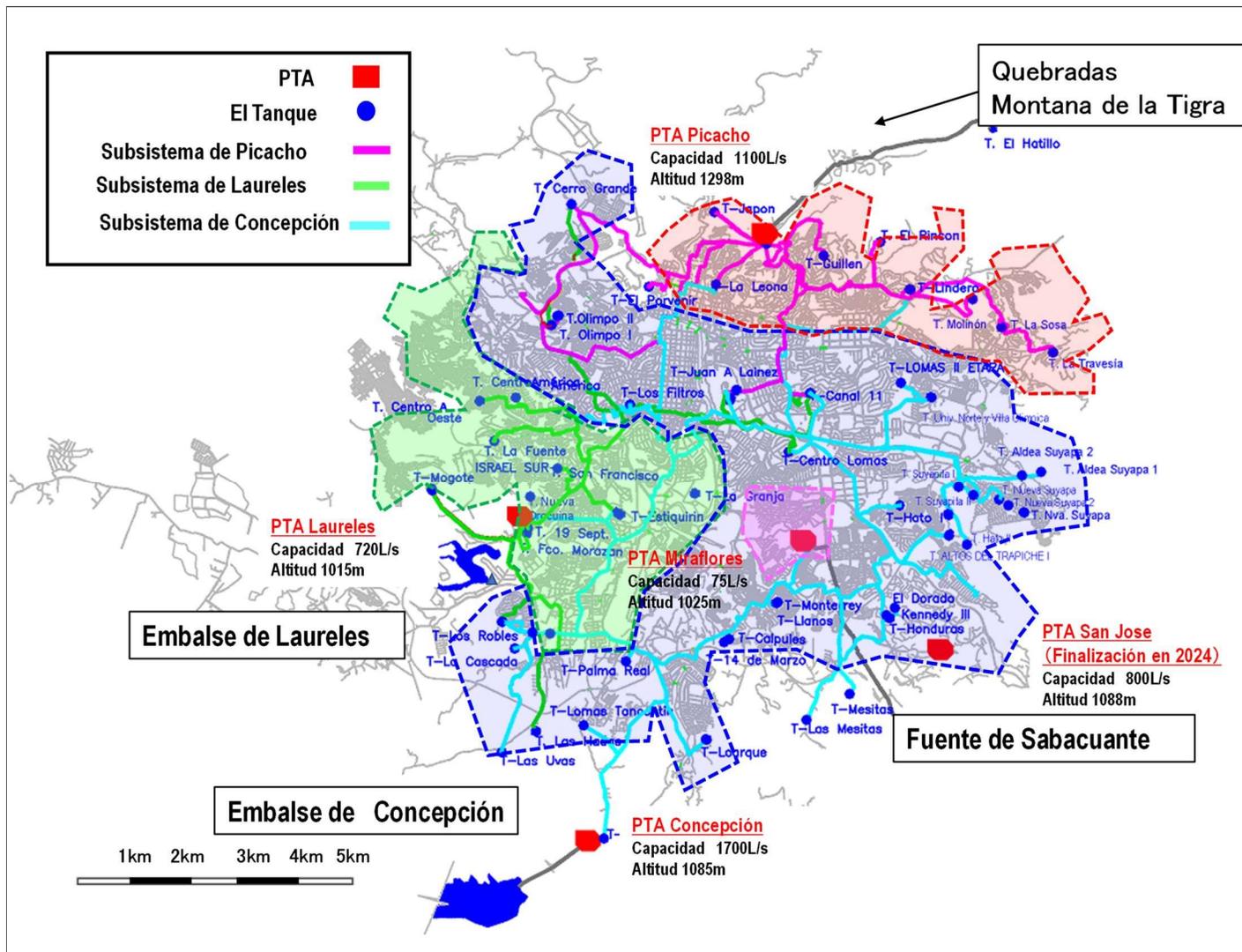


Figura 3-3-1 Esquema general del sistema de agua potable



Figra 3-3-2 Mapa de ubicación de las instalaciones del sistema de agua potable

3-3-1 Fuentes de agua, Obras de captación y tuberías de Conducción

3-3-3-1 describe sobre las Fuentes de agua e instalaciones de captación y 3-3-3-2 describe sobre la Operación y mantenimiento.

3-3-1-1 Fuentes de agua y Obras de captación

Existen cinco fuentes de agua que suministran el agua al municipio de Tegucigalpa: 1) Sistema de Conducción Picacho, que capta el agua de los arroyos de la Montaña de La Tigra, ubicada al norte de la ciudad; 2) Sistema de Conducción Los Laureles, que capta el agua de la Presa Los Laureles cuya fuente es el Río Guacerique, ubicado al oeste de la ciudad; 3) Sistema de Embalse La Concepción, que capta el agua del Embalse La Concepción cuya fuente es el Río Grande ubicado al sur de la ciudad; 4) Sistema de Conducción Miraflores, que capta el agua del Río Sabacuante y el Río Canoas; y 5) Campo de pozos del sector Satélite, en las cercanías del Aeropuerto Internacional de Toncontín ubicado en el centro de la ciudad. En la Tabla 3-3-1 se muestra el resumen de las fuentes de agua y en la Figura 3-3-3 se muestra el mapa de ubicación de las fuentes de agua y las plantas potabilizadoras.

Tabla 3-3-1 Resumen de las fuentes de agua

NO	Nombre del sistema de Conducción	Fuente de agua	Año de construcción	Obra de captación	Planta Potabilizadora
1	Picacho	Arroyos de la montaña de La Tigra	1957	Presas Derivadoras	Picacho
		1) San Juancito			
		2) Jucuaras			
		3) Jutiapa			
		4) Carrizal	2004		El Chimbo
4) Carrizal * Se conduce al agua desviando una parte.					
2	La Concepción	Río Grande	1993	Presa de gravedad de concreto	La Concepción
3	Los Laureles	Río Guacerique	1976	Presa de enrocamiento	Los Laureles
4	Miraflores	Río Sabacuante Río Canoas	1976	Presa Derivadora	Miraflores
5	Satélite	Pozos	2000	4 pozos	-

Fuente: Editado por el Equipo del Estudio a partir de las entrevistas al SANAA

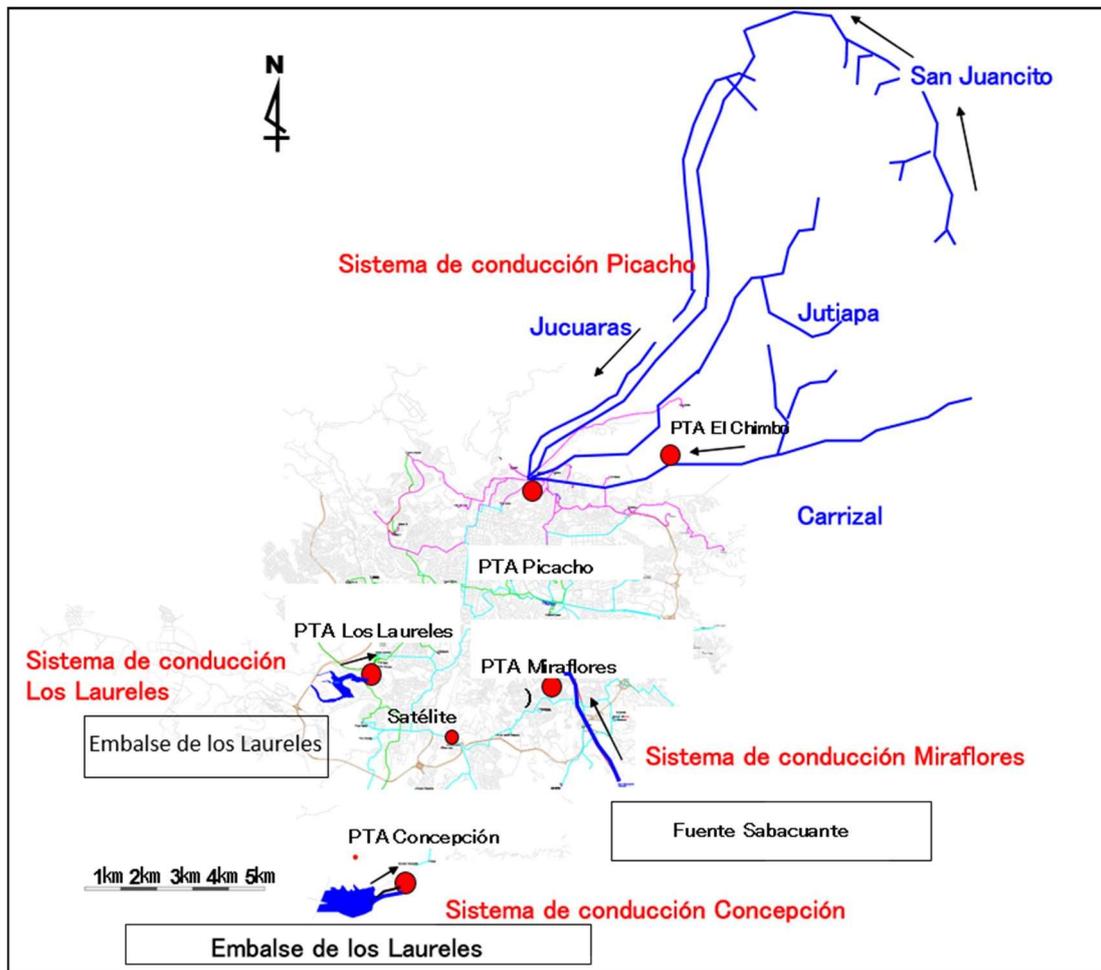


Figura 3-3-3 Mapa de ubicación de las fuentes de agua y las plantas potabilizadoras

En la Tabla 3-3-2 se muestra el resumen de las tuberías de los sistemas de conducción. La tubería de conducción de Picacho desde las fuentes de la Montaña de La Tigra hasta la Planta Potabilizadora Picacho tiene un diámetro de 250 mm a 600 mm, y la longitud total es de 93 km. La tubería de conducción desde el Embalse La Concepción hasta la Planta Potabilizadora La Concepción tiene un diámetro de 1500 mm, y la longitud total es de 1.8 km. La tubería de conducción de Los Laureles desde la Presa Los Laureles hasta la Planta Potabilizadora Los Laureles tiene un diámetro de 1000 mm, y la longitud total, 1.8 km. La tubería de conducción desde la fuente de agua de Sabacuante hasta Miraflores tiene un diámetro de 500 mm, y la longitud total, 19 km. El tipo de tubo utilizado en todas las tuberías es hierro dúctil (DIP).

Tabla 3-3-2 Resumen de las tuberías de Conducción

No.	Sistema de Conducción	Tubería de Conducción		
		Diámetro (mm)	Distancia de la tubería (km)	Tipo de tubo
1	Picacho	600-500	36.0	HFD
		350-300	24.0	
		250	13.0	
		400	20.0	
2	La Concepción	1,500	1.80	
3	Los Laureles	1,000	0.80	
4	Miraflores	500	19.00	

Fuente: Editado por el Equipo del Estudio a partir de las entrevistas al SANAA

En la Tabla 3-3-3 se muestra el volumen promedio de captación de los sistemas de conducción entre 2016 y 2020 y el volumen de captación en la estación lluviosa y en la estación seca. El volumen promedio anual de captación del sistema de conducción Picacho es de 631.74 L/s y ocupa el 25.2 % del total, el volumen promedio anual de captación del sistema de conducción La Concepción es de 1,306.53 L/s y ocupa el 52.1 % del total, el volumen promedio anual de captación del sistema de conducción Los Laureles ocupa el 20.6% del total, el volumen promedio anual de captación del sistema de conducción Miraflores es de 40.49 L/s y ocupa el 1.6 % del total y el volumen total de suministro de Satélite (pozos) es de 11.34 L/s y ocupa el 0.5 % del total. Lo anterior indica que los sistemas de conducción de La Concepción, Picacho y Los Laureles ocupan el 97.8 % del total.

En la Figura 3-3-4 se muestra el volumen anual de captación entre 2016 y 2020. En comparación con los años anteriores, en el segundo semestre del 2019 y el primer semestre del 2020 se registró poca precipitación, como resultado, el volumen anual de captación en 2019 y 2020 se redujo en un 25 % en relación al 2018.

Tabla 3-3-3 Volumen promedio de captación de los sistemas de Conducción

(Unidad: L/s)

NO	Sistema de Conducción	Volumen de captación (2016-2020)			Porcentaje sobre el total (%)
		Promedio anual	Estación seca (noviembre – abril)	Estación lluviosa (mayo – octubre)	
1	Picacho	629.51	601.72	657.30	25.1
	Aguas Arriba Aguas Abajo				
	Chimbo				
2	La Concepción	1,306.53	1,291.28	1,321.78	52.1
3	Los Laureles	515.68	479.32	552.04	20.6
4	Miraflores	40.39	42.17	38.62	1.6
5	Satélite	11.34	11.25	11.42	0.5
Total		2,506	2,428	2,583	-

Fuente: Editado por el Equipo del Estudio a partir de las entrevistas al SANAA

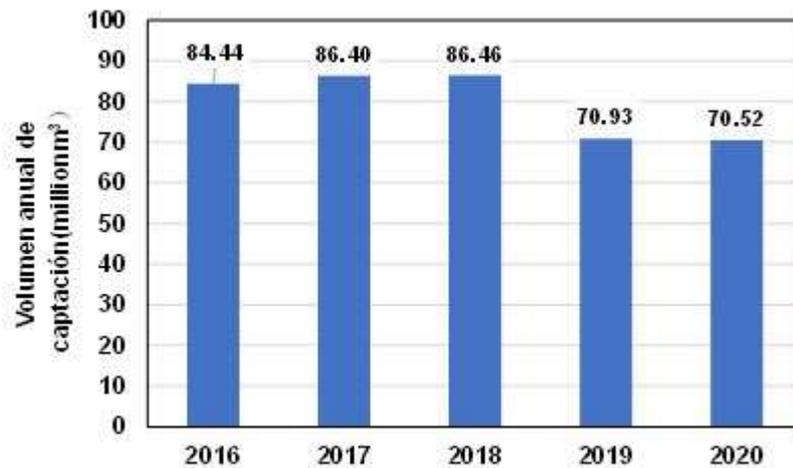


Figura 3-3-4 Volumen anual de captación

3-3-1-1-1 Sistema de Conducción Picacho

La fuente de agua de este sistema son arroyos entre 1,000 m - 1,200 m de elevación pertenecientes al sistema de Montaña de La Tigra ubicado al norte del municipio de Tegucigalpa. La planta potabilizadora y las líneas de conducción se encuentran dentro de la reserva ecológica del Parque Nacional La Tigra. El agua se capta desde 23 obras de derivación de concreto instalados en más de 20 arroyos. El sistema consiste de cuatro tuberías de conducción: San Juancito, Jucuaras, Jutiapa y Carrizal; y el agua se conduce por gravedad hacia la planta potabilizadora. La longitud total de la línea San Juancito es de 36km, la longitud total de la línea Jucuaras es de 24 km, la longitud total de Jutiapa es de 13 km y la de Carrizal, 20 km. La Montaña de La Tigra tiene una geología de poca vegetación con rocas afloradas, y su geología y topografía no permiten almacenar el agua pluvial, por lo tanto, la recarga de acuíferos en la fuente de agua no es favorable. En la estación lluviosa, la corriente de agua fluye instantáneamente como agua superficial. Por otro lado, la cima de la montaña tiene difícil acceso que dificulta el ingreso de las maquinarias pesadas, por lo que es difícil desarrollar una nueva fuente de agua, por ejemplo, presa de almacenamiento de aguas superficiales.

En la Figura 3-3-5 se muestra la variación mensual del volumen de captación entre 2016 y 2020 y en la Figura 3-3-6 se muestra el volumen total anual de captación. El volumen de captación se incrementa en la estación lluviosa de agosto a diciembre, pero en la estación seca de febrero a abril se reduce hasta la mitad. El volumen total anual de captación entre 2016 y 2018 es entre 21-24 millones m³ y en los años 2019 y 2020 se redujo hasta 15-17 millones m³ debido a la poca precipitación, registrando una disminución de 20 % - 30 % en relación con otros años.

En la Figura 3-3-7 se muestra la variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad) entre 2016 y 2020. El nivel de turbidez del agua cruda es bajo, con 3-10 NTU o menos en la estación seca y 10 – 20 NTU en la estación lluviosa. En caso del 2020, se registró el nivel máximo de turbidez de 99 NTU debido a los huracanes. El nivel de color es de 10-20 UC en la estación seca y 20 – 40 UC en la estación lluviosa. En 2020, al igual que la turbidez, se registró el nivel máximo de color de 116 UC debido a los huracanes. El pH es de aproximadamente 6.2 - 6.8 con una tendencia a

la acidez leve. Dicen que esto tiene que ver con el desarrollo de las minas en el pasado. La alcalinidad tiende a ser baja todo el año con 5 – 15 mg/L.

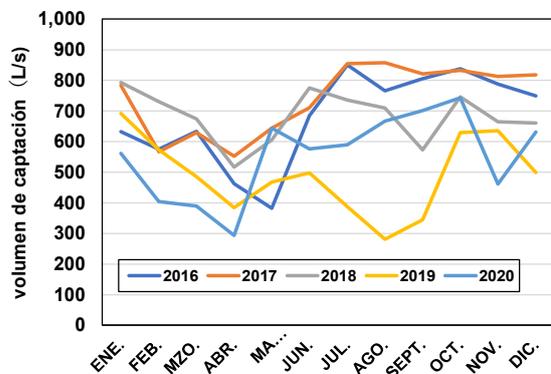


Figura 3-3-5 Variación mensual del volumen de captación

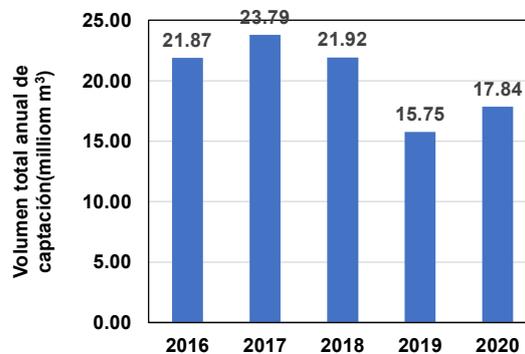


Figura 3-3-6 Variación mensual del volumen de captación

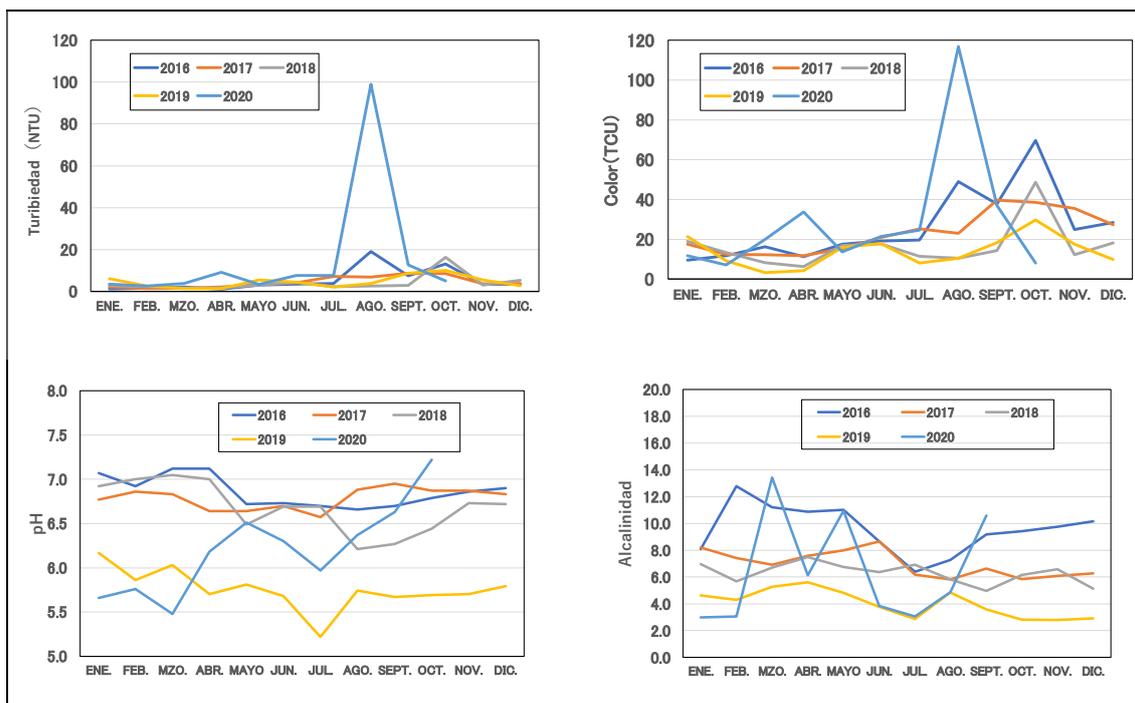


Figura 3-3-7 Variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad)



3-3-1-1-2 Sistema de Conducción La Concepción

El Embalse La Concepción es una presa de gravedad que retiene el agua del Río Grande. Está ubicado al Suroeste del municipio de Tegucigalpa y ocupa la mitad del abastecimiento de agua del municipio de Tegucigalpa. Fue construido entre 1989 y 1992 con el financiamiento de los gobiernos de Italia y Francia y parcialmente con fondos locales. En la Tabla 3-3-4 se muestran las especificaciones del embalse.

A raíz del Huracán Mitch de 1998, el caudal fluvial se redujo y no podía llenar el embalse, por lo que se optó por construir una presa derivadora en el río colindante Ojojona para desviar el flujo hacia el Embalse La Concepción. Actualmente, el agua captada en el río Ojojona se envía directamente a la tubería de conducción que viene del Embalse La Concepción, ya que existe la contaminación del agua en el río Ojojona y se observa la proliferación masiva de algas en el Embalse La Concepción debido a la eutrofización. En el futuro, se planea cambiar el tubo de captación a un tubo de diámetro más grande para aumentar el volumen de captación. En 2006 se reforzó el embalse y se instalaron 3 compuertas automáticas. En 2018 se construyó una nueva tubería de conducción (Trasvase), desde la Presa Los Laureles hasta la Planta Potabilizadora La Concepción, para conducir el agua sobrante de la Presa Los Laureles hacia la Planta Potabilizadora La Concepción. Cabe señalar que en el cauce inferior del Embalse La Concepción, hay tres bombas de arranque para conducir el agua hacia la Planta Potabilizadora La Concepción. Durante el período de enero a abril cuando cae el nivel de agua del embalse, se envía el agua con tres bombas de arranque de $9.46 \text{ m}^3/\text{min} \times 45.7\text{m}$ (una es reserva).

Tabla 3-3-4 Especificaciones de la presa

Rubro	Contenido
Altura (m)	64
Longitud de cresta (m)	710
Tipo	Presa de gravedad de concreto
Área de captación (km ²)	140
Capacidad total de almacenamiento (millón de m ³)	De 36 a 40
Aliviadero (m ³ /s)	923
Caudal de entrada (m ³ /s)	1.32
Número de compuertas	4

Fuente: Editado por el Equipo del Estudio a partir de las entrevistas al SANAA

En la Figura 3-3-8 se muestra la variación mensual del volumen de captación entre 2016 y 2020 y

en la Figura 3-3-9 se muestra el volumen total anual de captación. El volumen promedio de captación es de 1,306.53 L/s. En la estación lluviosa, el volumen promedio es de unos 1,100 - 1,400 L/s y en la estación seca, entre 950 - 1,300 L/s. En caso del 2019, entre agosto y diciembre, en plena estación lluviosa, el volumen de captación se redujo en un 40 % registrando unos 800 L/s. Si se compara el volumen total anual de captación, por las pocas lluvias de 2019, el volumen se redujo en un 15 % y 28 % en 2019 y 2020 respectivamente.

A continuación, en la Figura 3-3-10 se muestra la variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad) entre 2016 y 2020. Tanto el nivel de turbidez como el de color aumenta en la estación lluviosa de agosto a octubre. El nivel máximo de turbidez es de 140 NTU y el de color es de 400 UC. Por otro lado, en la estación seca, el nivel de turbidez es de 30 - 60 UC y el de color, 100 - 150 UC. El pH es de 6.8 - 7.8. En caso del 2020, de enero a abril, la tendencia es a la alcalinidad. Cabe resaltar que en los últimos años se ha realizado la reforestación de la cuenca una vez al año para la conservación ambiental de la fuente de agua.

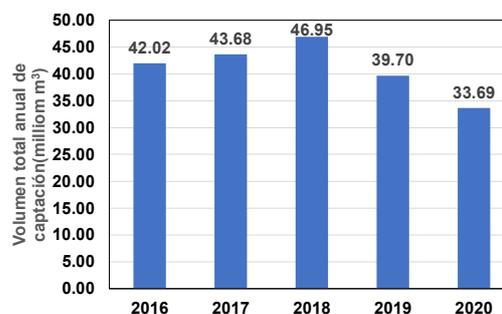
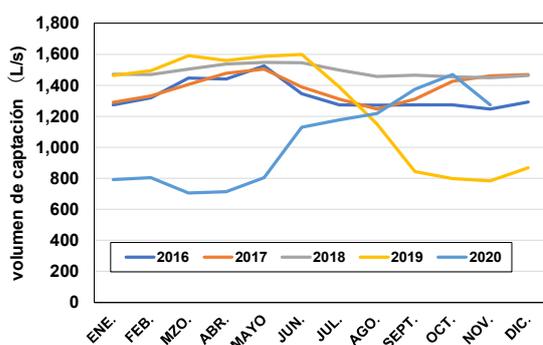


Figura 3-3-8 Variación mensual del volumen de captación

Figura 3-3-9 Volumen total anual de captación

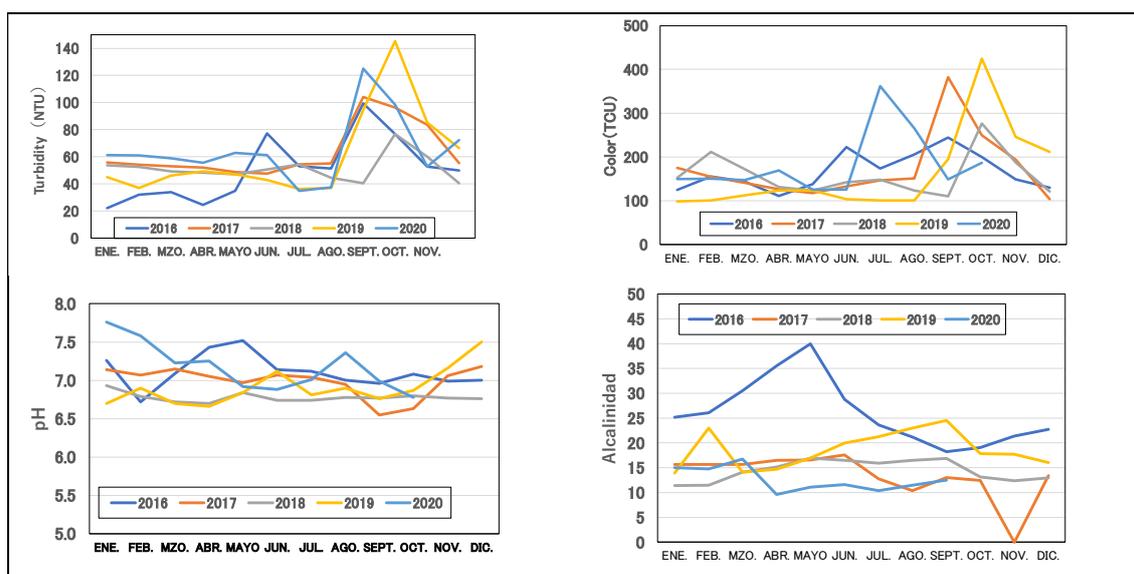


Figura 3-3-10 Variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad)

	
<p>Vista Aérea del embalse</p>	<p>Vista frontal del embalse</p>
	
<p>Tubo de conducción (φ1100)</p>	<p>Bombas de arranque</p>

3-3-1-1-3 Sistema de Conducción Los Laureles

La Presa Los Laureles es una presa de enrocamiento que retiene el agua del Río Guacerique. Está ubicada al oeste del municipio de Tegucigalpa y ocupa el 20.6% del abastecimiento de agua del municipio de Tegucigalpa. Fue construida entre 1976 y 1978 con préstamo del BID como embalse para abastecimiento de agua potable. En la Tabla 3-3-5 se muestran las especificaciones de la presa.

Desde la construcción hasta la fecha, se han realizado mejoras y rehabilitaciones que se mencionan a continuación. En 1997 se instaló una presa inflable de 3m en el canal de descarga con préstamo del BID para ampliar el volumen de almacenamiento. Asimismo, ante el deterioro de la calidad del agua, en 2004 se modificó la forma de captación, cambiando las instalaciones que captan el agua desde el fondo a la instalación tipo flotante que capta el agua superficial. Posteriormente, la tubería de captación sufrió la caída de rendimiento por la obstrucción de la tubería y se dañó en 2009, por lo que nuevamente cambió la forma de captación regresando a la captación del agua del fondo. Sin embargo, la calidad del agua en el fondo del embalse es mala, y el olor y el sabor extraño del agua potable se ha vuelto problemático. Por esta razón, en 2015 se restauraron las instalaciones de captación tipo flotante para regresar a la captación del agua superficial. En el mismo año, se instaló una barcaza de dragado para remover sedimentos en el área de recolección de agua de la presa. Alrededor de 2016, se dañó el

sistema de dragado y desde entonces no se ha reparado. Cabe señalar que el agua cruda de la Presa Los Laureles se envía hacia la Planta Potabilizadora La Concepción con tres bombas de arranque de 225 L/s x 100 m x 300kW (una es reserva) durante el período de octubre a enero principalmente.

Tabla 3-3-5 Especificaciones de la presa

Rubro	Contenido
Altura (m)	39
Longitud de cresta (m)	112
Tipo	Presa de enrocamiento
Área de Captación (km ²)	194
Capacidad total de almacenamiento (millón de m ³)	12 millones
Rebose (m ³ /s)	720
Caudal de entrada (m ³ /s)	0.9

Fuente: Editado por el Equipo del Estudio a partir de las entrevistas al SANAA

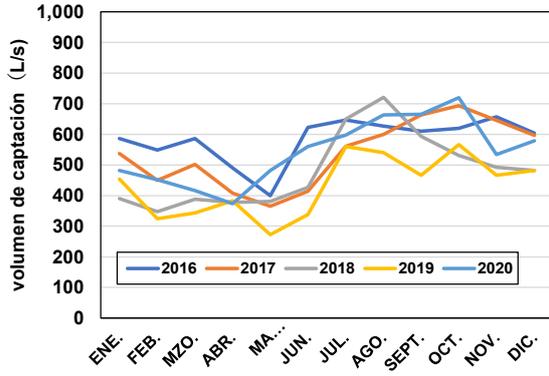
En la Figura 3-3-11 se muestra la variación mensual del volumen de captación entre 2016 y 2020 y en la Figura 3-3-12 se muestra el volumen total anual de captación. El volumen promedio de captación es de 515.68 L/s. En la estación lluviosa, el volumen promedio es de unos 550 – 600 L/s y en la estación seca, entre 400 – 550 L/s. Por las pocas lluvias de 2019, el volumen de captación se redujo en relación con otros años.

Referente al volumen total anual de captación, en 2019 se redujo en un 11% en relación al año anterior debido a la poca lluvia registrada. En 2020, debido a los huracanes y al no tener una estación seca fuerte como el año anterior, se registró un volumen de captación similar a otros años. Existe el plan de construcción del Embalse Guacerique para incrementar el volumen de almacenamiento en el futuro. Sin embargo, la generación de muchos casos de reubicación de habitantes hace que este plan carezca de factibilidad.

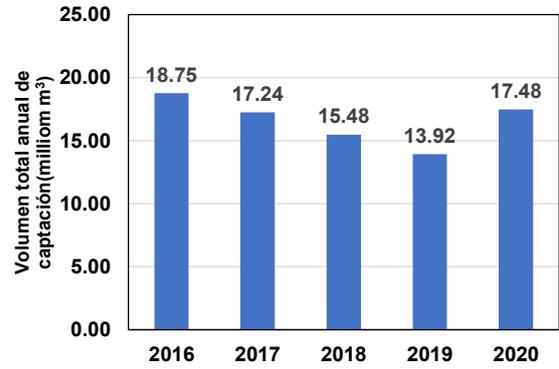
En la Figura 3-3-13 se muestra la variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad) entre 2016 y 2020. El nivel de turbidez y el de color tiende a aumentar en la estación lluviosa de agosto a octubre entre 100 – 150 NTU (turbidez) y 100 – 300 UC (color). El nivel máximo de turbidez es de 258 NTU y el de color, 350 UC. Por otro lado, en la estación seca, el nivel de turbidez varía entre 30 – 50 NCU y el de color 100 – 150 UC, al igual que en la estación lluviosa. El pH es de 6.3 - 7.5.

La entrada de aguas residuales a la Presa Los Laureles provenientes de las viviendas, instalaciones militares e instalaciones industriales situadas en la cuenca del curso superior de la presa ha causado el deterioro de la calidad del agua. Como resultado, el nitrógeno y el fósforo tienden a incrementarse. Durante la estación seca, la concentración del oxígeno disuelto en el agua se reduce y la eutrofización causa la proliferación de diatomeas, resultando en el olor y el sabor extraño del agua potable. Por esta razón, se ha incrementado el costo de tratamiento de agua en la planta potabilizadora. En los últimos años, se ha vuelto problemática la masiva proliferación de lirio acuático. Para mejorar la calidad del agua, está planeada la construcción de una colector y una planta de tratamiento de aguas residuales (19.246 m³/día) en la cuenca arriba. Sin embargo, todavía se está financiando. figura3-3-14 muestra

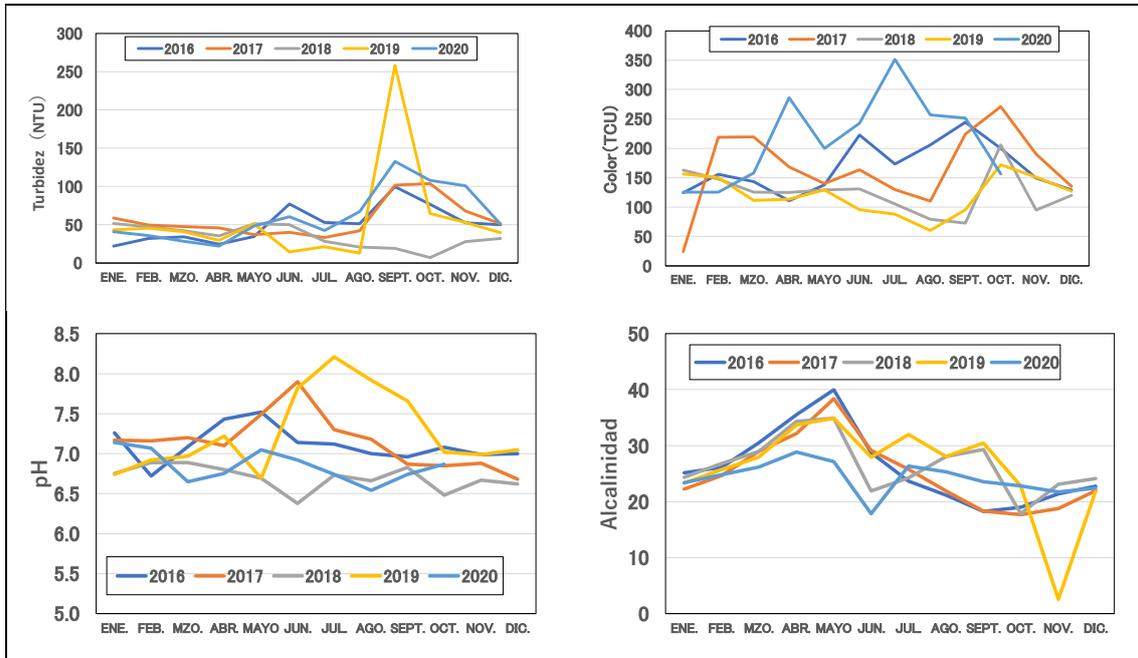
el esquema del plan de mejora del alcantarillado.



Figra 3-3-11 Variación mensual del volumen de captación



Figra 3-3-12 Volumen total anual de captación



Figra 3-3-13 Variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad)



Figra 3-3-14 El esquema del plan de mejora del alcantarillado



3-3-1-1-4 Sistema de Conducción Miraflores

La fuente de agua del sistema de conducción Miraflores son presas derivadoras instaladas en el Río Sabacuante y el Río Canoas. Están situados al Sureste del municipio de Tegucigalpa y ocupa el 1.6 %

del abastecimiento de agua del municipio de Tegucigalpa. Fueron construidos en 1976. Las presas derivadoras son de tipo gravedad de concreto y tienen una altura de 8 m y un ancho de 40 m. El huracán de 1998 destruyó la tubería de conducción, pero posteriormente se reparó. Sin embargo, la cortina de concreto fue socavada por el flujo de agua y presenta un estado marcadamente deteriorado por el tiempo transcurrido. En la estación lluviosa se suspende la captación para limpieza de sedimentos y plantas acumuladas en la bocatoma.

Actualmente se está construyendo la Presa San José en Jacalepa en el cauce inferior de las obras de toma del Río Sabacuante (la construcción se inició en marzo de 2021). La finalización de las obras está prevista dentro de dos años, en marzo del 2023. Cuando se finalice la Presa San José, se suspenderá el uso de las obras de toma de Sabacuante.

En la Figura 3-3-15 se muestra la variación mensual del volumen de captación entre 2016 y 2020 y en la Figura 3-3-16 se muestra el volumen total anual de captación. El volumen promedio de captación es de 40.39L/s. En todo el año, el volumen promedio es entre 35 L/s y 50 L/s.

Referente al volumen total anual de captación, no sufrió grandes afectaciones por las pocas lluvias del 2019, y en 2020 se registró 1.23 millones de m³.

En la Figura 3-3-17 se muestra la variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad) entre 2016 y 2020. El nivel de turbidez de la fuente de agua es muy bajo, se registra menos de 10 NTU todo el año. El nivel máximo de color es de 20 UC. Sin embargo, cuando hay alta turbidez temporal en la estación lluviosa, se suspende la captación. El pH varía entre 6.8 - 7.5.

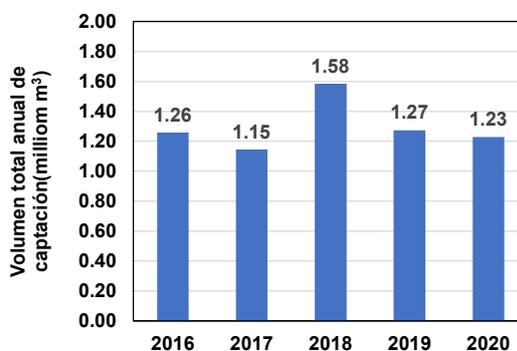
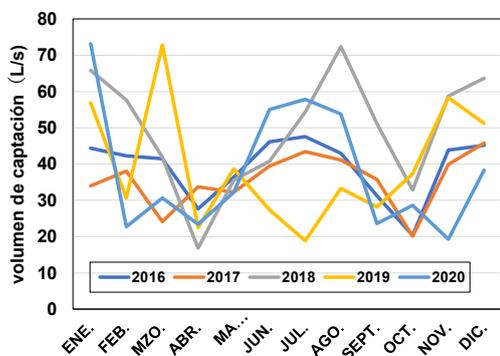
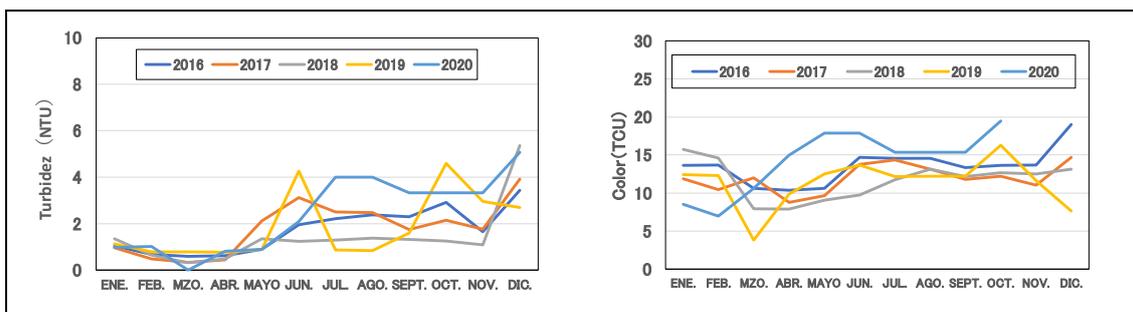


Figura 3-3-15 Variación mensual del volumen de captación

Figura 3-3-16 Volumen total anual de captación



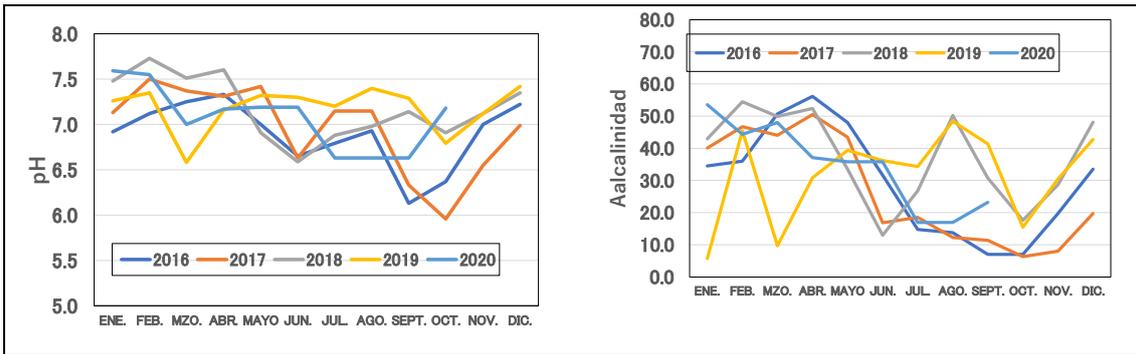


Figura 3-3-17 Variación mensual de la calidad del agua cruda (turbidez, color, pH y alcalinidad)



3-3-1-1-5 Pozos

En el sector Satélite, además del abastecimiento de agua desde la Planta Potabilizadora La Concepción, se utilizan pozos. El sistema de Pozos de Satélite está situado en las cercanías del Aeropuerto Internacional de Toncontín al Sur de la ciudad. Se opera desde las 0:00 hasta las 5:00. Actualmente, funcionan cuatro pozos. Cada pozo tiene un diámetro de 200 mm, el ademe es de PVC y la profundidad del pozo es de 91.5 m. El pozo implica un costo de operación y mantenimiento para bombear, por lo que SANAA tiene previsto suspender su uso en el futuro. En este momento se desconoce el futuro plan, ya que la operación y mantenimiento será trasladada a la municipalidad de Tegucigalpa en el futuro.

En la Figura 3-3-18 se muestra la variación mensual del volumen de captación entre 2016 y 2020 y en la Figura 3-3-19 se muestra el volumen total anual de captación. El volumen total anual de captación es de unos 0.2 millones de m³ bombeando desde cuatro pozos a partir de 2019, cantidad que disminuyó debido a la avería de la bomba que bombeaba el agua desde ocho pozos hasta el 2018. El volumen de captación ha sido estable en todo el año. La calidad del agua se analiza una vez por año y los valores de turbidez, color, hierro y manganeso satisfacen las normas de calidad del agua. Sin embargo, se detectó E. coli en algunos pozos. Por lo que es necesario instalar un sistema de inyección de cloro.

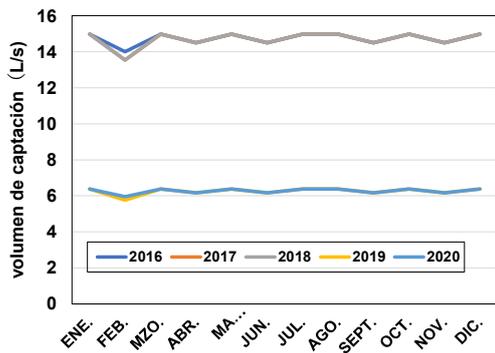


Figura 3-3-18 Variación mensual del volumen de captación

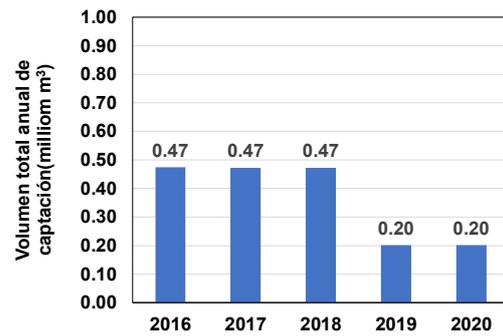


Figura 3-3-19 Volumen total anual de captación



3-3-1-2 Operación y mantenimiento

A continuación, se describe sobre la operación y mantenimiento de los sistemas de conducción.

3-3-1-2-1 Sistema de Conducción Picacho

El sistema de conducción Picacho consiste en 23 obras de toma y una tubería de conducción de HFD con una longitud total de 93 km. Se está dando mantenimiento, por ejemplo, cuando el huracán de 1998 dañó una parte de la tubería de conducción, se construyó una nueva tubería. En la Tabla 3-3-6 se muestra la situación de operación y mantenimiento del sistema de conducción de Picacho. Principalmente se realiza la limpieza de las obras de toma y la medición de caudales de la tubería de conducción.

Tabla 3-3-6 Situación de operación y mantenimiento

NO	Instalación	Operación y mantenimiento
1	Obra de Toma	Una vez al mes, SANAA realiza la limpieza de 23 obras de toma para eliminar las hojas, pequeñas ramas y lodos acumulados en la bocatoma.
2	Tubería de conducción	Medición de caudales de la tubería de conducción de cuatro sistemas

Fuente: Editado por el Equipo del Estudio a partir de las entrevistas al SANAA

3-3-1-2-2 Sistema de Conducción La Concepción

El sistema de conducción La Concepción consiste en una presa de gravedad y una tubería de conducción de HFD de 1500 mm de diámetro, con una longitud total de 1.8 km. Se descarga el agua periódicamente. No se ha realizado inspección a las estructuras de concreto, etc., y es necesario contar con un manual de operación y mantenimiento.

3-3-1-2-3 Sistema de Conducción Los Laureles

Se introdujo una barcaza de dragado para dragar sedimentos de la presa, sin embargo, por razones presupuestarias, no se ha podido reparar la avería de 2016. Esto afecta el volumen de almacenamiento ya que actualmente no se puede dragar. Es necesario contar con un manual de operación y mantenimiento, y garantizar el presupuesto para reemplazar los equipos y planificar cómo conseguir fondos.

3-3-1-2-4 Sistema de Conducción Miraflores

Periódicamente se realiza la limpieza de arena y basura en la bocatoma. Las estructuras de concreto en las obras de toma han sido grandemente dañadas debido al flujo de agua, etc. Sin embargo, hasta la fecha no se ha realizado reparación alguna.

3-3-1-2-5 Pozos (sector Satélite)

Cada vez que se presenten averías, se suspende el bombeo desde los pozos debido a la deficiente operación y mantenimiento de las bombas de impulsión. Antes se estaban utilizando 8 pozos, pero actualmente se opera únicamente con 4 bombas. En el futuro, el lineamiento es suspender el uso de los pozos por altos costos de energía eléctrica y de operación y mantenimiento.

3-3-2 Instalaciones de planta potabilizadora

A continuación, 3-3-2-1 describe sobre las Instalaciones y 3-3-3-2 describe sobre la operación y mantenimiento.

3-3-2-1 Instalaciones

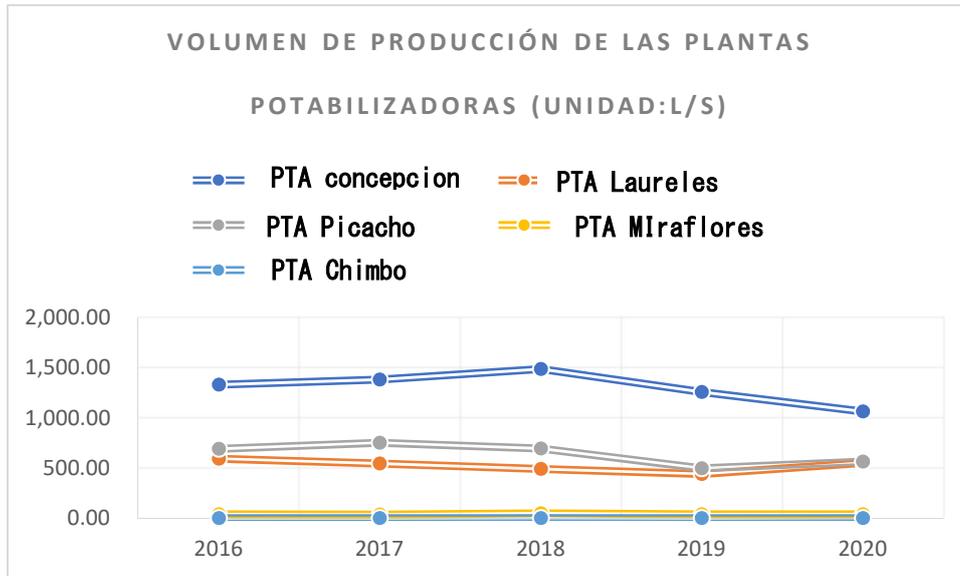
En la Tabla 3-3-7 y la Figura 3-3-20, se muestra el volumen promedio anual de producción entre 2016 y 2020 por las plantas potabilizadoras. El volumen de producción de 2019 y 2020 se redujo en un 20% aproximadamente, en relación con años anteriores. Esto se debe a la disminución de las precipitaciones a causa del cambio climático. El valor del volumen total de producción es generalmente alrededor de 60 - 70% de la capacidad de diseño. Cabe señalar que con la Cooperación Financiera No Reembolsable de JICA, en 2015 se instalaron equipos de micro planta hidroeléctrica en la línea de transmisión de la Planta Potabilizadora El Picacho (Línea 22) y la línea de conducción de la Planta Potabilizadora La Concepción.

Tabla 3-3-7 Volumen promedio anual de producción por plantas potabilizadoras (2016—2020)

(Unidad: L/seg)

Planta Potabilizadora	2016	2017	2018	2019	2020	Capacidad de diseño
Planta Potabilizadora La Concepción	1,332.33	1,385.07	1,488.67	1,258.94	1,065.41	1,500 (Max 1,700)
Planta Potabilizadora Los Laureles	594.53	546.66	490.80	441.53	552.82	720 + 100 (tipo integrado)
Planta Potabilizadora Picacho	693.51	754.24	695.18	499.40	564.07	1,100
Planta Potabilizadora Miraflores	39.88	36.32	50.25	40.43	38.84	75
Planta Potabilizadora El Chimbo	2.31	2.35	1.89	2.34	2.45	25
Total	2,662.56	2,724.64	2,726.79	2,242.64	2,223.59	3,520

Fuente: Datos estadísticos del SANAA



Figra 3-3-20 Evolución del volumen promedio anual de producción por plantas potabilizadoras (2016—2020)

3-3-2-1-1 Planta Potabilizadora Picacho

(1) Resumen

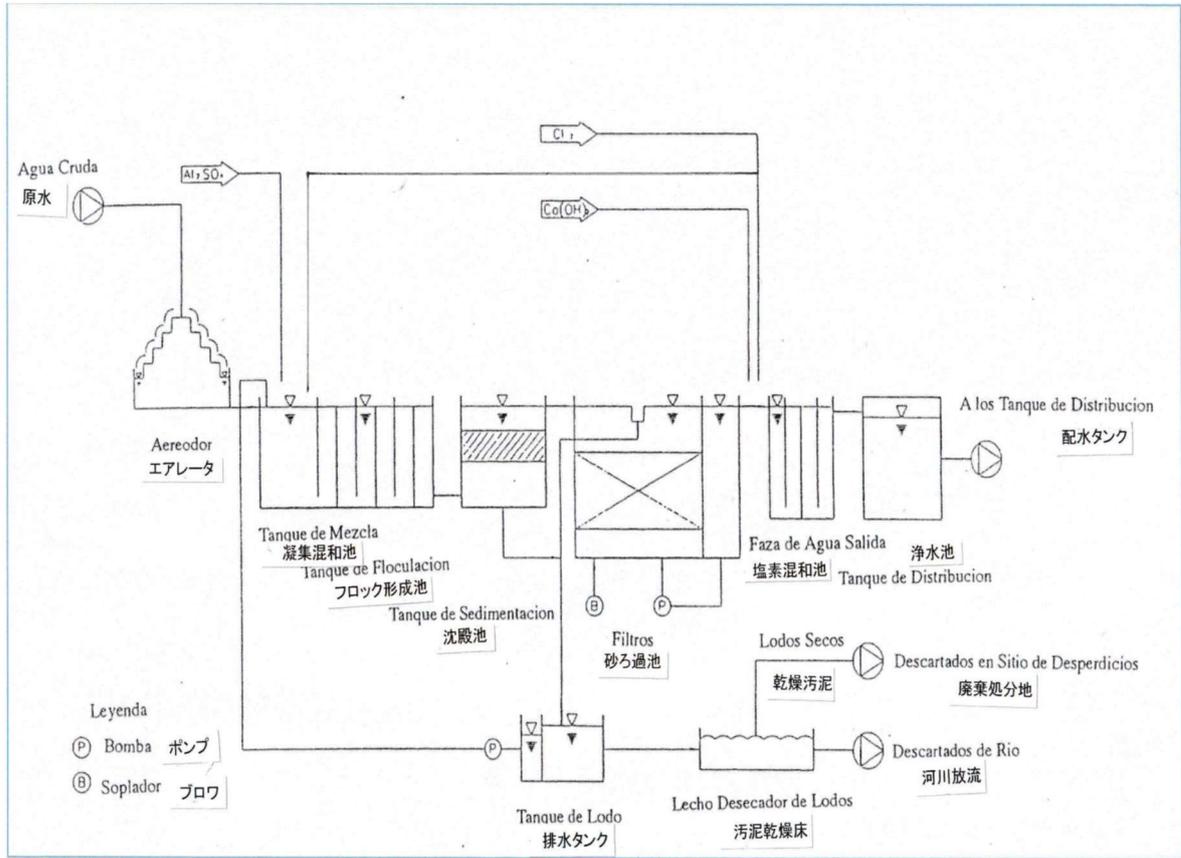
La Planta Potabilizadora Picacho está situada al norte de la ciudad a una altura de unos 1,300 m de elevación, la más alta de 5 plantas potabilizadoras, y posee una condición geográficamente ventajosa que permite enviar el agua por gravedad a muchas áreas de la ciudad. La fuente de agua son arroyos del sistema de la Montaña de La Tigra y el agua se capta desde cuatro líneas de conducción, no obstante, hay muchas variaciones en los volúmenes de agua cruda entre la estación seca y la estación lluviosa.

La planta potabilizadora fue construida en la década de los 1920, teniendo al inicio de la construcción sólo con la instalación de cloración. Posteriormente, al incrementar la demanda, se desarrollaron las fuentes de agua y se construyeron las instalaciones de purificación con el apoyo de BID en 1997 (capacidad de diseño: 900 L/s).

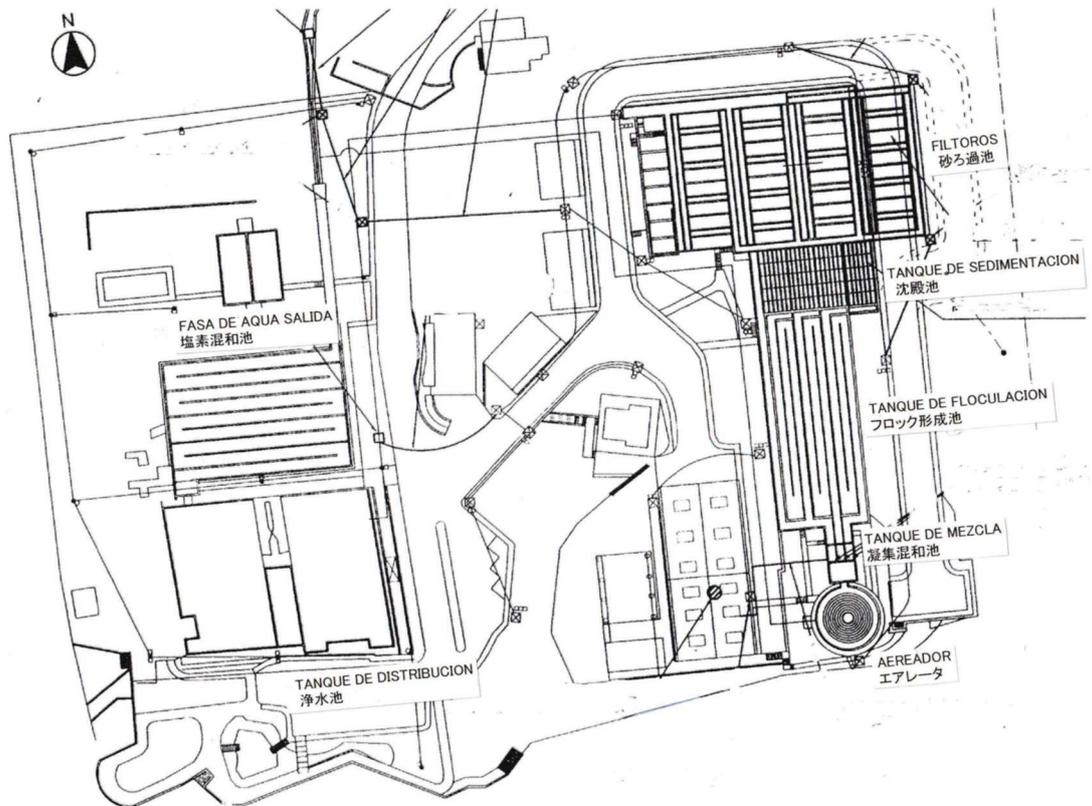
Además, para mejorar la situación de abastecimiento de agua en la ciudad, entre los años 2006 y 2010 se ejecutó el "Proyecto de Abastecimiento de Agua de Emergencia a través del esquema de Cooperación Financiera No Reembolsable" donde se ampliaron y se rehabilitaron las instalaciones de la planta potabilizadora (la capacidad de diseño fue ampliada a 1,100 L/s.), se construyeron tanques de distribución y se instalaron tuberías de líneas primarias y distribución, así como la estación de abastecimiento.

El proceso de purificación consiste en aireador + tanque de mezcla + tanque de floculación + tanque de sedimentación en régimen laminar + tanque de filtración rápida en arena por gravedad + cloración. En la Figura 3-3-21 se muestra el diagrama de flujo de la planta potabilizadora, en la Figura 3-3-22 se muestra el plano de planta general, en la Figura 3-3-23, el plano de relación de niveles de agua, en la Tabla 3-3-8, las especificaciones de las principales instalaciones y en la Figura 3-3-24, la situación

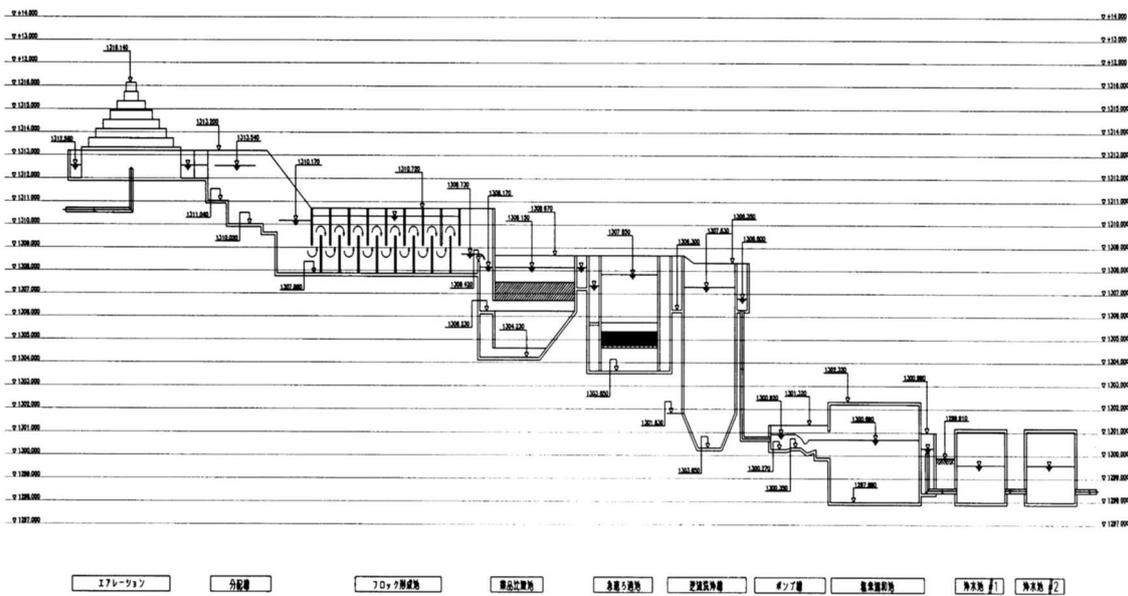
actual de las instalaciones.



Figra 3-3-21 Diagrama de flujo de la Planta Potabilizadora Picacho



Figra 3-3-22 Plano de planta general de la Planta Potabilizadora Picacho



Figra 3-3-23 Plano de relación de niveles de agua de la Planta Potabilizadora Picacho

Tabla 3-3-8 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta Potabilizadora Picacho

No.	Nombre de las instalaciones	Especificaciones	Principales equipos	Observaciones
	Volumen de producción	1,100 L/s (95,040 m ³ /día)		
1	Aireador	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque circular tipo cascada hecho de concreto reforzado (RC) • 1 tanque 		
2	Tanque de floculación	<ul style="list-style-type: none"> • Floculador de canales verticales hecho de RC • Ancho 1.5 m x Longitud 38.3 m x Profundidad 3.0 m x 3 canales 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de dosificación de sulfato de aluminio: 1 juego • Equipo de dosificación de hidróxido de calcio: 1 juego • Equipo de dosificación de polímero: 1 juego 	
3	Tanque de sedimentación	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de sedimentación en régimen laminar ascendente hecho de Concreto Reforzado (CR) • Ancho 4.9 m x Longitud 12.0 m x Profundidad 4.6 m x 4 tanques 		Cooperación Financiera No Reembolsable (2010): incremento de un tanque, se instaló un techo como una medida contra las algas.
4	Tanque de filtración	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de filtración tipo lavado automático con lavado con aire hecho de CR • Ancho (2.5 m + 2.5 m) x Longitud 7.5 m x 16 tanques • Superficie de filtración: 37.5 m²/tanque • Velocidad de filtración: 158 m/día (cuando se operan todos los tanques) 	<ul style="list-style-type: none"> • Soplador de lavado con aire x 4 unidades 	Cooperación Financiera No Reembolsable (2010): incremento de 4 tanques. De los 12 tanques del sistema anterior, ocho tanques están suspendidos por reparación.
5	Tanque de mezcla de cloro	<ul style="list-style-type: none"> • Hecho de CR: 1 tanque 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de dosificación de Cloro licuado: 1 juego 	
6	Instalaciones de tratamiento de aguas residuales	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de descarga de lodos • Lecho de secado de lodos 	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de descarga 	
7	Sistema de recepción de electricidad		<ul style="list-style-type: none"> • Transformador: 13.8 kV x 300KVA x 1 unidad 	
8	Sistema de generación de electricidad para emergencias		<ul style="list-style-type: none"> • Para procesos: 285KVA x 1 unidad • Para equipo de cloración: 100KVA x 1 unidad 	El sistema para procesos está averiado.
9	Equipo de monitoreo y control		<ul style="list-style-type: none"> • Panel de control: 1 juego (panel gráfico: No existe) 	Sistema SCADA: No existe

No.	Nombre de las instalaciones	Especificaciones	Principales equipos	Observaciones
10	Laboratorio de calidad del agua	Existe	• Nivel de turbidez, cloro residual, prueba del frasco, etc.	

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio en base a las entrevistas con la AMDC

	
Aireador y vista superior del tanque de floculación	Aireador
	
Punto de dosificación de coagulantes	Tanque de floculación
	
Tanque de sedimentación	Tanque de filtración

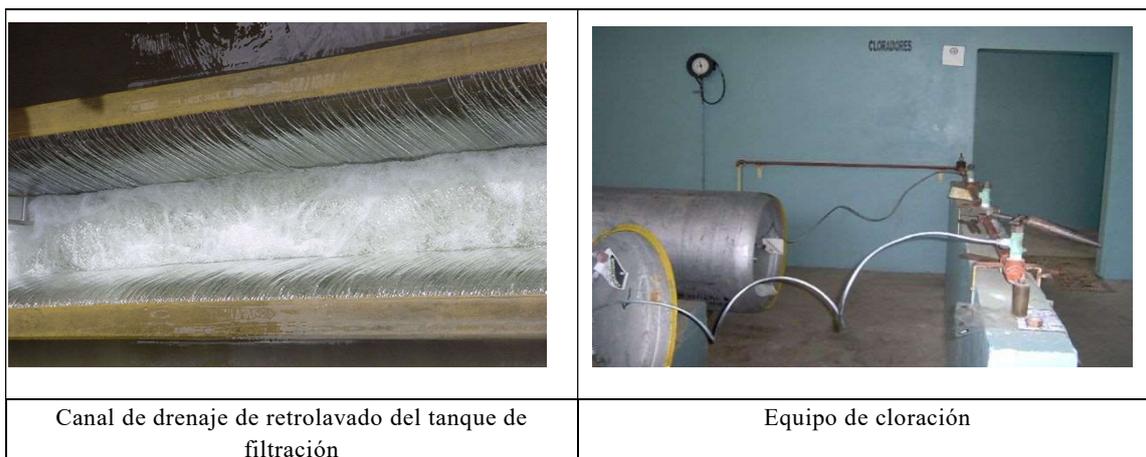


Figura 3-3-24 Situación actual de la Planta Potabilizadora Picacho

(2) Sistema de operación y mantenimiento

Actualmente, la operación y mantenimiento de la Planta Potabilizadora Picacho está a cargo del subsistema Picacho de la Unidad de la Gestión de Agua de AMDC, y este subsistema también se encarga de la operación y mantenimiento de las instalaciones de fuente de agua relacionadas con Picacho, la Planta Potabilizadora El Chimbo y la Planta Potabilizadora Miraflores. El subsistema Picacho cuenta con 35 personas para la operación y mantenimiento, y en la Tabla 3-3-9 se muestra la estructura de puestos de su personal. Cabe señalar que el personal de control de calidad del agua que aparece en la Tabla pertenece al Laboratorio central de calidad del agua de la AMDC y permanece en la Planta Potabilizadora Picacho.

Tabla 3-3-9 Sistema de operación y mantenimiento del subsistema Picacho

	Responsabilidades laborales del personal	Observaciones
1	Administrador de subsistema	
2	Asistente de subsistema	
3	Secretaria	
4	Bodeguero de adquisiciones	
5	Aseadora de la instalación	
6	Operador de Planta Potabilizadora Picacho	
7	Operador de Planta Potabilizadora El Chimbo	
8	Operador de Planta Potabilizadora Miraflores	
9	Electromecánico	
10	Inspector de la instalación de fuente de agua	
11	Conductor	
12	Inspector de las instalaciones	
13	Obrero en el lugar	
	Prueba de calidad del agua	2

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio en base a las entrevistas con la AMDC

La operación de la planta potabilizadora se realiza en dos turnos, de 8:00 a 16:00 y de 16:00 a 8:00 del siguiente día. Los operadores de las plantas potabilizadoras realizan la inspección a los principales

equipos electromecánicos una vez a la semana. La reparación de los equipos que presentan fallas está a cargo de la sección responsable de la oficina central de AMDC. El personal informa diariamente a la AMDC central los datos de niveles y volumen de agua de la fuente de agua, así como el volumen, la calidad del agua, los niveles de agua, etc. de la planta potabilizadora en formato digital en línea. Cabe señalar que no tiene sistema de comunicación como el SCADA entre la AMDC y las plantas potabilizadoras. El personal realiza trabajo de operación y mantenimiento basándose en el manual de operación y mantenimiento de la AMDC, sin embargo, el contenido es básico, y es insuficiente en la práctica.

(3) Situación de las operaciones

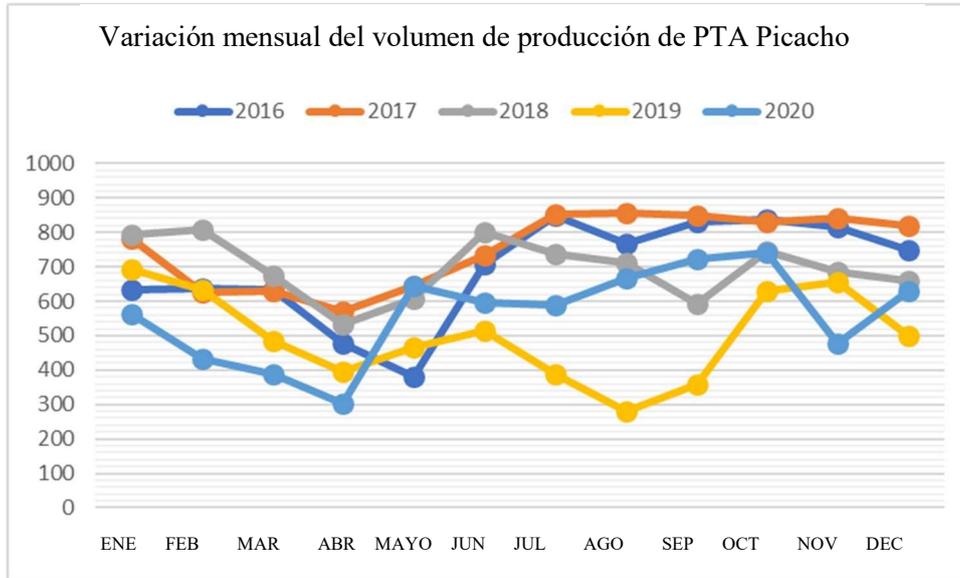
a) Volumen de agua

En la Tabla 3-3-10, se muestra el volumen de agua cruda y volumen de producción (2016–2020) de la Planta Potabilizadora Picacho y en la Figura 3-3-25 se muestra la variación mensual del volumen de producción. El volumen de producción de agua varía cada año, pero en promedio se registra aproximadamente entre 50 - 70% de la capacidad de diseño de 1,100 L/s. El volumen máximo es alrededor del 80%, y en los meses de volumen mínimo, puede descender hasta el 30% de su capacidad. En el año fiscal 2021 se han registrado relativamente pocas precipitaciones. El volumen del afluente de agosto fue de 401 L/s (18 días) y 440 L/s (19 días), con tendencia similar al del 2019.

Tabla 3-3-10 Volumen de agua cruda y volumen de producción de la Planta Potabilizadora Picacho (2016-2020) (Unidad: L/s)

Año fiscal	Volumen promedio anual de agua cruda	Volumen promedio anual de producción	Volumen de producción/ agua cruda (%)	Volumen promedio anual de producción por estación		Volumen mínimo de producción
				Estación lluviosa (mayo - octubre)	Estación seca (noviembre - abril)	
2016	724	694	95.9	729	657	382 (mayo)
2017	788	754	95.7	795	711	570 (abril)
2018	730	695	95.2	699	693	533 (abril)
2019	510	498	97.6	440	560	283 (agosto)
2020	577	564	97.7	660	466	303 (abril)

Fuente: Datos estadísticos de AMDC



Figra 3-3-25 Variación mensual del volumen de producción de la Planta Potabilizadora Picacho (2016-2020)

b) Calidad del agua

La prueba de calidad del agua se realiza en el laboratorio de calidad del agua dentro de la planta potabilizadora y en el laboratorio central de calidad del agua. En el laboratorio de calidad del agua dentro de la planta, se analizan tres veces al día los parámetros de operación como turbidez, color, pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza, etc. En el laboratorio central se reciben muestras enviadas de las plantas potabilizadoras una vez a la semana y se realizan las pruebas cruzadas de hierro, manganeso, bacteriológicos y parámetros químicos de los laboratorios de las plantas.

En la Tabla 3-3-11, se muestran los principales parámetros de calidad del agua cruda y agua purificada (turbidez, color, pH, hierro y manganeso) obtenidos en 2016 – 2020 (valores de promedio mensual).

La calidad del agua purificada de esta planta potabilizadora es generalmente buena y se da un adecuado tratamiento de purificación. La fuente de agua del sistema Picacho es el agua de arroyos de la montaña y se caracteriza por la alta turbidez en la estación lluviosa, y muchas veces supera el nivel de turbidez de 5 NTU que es el valor de referencia de la calidad del agua. Sin embargo, en la mayoría del año, el nivel de turbidez es bajo y es una buena fuente de agua. En la estación lluviosa, a veces el nivel de turbidez supera 20 NTU, pero el tratamiento lo absorbe sin mayores problemas. Referente al nivel de color, el cual muchas veces supera 15 UC (un valor relativamente alto), posiblemente se debe a los ácidos húmicos, no obstante, se puede tratar con la coagulación, sedimentación y filtración. El pH es moderadamente bajo, por lo que están realizando el ajuste del pH. Para su referencia, en la Tabla 3-3-11 se muestran los datos del estudio de campo (18 y 19 de agosto del 2021).

Tabla 3-3-11 Calidad del agua de la Planta Potabilizadora Picacho (valores de promedio mensual, 2016-2020)

Parámetro de calidad del agua		Turbidez	Color	pH	Hierro	Manganeso	Observaciones	
Unidad		NTU	TCU	-	mg/L	mg/L		
Valor máximo permitido de Honduras para agua potable		5	15	6.5 - 8.5	0.3	0.5		
2016	Agua cruda	Máximo	19.09	68.71	6.66 - 7.12	0.06	0.10	
		Promedio	5.26	26.16	6.85	0.03	0.10	
	Agua purificada	0.60 - 3.07	3.70 - 13.57	6.79 - 7.36	0.00 - 0.02	0.03 - 0.06		
2017	Agua cruda	Máximo	8.70	39.90	6.57 - 7.21	0.15	0.10	
		Promedio	4.46	22.37	6.80	0.04	0.07	
	Agua purificada	0.79 - 4.53	2.69 - 14.83	6.51 - 6.92	0.00 - 0.04	0.00 - 0.05		
2018	Agua cruda	Máximo	16.34	48.58	6.21 - 7.37	0.14	0.03	
		Promedio	4.09	16.37	6.76	0.04	0.03	
	Agua purificada	0.80 - 1.98	3.02 - 12.69	6.20 - 6.91	0.00 - 0.06	0.00 - 0.08		
2019	Agua cruda	Máximo	10.07	29.69	5.22 - 6.17	0.07	0.04	
		Promedio	4.55	3.30	5.76	0.00	0.04	
	Agua purificada	0.72 - 4.06	2.50 - 6.44	6.21 - 6.84	0.00 - 0.11	0.03 - 0.12		
2020	Agua cruda	Máximo	14.92	33.75	5.48 - 7.21	0.13	-	
		Promedio	6.96	19.11	6.20	0.06	-	
	Agua purificada	1.34 - 5.24	2.95 - 11.50	5.42 - 7.22	0.00 - 0.28	-		
18 /ago/2 021	Agua cruda	3.39	12.5				Cuando hay sol	
	Agua purificada	2.73	5.0					
19 /ago/2 021	Agua cruda	12.6	62.5				Después de llover	
	Agua purificada	1.95	5.0					
Valoración		Sólo una vez se registró superior a 5, el resto está	Bueno	Pocas veces se registraron inferior a 6.5, el resto	Generalmente bueno	Bueno		

Parámetro de calidad del agua	Turbidez	Color	pH	Hierro	Manganeso	Observaciones
Unidad	NTU	TCU	-	mg/L	mg/L	
Valor máximo permitido de Honduras para agua potable	5	15	6.5 - 8.5	0.3	0.5	
	dentro de la norma.		está dentro de la norma.			

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del Departamento de Gestión de Calidad del Agua de AMDC

c) Operación y dosificación de químicos

En agosto del 2021, de 16 tanques de filtración en arena, 8.5 tanques están fuera de servicio por distintas razones. En este momento, la capacidad de tratamiento es de 650 L/s, y con esta capacidad no se puede responder al futuro aumento de volumen de agua. Entre las fallas, podemos mencionar las averías en la compuerta, daños en la boquilla, daños en la junta entre el cimientado y la carcasa (se producen grandes burbujas cuando se realiza el lavado con aire) y falta de reposición de medios filtrantes, entre otras. Algunos tanques de filtración que sí funcionan también tienen fallas similares, por lo que urge atender con reparaciones.

El trabajo de descarga de lodos del tanque de sedimentación se realiza cada seis meses. El lavado a contracorriente del tanque de filtración se realiza cada 24 horas en la temporada de lluvias y cada 30 horas en la temporada seca. La operación de lavado consiste en Lavado con aire (5-8 minutos) + Lavado con agua (10 minutos). Se supone que el reemplazo de la arena filtrante se realiza más o menos cada 10 años, sin embargo, desde su instalación en 1997, el último reemplazo fue en 2011, luego no se ha reemplazado. La reposición periódica del medio filtrante ha sido insuficiente, y como consecuencia, en algunos tanques de filtración se ha reducido el grosor del filtro. Las aguas residuales y lodos se fluyen por gravedad al tanque de descarga y luego se descargan directamente a los canales de agua. Aunque está instalada una bomba de reciclaje, en este momento no se utiliza por el alto nivel de turbidez.

La electricidad se recibe con un circuito de 13.8kV y se distribuye en 440V/220v. Los apagones ocurren aproximadamente 30 veces/año. Cuando ocurre la suspensión programada del servicio de energía eléctrica por trabajo eléctrico, la duración es de 2 a 3 horas/interrupción y si es una interrupción por un accidente, dura entre 30 minutos y 10 horas/interrupción. Cuenta con dos generadores eléctricos para emergencias, uno para la planta (285 kVA) y otro auxiliar (para el equipo de cloración, 100 kVA). Sin embargo, en este momento no se puede utilizar el generador para la planta porque está averiado, y el generador auxiliar tiene limitaciones de capacidad para operar el equipo en caso de apagones. En la Tabla 3-3-12 se muestra la evolución del consumo energético de esta planta potabilizadora. El consumo unitario de energía oscila entre 0.0048 - 0.0062 kWh/m³.

Tabla 3-3-12 Consumo energético de la Planta Potabilizadora Picacho (2017-2020)

Año fiscal	Consumo energético	Volumen de producción	Consumo unitario de energía
	kWh/año	m ³ /año	kWh/m ³
2017	147,520	23,785,595	0.0062
2018	111,200	21,923,047	0.0051
2019	90,526	15,749,133	0.0057
2020	85,282	17,837,161	0.0048
Promedio			0.0055

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio a partir de las entrevistas con el SANAA

El monitoreo y control de esta planta potabilizadora se realiza con un sistema basado en el PLC (controlador lógico programable) que sólo tiene la función de monitoreo a través de la recopilación de datos de campo y en la LCD (pantalla de cristal líquido) instalada en el panel de control de PLC, es decir, no se ha introducido el verdadero sistema SCADA.

Los químicos utilizados son sulfato de aluminio, hidróxido de calcio y cloro gas, además, en algunas ocasiones se utiliza hipoclorito de sodio en solución y como ayudante el polímero para mejorar el efecto de sedimentación cuando se deteriora la calidad del agua. La pauta de dosificación recomendada de coagulantes es la siguiente: Cuando el nivel de turbidez en el afluente es menos de 5NTU = no dosificar; Más de 5NTU = dosificar el sulfato de aluminio; Cuando se empeora la calidad del agua (generalmente cuando llueve) = dosificar el polímero. En el momento del estudio de campo (agosto del 2021), el día 18 de agosto no se dosificó nada y el 19, se dosificó el sulfato de aluminio y el polímero.

En la Tabla 3-3-13 se muestra la evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de esta planta potabilizadora. Cabe señalar que se omite el polímero y el hipoclorito de sodio por poca cantidad de uso. El costo de químicos es de 0.05 - 0.10 HNL/m³, aunque depende de la calidad del agua cruda. Cuando la calidad del agua cruda es buena, en cierto periodo, generalmente en temporada seca, no se dosifica sulfato de aluminio o hidróxido de calcio.

Tabla 3-3-13 Evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de la Planta Potabilizadora Picacho (2016-2020)

Rubro	Costo de químicos	Sulfato de aluminio		Hidróxido de calcio		Cloro gas	
Unidad	HNL/m ³	mg/L		mg/L		mg/L	
		Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual
2016	0.08	2.97	2.10 - 4.80	2.06	1.74 - 3.31	0.96	0.60 - 1.43
2017	0.10	2.61	1.97 - 3.40	1.45	0.00 - 2.11	1.03	0.81 - 1.35
2018	0.05	1.04	0.03 - 4.62	0.35	0.00 - 1.12	0.72	0.42 - 1.05
2019	0.05	0.90	0.00 - 2.69	0.77	0.16 - 1.49	0.63	0.42 - 1.15
2020	0.06	1.39	0.03 - 4.85	0.76	0.06 - 3.45	0.59	0.43 - 0.90

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a las entrevistas con el SANAA

d) Situación de los principales sistemas y equipos

En la Tabla 3-3-14 y la Figura 3-3-26 se muestra la situación actual de los principales sistemas y equipos de esta planta potabilizadora. Algunos equipos han sido reemplazados, sin embargo, la mayoría de los equipos son los mismos del inicio de la construcción con 25 años transcurridos, por lo que se requiere reparación o reemplazo debido a la avería y la obsolescencia. En 2021, se instalaron caudalímetros en los sistemas de agua cruda, transmisión y distribución, pero la mayoría presentan fallas y no están funcionando. El actual caudal de entrada se mide en el aliviadero del canal de salida del aireador. Es urgente mejorar el equipo de dosificación de químicos para asegurar las operaciones de tratamiento, el equipo de generación de energía eléctrica para garantizar la energía durante el apagón y los caudalímetros, etc. para conocer el volumen de agua. Asimismo, referente al tanque de filtración, de 16 tanques, ocho están suspendidos debido a las fallas en la compuerta, el dispositivo colector de agua, etc. Nos informan de que esto se debe a que el actual dispositivo colector de agua no es adecuado para el lavado con agua/aire. Algunos tanques de filtración que sí funcionan también tienen muchas fallas en el dispositivo colector (boquilla), lo que no permite realizar efectivamente el lavado. El volumen de tratamiento actual no es mucho en relación a la capacidad de diseño y se prevé el aumento de volumen de agua en el futuro, así que esto también se requiere reparar inmediatamente.

Tabla 3-3-14 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora Picacho

	Sistema	Principales equipos	Año de instalación	Estado actual, historial de averías/reparaciones
1	Tanque de floculación	• Puerta eléctrica de entrada x6	1996	• Operación manual debido a las averías del panel de control y motor, obsoleta, se requiere reparación.
2	Equipo de dosificación de sulfato de aluminio	• Tanque de disolución x1	1996	• Ya se ha reemplazado el mezclador. (Cooperación Financiera No Reembolsable, 2010) • Se retiró una unidad averiada, obsoleta, se requiere reemplazo. • Obsoleto, se requiere reemplazo. • Ya se ha reemplazado. (Cooperación Financiera No Reembolsable)
		• Bomba de abastecimiento x2	1996	
		• Dispositivo dosificador (grande) x1	1996	
		• Dispositivo dosificador (pequeño) x1	2010	
3	Equipo de dosificación de hidróxido de calcio	• Tanque de almacenamiento x1	2018	• Ya se ha reemplazado. • Hay obstrucción de químicos, dosificación manual, se requiere reparación. • Ya se ha reemplazado el mezclador. (Cooperación Financiera No Reembolsable, 2010) • Ya se ha reemplazado. • Se retiró 1 unidad averiada. Obsoleta, se requiere reemplazo.
		• Alimentador x1	2018	
		• Tanque de disolución x3	1996	
		• Compresor x1	2018	
		• Bomba de dosificación x2	1996	
4	Equipo de dosificación de polímero	• Dispositivo dosificador x1 • Bomba de dosificación x1	2012 1996	• Ya se ha reemplazado. • Obsoleta, se requiere reemplazo.
5	Filtración en arena	• Tanque de filtración en arena	1996 2010	• Sistema anterior: ocho tanques están suspendidos debido a las fallas en la

	Sistema	Principales equipos	Año de instalación	Estado actual, historial de averías/reparaciones
		Sistema anterior x12 tanques, sistema nuevo x4 • Puerta eléctrica del sistema anterior x24 • Puerta eléctrica del sistema nuevo x16 • Soplador de lavado con aire x4	1996 2010 1996	puerta y el dispositivo colector de agua, se requiere reparación. Sistema nuevo: Cooperación Financiera No Reembolsable 2010 • Seis unidades están averiadas, se requiere reparación. • Cooperación Financiera No Reembolsable 2010
6	Equipo de cloración	• Dosificador de cloro x1 • Bomba de dosificación de cloro	1996 1996	• Obsoleto, se requiere reemplazo. No hay dispositivo de medición y neutralización. • Se retiró una unidad averiada. Obsoleta, se requiere reemplazo
7	Sistema de recepción de electricidad	• Transformador 300 kVA x1	1996	• Reemplazo de cable aéreo de acometida a cable subterráneo soterrado
8	Sistema de generación de electricidad de emergencia	• Principal (para la planta) 285 kVA x1 • Auxiliar (para la dosificación de cloro) 100 kVA x1	1996 2007	• Panel de arranque averiado, se requiere reparación. • La capacidad del generador auxiliar es limitada para operar algunos equipos.
9	Equipo de monitoreo y control	• Panel de control del equipo de dosificación de sulfato de aluminio x1 • Panel de control del equipo de dosificación de hidróxido de calcio x1 • Panel de control de tanque de filtración en arena x16	2010 1996 1996 2010	• Cooperación Financiera No Reembolsable • Obsoleto • Sistema anterior: obsoleto
10	Caudalímetro	• Tubería de conducción x 4 • Tubería de transmisión y distribución x 16	2012 1996/2012	• Electromagnético, mala conexión, fallas por variaciones de voltaje, no se puede utilizar, se requiere reparación y reemplazo. • Cinco unidades averiadas, obsoletas, se requiere reemplazo.
11	Laboratorio de calidad del agua	Medidor de turbidez, medidor de color, medidor de cloro residual, medidor de conductividad eléctrica, prueba del frasco, etc.	1996 2012	Obsoletos, algunos están averiados, se requiere calibración y reparación.

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a las entrevistas con AMDC



Válvula y compuerta de entrada al tanque de floculación



Equipo de dosificación de sulfato de aluminio



Equipo de dosificación de hidróxido de calcio (alimentador)



Tanque de disolución de hidróxido de calcio



Bomba de dosificación de hidróxido de calcio



Dispositivo dosificador de polímero



Tanque de filtración (suspensión)



Soplador de lavado con aire del tanque de filtración

	
<p>Dispositivo dosificador de cloro</p>	<p>Transformador</p>
	
<p>Generador eléctrico principal</p>	<p>Panel de control del equipo de dosificación de químicos</p>
	
<p>Panel de control de tanque de filtración en arena</p>	<p>Caudalímetro (agua cruda, agua purificada y tubería de conducción)</p>
	
<p>Caudalímetro (líneas primarias)</p>	<p>Laboratorio de calidad del agua</p>

Figura 3-3-26 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora Picacho

(4) Problemática de la Planta Potabilizadora Picacho y plan de mejoramiento del Banco Mundial

a) Problemas de la Planta Potabilizadora Picacho

En la Tabla 3-3-15 se muestran los problemas de esta planta potabilizadora y las posibles medidas que se conocieron durante el estudio de campo y los resultados de las entrevistas al personal de mantenimiento. Muchos desafíos tienen que ver con la obsolescencia y las averías de las tuberías de conducción y las instalaciones.

Tabla 3-3-15 problemas de la Planta Potabilizadora Picacho

	Problemas actuales	Posibles medidas	Observaciones
1. Fuente de agua y calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> • Líneas de conducción obsoletas y vulnerables ante las fuertes lluvias y deslaves. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere reforzar la estructura de base para soportar y proteger la tubería o construir una nueva estructura. 	Se reduce el volumen de agua cruda si se presenta una falla en una tubería.
2. Tamaño de la instalación	<ul style="list-style-type: none"> • El volumen de agua cruda es del 50 - 70 % de la capacidad de diseño de 1,100 L/s, el volumen de tratamiento disponible varía debido al cambio climático. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construir un nuevo tanque de almacenamiento para garantizar el volumen de agua cruda en la estación seca 	
3. Función de tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • El proceso actual de tratamiento satisface el valor de referencia para agua potable. 		
4. Instalaciones y equipos	<p>a. Muchos equipos son los mismos del inicio de la construcción con 25 años transcurridos, son obsoletos o presentan averías.</p> <p>b. El dispositivo alimentador de hidróxido de calcio está obstruido.</p> <p>c. Únicamente una bomba de dosificación de sulfato de aluminio y de polímero funciona.</p> <p>d. Ocho tanques de filtración en arena están suspendidos por fallas en el dispositivo colector de drenaje.</p> <p>e. Fugas desde la tubería de aire alrededor del tanque de filtración en arena</p> <p>f. Daños parciales en el equipo debido a los golpes por variaciones de voltaje a causa de la mala conexión a tierra</p> <p>g. Falta de capacidad debido a la avería del generador principal (285 kVA)</p> <p>h. Deficientes medidas de medición y seguridad debido a la obsolescencia del equipo de cloración</p> <p>i. La obsolescencia y la avería del caudalímetro dificulta la medición del volumen de agua</p> <p>j. Fallas en la operación y manipulación debido a la avería del panel de control obsoleto</p>	<p>a. Se requiere reparación o reemplazo después del estudio detallado.</p> <p>b. Adición del dispositivo antivibración y calefacción.</p> <p>c. Instalación de otros equipos de reserva para garantizar el funcionamiento en caso de averías.</p> <p>d. Reemplazar la actual boquilla del dispositivo colector de drenaje que es para agua a la boquilla para agua/aire, en todos los tanques incluyendo los que no están siendo utilizados (unos 15.000)</p> <p>e. Se requiere reparación de la tubería.</p> <p>f. Estudio situacional y adecuación de conexión a tierra</p> <p>g. Reparación</p> <p>h. Reemplazo y mejora agregando más equipos de medición y de seguridad</p> <p>i. Mejora del sistema de instrumentación para caudales y niveles de agua</p> <p>j. Construcción de sistemas considerando la adecuación de la</p>	

	Problemas actuales	Posibles medidas	Observaciones
	k. Algunos equipos de prueba de calidad del agua están averiados, se requiere reparación. l. Grietas y fugas de agua en la estructura del tanque de filtración en arena y del tanque de purificación	operación y manipulación y la eficiencia k. Reemplazo y reparación l. Reparación adecuada en cualquier momento después del estudio situacional	
5. Sistema de operación y mantenimiento, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema actual no presenta problema en particular en cuanto a la operación de las instalaciones, sin embargo, no están realizando el mantenimiento/mejoramiento de los equipos de manera programada, por lo que ocurren fallas en caso de averías y emergencias. • Manual de O&M con contenido insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere realizar gestión de activos y establecer un programa de mantenimiento preventivo para sistemas y equipos. • Elaboración de un adecuado manual de O&M 	

b) Plan de mejoramiento del Banco Mundial

En el "Proyecto para el Fortalecimiento del Servicio de Agua Potable en Tegucigalpa" del Banco Mundial (2019) también propone el plan de mejoramiento de las plantas potabilizadoras. De estos, en la Tabla 3-3-16 se muestran los rubros específicos relacionados con la Planta Potabilizadora Picacho. Cabe señalar que la implementación de este plan está atrasada.

Tabla 3-3-16 Plan de mejoramiento de la Planta Potabilizadora Picacho propuesto por el Banco Mundial

	Rubro	Detalles
1	Rehabilitación de la tubería de líneas de conducción Jutiapa—Picacho y reglamentación del uso del agua	Esta línea de conducción cruza las propiedades privadas y existen muchas captaciones ilegales. Para garantizar el agua cruda para la planta potabilizadora, se repara la tubería, además se suscribe un acuerdo adecuado sobre el uso del agua con los propietarios de la tierra.
2	Mejora del equipo de dosificación de químicos	Muchas fallas en el equipo y esto dificulta la purificación del agua. Se realizan las reparaciones y mejoras necesarias para mejorar la confiabilidad.
3	Mejora del equipo de cloración	Fallas en el equipo y carece de seguridad. Se debe adecuar los equipos mediante el reemplazo de equipos, la instalación del dispositivo neutralizador de cloro, la báscula para tanque de cloro, etc.
4	Mejora del dispositivo de coagulación	Daños en la pantalla y el cortocircuito afecta la eficiencia, hay que mejorar esto.
5	Reemplazo de las válvulas y el operador eléctrico de la puerta	Operación manual debido al deterioro y muchas averías. Reemplazo para la simplificación de la manipulación y para mayor eficiencia.
6	Reemplazo del medio filtrante para el tanque de filtración	La arena filtrante cumplió su vida útil, se reemplaza la arena en todos los tanques. No es necesario en caso de la filtración en varias capas por la calidad del agua cruda.
7	Reemplazo de la boquilla del dispositivo colector de drenaje del tanque de filtración	Las obstrucciones y los daños bajan el rendimiento. Reemplazo de todas las unidades.
8	Gestión de lodos y reutilización de aguas residuales de retrolavado	Gestión adecuada de lodos y reutilización del agua desbordada para el proceso de tratamiento

	Rubro	Detalles
9	Mejora de las operaciones y la eficiencia energética	Para mejorar la eficiencia del sistema, se instala un condensador para reducir la carga, se reemplaza la bomba y el soplador a un motor más eficiente y se revisa la manipulación del lavado del tanque de filtración y de la dosificación de químicos.
10	Medición efectiva del volumen de producción de agua	Para un abastecimiento adecuado del agua, se realiza la mejora del sistema de instrumentación y la coordinación con la red del sistema SCADA.
11	Equipos para la oficina	Dotación de equipos y programas para una adecuada gestión de información, monitoreo y vigilancia del proceso y mejorar las comunicaciones
12	Equipos para la prueba de calidad del agua	Revisión de los procedimientos y las normas en el traslado de la función de gestión de la calidad del agua, instalación de nuevos equipos de laboratorio para monitorear los procesos de tratamiento y la calidad del agua purificada.

(5) Micro planta hidroeléctrica El Picacho

La micro planta hidroeléctrica El Picacho está instalada en una de las nueve tuberías de distribución provenientes de la Planta Potabilizadora El Picacho, en la línea del sistema L22, con un diámetro de 400 mm. En agosto del 2021, el transformador sufrió un desperfecto y la micro planta hidroeléctrica no está funcionando. Cuando se realizó el estudio el 19 de agosto del 2021, el caudal era de 186 L/s. Este caudal está dentro del rango de caudales entre 120-300 L/s que permiten generar energía, por tanto, si se repara el transformador, se puede generar la energía. Con respecto a la reparación, según la entrevista con la UMAPS, se puede reparar con un costo de 196,225.00 HNL. El generador eléctrico está en buen estado sin observar daños.

	
Transformador (daños en la terminal de neutro y tierra)	Generador eléctrico

3-3-2-1-2 Planta Potabilizadora La Concepción

(1) Resumen

La Planta Potabilizadora La Concepción está situada en el cauce inferior del Embalse La Concepción y fue construida en 1991 con el financiamiento de los gobiernos de Italia y Francia (inicio del servicio en 1993). Al inicio, la capacidad de diseño era de 1,200 L/s, pero en 2006 con el apoyo de Italia la capacidad de tratamiento se incrementó en 300 L/s, siendo actualmente la capacidad de diseño de 1,500 L/s (inicio del servicio en 2008). Esto fue en respuesta a la elevación de la altura del embalse/ aumento del volumen de almacenamiento con la nueva construcción de la puerta plegable en el vertedero de excedencia del embalse y al plan de desviación de agua desde otras fuentes de agua. Posteriormente, con el objetivo de responder al trasvase desde el sistema Los Laureles, en 2017 se instaló el sistema laminar en el tanque de coagulación y sedimentación rápida para mejorar la eficiencia y la capacidad de tratamiento. Como resultado, la capacidad máxima de tratamiento para la operación aumentó a 1,700 L/s. Esta planta potabilizadora es la más grande del municipio y la producción del agua es estable en todo el año. Asimismo, en 2017 se instaló una estación de bombeo con bombas de arranque para enviar una parte de agua tratada hacia la Planta Potabilizadora Los Laureles.

El proceso de purificación de agua consiste en aireador + tanque de mezcla + tanque de coagulación y sedimentación rápida (en régimen laminar) + tanque de filtración rápida en arena por gravedad + cloración. En la Figura 3-3-27 se muestra el diagrama de flujo de la planta potabilizadora, en la Figura 3-3-28 se muestra el plano de planta general, en la Figura 3-3-29, el plano de relación de niveles de agua, en la Tabla 3-3-17, las especificaciones de las principales instalaciones y en la Figura 3-3-30, la situación actual de las instalaciones.

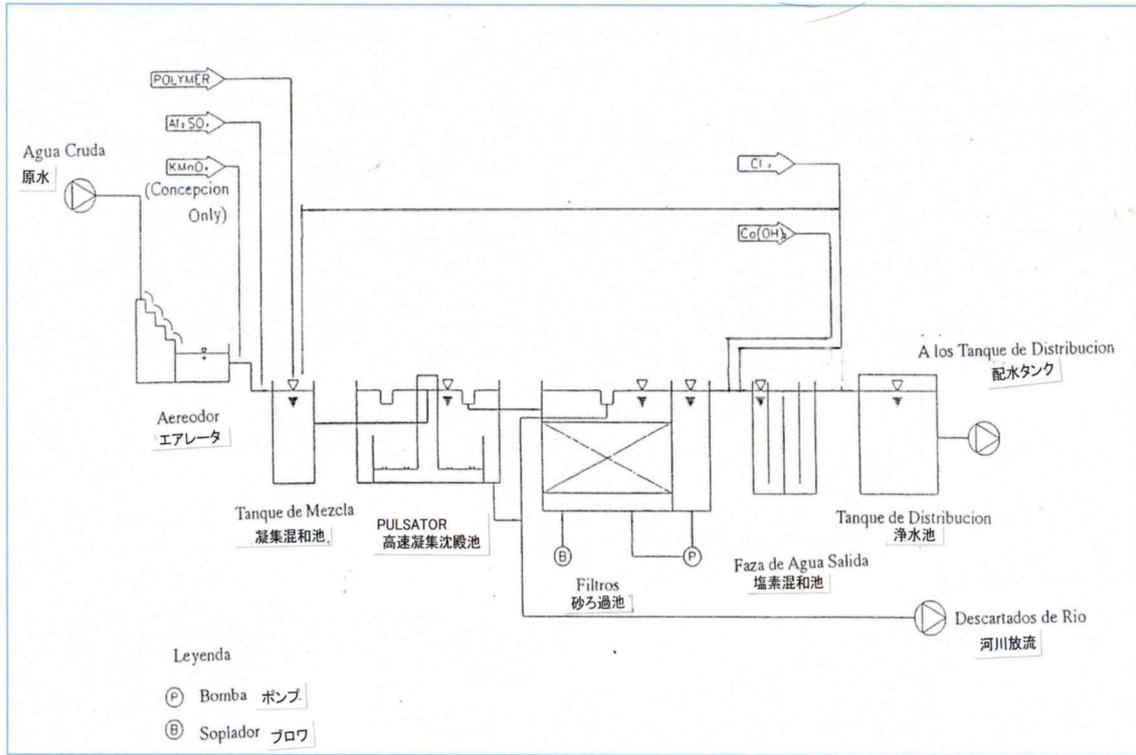


Figura 3-3-27 Diagrama de flujo de la Planta Potabilizadora La Concepción

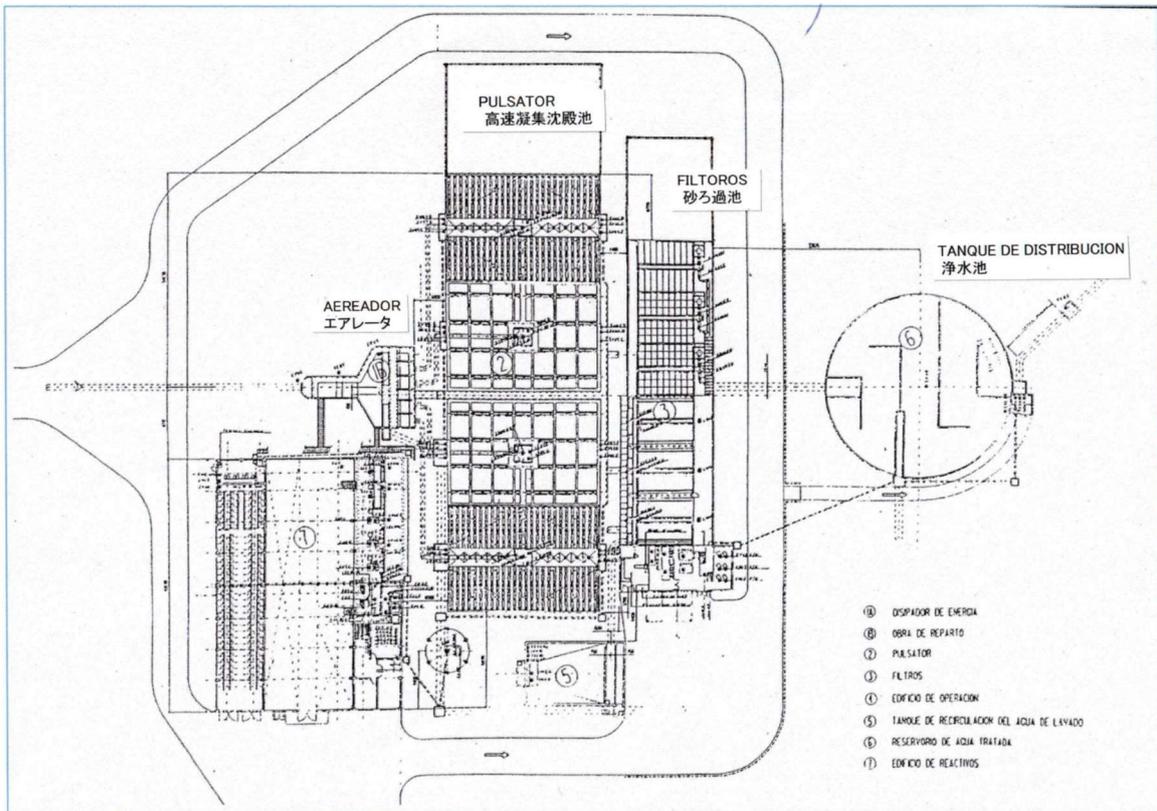
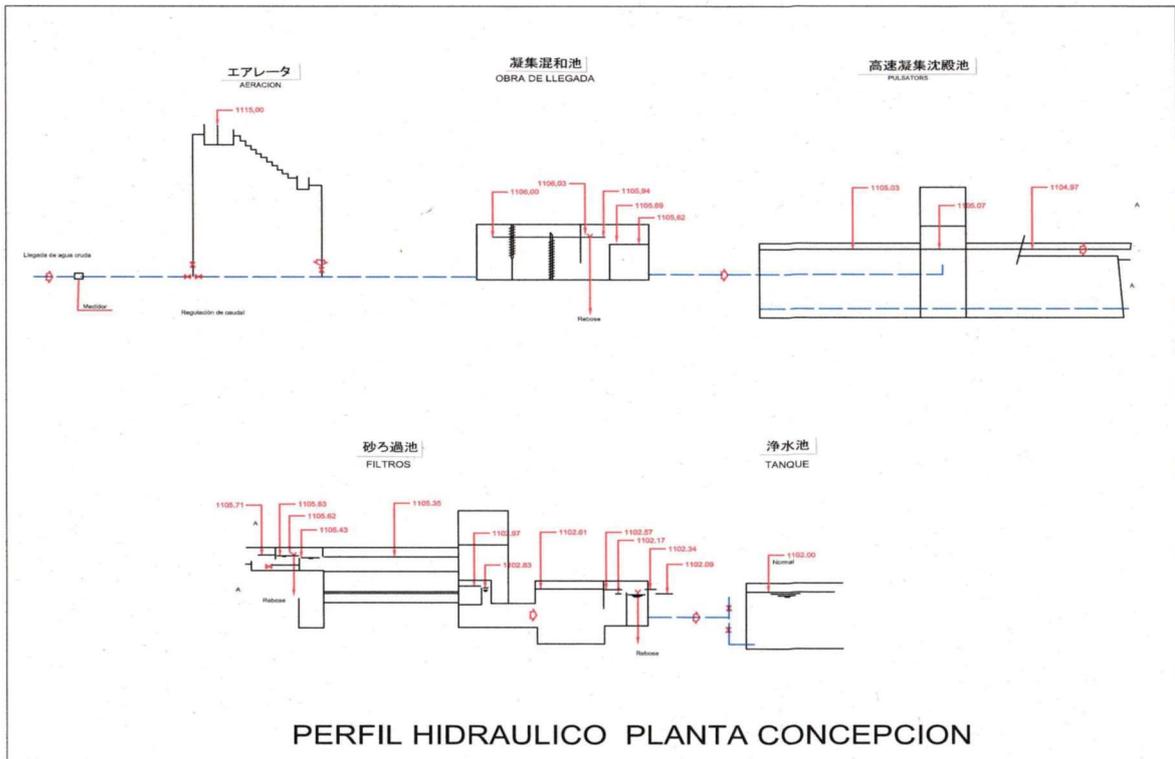


Figura 3-3-28 Plano de planta general de la Planta Potabilizadora La Concepción



Figra 3-3-29 Plano de relación de niveles de agua Planta Potabilizadora La Concepción

Tabla 3-3-17 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta Potabilizadora La Concepción

No.	Nombre de las instalaciones	Especificaciones	Principales equipos	Observaciones
	Volumen de producción	1,500 L/s (129,600 m ³ /día)		Máximo para la operación, 1,700 L/s
1	Aireador	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque rectangular tipo cascada hecho de concreto reforzado (RC) • 1 tanque 		
2	Tanque de coagulación y sedimentación rápida	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de coagulación y sedimentación rápida en régimen laminar hecho de CR (tipo pulsación) • Ancho 17.0 m x Longitud 25.0 m x Profundidad 3.7 m x 5 tanques • Carga de la superficie: 36 mm/min • Tiempo de permanencia: 1.5 horas 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de dosificación de sulfato de aluminio: 1 juego • Equipo de dosificación de hidróxido de calcio: 1 juego • Equipo de dosificación de polímero: 1 juego • Equipo de dosificación de permanganato de potasio utilizado para equipo de dosificación de carbón activado: 1 juego 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo pulsador • Aumento de un tanque en 2006 • Actualmente no se utiliza el permanganato de potasio. • El carbón activado se utiliza únicamente para el agua cruda del sistema Los Laureles para eliminar el olor.
3	Tanque de filtración en arena	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de filtración en arena con lavado con aire hecho de CR • Ancho (3.44 m + 3.44 m) x Longitud 9.0 m x 8 tanques 	<ul style="list-style-type: none"> • Soplador de lavado con aire x 4 unidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo Aquazur • Aumento de 2 tanques en 2006

No.	Nombre de las instalaciones	Especificaciones	Principales equipos	Observaciones
		<ul style="list-style-type: none"> • Superficie de filtración: 62 m²/tanque • Velocidad de filtración (cuando se operan todos los tanques): 260 m/día, máxima 290 m/día 		• Grosor de arena: 1.4 m
4	Tanque de mezcla de cloro	• Hecho de CR: 1 tanque	• Equipo de dosificación de cloro líquido: 1 juego	
5	Tanque de saturación en cal	• Hecho de CR: 1 tanque		
6	Tanque de retrolavado	• Hecho de CR: 1 tanque	• Bomba de recuperación	
7	Sistema de recepción de electricidad		• Transformador: 34.5 kV x 500KVA x 1 unidad	
8	Sistema de generación de electricidad para emergencias		• 285KVA x 1 unidad	
9	Equipo de monitoreo y control		• Panel de control: 1 juego (panel gráfico: existe)	Sistema SCADA: No Existe
10	Laboratorio de calidad del agua	Existe	• Turbidez, cloro residual, prueba del frasco, etc.	
11	Estación de bombeo con bombas de arranque		Bomba vertical 9.46 m ³ /min x 45.7 m x 94kW x 2 unidades (de las cuales, una es reserva) 18.93 m ³ /min x 45.7 m x 188 kW x 2 unidades (una es reserva)	Envía una parte de agua tratada hacia la Planta Potabilizadora Los Laureles.

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio en base a las entrevistas con la AMDC

	
Entrada al tanque de mezcla	Panorama del tanque de sedimentación y el edificio de filtración en arena

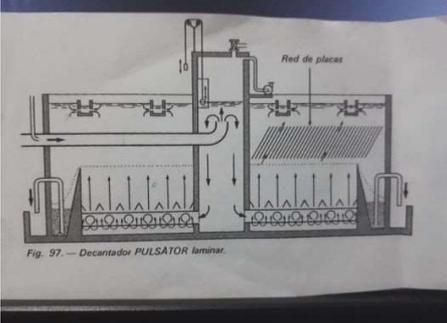
	
<p>Tanque de coagulación y sedimentación rápida en régimen laminar</p>	<p>Flujo del tanque de coagulación y sedimentación rápida</p>
	
<p>Tanque de filtración en arena</p>	<p>Sala de tanques de cloro gas</p>
	
<p>Sala de monitoreo y control</p>	<p>Tanque para saturación en cal</p>

Figura 3-3-30 Situación actual de la Planta Potabilizadora La Concepción

(2) Sistema de operación y mantenimiento

Actualmente, la operación y mantenimiento de la Planta Potabilizadora La Concepción está a cargo del subsistema La Concepción de la Unidad de la Gestión de Agua de AMDC, y este subsistema también se encarga de la operación y mantenimiento de las instalaciones de fuente de agua relacionadas con La Concepción. El subsistema Concepción cuenta con 29 personas para la operación y mantenimiento, y en la Tabla 3-3-18 se muestra la estructura de puestos de su personal. Cabe señalar que el personal de control de calidad del agua que aparece en la Tabla pertenece al Laboratorio central de calidad del agua de la AMDC y permanece en la Planta Potabilizadora La Concepción.

Tabla 3-3-18 Sistema de operación y mantenimiento del subsistema La Concepción

	Responsabilidades laborales del personal	Observaciones
1	Administrador de subsistema	
2	Asistente de subsistema	
3	secretaría	
4	Bodeguero de adquisiciones	
5	Aseadora de la instalación	
6	Operador de la planta Potabilizadora	
7	Electromecánico	
8	Inspector de la instalación de fuente de agua	
9	Conductor	
10	Inspector de las instalaciones	
11	Obrero en el lugar	
	Prueba de calidad del agua	

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio en base a las entrevistas con la AMDC

La operación de la planta potabilizadora se realiza en dos turnos, de 8:00 a 16:00 y de 16:00 a 8:00 del día siguiente. Los operadores de las plantas potabilizadoras realizan la inspección a los principales equipos electromecánicos una vez a la semana. La reparación de los equipos que presentan fallas está a cargo de la sección responsable de la oficina central de AMDC. El personal informa diariamente a la AMDC los datos de niveles y volumen de agua de la fuente de agua, así como el volumen, la calidad del agua, los niveles de agua, etc. de la planta potabilizadora en formato digital en línea. Cabe señalar que no tiene sistema de comunicación como el SCADA entre la AMDC y las plantas potabilizadoras. El personal realiza trabajo de operación y mantenimiento basándose en el manual de operación y mantenimiento de la AMDC.

(3) Situación de las operaciones

a) Volumen de agua

En la Tabla 3-3-19, se muestra el volumen de agua cruda y volumen de producción (2016–2020) de la Planta Potabilizadora La Concepción y en la Figura 3-3-31 se muestra la variación mensual del volumen de producción. El volumen de producción de agua varía cada año, pero de enero a junio de 2018 y 2019 superó la capacidad de diseño de 1,500 L/s y se acercó a la capacidad máxima para la operación (1,700 L/s). Aunque en los meses de volumen mínimo este puede descender hasta el 50% de su capacidad, en la temporada de abundancia de agua generalmente la planta está funcionando a su máxima capacidad. En el año 2021 se han registrado relativamente pocas precipitaciones. El volumen entrante en el momento del estudio de campo (20 de agosto del 2021) fue de 1,373 L/s, con tendencia similar al período entre el 2016 y el 2018.

Tabla 3-3-19 Volumen de agua cruda y volumen de producción de la Planta Potabilizadora La Concepción (2016-2020) (Unidad: L/s)

Año fiscal	Volumen promedio anual de agua cruda	Volumen promedio anual de producción	Volumen de producción/ agua cruda (%)	Volumen promedio anual de producción por estación		Volumen mínimo de producción
				Estación lluviosa (mayo - octubre)	Estación seca (noviembre - abril)	
2016	1,360	1,332	97.9	1,327	1,337	1,247 (noviembre)
2017	1,417	1,385	97.7	1,364	1,406	1,425 (octubre)
2018	1,519	1,489	98.0	1,495	1,482	1,464 (noviembre)
2019	1,285	1,259	98.0	1,227	1,293	784 (noviembre)
2020	1,089	1,065	97.8	1,196	933	706 (marzo)

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos estadísticos de AMDC

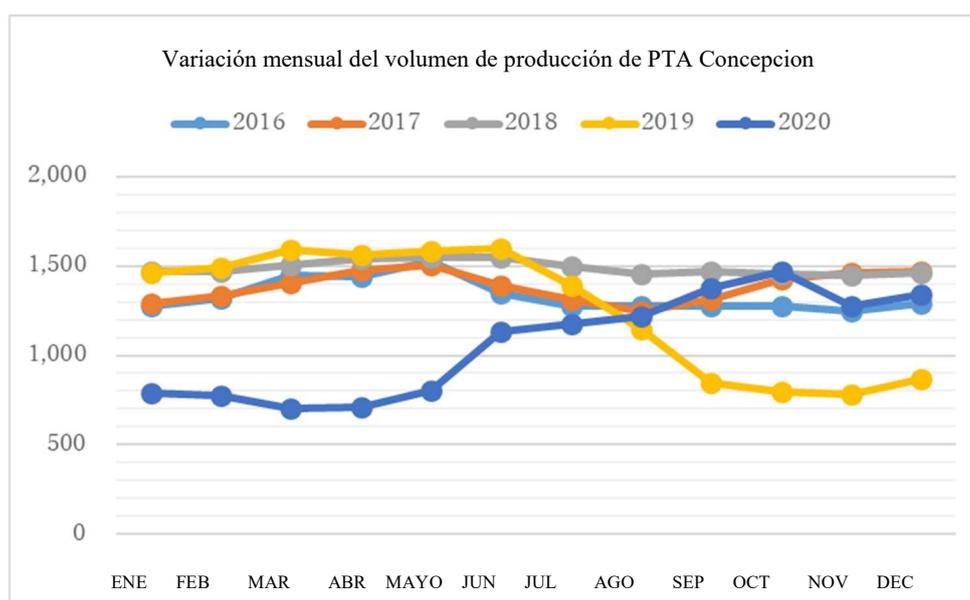


Figura 3-3-31 Variación mensual del volumen de producción de la Planta Potabilizadora La Concepción (2016-2020)

b) Calidad del agua

La prueba de calidad del agua se realiza en el laboratorio de calidad del agua dentro de la planta potabilizadora y en el laboratorio central de calidad del agua. En el laboratorio de calidad del agua dentro de la planta, se analizan tres veces al día los parámetros de operación como turbidez, color, pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza, etc. En el laboratorio central se reciben muestras enviadas de las plantas potabilizadoras una vez a la semana y se realizan las pruebas cruzadas de hierro, manganeso, bacteriológicas y parámetros de los laboratorios de las plantas.

En la Tabla 3-3-20, se muestran los principales parámetros de calidad del agua cruda y agua purificada (turbidez, color, pH, hierro y manganeso) obtenidos en 2016 – 2020 (valores de promedio mensual).

La fuente de agua de esta planta potabilizadora es el Embalse La Concepción. En todo el año, el agua cruda presenta niveles bastante altos tanto de turbidez como de color y se observan algas. En los últimos cinco años, estos valores generalmente se mantienen, y sobre todo en la estación lluviosa el nivel de turbidez sube a 100 – 150 NTU y el de color, 300 – 400 TCU. Asimismo, los valores del análisis de sales nutritivas en el agua cruda en 2020 (promedio mensual) arrojan los resultados de nitrógeno amoniacal entre 0.51 - 2.18 mg/L (promedio: 1.23 mg/L), nitrato de nitrógeno entre 0.01 - 0.08 mg/L (promedio: 0.05 mg/L) y fosfato de ácido fosfórico entre 0.05 - 0.30 mg/L (promedio 0.17 mg/L), indicando síntomas de contaminación de la calidad del agua y la eutroficación a causa de diversas aguas residuales. Por otro lado, el nivel de turbidez y de color del agua purificada es inferior al valor permitido para agua potable y el agua se trata con la coagulación, sedimentación y filtración. Se realiza el ajuste del pH, aunque a veces el valor del agua purificada es inferior al valor permitido. También los valores de hierro y manganeso son inferiores al valor de referencia.

Tabla 3-3-20 Calidad del agua de la Planta Potabilizadora La Concepción
(valores de promedio mensual, 2016-2020)

Parámetro de calidad del agua		Turbidez	Color	pH	Hierro	Manganeso	Observaciones
Unidad		NTU	TCU	-	mg/L	mg/L	
Valor máximo permitido de Honduras para agua potable		5	15	6.5 - 8.5	0.3	0.5	
2016	Agua	Máximo	94.42	261.99	6.81 - 7.09	0.35	0.44
		Promedio	56.60	168.55	6.95	0.24	0.30
	Agua purificada		2.50 - 3.95	6.21 - 6.75	0.00 - 0.01	0.00 - 0.21	
2017	Agua	Máximo	108.00	382.40	6.55 - 7.18	0.52	0.57
		Promedio	63.26	174.68	6.98	0.27	0.13
	Agua purificada		2.56 - 8.59	6.14 - 6.67	0.00	0.00 - 0.32	
2018	Agua	Máximo	78.77	276.30	6.70 - 6.93	0.55	0.13
		Promedio	52.25	158.20	6.78	0.25	0.05
	Agua purificada		2.50 - 4.53	6.31 - 6.61	0.00 - 0.02	0.03 - 0.18	
2019	Agua	Máximo	145.27	424.38	6.62 - 7.50	0.52	0.11
		Promedio	60.85	165.12	6.89	0.34	0.06
	Agua purificada		2.50 - 4.10	6.43 - 6.78	0.00 - 0.01	0.01 - 0.19	
2020	Agua	Máximo	125.02	361.86	6.78 - 7.76	0.45	0.02
		Promedio	70.19	182.66	7.19	0.30	0.01
	Agua purificada		2.5 - 5.51	6.29 - 6.97	0.00	0.00 - 0.02	
20 /ago/ 2021	Agua cruda	35.00	125.00				
	Agua purificada	0.72	2.50				
Valoración		Inferior al valor permitido	Inferior al valor permitido	A veces es inferior a 6.5	Bueno	Bueno	

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del Departamento de Gestión de Calidad del Agua de AMDC

c) Operación y dosificación de químicos

El trabajo de descarga de lodos del tanque de sedimentación se realiza cada seis meses. El lavado a contracorriente del tanque de filtración se realiza cada 24-28 horas, y la operación de lavado consiste en (Lavado con aire de 5 minutos + Lavado con aire y agua de 3 minutos + Lavado con agua de 5-12 minutos). La arena filtrante no se ha reemplazado desde que se inició el servicio, sin embargo, cada año se repone aproximadamente el 10%. Los lodos se descargan directamente al río cercano. Las aguas residuales del lavado fluyen por gravedad hacia el tanque de recuperación y se devuelven a la parte de entrada a través de la bomba de recuperación.

Como medidas contra las algas, se realiza el lavado de canales del tanque de coagulación y sedimentación rápida y el tanque de filtración en arena 4-5 veces al año y se realiza la precloración. Están solicitando la instalación del techo para ambas instalaciones como una medida contra las algas. Cabe resaltar que se realiza una buena limpieza de las instalaciones y el recinto.

La electricidad se recibe con un circuito de 34.5 kV y se distribuye en 440V/220v. Los apagones ocurren aproximadamente 12 veces/año. Cuando ocurre la suspensión programada del servicio de energía eléctrica por trabajo eléctrico, la duración es de 2 a 3 horas/interrupción y si es una interrupción por un accidente, dura entre 30 minutos y 10 horas/interrupción. Cuenta con un generador eléctrico para emergencias con capacidad 295 kVA. En la Tabla 3-3-21 se muestra la evolución del consumo energético de esta planta potabilizadora. El consumo unitario de energía oscila entre 0.0088-0.0118kWh/m³.

Tabla 3-3-21 Consumo energético de la Planta Potabilizadora La Concepción (2017-2020)

Año fiscal	Consumo energético	Volumen de producción	Consumo unitario de energía
	kWh/año	m ³ /año	kWh/m ³
2017	383,600	43,679,632	0.0088
2018	389,280	46,946,802	0.0083
2019	-	-	-
2020	396,000	33,690,952	0.0118
Promedio			0.0096

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio a partir de las entrevistas con la AMDC

Esta planta potabilizadora no cuenta con el sistema SCADA para el monitoreo y control de las operaciones de equipos, el monitoreo se realiza con el panel gráfico convencional como componente estructural. Se puede monitorear la situación de las operaciones y averías con las luces indicadoras de operaciones y averías instaladas en el panel de control de los equipos. La operación de los equipos se realiza con el circuito de control de componentes estructurales mediante el relé eléctrico auxiliar. Los datos de caudales de agua cruda, agua enviada y niveles del tanque de agua purificada se conservan en el registrador de datos digital instalado en el panel de instrumentos contiguo al panel gráfico y se indican en la pantalla de LCD.

Los químicos utilizados son sulfato de aluminio, hidróxido de calcio y cloro líquido. Además, se utiliza permanentemente el hipoclorito de sodio para mejorar el efecto de sedimentación cuando el nivel de turbidez es alto. Al inicio de la construcción, se utilizaba el equipo de dosificación de permanganato de potasio para eliminar manganeso, pero actualmente no se utiliza. Cabe señalar que cuando entra el agua cruda del sistema Los Laureles, se utiliza adicionalmente el equipo de dosificación de carbón activado en polvo para eliminar el olor, el cual utiliza las instalaciones del equipo de dosificación de permanganato de potasio. Se realiza la precloración como una medida contra las algas.

En la Tabla 3-3-22 se muestra la evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de esta planta potabilizadora. La tasa de dosificación es bastante alta en todos los químicos por la calidad del agua cruda con alto nivel de turbidez y de color. El costo de químicos es de 0.64 - 0.86 HNL/m³, aunque depende de la calidad del agua cruda, y es aproximadamente 10 veces más alto que la Planta Potabilizadora Picacho que tiene una calidad del agua relativamente buena.

Tabla 3-3-22 Evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de la Planta Potabilizadora La Concepción (2016-2020)

Rubro	Costo de químicos	Sulfato de aluminio		Hidróxido de calcio		Cloro Gas		Polímero	
Unidad	HNL/m ³	mg/L		mg/L		mg/L		mg/L	
		Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual
2016	0.86	32.90	27.29 - 39.67	10.63	8.84 - 13.03	4.10	3.63 - 4.58	0.14	0.11 - 0.18
2017	0.71	36.04	30.42 - 45.54	7.28	4.10 - 13.35	4.10	3.62 - 4.61	0.15	0.11 - 0.19
2018	0.64	34.17	31.35 - 38.52	9.53	6.35 - 11.74	3.37	1.73 - 4.68	0.14	0.11 - 0.13
2019	0.67	33.74	28.18 - 52.18	11.13	7.79 - 14.72	3.96	3.00 - 4.43	0.13	0.10 - 0.18
2020	0.70	35.14	29.95 - 43.83	9.82	2.57 - 14.75	4.10	3.22 - 4.59	0.13	0.09 - 0.18

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a las entrevistas con la AMDC

d) Situación de los principales sistemas y equipos

En la Tabla 3-3-23 y la Figura 3-3-32 se muestra la situación actual de los principales sistemas y equipos de esta planta potabilizadora. Algunos equipos han sido reemplazados, sin embargo, la mayoría de los equipos son los mismos del inicio de la construcción con 28 años transcurridos, por lo que se requiere reparación o reemplazo debido a la avería y la obsolescencia. Sobre todo, es urgente mejorar el equipo de dosificación de químicos para asegurar la operación de tratamiento y los caudalímetros, etc. para conocer el volumen de agua.

Tabla 3-3-23 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora La Concepción

	Sistema	Principales equipos	Año de instalación	Estado actual, historial de averías/reparaciones
1	Tanque de coagulación y sedimentación rápida	• Bomba de vacío x 5	1992/2006	• 1 unidad en proceso de ajuste
2	Equipo de dosificación de sulfato de aluminio	• Tanque de disolución x2 • Bomba de dosificación	1992 1992/2016	• Mezclador obsoleto, se requiere reemplazo. • Ya se ha reemplazado 1 unidad, obsoleta, se requiere reemplazo.
3	Equipo de dosificación de hidróxido de calcio	• Tanque de disolución x3 • Colector de polvo x3 • Bomba de dosificación	1992 1992 1992/2016	• Mezclador: 1 unidad en operación, 2 unidades averiadas, se requiere reemplazo. • Ya se ha reemplazado 1 unidad, obsoleta, se requiere reemplazo.

	Sistema	Principales equipos	Año de instalación	Estado actual, historial de averías/repares
4	Equipo de dosificación de polímero	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de disolución x2 • Bomba de dosificación x2 	1992 2017	<ul style="list-style-type: none"> • Mezclador obsoleto • Ya se ha reemplazado.
5	Equipo de dosificación de carbón activado	(En su lugar, se utiliza el equipo de dosificación de permanganato de potasio.) <ul style="list-style-type: none"> • Tanque de disolución x2 • Bomba de dosificación x2 	1992 1992	Únicamente cuando entra el agua cruda del sistema Los Laureles, se utiliza para eliminar el olor. <ul style="list-style-type: none"> • Mezclador: Una unidad averiada, se requiere reemplazo
6	Filtración en arena	<ul style="list-style-type: none"> • Soplador de lavado con aire x2 • Compresor de aire x2 • Bomba de lavado a contracorriente x2 • Válvula de accionamiento neumático x24 	1992 2017 1992 1992/2006	<ul style="list-style-type: none"> • Ya se ha reemplazado. • Obsoleto, se requiere reemplazo. • Falla parcial en el accionamiento, se requiere reparación.
7	Equipo de cloración	<ul style="list-style-type: none"> • Dosificador de cloro x4 	1992	<ul style="list-style-type: none"> • Dos unidades averiadas, se requiere reemplazo, hay fugas de gas
8	Tanque de saturación en hidróxido de calcio	<ul style="list-style-type: none"> • Mezclador x1 	1992	
9	Bomba de agua para uso misceláneo	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de agua para dosificación de químicos x2 • Bomba de agua para cloración x2 • Bomba de agua saturada x2 	1992 1992 1992	
10	Bomba de arranque	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de agua cruda x4 	2017	Para trasladar una parte de agua tratada hacia la Planta Potabilizadora Los Laureles
11	Sistema de recepción de electricidad	<ul style="list-style-type: none"> • Transformador 500 kVA x1 	1992	
12	Sistema de generación de electricidad de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> • Generador 295 kVA x1 	1992	Falta de capacidad
13	Equipo de monitoreo y control	<ul style="list-style-type: none"> • Panel de control central x1 juego • Panel de control del equipo de dosificación de químicos x1 juego • Panel de control del tanque de filtración en arena x8 	1992 1992 1992/2006	Obsoleto
14	Laboratorio de calidad del agua	Medidor de turbidez, medidor de color, medidor de cloro residual, medidor de conductividad eléctrica, prueba del frasco, etc.		Algunos averiados, se requiere calibración y reparación.

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a las entrevistas con la AMDC

	
<p>Bomba de vacío del tanque de coagulación y sedimentación rápida</p>	<p>Tanque de disolución de sulfato de aluminio</p>
	
<p>Bomba de dosificación de sulfato de aluminio</p>	<p>Tanque de disolución de hidróxido de calcio</p>
	
<p>Bomba de dosificación de hidróxido de calcio</p>	<p>Tanque de disolución de polímero</p>
	
<p>Bomba de dosificación de polímero</p>	<p>Tanque de disolución de carbón activado (para permanganato)</p>



Bomba de dosificación de carbón activado

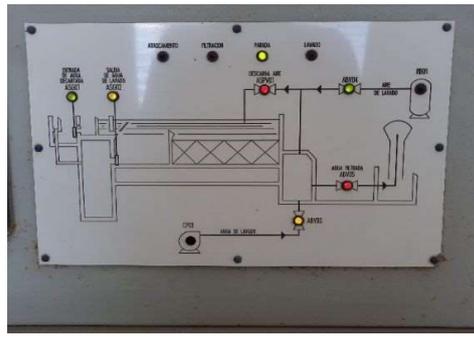


Diagrama del tanque de filtración en arena



Soplador de lavado con aire



Sala de válvulas del tanque de filtración



Bomba de lavado a contracorriente



Dispositivo dosificador de cloro



Mezclador del tanque de saturación en hidróxido de calcio



Bomba de agua para uso misceláneo

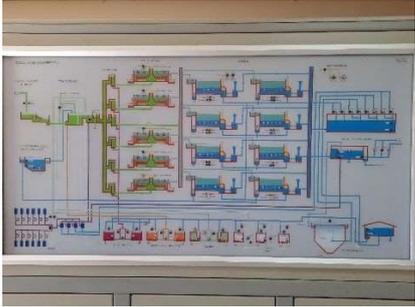
	
<p>Bomba de arranque</p>	<p>Transformador</p>
	
<p>Generador eléctrico para emergencias</p>	<p>Panel de la sala de monitoreo central</p>
	
<p>Panel de control del equipo de dosificación de químicos</p>	<p>Panel de control del tanque de filtración en arena</p>
	
<p>Laboratorio de calidad del agua</p>	<p>Medidor de turbidez</p>

Figura 3-3-32 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora La Concepción

(4) Problemática de la Planta Potabilizadora La Concepción y el plan de mejoramiento del Banco Central

a) Problemas de la Planta Potabilizadora La Concepción

En la Tabla 3-3-24 se muestran los Problemas de esta planta potabilizadora y las posibles medidas que se conocieron durante el estudio de campo y de los resultados de las entrevistas al personal de mantenimiento. Muchos Problemas tienen que ver con la obsolescencia y las averías de las tuberías de conducción y las instalaciones.

Tabla 3-3-24 Problemas de la Planta Potabilizadora La Concepción

	Problemas actuales	Posibles medidas	Observaciones
1. Fuente de agua y calidad del agua	<p>a. En la temporada de abundancia de agua, la instalación funciona a su máxima capacidad y a veces el agua se desborda, pero en la temporada de poca agua, trabaja con aproximadamente 50% de su capacidad.</p> <p>b. En la situación actual, generalmente puede purificar el agua manteniendo los valores inferiores al valor de referencia para agua potable, pero se observan la contaminación, la proliferación de algas y la eutroficación en la fuente de agua. El costo de químicos es unas diez veces mayor que la planta de Picacho con una buena calidad del agua.</p>	<p>a. Desviar el agua a otras instalaciones en la temporada de abundancia de agua, aumentar la capacidad del tanque de almacenamiento en la temporada de poca agua, conducir el agua de otras fuentes de agua, etc.</p> <p>b. Es efectivo instalar un techo como una medida contra la contaminación y la proliferación de algas en la fuente de agua, como la instalada en la PTA Los Laureles.</p>	
2. Tamaño de la instalación	<p>a. En la temporada de abundancia de agua, la instalación funciona a su máxima capacidad.</p>	<p>a. Revisar la necesidad de aumentar el tamaño de la instalación dentro del Plan Maestro</p>	
3. Función de tratamiento	<p>a. En el proceso actual de tratamiento, se da tratamiento para mantener los valores inferiores al valor de referencia para agua potable, pero está llegando al límite de tratamiento y el costo de químicos es alto.</p>	<p>a. Mejorar la calidad del agua cruda y revisar la necesidad de pretratamiento</p>	
4. Instalaciones y equipos	<p>a. Muchos equipos funcionan desde el inicio de la construcción (1996), son obsoletos/ muchas averías.</p> <p>b. Una parte del sistema de dosificación de químicos está reemplazada, pero hay muchas averías, muchos no tienen equipos de reserva, resultando en la falta el funcionamiento.</p> <p>c. Hay fallas en el dispositivo generador de vacío No.5 del tanque de coagulación y sedimentación rápida, se utiliza el dispositivo No.4.</p> <p>d. Daños y obstrucciones en la boquilla del dispositivo colector de drenaje del tanque de filtración en arena, muchas averías de las válvulas,</p>	<p>a. Se requiere reparación o reemplazo después del estudio detallado, considerando también mejorar el funcionamiento.</p> <p>b. Revisar para lograr una operación de tratamiento más adecuada y eficiente, luego mejorar y reemplazar los equipos.</p> <p>c. Revisar el funcionamiento, luego reparar o reemplazar</p>	

	<p>no se ha reemplazado la arena filtrante.</p> <p>e. Falta de capacidad del generador principal (295 kVA) para un transformador 500 kVA, no puede operar algunos equipos.</p> <p>f. Deficientes medidas de medición y seguridad debido a la obsolescencia del equipo de cloración</p> <p>g. Lo obsoleto y la avería del caudalímetro dificulta la medición del volumen de agua</p> <p>h. Fallas en la operación y manipulación debido a la avería del panel de control obsoleto</p> <p>i. Algunos equipos de prueba de calidad del agua están averiados, se requiere reparación.</p>	<p>d. Reemplazar todas las boquillas, reemplazar las válvulas y la arena filtrante</p> <p>e. Revisar la capacidad, luego reemplazar para mayor capacidad o instalar uno nuevo</p> <p>f. Reemplazo y mejora agregando más equipos de medición y de seguridad</p> <p>g. Mejora del sistema de instrumentación para caudales y niveles de agua</p> <p>h. Construcción de sistemas considerando la adecuación de la operación, manipulación y la eficiencia</p> <p>i. Reemplazo y reparación</p>	
5. Sistema de operación y mantenimiento, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema actual no presenta problema en particular en cuanto a la operación de las instalaciones, sin embargo, no están realizando el mantenimiento/ mejoramiento de los equipos de manera programada, por lo que ocurren fallas en caso de averías y emergencias. • Manual de O&M con contenido insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere realizar gestión de activos y establecer un programa de mantenimiento preventivo para sistemas y equipos. • Elaboración de un adecuado manual de O&M 	

b) Plan de mejoramiento del Banco Mundial

En el "Proyecto para el Fortalecimiento del Servicio de Agua Potable en Tegucigalpa" del Banco Mundial (2019) también propone el plan de mejoramiento de las plantas potabilizadoras. De estos, en la Tabla 3-3-25 se muestran los rubros específicos relacionados con la Planta Potabilizadora La Concepción. Cabe señalar que la implementación de este plan está atrasada.

Tabla 3-3-25 Plan de mejoramiento de la Planta Potabilizadora La Concepción propuesto por el Banco Mundial

NO	Rubro	Detalles
1	Mejora del equipo de dosificación de químicos	Muchas fallas en el equipo y esto dificulta la purificación del agua. Se realizan las reparaciones y mejoras necesarias para mejorar la confiabilidad.
2	Mejora del equipo de cloración	Fallas en el equipo y carece de seguridad. Se debe adecuar los equipos mediante el reemplazo de equipos, la instalación del dispositivo neutralizador de cloro, la báscula para tanque de cloro, etc.
3	Envío inverso del agua cruda desde la Planta Potabilizadora La Concepción hacia la Planta Potabilizadora Los Laureles	Se construyó una instalación de derivación del agua desde Los Laureles hacia La Concepción, pero el costo de bombeo es alto y hay pocas situaciones cuando se puede derivar el agua en Los Laureles. Por otro lado, en el Embalse La Concepción, el agua se desborda debido a la falta de capacidad de la planta potabilizadora. Si se logra realizar el envío inverso

NO	Rubro	Detalles
		del agua cruda utilizando la tubería existente, se podría utilizar efectivamente el agua cruda.
4	Instalación de una cubierta en el tanque de coagulación y sedimentación rápida	Aunque se realiza precloración en esta planta potabilizadora como una medida contra las algas, para aliviar este proceso, se podría instalar una cubierta en el tanque de sedimentación. Instalar un techo liviano o panel solar.
5	Reemplazo de la boquilla del dispositivo colector de drenaje del tanque de filtración	Las obstrucciones y daños han bajado el rendimiento. Reemplazar todas las boquillas. Rellenar la arena filtrante.
6	Gestión de lodos y reutilización de aguas residuales de retrolavado	Gestión adecuada de lodos y reutilización del agua desbordada para el proceso de tratamiento
7	Medición efectiva del volumen de producción de agua	Para un abastecimiento adecuado del agua, se realiza la mejora del sistema de instrumentación y la coordinación con la red del sistema SCADA.
8	Equipos para la oficina	Dotación de equipos y programas para una adecuada gestión de información, monitoreo y vigilancia del proceso y mejorar las comunicaciones
9	Equipos para la prueba de calidad del agua	Revisión de los procedimientos y las normas en el traslado de la función de gestión de la calidad del agua, instalación de nuevos equipos de laboratorio para monitorear los procesos de tratamiento y la calidad del agua purificada.

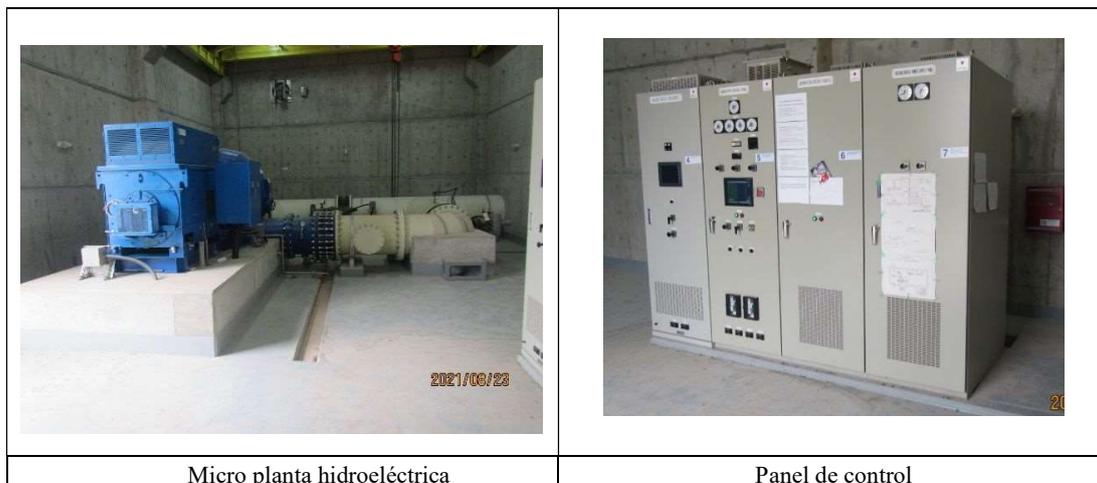
Fuente: Datos del Banco Mundial

(5) Micro planta hidroeléctrica La Concepción

La micro planta hidroeléctrica La Concepción está instalada en aguas arriba del aireador, ubicado a 6.3 km del Embalse La Concepción en el lado del cauce inferior, y se plantea generar la energía utilizando la diferencia de alturas no utilizada de este tramo.

Al 23 de agosto del 2021, el caudal es de 1300 L/s y el nivel de agua del Embalse La Concepción es de 1141.51 m. El rango de caudales que permiten generar la energía con esta micro planta es de 600-1500 L/s, y el caudal está dentro del rango para generar la energía, sin embargo, el nivel de agua del embalse tiene que ser 1152 m o mayor. En el momento del estudio, el nivel de agua del embalse no cumplía el requerimiento, por eso no podía funcionar, no obstante, se supone que si sube el nivel de agua, se puede generar la energía. Cabe resaltar que no pueden operar la micro planta porque está ausente el administrador de operaciones desde 2020 debido a la reducción del personal a raíz del traslado de operaciones desde el SANAA a la UMPAS. En el futuro, es necesario asignar a un personal.

Los equipos de generación eléctrica están en buen estado.



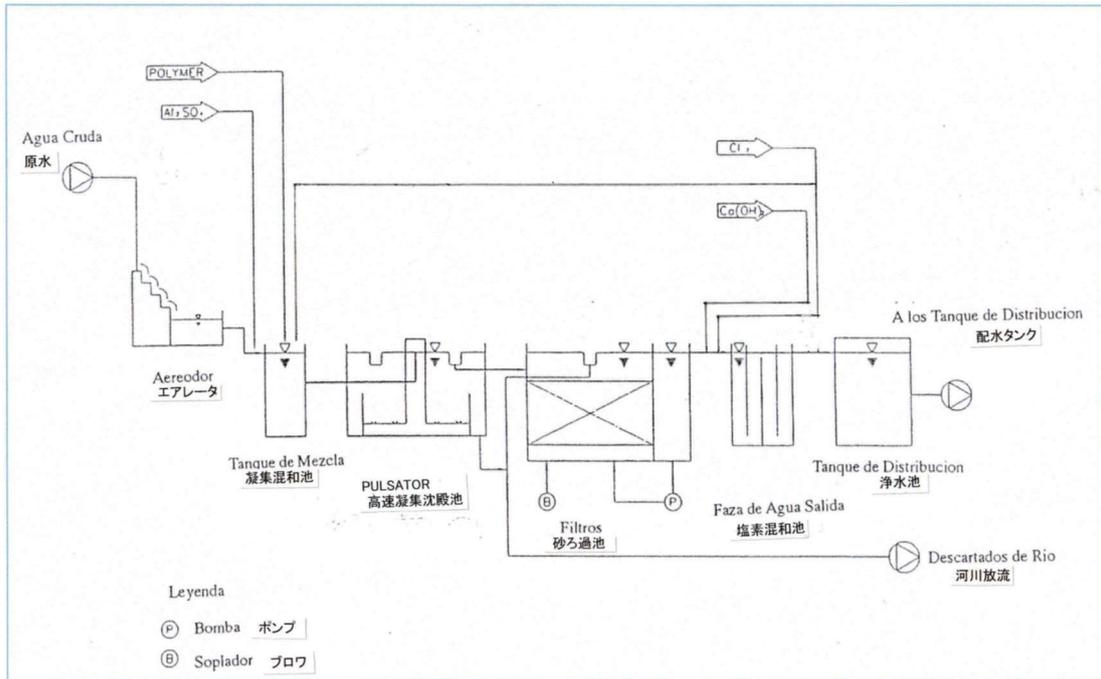
3-3-2-1-3 Planta Potabilizadora Los Laureles

(1) Resumen

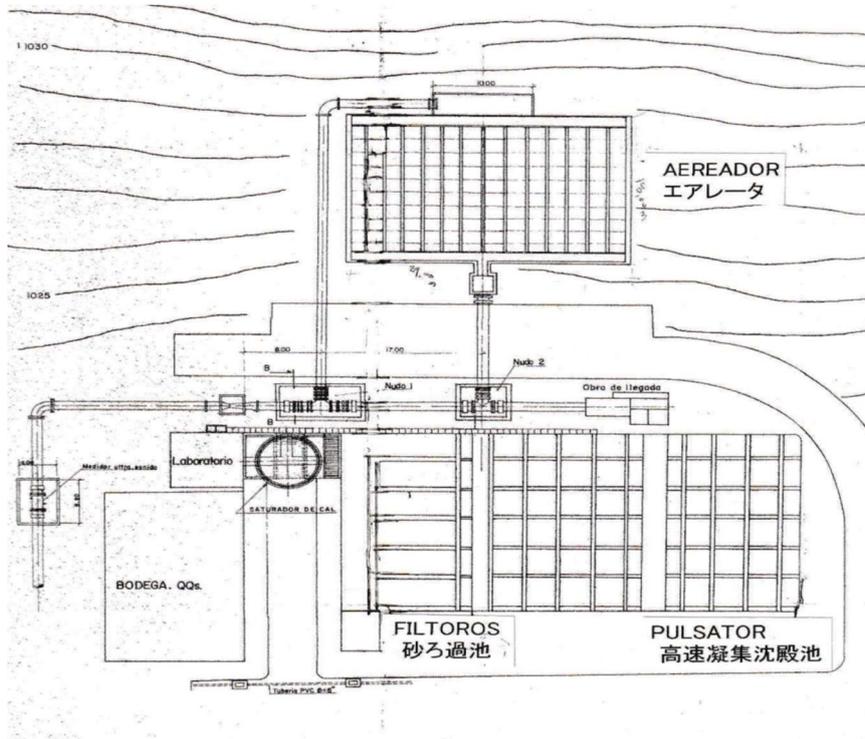
La Planta Potabilizadora Los Laureles está situada a una altura de unos 800 m del cauce inferior de la Presa Los Laureles. La capacidad de diseño al inicio de la construcción (1976) fue de 670 L/s, posteriormente en 2000 fue ampliada a 720 L/s cuando se amplió la presa con el apoyo del BID. Además, en 2007 se construyeron las instalaciones de purificación tipo integrado con el apoyo de España (25 L/s x cuatro unidades) para responder ante el volumen de agua en la estación lluviosa, y actualmente la capacidad total de diseño es de 820 L/s. Posteriormente en 2012, con el apoyo de España, se construyó el dispositivo de coagulación y sedimentación ultra rápida tipo integrado (75 L/s x 1 unidad). La operación de estos dispositivos tipo integrado está suspendida desde 2013 en caso del primero y desde 2017 en caso del segundo debido a diversas fallas. En 2017, se construyó una estación de bombeo para la transmisión de agua cruda hacia la Planta Potabilizadora La Concepción.

El proceso de purificación es el mismo de la Planta Potabilizadora La Concepción, consiste en aireador + tanque de mezcla + tanque de coagulación y sedimentación rápida + tanque de filtración rápida en arena por gravedad + cloración. Al inicio, tanto el tanque de coagulación y sedimentación como el tanque de filtración en arena eran abiertas, sin embargo, se instaló un techo para evitar la proliferación de algas. En la Figura 3-3-33 se muestra el diagrama de flujo de la planta potabilizadora, en la Figura 3-3-34 se muestra el plano de planta general, en la Figura 3-3-35, el plano de relación de niveles de agua, en la Tabla 3-3-26, las especificaciones de las principales instalaciones y en la Figura 3-3-36, la situación actual de las instalaciones.

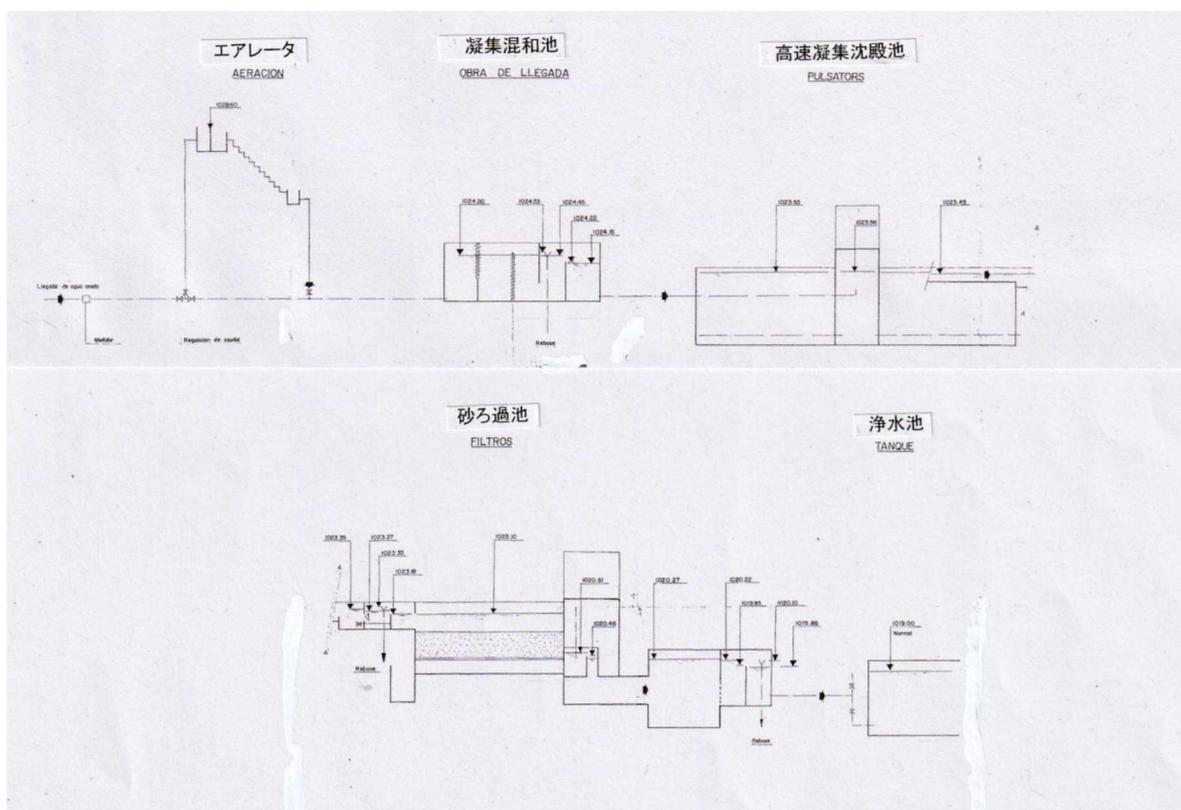
El proceso de purificación en la instalación de purificación tipo integrado consiste en coagulación y sedimentación + dispositivo de filtración por presión + cloración.



Figra 3-3-33 Diagrama de flujo de la Planta Potabilizadora Los Laureles



Figra 3-3-34 Plano de planta general de la Planta Potabilizadora Los Laureles



Figra 3-3-35 Plano de relación de niveles de agua de la Planta Potabilizadora Los Laureles

Tabla 3-3-26 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta Potabilizadora Los Laureles

No.	Nombre de las instalaciones	Especificaciones	Principales equipos	Observaciones
	Volumen de producción	<ul style="list-style-type: none"> • Instalación principal 720 L/s (62,208 m³/día) • Instalación de purificación tipo integrado: 100 L/s 		
1	Aireador	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque rectangular tipo cascada hecho de concreto reforzado (RC) • Un tanque 		
2	Tanque de coagulación y sedimentación rápida	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de coagulación y sedimentación rápida en régimen laminar hecho de RC (tipo pulsación) • Ancho 17.0 m x Longitud 24.7 m x Profundidad 4.12 m x 2 tanques • Carga de la superficie: 50 mm/min • Tiempo de permanencia: 1.3 horas 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo de dosificación de sulfato de aluminio: 1 juego • Equipo de dosificación de hidróxido de calcio: 1 juego • Equipo de dosificación de polímero: 1 juego • Equipo de dosificación de carbón activado: 1 juego 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo pulsador • Instalaciones de coagulación y de sedimentación ultra rápida tipo integrado: 75 L/s • Tipo Actiflo
3	Tanque de filtración en arena	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de filtración en arena con lavado con aire hecho de RC 	<ul style="list-style-type: none"> • Soplador de lavado con aire x 2 unidades 	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo Aquazur

No.	Nombre de las instalaciones	Especificaciones	Principales equipos	Observaciones
		<ul style="list-style-type: none"> • 6 tanques • Superficie de filtración: 31.5 m²/tanque • Velocidad de filtración (cuando se operan todos los tanques): 260 m/día, máxima 329 m/día 		
4	Tanque de mezcla de cloro	• Hecho de RC: 1 tanque	• Equipo de dosificación de cloro líquido: 1 juego	
5	Sistema de recepción de electricidad		• Transformador: 13.8 kV x 100 kVA x 3 unidades	
6	Sistema de generación de electricidad para emergencias		• 150 kVA x 1 unidad	
7	Equipo de monitoreo y control		• Sistema SCADA	
8	Laboratorio de calidad del agua	Existe	• Turbidez, cloro residual, prueba del frasco, etc.	
9	Instalaciones de purificación tipo integrado	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad hecha de lámina de acero • Elemento filtrante: 25 L/s x 4 unidades 	Dosificación de químicos + coagulación y sedimentación + filtración por presión + cloración	Operación suspendida en 2013
10	Instalaciones de coagulación y sedimentación ultra rápida tipo integrado	<ul style="list-style-type: none"> • Unidad hecha de lámina de acero • 75 L/s 	Dosificación de químicos + tanque de agitación rápida + tanque de floculación + tanque de sedimentación	• Tipo Actiflo Operación suspendida en 2016
11	Estación de bombeo de agua cruda		Bomba vertical 440 L/s x 110 m x 180 kW x 3 unidades (de las cuales, una es reserva)	Operación de febrero a octubre
12	Estación de bombeo para la transmisión		Bomba vertical 225 L/s x 100 m x 300 kW X 3 unidades (de las cuales, una es reserva)	Transmisión de agua cruda hacia la Planta Potabilizadora La Concepción

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio en base a las entrevistas con la AMDC



	
<p>Tanque de coagulación y sedimentación rápida</p>	<p>Tanque de filtración en arena</p>
	
<p>Edificio de tratamiento de agua</p>	<p>Sala de almacenamiento de cloro líquido</p>
	
<p>Instalaciones de purificación tipo integrado (dispositivo de filtración por presión)</p>	<p>Instalaciones de coagulación y sedimentación ultra rápida tipo integrado</p>
	
<p>Estación de bombeo de agua cruda</p>	<p>Estación de bombeo para la transmisión (envío hacia La Concepción)</p>

Figra 3-3-36 Situación actual de la Planta Potabilizadora Los Laureles

(2) Sistema de operación y mantenimiento

Actualmente, la operación y mantenimiento de la Planta Potabilizadora Los Laureles está a cargo del subsistema Los Laureles de la Unidad de la Gestión de Agua de AMDC, y este subsistema también se encarga de la operación y mantenimiento de las instalaciones de fuente de agua de la Presa Los Laureles. El subsistema Los Laureles cuenta con 17 personas para la operación de mantenimiento, y en la Tabla 3-3-27 se muestra la estructura de puestos de su personal. Cabe señalar que el personal de control de calidad del agua que aparece en la Tabla pertenece al Laboratorio central de calidad del agua de la AMDC y están asignados a la Planta Potabilizadora Los Laureles. Asimismo, en 2019 se creó la División de Estudio Limnológico donde se realizan estudios e investigaciones sobre la situación biológica, química y física de los tanques de almacenamiento.

Tabla 3-3-27 Sistema de operación y mantenimiento del subsistema Los Laureles

	Responsabilidades laborales del personal	Observaciones
1	Administrador de subsistema	
2	Asistente de subsistema	
3	Estudio limnológico	
4	Secretaría	
5	Bodeguero de adquisiciones	
6	Aseadora de la instalación	
7	Operador de la planta Potabilizadora	
8	Electromecánico	
9	Inspector de la instalación de fuente de agua	
10	Conductor	
11	Inspector de las instalaciones	
12	Obrero en el lugar	
	Prueba de calidad del agua	

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio en base a las entrevistas con la AMDC

La operación de la planta potabilizadora se realiza en dos turnos, de 8:00 a 16:00 y de 16:00 a 8:00, del día siguiente. Los operadores de las plantas potabilizadoras realizan la inspección a los principales equipos electromecánicos una vez a la semana. La reparación de los equipos que presentan fallas está a cargo de la sección responsable de la oficina central de AMDC. El personal informa diariamente a SANAA central los datos de niveles y volumen de agua de la fuente de agua, así como el volumen, la calidad del agua, los niveles de agua, etc. de la planta potabilizadora en formato digital en línea. Cabe señalar que no se tiene sistema de comunicación como el SCADA entre la AMDC y las plantas potabilizadoras. El personal realiza trabajo de operación y mantenimiento basándose en el manual de operación y mantenimiento de la AMDC.

(3) Situación de las operaciones

a) Volumen de agua

En la Tabla 3-3-28, se muestra el volumen de agua cruda y volumen de producción (2016–2020) de la Planta Potabilizadora Los Laureles y en la Figura 3-3-37 se muestra la variación mensual del volumen de producción. El volumen de producción de agua varía cada año, pero en algunos meses de

la estación lluviosa se acerca a la capacidad de diseño y el resto de los meses es bastante inferior a su capacidad. En los meses de volumen mínimo, cae hasta el 40 - 50 % de su capacidad. En el momento del estudio de campo (24 de agosto del 2021), el volumen entrante fue de 497 L/s, un volumen bajo en comparación a otros años para el volumen de agosto.

Tabla 3-3-28 Volumen de agua cruda y volumen de producción de la Planta Potabilizadora Los Laureles (2016-2020) (Unidad: L/s)

Año fiscal	Volumen promedio anual de agua cruda	Volumen promedio anual de producción	Volumen de producción/ agua cruda (%)	Volumen promedio anual de producción por estación		Año fiscal
				Estación lluviosa (mayo - octubre)	Estación seca (noviembre - abril)	
2016	612	595	97.2	595	595	507 (abril)
2017	569	547	96.1	556	537	365 (mayo)
2018	510	491	96.3	424	556	384 (febrero)
2019	462	440	95.2	462	419	272 (mayo)
2020	564	553	98.0	622	483	386 (abril)

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos estadísticos de AMDC

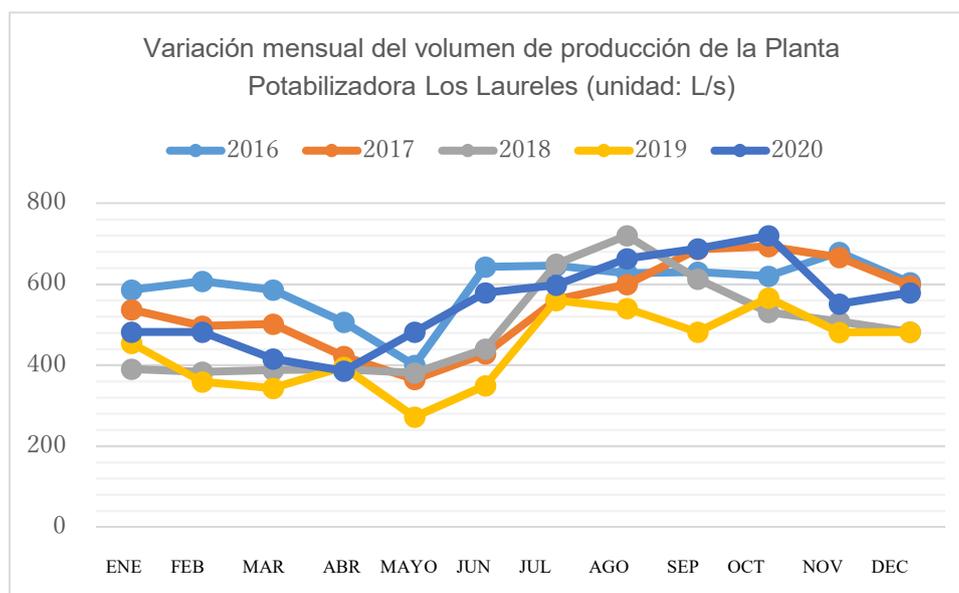


Figura 3-3-37 Variación mensual del volumen de producción de la Planta Potabilizadora Los Laureles (2016-2020)

b) Calidad del agua

La prueba de calidad del agua se realiza en el laboratorio de calidad del agua dentro de la planta potabilizadora y en el laboratorio central de calidad del agua dentro del recinto. En el laboratorio de calidad del agua dentro de la planta, se analizan tres veces al día los parámetros de operación como turbidez, color, pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza, etc. En el laboratorio central se reciben muestras enviadas de las plantas potabilizadoras una vez a la semana y se realizan las pruebas

cruzadas de hierro, manganeso, bacteriológicas y parámetros de los laboratorios de las plantas.

En la Tabla 3-3-29, se muestran los principales parámetros de calidad del agua cruda y agua purificada (turbidez, color, pH, hierro y manganeso) obtenidos en 2016 – 2020 (valores de promedio mensual).

La fuente de agua de esta planta potabilizadora es la Presa Los Laureles. En todo el año, el agua cruda presenta niveles bastante altos tanto de turbidez como de color y se observan algas. En los últimos cinco años, estos valores generalmente se mantienen, y sobre todo en la estación lluviosa, el nivel de turbidez sube entre 100 – 130 NTU y el de color, 200 – 350 TCU. Asimismo, los valores del análisis de sales nutritivas en el agua cruda en 2020 (promedio mensual) arrojan los resultados de nitrógeno amoniacal de 0.19 - 1.77 mg/L (promedio: 0.86 mg/L), nitrato de nitrógeno de 0.01 - 0.08 mg/L (promedio: 0.04 mg/L) y fosfato de ácido fosfórico de 0.02 - 3.74 mg/L (promedio: 0.59 mg/L), indicando la contaminación de la calidad del agua y la eutroficación a causa de diversas aguas residuales. Por otro lado, el nivel de turbidez y de color del agua purificada es inferior al valor permitido para agua potable y el agua se trata con la coagulación, sedimentación y filtración. Se realiza el ajuste del pH, sin embargo, a veces el valor del agua purificada es inferior al valor permitido. También los valores de hierro y manganeso generalmente son inferiores al valor de referencia.

Tabla 3-3-29 Calidad del agua de la Planta Potabilizadora Los Laureles
(valores de promedio mensual, 2016-2020)

Parámetro de calidad del agua		Turbidez	Color	pH	Hierro	Manganeso	Observaciones
Unidad		NTU	TCU	-	mg/L	mg/L	
Valor máximo permitido de Honduras para agua potable		5	15	6.5 - 8.5	0.3	0.5	
2016	Agua cruda	Máximo	99.40	244.50	6.72 - 7.52	0.36	1.15
		Promedio	50.61	166.31	7.11	0.21	0.68
	Agua purificada	0.84 - 1.28	3.40 - 7.40	6.25 - 6.68	0.00	0.03 - 0.09	
2017	Agua cruda	Máximo	103.60	270.95	6.68 - 7.90	0.80	0.65
		Promedio	56.51	166.21	7.15	0.33	0.42
	Agua purificada	0.71 - 1.61	2.96 - 6.96	6.31 - 6.75	0.00 - 0.02	0.00 - 0.12	
2018	Agua cruda	Máximo	51.45	206.08	6.38 - 6.89	0.55	0.29
		Promedio	34.31	124.78	6.70	0.25	0.11
	Agua purificada	0.41 - 1.33	2.50 - 4.84	6.32 - 6.71	0.00 - 0.01	0.03 - 0.12	
2019	Agua cruda	Máximo	62.75	171.80	6.74 - 8.19	0.87	0.24
		Promedio	34.08	117.99	7.37	0.33	0.09

Parámetro de calidad del agua		Turbidez	Color	pH	Hierro	Manganeso	Observaciones
Unidad		NTU	TCU	-	mg/L	mg/L	
Valor máximo permitido de Honduras para agua potable		5	15	6.5 - 8.5	0.3	0.5	
	Agua purificada	0.15 - 1.33	2.50 - 4.37	6.36 - 7.32	0.00 - 0.02	0.03 - 0.70	
2020	Agua cruda	Máximo	130.16	342.27	6.65 - 7.14	0.42	0.06
		Promedio	61.40	195.57	6.90	0.24	0.04
	Agua purificada	0.79 - 2.43	2.60 - 7.44	5.25 - 6.77	0.00	0.00	
23 /Ago/ 2021	Agua cruda	33.00	100				Referencia
	Agua purificada	0.96	2.50				Referencia
Valoración		Inferior al valor permitido	Inferior al valor permitido	Algunos son inferiores a 6.5	Bueno	Generalmente bueno	

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del Departamento de Gestión de Calidad del Agua de AMDC

c) Operación y dosificación de químicos

En esta planta potabilizadora, se ajusta el número de tanques que se utilizan según el volumen de agua cruda. Se opera con dos tanques de coagulación y sedimentación rápida en la estación lluviosa y un tanque en la estación seca. El número de tanques de filtración en arena que se utilizan se ajusta según el volumen de agua cruda. Las instalaciones de purificación tipo integrado y de coagulación y sedimentación ultra rápida tipo integrado no se utilizan en este momento debido a las fallas de equipos.

El trabajo de descarga de lodos del tanque de sedimentación se realiza cada dos meses. La operación de lavado consiste en Lavado con aire de 4 minutos + Lavado con aire y agua de 2 minutos + Lavado con agua de 10-13 minutos. Las burbujas no están parejas. Desde que se inició el servicio, la arena filtrante ha sido reemplazada en 2000 y 2018. Las aguas residuales y lodos se descargan directamente al río cercano.

La electricidad se recibe con un circuito de 13.8 kV y se distribuye en 440V/220v. Los apagones ocurren aproximadamente 20 veces/año. Cuando ocurre la suspensión programada del servicio de energía eléctrica por trabajo eléctrico, la duración es de dos a tres horas/interrupción y si es una interrupción por un accidente, dura entre 30 minutos y 10 horas/interrupción. Cuenta con un generador eléctrico para emergencias con capacidad 150 kVA, sin embargo, la capacidad es insuficiente.

En la Tabla 3-3-30 se muestra el consumo energético del proceso de tratamiento de esta planta potabilizadora. El consumo unitario de energía es de 0.014 Wh/m³. Cabe señalar que no se contabilizan los datos a partir del 2018 en este documento ya que en el consumo se incluye el de varias estaciones de bombeo que no están relacionadas al proceso de tratamiento, esto debido al cambio de ubicación de los medidores eléctricos.

Tabla 3-3-30 Consumo energético de la Planta Potabilizadora Los Laureles (2016-2017)

Año fiscal	Consumo energético	Volumen de producción	Consumo unitario de energía
	kWhr/Año	m ³ /Año	kWh/m ³
2016			
2017	243,269	17,239,590	0.014
Promedio			

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio a partir de las entrevistas con la AMDC

Esta planta potabilizadora cuenta con el sistema SCADA para el monitoreo y control que consiste en un PLC (controlador lógico programable) y una estación de operaciones como principales equipos, sin embargo, los equipos eléctricos de accionamiento neumático del tanque de coagulación y sedimentación rápida, las válvulas de descarga de lodos, el tanque de filtración en arena, etc. están averiados, por lo que la operación se realiza manualmente en el lugar. La función de monitoreo de la estación de operaciones incluye la indicación de los gráficos de las instalaciones de cada proceso, la situación de las operaciones de los equipos y los caudales. Asimismo, está instalada una pantalla táctil de cristal líquido como una función de HMI (Interfaz hombre-máquina) en el panel de control del equipo de recepción de electricidad y del transformador, así como en el panel de control del medidor de calidad del agua, con la misma función de indicación que la pantalla de la estación de operaciones.

Los químicos utilizados son sulfato de aluminio, hidróxido de calcio y cloro líquido, además, se utiliza permanentemente el polímero para mejorar el efecto de sedimentación cuando el nivel de turbidez es alto, y principalmente en la estación lluviosa se utiliza el carbón activado en polvo para eliminar el olor. Para la medida contra las algas, se realiza la precloración.

En la Tabla 3-3-31 se muestra la evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de esta planta potabilizadora. La tasa de dosificación es bastante alta en todos los químicos por la calidad del agua cruda con alto nivel de turbidez y de color. El costo de químicos es de 0.69 - 0.95 HNL/m³, aunque depende de la calidad del agua cruda. Es aproximadamente 10 veces más alto que la Planta Potabilizadora Picacho que tiene una calidad del agua relativamente buena y es similar a la Planta Potabilizadora La Concepción con síntomas de contaminación de la calidad del agua.

Tabla 3-3-31 Evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de la Planta Potabilizadora Los Laureles (2016-2020)

Rubro	Costo de químicos	Sulfato de aluminio		Hidróxido de calcio		Cloro líquido		Polímero		Carbón activado	
Unidad	HNL/m ³	mg/L		mg/L		mg/L		mg/L		mg/L	
		Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual
2016	0.95	42.9	27.7 - 50.5	4.5	0.0 - 14.0	2.8	1.6 - 4.1	0.07	0.05 - 0.10	1.5	0.00 - 5.82
2017	0.85	46.1	37.9 - 52.8	7.1	0.6 - 13.2	2.5	1.8 - 3.5	0.08	0.06 - 0.10	0.6	0.00 - 4.07
2018	0.69	34.7	29.4 - 42.0	3.6	0.0 - 8.0	3.2	2.2 - 3.6	0.07	0.05 - 0.09	1.0	0.00 - 5.91
2019	0.69	34.7	29.4 - 42.0	3.6	0.0 - 8.0	3.2	2.2 - 3.6	0.07	0.05 - 0.09	1.0	0.00 - 5.91
2020	0.94	42.6	35.1 - 57.8	0.5	0.0 - 3.5	3.8	2.8 - 5.8	0.08	0.06 - 0.12	2.3	0.00 - 6.62

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a las entrevistas con la AMDC

d) Situación de los principales sistemas y equipos

En la Tabla 3-3-32 y la Figura 3-3-38 se muestra la situación actual de los principales sistemas y equipos de esta planta potabilizadora. Algunos equipos han sido reemplazados, sin embargo, la mayoría de los equipos son los mismos del inicio de la construcción con más de 40 años, por lo que se requiere reparación o reemplazo debido a la avería y la obsolescencia. Sobre todo, es urgente mejorar el equipo de dosificación de químicos para asegurar la operación de tratamiento y los caudalímetros, etc. para conocer el volumen de agua.

La suspensión de las operaciones de los dispositivos tipo integrado se debe a las siguientes razones:

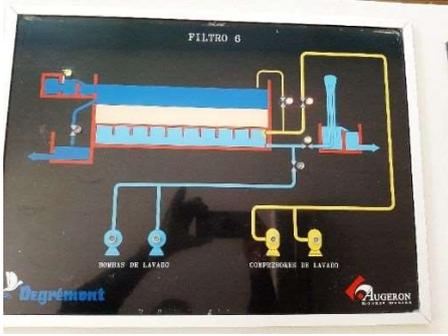
- Instalaciones potabilizadoras: averías del equipo de operación automática, fallas en el dispositivo de filtración por presión, dificultad de conseguir repuestos, etc.
- Instalaciones de coagulación y sedimentación ultra rápida: averías del equipo de operación automática/ sistema SCADA, dificultad de conseguir micro arena, dificultad de conseguir repuestos, etc.

Tabla 3-3-32 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora Los Laureles

	Sistema	Principales equipos	Año de instalación	Estado actual, historial de averías/reparaciones
1	Tanque de coagulación y sedimentación rápida	• Dispositivo de vacío x2	1976	• Obsoleto, 1 unidad averiada, se opera con solo una unidad.
2	Equipo de dosificación de sulfato de aluminio	• Alimentador x2 • Tanque de disolución x2 • Bomba de dosificación x2	1976 2012 2012	• Obsoleto • Una unidad averiada
3	Equipo de dosificación de hidróxido de calcio	• Tanque de disolución x2 • Alimentador x2 • Bomba de dosificación x5	1976 1976 2004	• Obsoleto • Obsoleto
4	Equipo de dosificación de polímero	• Tanque de disolución x2 • Alimentador x2 • Bomba de dosificación x2	1989 1989 2012	• Obsoleto • Obsoleto

	Sistema	Principales equipos	Año de instalación	Estado actual, historial de averías/reparaciones
5	Equipo de dosificación de carbón activado	<ul style="list-style-type: none"> • Alimentador x1 • Tanque de disolución x1 • Bomba de dosificación x2 	2011	
6	Filtración en arena	<ul style="list-style-type: none"> • Soplador de lavado con aire x2 • Compresor de aire x2 • Bomba de lavado a contracorriente x2 • Válvula de accionamiento neumático x18 	1998 2010 2016 1976	<ul style="list-style-type: none"> • Daños y obstrucciones en la boquilla del dispositivo colector de drenaje • Obsoleto • Muchos daños por el deterioro de las tuberías
7	Equipo de cloración	<ul style="list-style-type: none"> • Dosificador de cloro x2 	1976	<ul style="list-style-type: none"> • Obsoleto, no hay medición, dispositivo neutralizador suspendido por avería
8	Tanque de saturación en hidróxido de calcio	<ul style="list-style-type: none"> • Mezclador x1 	2004	
9	Bomba de agua para uso misceláneo	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de agua para dosificación de químicos x2 • Bomba de agua para cloración x4 • Bomba de agua saturada en cal x2 	2011 2011 2011	
10	Sistema de recepción de electricidad	<ul style="list-style-type: none"> • Transformador 100 kVA x3 	2018	Antiguo transformador 300 kVA: Se usa para la instalación tipo integrado.
11	Sistema de generación de electricidad de emergencia	<ul style="list-style-type: none"> • Generador 150 kVA x1 		Falta de capacidad
12	Equipo de monitoreo y control	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema SCADA x1 juego • Panel de control del equipo de dosificación de químicos x1 juego • Panel de control del tanque de filtración en arena x8 	2011	
13	Laboratorio de calidad del agua	Medidor de turbidez, medidor de color, medidor de cloro residual, medidor de conductividad eléctrica, prueba del frasco, etc.		Algunos averiados, se requiere calibración y reparación.
14	Bomba de agua cruda	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba vertical x 3 unidades 	2000	Sólo se opera una bomba en caso de apagones por falta de capacidad del generador eléctrico.
15	Bomba de transmisión	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba vertical x 3 unidades 	2017	No tiene generador eléctrico, no se puede operar en caso de apagones.

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a las entrevistas con la AMDC

	
<p>Dispositivo de vacío del tanque de coagulación y sedimentación rápida</p>	<p>Tanque de disolución/bomba de dosificación de sulfato de aluminio</p>
	
<p>Alimentador de hidróxido de calcio</p>	<p>Tanque de saturación en hidróxido de calcio</p>
	
<p>Tanque de disolución/bomba de dosificación de polímero</p>	<p>Alimentador/Mezclador de polímero</p>
	
<p>Equipo de dosificación de carbón activado</p>	<p>Diagrama de flujo de filtración en arena</p>



Bomba de lavado a contracorriente



Bomba de lavado con aire



Válvula de accionamiento neumático de filtración en arena



Dispositivo dosificador de cloro



Bomba de agua para dosificación de químicos



Transformador



Generador eléctrico de emergencia



Sistema SCADA

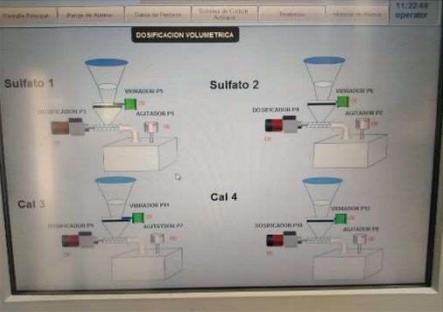
	
<p>Sistema SCADA -3</p>	<p>Sistema SCADA -3</p>
	
<p>Laboratorio de calidad del agua-1</p>	<p>Laboratorio de calidad del agua-2</p>
	
<p>Laboratorio de calidad del agua-3</p>	<p>Tanque de coagulación y sedimentación del dispositivo de purificación tipo integrado (suspendido)</p>
	
<p>Tanque de químicos del dispositivo de purificación tipo integrado (suspendido)</p>	<p>Dispositivo de coagulación y sedimentación ultra rápida tipo integrado (suspendido)</p>

Figura 3-3-38 Situación de los principales sistemas y equipos de la Planta Potabilizadora Los Laureles

(4) Problemática de la Planta Potabilizadora Los Laureles y plan de mejoramiento del Banco Mundial

a) Problemas de la Planta Potabilizadora Los Laureles

En la Tabla 3-3-33 se muestran los Problemas de esta planta potabilizadora y las posibles medidas que se conocieron durante el estudio de campo y de los resultados de las entrevistas al personal de mantenimiento. Muchos Problemas tienen que ver con la obsolescencia y las averías de las instalaciones.

Tabla 3-3-33 Problemas de la Planta Potabilizadora Los Laureles

	Problemas actuales	Medidas que se puede tomar	Observaciones
1. Fuente de agua y calidad del agua	<p>a. En algunos meses de la estación lluviosa, llega casi a la capacidad de diseño, y en la estación seca, trabaja con aproximadamente 40 - 50 % de su capacidad.</p> <p>b. En la situación actual, generalmente puede purificar el agua manteniendo los valores inferiores al valor de referencia para agua potable, pero el costo de químicos es unas diez veces mayor que la planta de Picacho con una buena calidad del agua.</p> <p>c. Deterioro de la calidad del agua debido a la eutroficación provocada por la entrada de aguas residuales agrícolas e industriales y de alcantarillado. Esto se debe a la ausencia de funcionamiento o la gestión inadecuada de las instalaciones de alcantarillado en las ciudades aledañas y las instalaciones militares. Aumento de sedimentos en el embalse debido a la deforestación de bosques. El 40 % de los bosques se ha perdido debido a la agricultura y la ganadería.</p>	<p>a. Aumentar la capacidad del tanque de almacenamiento en la temporada de poca agua, conducir el agua desde otras fuentes de agua, etc.</p> <p>b. Medidas contra la contaminación de la calidad del agua en la fuente de agua</p> <p>c. Adecuación de la aplicación de la Ley General del Ambiente para regular el tratamiento de las aguas residuales de diferentes instalaciones y la aplicación de los dispositivos jurídicos relacionados con el agua, ordenamiento de la deforestación de bosques, establecimiento de un sistema de vigilancia limnológica en la entrada al tanque de almacenamiento (es necesario apoyar con los equipos, etc.) Mejorar el alcantarillado en la cuenca del río Guacerique donde se descarga, instalar equipos para mejorar la calidad del agua del reservorio</p>	c. A partir del 2020 se realiza el estudio limnológico.
2. Tamaño de las instalaciones	<p>a. En la estación lluviosa, las instalaciones funcionan a su máxima capacidad.</p>	<p>a. Revisar la necesidad de aumentar el tamaño de las instalaciones dentro del Plan Maestro</p>	
3. Función de tratamiento	<p>a. En el proceso actual de tratamiento, se da tratamiento para mantener los valores inferiores al valor de referencia para agua potable, pero está llegando al límite de tratamiento y el costo de químicos es alto.</p>	<p>a. Revisar la necesidad de mejorar la calidad del agua cruda y revisar la necesidad de pretratamiento como la filtración gruesa y la DAF (flotación de aire disuelto), remodelar el medio filtrante de una capa a la de varias capas, etc.</p>	

	Problemas actuales	Medidas que se puede tomar	Observaciones
4. Instalaciones y equipos	<ul style="list-style-type: none"> a. Muchos equipos funcionan desde hace más de 30 años, son obsoletos/ muchas averías. b. Una parte de los equipos de dosificación de químicos está reemplazada, pero hay muchas averías, muchos no tienen equipos de reserva, resultando en la falta de funcionamiento. c. Hay fallas en el dispositivo generador de vacío del tanque de coagulación y sedimentación rápida, se utiliza una unidad para todos. d. Daños y obstrucciones en la boquilla del dispositivo colector de drenaje del tanque de filtración en arena, muchas averías de las válvulas, no se ha reemplazado la arena filtrante. e. Deficientes medidas de medición y seguridad debido a la obsolescencia del equipo de cloración f. La obsolescencia y la avería del caudalímetro dificulta la medición del volumen de agua. g. Algunos equipos de prueba de calidad del agua están averiados, se requiere reparación. h. Deterioro de las estructuras 	<ul style="list-style-type: none"> a. Después del estudio detallado se requiere reparación o reemplazo considerando también mejorar el funcionamiento. b. Revisar cómo lograr una operación de tratamiento más adecuada y eficiente, luego mejorar y reemplazar los equipos. c. Revisar el funcionamiento, luego reparar o reemplazar d. Reemplazo de la boquilla, reemplazo de las válvulas, reemplazo del medio filtrante de una capa (arena) al medio filtrante de varias capas (arena + antracita) e. Reemplazo y mejora agregando más equipos de medición y de seguridad f. Mejora de los equipos de instrumentación como caudalímetros y medidores de niveles g. Reemplazo y reparación h. Implementación del diagnóstico de remodelación 	
5. Sistema de operación y mantenimiento, etc.	<ul style="list-style-type: none"> a. Falta de personal del equipo electromecánico b. No están realizando el mantenimiento/ mejoramiento de los equipos de manera programada, por lo que ocurren fallas en caso de averías y emergencias. c. Manual de O&M con contenido insuficiente 	<ul style="list-style-type: none"> a. Revisión del personal b. Se requiere realizar gestión de activos y establecer un programa de mantenimiento preventivo para sistemas y equipos. c. Elaboración de un adecuado manual de O&M 	

b) Plan de mejoramiento del Banco Mundial

En el "Proyecto para el Fortalecimiento del Servicio de Agua Potable en Tegucigalpa" del Banco Mundial (2019) también propone el plan de mejoramiento de las plantas potabilizadoras. De estos, en la Tabla 3-3-34 se muestran los rubros específicos relacionados con la Planta Potabilizadora Los Laureles. Cabe señalar que la implementación de este plan está atrasada.

Tabla 3-3-34 Plan de mejoramiento de la Planta Potabilizadora Los Laureles propuesto por el Banco Mundial

	Rubro	Detalles
1	Mejora del equipo de cloración	Fallas en el equipo y carece de seguridad. Se debe adecuar los equipos mediante el reemplazo de equipos, la instalación del dispositivo neutralizador de cloro, la báscula para tanque de cloro, etc.
2	Instalaciones del filtro dinámico (instalación de filtración gruesa)	Se agregan las instalaciones de filtración gruesa para remover las algas que entran. Con esta medida, se puede reducir la cantidad de dosis para la precloración, la medida actual para algas.
3	Cambio del medio filtrante de una capa (arena) al medio filtrante de varias capas (arena + antracita)	Cambiar el medio filtrante de una capa (arena) al medio filtrante de varias capas (arena + antracita) para mejorar el efecto de eliminación de partículas suspendidas y eliminar el olor del agua purificada derivado de materia orgánica
4	Reemplazo de la boquilla del dispositivo colector de drenaje del tanque de filtración	Las obstrucciones y daños han bajado el rendimiento. Reemplazar aproximadamente el 30 %.
5	Gestión de lodos y reutilización de aguas residuales de retrolavado	Gestión adecuada de lodos y reutilización del agua desbordada para el proceso de tratamiento
6	Mejora de las operaciones y la eficiencia energética	Para mejorar la eficiencia del sistema, se instala un condensador para reducir la carga, se reemplaza el motor de la bomba y del soplador a un motor más eficiente y se revisa la manipulación del lavado del tanque de filtración y de la dosificación de químicos.
7	Medición efectiva del volumen de producción de agua	Para un abastecimiento adecuado del agua, se realiza la mejora del sistema de instrumentación y la coordinación con la red del sistema SCADA.
8	Equipos para la oficina	Una adecuada administración de la información y mejora de componentes estructurales y no estructurales para garantizar el proceso de monitoreo y control y las comunicaciones
9	Equipos para la prueba de calidad del agua	Revisión de los procedimientos y las normas en el traslado de la función de gestión de la calidad del agua, instalación de nuevos equipos del laboratorio para monitorear los procesos de tratamiento y la calidad del agua purificada.

Fuente: Datos del Banco Mundial

3-3-2-1-4 Planta Potabilizadora Miraflores

(1) Resumen

La Planta Potabilizadora Miraflores da tratamiento al agua proveniente del aliviadero instalado en el Río Sabacuante, que es una de las fuentes de agua del subsistema Picacho. Al inicio de la construcción en 1996, la capacidad de diseño era de 25 L/s, pero en 2002 con el apoyo de España se construyeron las instalaciones de purificación tipo integrado, al igual que la Planta Potabilizadora Los Laureles, y actualmente la capacidad es de 75 L/s. El proceso de purificación en las instalaciones de purificación tipo integrado consiste en coagulación y sedimentación + filtración por presión + cloración.

Cabe señalar que se está revisando si discontinuará el uso de esta planta potabilizadora o seguirá existiendo como un respaldo una vez finalizado el proyecto de Jacaleapa (San José), actualmente en construcción (incluyendo la construcción de una nueva planta potabilizadora) (2023).

En la Tabla 3-3-35 se muestran las especificaciones de las principales instalaciones de la planta potabilizadora y en la Figura 3-3-39, la situación actual de las instalaciones.

Tabla 3-3-35 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta Potabilizadora
Miraflores

No.	Nombre de las instalaciones	Especificaciones	Principales equipos	Observaciones
	Volumen de producción	• Instalación de purificación tipo integrado: 75 L/s (6,480 m ³ /día)		2002
1	Tanque de coagulación y mezcla	• Tanque rectangular hecho de lámina de acero • Ancho 1.6 m x Longitud 8.4 m x Profundidad 1.6 m x 2 tanques	• Equipo de dosificación de sulfato de aluminio: tanque de disolución, bomba de dosificación • Equipo de dosificación de polímero	Equipo de dosificación de sulfato de aluminio: instalado en 1996, obsoleto, también mezclador obsoleto y averiado
2	Tanque de sedimentación	• Tanque de sedimentación rectangular en régimen laminar hecho de lámina de acero • Ancho 0.62 m x Longitud 8.4 m x Profundidad 2.45 m x 1 tanque		Válvula de descarga de lodos averiada
3	Filtración en arena	• Filtración por presión hecha de lámina de acero • 3 unidades/1 sistema x 3 sistemas	• Soplador de lavado con aire x 2 unidades • Bomba de lavado a contracorriente x2 unidades	Soplador y bomba obsoletos, se requiere rellenar la arena filtrante.
4	Equipo de cloración		• Equipo de dosificación de cloro líquido: tanque de 50 kg, dosificador x 1 juego	Obsoleto
5	Sistema de recepción de electricidad		• Transformador: 13.8kV x 100kVA x1 unidad y 75kVA x1 unidad	Instalado en 1996
6	Equipo de monitoreo y control		• Panel de control	Sistema SCADA: No existe
7	Laboratorio de calidad del agua	Existe	• Turbidez, cloro residual, prueba del frasco, etc.	

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio en base a las entrevistas con la AMDC



	
<p>3. Filtración por presión</p>	<p>4. Equipo de cloración</p>
	
<p>5. Equipo de dosificación de sulfato de aluminio</p>	<p>6. Panel de control</p>
	
<p>7. Transformador</p>	<p>8. Laboratorio de prueba de calidad del agua</p>

Figura 3-3-39 Situación actual de la Planta Potabilizadora Miraflores

(6) Sistema de operación y mantenimiento

Actualmente, la operación y mantenimiento de la Planta Potabilizadora Miraflores está a cargo del subsistema Picacho de la Unidad de la Gestión de Agua de AMDC, y en esta planta potabilizadora existen 3 operadores encargados. El encargado que se mantiene en la Planta Potabilizadora Picacho realiza la prueba de calidad del agua.

La operación de la planta potabilizadora se realiza en dos turnos, de 8:00 a 16:00 y de 16:00 a 8:00, del siguiente día. Los operadores de las plantas potabilizadoras realizan la inspección a los principales equipos electromecánicos una vez a la semana. La reparación de los equipos que presentan fallas está a cargo de la sección responsable de la oficina central de AMDC. El personal informa diariamente al

SANAA central los datos de niveles y volumen de agua de la fuente de agua, así como el volumen, la calidad del agua, los niveles de agua, etc. de la planta potabilizadora en formato digital a través del medio en línea. Cabe señalar que no tiene sistema de comunicación como el SCADA entre la AMDC y las plantas potabilizadoras. El personal realiza trabajo de operación y mantenimiento basándose en el manual de operación y mantenimiento de la AMDC.

(7) Situación de las operaciones

a) Volumen de agua

En la Tabla 3-3-36, se muestra el volumen de agua cruda y el volumen de producción (2016–2020) de la Planta Potabilizadora Miraflores y en la Figura 3-3-40 se muestra la variación mensual del volumen de producción. El volumen de producción de agua varía bastante cada mes y cada año, en algunos meses se acerca a la capacidad de diseño de 75 L/s pero el resto del año es bastante inferior a esta capacidad. Sobre todo, alrededor de abril y octubre cae hasta el 20 - 30 %. En el momento del estudio de campo (25 de agosto del 2021), el volumen entrante fue de 50 L/s.

Tabla 3-3-36 Volumen de agua cruda y volumen de producción de la Planta Potabilizadora Miraflores (2016-2020)

(Unidad: L/s)

Año fiscal	Volumen promedio anual de agua cruda	Volumen promedio anual de producción	Volumen de producción/ agua cruda (%)	Volumen promedio anual de producción por estación		Volumen mínimo de producción
				Estación lluviosa (mayo - octubre)	Estación seca (noviembre - abril)	
2016	40.64	39.88	98.1	37.87	41.97	20.32 (octubre)
2017	37.09	36.32	97.9	35.75	37.03	20.08 (octubre)
2018	52.54	50.25	95.6	48.36	52.22	17.44 (abril)
2019	42.16	40.32	95.6	30.93	49.71	18.83 (julio)
2020	40.02	38.84	97.1	42.28	35.09	20.00 (noviembre)

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos estadísticos de AMDC

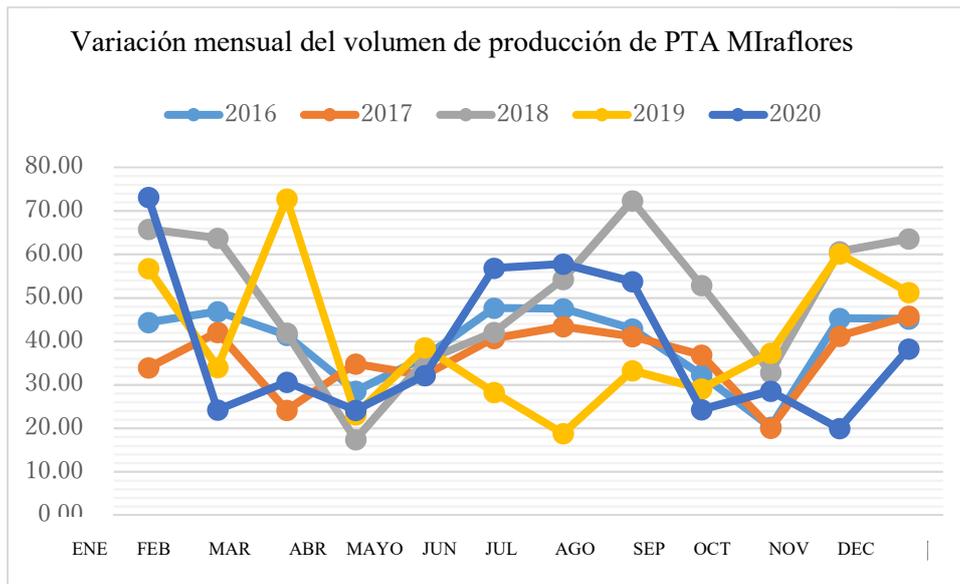


Figura 3-3-40 Variación mensual del volumen de producción de la Planta Potabilizadora Miraflores (2016-2020)

b) Calidad del agua

La prueba de calidad del agua se realiza en el laboratorio de calidad del agua dentro de la planta potabilizadora y en el laboratorio central de calidad del agua. En el laboratorio de calidad del agua dentro de la planta, únicamente se analizan niveles de turbidez y cloro residual del agua filtrada cuando el nivel de turbidez en el agua cruda es bajo, y cuando el nivel de turbidez es alto en la estación lluviosa. Se analizan tres veces al día los parámetros de operación como turbidez, color, pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza, etc. únicamente. En el laboratorio central se realizan las pruebas cruzadas de hierro, manganeso, bacteriológicas y parámetros de los laboratorios de las plantas.

En la Tabla 3-3-37, se muestran los principales parámetros de calidad del agua cruda y agua purificada (turbidez, color, pH, hierro y manganeso) obtenidos en 2016 – 2020 (valores de promedio mensual).

La fuente de agua de esta planta potabilizadora es el agua fluvial que presenta bajos niveles tanto de turbidez como de color en la estación seca, pero niveles bastante altos en la estación lluviosa. Estos valores generalmente se mantienen todos los años, y sobre todo en la estación lluviosa, el nivel de turbidez sube entre 60 – 80 NTU y el de color, 200 – 400 TCU. El nivel de turbidez del agua purificada es inferior al valor permitido, pero muchas veces el nivel de color supera el valor permitido en la estación lluviosa. También los valores de hierro y manganeso son inferiores al valor permitido.

Tabla 3-3-37 Calidad del agua de la Planta Potabilizadora Miraflores (valores de promedio mensual, 2016-2020)

Parámetro de calidad del agua		Turbidez	Color	pH	Hierro	Manganeso	Observaciones
Unidad		NTU	TCU	-	mg/L	mg/L	
Valor máximo permitido de Honduras para agua potable		5	15	6.5 - 8.5	0.3	0.5	
2016	Agua cruda	Máximo	69.50	422.73	7.24 - 7.68	0.49	0.10
		Promedio	19.38	115.59	7.48	0.10	0.10
	Agua purificada	0.59 - 2.92	10.36 - 19.0	6.37 - 7.33	0.00 - 0.01	0.03	
2017	Agua cruda	Máximo	60.06	320.08	7.38 - 7.92	0.24	0.32
		Promedio	20.40	120.30	7.60	0.04	0.17
	Agua purificada	0.26 - 2.58	7.55 - 14.70	5.96 - 7.50	0.00 - 0.02	0.00 - 0.18	
2018	Agua cruda	Máximo	67.80	224.58	6.43 - 8.17	0.12	0.05
		Promedio	11.22	51.59	7.51	0.03	0.02
	Agua purificada	0.32 - 2.71	7.18 - 15.75	6.58 - 7.73	0.00 - 0.03	0.00	
2019	Agua cruda	Máximo	55.57	215.45	7.00 - 7.78	0.29	0.02
		Promedio	10.41	45.32	7.57	0.03	0.02
	Agua purificada	0.77 - 4.59	3.81 - 16.30	6.58 - 7.42	0.00 - 0.11	0.02 - 0.03	
2020	Agua cruda	Máximo	78.64	328.57	6.63 - 8.02	0.33	-
		Promedio	23.41	91.89	7.34	0.13	-
	Agua purificada	0.81 - 5.90	5.00 - 19.44	6.63 - 7.64	0.00	0.01	
Valoración		Generalmente bueno	Existen valores superiores al valor permitido.	Generalmente bueno	Bueno	Bueno	

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del Departamento de Gestión de Calidad del Agua de AMDC

c) Operación y dosificación de químicos

Esta planta potabilizadora opera las 24 horas al día. El trabajo de descarga de lodos del tanque de sedimentación se realiza cada seis meses. El lavado a contracorriente del tanque de filtración se realiza cada 26 horas, y el trabajo de lavado es de 20 minutos (Lavado con aire + Lavado con agua). El reemplazo de la arena filtrante se realiza más o menos cada cinco años. Las aguas residuales y lodos se descargan directamente al río cercano.

La electricidad se recibe con un circuito de 13.8kV y se distribuye en 440V/220v. Los apagones ocurren aproximadamente ocho veces/año. Cuando ocurre la suspensión programada del servicio de energía eléctrica por trabajo eléctrico, la duración es de 2 a 3 horas/interrupción y si es una interrupción por un accidente, dura entre 30 minutos y 10 horas/interrupción. No cuenta con un generador eléctrico para emergencias, y cuando se suspende la energía, la planta se detiene.

El consumo unitario de energía es de 0.04 - 0.05kWh/m³ y esto es 3 – 4 veces mayor que otras plantas potabilizadoras como la de Picacho. Esto se debe a la desventaja de la escala por ser una instalación de pequeña envergadura y a la bomba para la filtración por presión, etc.

El sistema de monitoreo y control de esta planta potabilizadora consiste en un PLC (controlador lógico programable) que tiene como función principal el control automático de la instalación de filtración en arena. Existe la función de monitoreo en la pantalla de LCD (pantalla de cristal líquido) instalada en el panel de control de PLC, sin embargo, no se ha introducido el sistema SCADA.

Los químicos utilizados son sulfato de aluminio y cloro líquido, y no está instalado el equipo de dosificación de polímero o hidróxido de calcio que se emplea para mejorar el efecto de sedimentación cuando el nivel de turbidez es alto. También se utiliza hipoclorito de sodio como respaldo de equipo de dosificación de cloro líquido.

En la Tabla 3-3-38 se muestra la evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de esta planta potabilizadora. La variación mensual de la tasa de dosificación de sulfato de aluminio es grande, en la estación seca cuando el nivel de turbidez del agua cruda es inferior al valor permitido (5.0 NTU) no se dosifica y en la estación lluviosa cuando el nivel de turbidez es alto, se dosifica unos 30 - 40 mg/L.

Tabla 3-3-38 Evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de la Planta Potabilizadora Miraflores (2016-2020)

Rubro	Costo de químicos	Sulfato de aluminio		Hidróxido de calcio	
Unidad	HNL/m ³	mg/L		mg/L	
		Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual
2016	0.50	21.94	1.4 - 41.4	1.61	1.2 - 2.0
2017	0.28	17.43	0.0 - 42.0	1.87	1.4 - 2.6

Rubro	Costo de químicos	Sulfato de aluminio		Hidróxido de calcio	
Unidad	HNL/m ³	mg/L		mg/L	
		Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual
2018	0.13	7.48	0.0 - 31.1	1.61	1.2 - 3.9
2019	0.12	3.96	0.0 - 30.86	1.67	0.6 - 2.8
2020	0.18	8.71	0.0 - 34.9	1.28	0.73 - 2.24

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a las entrevistas con la AMDC

d) Situación de los principales sistemas y equipos

La mayoría de los equipos de esta planta potabilizadora son los mismos del inicio de la construcción en 1996 o 2002 con unos 20 años transcurridos, y muy pocos equipos han sido reemplazados. Muchos requieren reemplazo debido a la avería o la obsolescencia, sin embargo, como se había mencionado anteriormente, esta planta potabilizadora probablemente quedará fuera de uso una vez finalizado el proyecto de San José, por lo tanto, lo que se necesita es la mínima reparación o reemplazo para continuar la operación hasta entonces. Sobre todo, es urgente mejorar el equipo de dosificación de químicos para asegurar la operación de tratamiento y los caudalímetros, etc. para conocer el volumen de agua.

(8) Problemática de la Planta Potabilizadora Miraflores

En la Tabla 3-3-39 se muestran los Problemas de esta planta potabilizadora y las posibles medidas que se conocieron durante el estudio de campo y de los resultados de las entrevistas al personal de mantenimiento. Muchos tienen que ver con la obsolescencia y las averías de las instalaciones y equipos, además con las inadecuadas especificaciones de los equipos, pero en todo caso, se atenderá considerando que probablemente en el futuro serán desechados.

Tabla 3-3-39 Problemas de la Planta Potabilizadora Miraflores

	Problemas actuales	Medidas que se puede tomar	Observaciones
1. Fuente de agua y calidad del agua	a. En algunos meses, llega casi a la capacidad de diseño y en otros meses trabaja con aproximadamente 30 - 50 % de su capacidad. b. El sistema Picacho toma el agua de los arroyos, pero los niveles de turbidez y de color son bastante altos.	a. Aumentar la capacidad del tanque de almacenamiento en la temporada de poca agua, conducir el agua desde otras fuentes de agua, etc. b. Estudio situacional sobre la contaminación de la calidad del agua en la fuente de agua	
2. Tamaño de la instalación	a. En la mayoría del año, la instalación funciona sin llegar a su capacidad máxima.	a. Revisión del método de operación	
3. Función de tratamiento	a. En el proceso actual de tratamiento, el nivel de turbidez es inferior al valor de referencia para agua potable, pero el de color a veces supera el valor permitido.	a. El químico utilizado actualmente para la coagulación es únicamente el sulfato de aluminio, pero se revisará el uso del polímero y otros.	

	Problemas actuales	Medidas que se puede tomar	Observaciones
4. Instalaciones y equipos	<p>a. Muchos equipos funcionan desde hace más de 20 años, son obsoletos/ muchas averías.</p> <p>b. Una parte de los equipos de dosificación de químicos está reemplazada, pero hay muchas averías, muchos no tienen equipos de reserva, resultando en la falta de funcionamiento.</p> <p>c. Hay muchas fallas en el tanque de coagulación y mezcla, tanque de sedimentación, válvulas, mezclador, etc.</p> <p>d. Se ha reemplazado la arena filtrante del tanque de filtración en arena hace cuatro años, muchas averías en las válvulas.</p> <p>e. Deficientes medidas de medición y seguridad debido a la obsolescencia del equipo de cloración</p> <p>f. La obsolescencia y la avería del caudalímetro dificulta la medición del volumen de agua.</p> <p>g. Algunos equipos de prueba de calidad del agua están averiados, se requiere reparación.</p>	<p>a. Después del estudio detallado se requiere reparación o reemplazo considerando también mejorar el funcionamiento.</p> <p>b. Revisar cómo lograr una operación de tratamiento más adecuada y eficiente, luego mejorar y reemplazar los equipos.</p> <p>c. Revisar el funcionamiento, luego reparar o reemplazar</p> <p>d. Reemplazar las válvulas y la arena filtrante</p> <p>e. Reemplazo y mejora agregando más equipos de medición y de seguridad</p> <p>f. Mejora de los equipos de instrumentación como caudalímetros y medidores de niveles</p> <p>g. Reemplazo y reparación</p>	
5. Sistema de operación y mantenimiento, etc.	<p>a. No están realizando el mantenimiento/ mejoramiento de los equipos de manera programada, por lo que ocurren fallas en caso de averías y emergencias.</p> <p>b. Manual de O&M con contenido insuficiente</p>	<p>a. Se requiere realizar gestión de activos y establecer un programa de mantenimiento preventivo para sistemas y equipos.</p> <p>b. Elaboración de un adecuado manual de O&M</p>	

3-3-2-1-5 Planta Potabilizadora El Chimbo

(1) Resumen

La Planta Potabilizadora El Chimbo está dando tratamiento al agua del sistema Jutiapa, una de las fuentes de agua del subsistema Picacho. Al inicio, sólo había una instalación de cloración, sin embargo, en 2009 se construyeron las instalaciones de purificación tipo integrado con el apoyo de España con una capacidad de diseño de 25 L/s. El proceso de purificación en la instalación de purificación tipo integrado consiste en coagulación y sedimentación + filtración por presión + cloración. El tiempo de operación actual es de 8 horas durante el día.

En la Tabla 3-3-40 se muestran las especificaciones de las principales instalaciones y en la Figura 3-3-41, la situación actual de las instalaciones.

Tabla 3-3-40 Especificaciones de las principales instalaciones de la Planta Potabilizadora El Chimbo

No.	Nombre de la instalación	Especificaciones	Principales equipos	Observaciones
	Volumen de producción	• Instalación de purificación tipo integrado: 25 L/s (2,160 m ³ /día)		2009
1	Tanque de coagulación y mezcla	• Tanque rectangular hecho de lámina de acero • Ancho 2.06 m x Longitud 6.63 m x Profundidad 1.95 m x 1 tanque	• Equipo de dosificación de sulfato de aluminio: tanque de disolución, bomba de dosificación • Equipo de dosificación de polímero • Equipo de dosificación de hidróxido de calcio	
2	Tanque sedimentación	• Tanque de sedimentación rectangular en régimen laminar hecho de lámina de acero • Ancho 0.90 m x Longitud 6.63 m x Profundidad 1.95 m x 1 tanque		
3	Tanque de filtración en arena	• Filtración por presión hecho de lámina de acero • 2 unidades	• Soplador de lavado con aire x 1 unidad • Bomba de lavado a contracorriente x2 unidades	Medio filtrante: 1 unidad que iba a reemplazar el medio filtrante está suspendida por averías
4	Equipo de cloración		• Equipo de dosificación de cloro líquido: tanque de 50 kg, dosificador x2 unidades, bomba de dosificación x2 unidades	Averidos un dosificador y una bomba
5	Sistema de recepción de electricidad		• Transformador: 13.8kV x 100kVA x2 unidades	El equipo de generación eléctrica fue trasladado a El Picacho.
6	Equipo de monitoreo y control		• Panel de control	Sistema SCADA: No existe
7	Equipos de laboratorio de calidad del agua	Existe	• Turbidez, cloro residual, etc.	Averidos

Fuente: Elaborado por el Equipo de Estudio en base a las entrevistas con AMDC

	
1. Vista de la Planta Potabilizadora El Chimbo	2. Tanque de coagulación y mezcla y tanque de sedimentación

	
<p>3. Filtración por presión (una unidad suspendida)</p>	<p>4. Equipo de cloración</p>
	
<p>5. Sistema de dosificación de químicos</p>	<p>6. Bomba alimentador de medio filtrante</p>
	
<p>7. Panel de control</p>	<p>8. Panel gráfico</p>

Figura 3-3-41 Situación actual de la Planta Potabilizadora El Chimbo

(2) Sistema de operación y mantenimiento

Actualmente, la operación y mantenimiento de la Planta Potabilizadora El Chimbo está a cargo del subsistema Picacho de la Unidad de la Gestión de Agua de AMDC. Actualmente en esta planta potabilizadora existen 4 operadores encargados. El encargado que se mantiene en la Planta Potabilizadora Picacho realiza la prueba de calidad del agua.

La operación de la planta potabilizadora se realiza en un solo turno, de 8:00 a 16:00, sin haber operador asignado durante la noche. Los operadores de las plantas potabilizadoras realizan la

inspección a los principales equipos electromecánicos una vez a la semana. La reparación de los equipos que presentan fallas está a cargo de la sección responsable de la oficina central de AMDC. El personal informa diariamente a la AMDC los datos de niveles y volumen de agua de la fuente de agua, así como el volumen, la calidad del agua, los niveles de agua, etc. de la planta potabilizadora en formato digital a través del medio en línea. Cabe señalar que no tiene sistema de comunicación como el SCADA entre la AMDC y las plantas potabilizadoras. El personal realiza trabajo de operación y mantenimiento basándose en el manual de operación y mantenimiento de la AMDC.

(3) Situación de las operaciones

a) Volumen de agua

En la Tabla 3-3-41, se muestra el volumen de agua cruda y el volumen de producción (2016–2020) de la Planta Potabilizadora El Chimbo y en la Figura 3-3-42 se muestra la variación mensual del volumen de producción. Se da tratamiento únicamente al volumen de agua necesario en las áreas de abastecimiento aledañas. En esta planta potabilizadora, únicamente funciona una unidad de dispositivo de filtración en arena y el tiempo de operación actual es de ocho horas/día. El volumen de producción de agua, equivalente de volumen diario, es aproximadamente el 40 - 60 % de la capacidad de diseño del dispositivo de filtración en arena (12.5 L/s por unidad).

Tabla 3-3-41 Volumen de agua cruda y volumen de producción de la Planta Potabilizadora El Chimbo (2018-2020)

(Unidad: L/s)

Año fiscal	Volumen promedio anual de agua cruda	Volumen promedio anual de producción	Volumen de producción/ agua cruda (%)	Volumen promedio anual de producción por estación		Volumen mínimo de producción
				Estación lluviosa (mayo - octubre)	Estación seca (noviembre - abril)	
2018	1.96	1.89	96.4	1.78	2.00	1.66 (agosto)
2019	2.39	2.33	97.5	2.32	2.36	2.29 (diciembre)
2020	2.73	2.45	89.7	2.39	2.52	2.04 (febrero)

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos estadísticos de AMDC

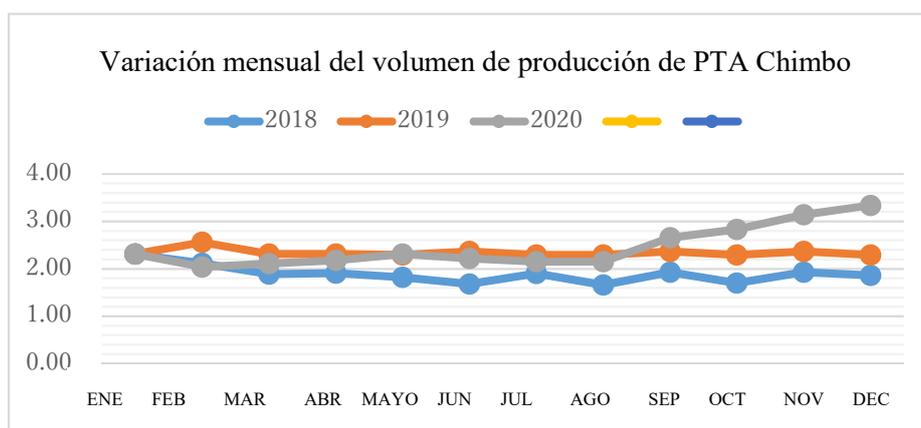


Figura 3-3-42 Variación mensual del volumen de producción de la Planta Potabilizadora El Chimbo (2018-2020)

b) Calidad del agua

La prueba de calidad del agua se realiza en el laboratorio central de calidad del agua una vez a la semana. Se analizan los parámetros de operación como turbidez, color, pH, conductividad eléctrica, alcalinidad, dureza, etc., además, hierro, manganeso, bacterias, etc.

En la Tabla 3-3-42, se muestran los principales parámetros de calidad del agua cruda y agua purificada (turbidez, color, pH, hierro y manganeso) obtenidos en 2018 – 2020 (valores de promedio mensual).

La fuente de agua de esta planta potabilizadora es el agua de arroyos de las fuentes de agua del sistema Picacho, y se caracteriza por la alta turbidez en la estación lluviosa, y muchas veces supera el nivel de turbidez de 5 NTU que es el valor de referencia de la calidad del agua, sin embargo, en la mayoría del año, el nivel de turbidez es bajo y es una buena fuente de agua. El nivel de color supera 15 TCU en la estación lluviosa, pero se puede tratar el agua con la coagulación, sedimentación y filtración. El hierro y el manganeso no se observan, o se observan pero una cantidad minúscula.

Tabla 3-3-42 Calidad del agua de la Planta Potabilizadora El Chimbo (valores de promedio mensual, 2016-2020)

Parámetro de calidad del agua	Turbidez	Color	pH	Hierro	Manganeso	Observaciones
Unidad	NTU	TCU	-	mg/L	mg/L	
Valor máximo permitido de Honduras para agua potable	5	15	6.5 - 8.5	0.3	0.5	
2018	Agua cruda	0.71 - 7.27	2.50 - 20.62	6.41 - 7.79	0.00	0.00 - 0.03
	Agua purificada	0.41 - 1.46	2.50 - 7.50	6.12 - 7.79	0.00	0.00 - 0.03
2019	Agua cruda	0.48 - 5.73	2.50 - 15.0	6.66 - 8.01	0.00 - 0.07	0.00
	Agua purificada	0.32 - 2.28	2.5 - 7.50	6.72 - 7.91	0.00 - 0.02	0.00
2020	Agua cruda	0.50 - 7.55	2.50 - 40.00	6.25 - 7.45	0.00	-
	Agua purificada	0.40 - 2.62	2.5 - 12.5	6.08 - 7.36	0.00	-

Parámetro de calidad del agua	Turbidez	Color	pH	Hierro	Manganeso	Observaciones
Unidad	NTU	TCU	-	mg/L	mg/L	
Valor máximo permitido de Honduras para agua potable	5	15	6.5 - 8.5	0.3	0.5	
valoración	Inferior al valor permitido	Inferior al valor permitido	A veces inferior a 6.5	Bueno	Bueno	

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del Departamento de Gestión de Calidad del Agua de AMDC

c) Operación y dosificación de químicos

El tiempo de operación actual de esta planta potabilizadora es de ocho horas al día. El trabajo de descarga de lodos del tanque de sedimentación se realiza cada seis meses. El lavado a contracorriente del tanque de filtración se realiza cada 20 horas y el reemplazo de la arena filtrante se realiza más o menos cada cinco años. Las aguas residuales y lodos se descargan directamente al río cercano.

La electricidad se recibe con un circuito de 13.8kV y se distribuye en 440V/220v. Los apagones ocurren aproximadamente 10 veces/año. Cuando ocurre la suspensión programada del servicio de energía eléctrica por trabajo eléctrico, la duración es de 2 a 3 horas/interrupción y si es una interrupción por un accidente, dura entre 30 minutos y 10 horas/interrupción. No cuenta con un generador eléctrico para emergencias, y cuando se suspende la energía, la planta se detiene. El consumo unitario de energía de esta planta potabilizadora es bastante grande en comparación con otras plantas potabilizadoras por ser una instalación extremadamente pequeña.

El sistema de monitoreo y control de esta planta potabilizadora consiste en un PLC (controlador lógico programable) y es totalmente automático. Actualmente el control automático únicamente funciona en las instalaciones de filtración en arena, y el equipo de dosificación de químicos se opera manualmente. Existe la función de monitoreo en la pantalla de LCD (pantalla de cristal líquido) instalada en el panel de control de PLC, sin embargo, no se ha introducido el sistema SCADA.

Los químicos utilizados son sulfato de aluminio, hidróxido de calcio y cloro gas, además, existe un equipo de dosificación de polímero para mejorar el efecto de sedimentación cuando el nivel de turbidez es alto, pero no se utiliza. También está disponible el hipoclorito de sodio como respaldo de equipo de dosificación de cloro líquido.

En la Tabla 3-3-43 se muestra la evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de esta planta potabilizadora. La tasa de dosificación es bastante alta en todos los químicos en comparación con la Planta Potabilizadora El Picacho, a pesar de que la calidad del agua cruda es casi similar a la de Picacho, es decir, no están realizando un control de dosificación adecuado.

Tabla 3-3-43 Evolución del costo de químicos y la tasa de dosificación de químicos de la Planta Potabilizadora El Chimbo (2018-2020)

Rubro	Costo de químicos	Sulfato de aluminio		Hidróxido de calcio		Cloro líquido	
Unidad	HNL/m ³	mg/L		mg/L		mg/L	
		Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual	Promedio anual	Promedio mensual
2018	0.67	22.5	19.0 - 27.9	5.5	3.3 - 7.0	6.7	3.8 - 8.9
2019	0.57	18.9	18.8 - 20.0	3.5	3.3 - 3.9	4.2	4.1 - 4.6
2020	0.48	17.6	13.3 - 22.2	1.9	0.0 - 3.7	4.2	3.0 - 7.5

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a las entrevistas con el SANAA

d) Situación de los principales sistemas y equipos

Algunos equipos de esta planta potabilizadora están suspendidos por averías, pero no se han reparado. Una de las dos unidades de dispositivos de filtración por presión está suspendida desde marzo del 2021, esperando el reemplazo del medio filtrante. El equipo de cloración fue instalado en 2003 y se observa que está obsoleto.

(4) Problemática de la Planta Potabilizadora El Chimbo

En la Tabla 3-3-44 se muestran los Problemas de esta planta potabilizadora y las posibles medidas que se conocieron durante el estudio de campo y de los resultados de las entrevistas al personal de mantenimiento. Muchos tienen que ver con la obsolescencia y las averías de las instalaciones y equipos, además, con las inadecuadas especificaciones de los equipos.

Tabla 3-3-44 Problemas de la Planta Potabilizadora El Chimbo

	Problemas actuales	Medidas que se puede tomar	Observaciones
1. Fuente de agua y calidad del agua	a. La única fuente de agua es el sistema Jutiapa de la fuente de agua de Picacho. b. Es el agua de arroyos de las fuentes de agua del sistema Picacho, y la calidad del agua es similar a la de Picacho.	a. Si es necesario, conducir el agua desde otras fuentes de agua, etc.	
2. Tamaño de la instalación	a. Actualmente se opera 8 horas/día, la instalación no llega a su capacidad máxima.	a. Revisar el método de operación y coordinar con las áreas de abastecimiento	
3. Función de tratamiento	a. En el proceso actual de tratamiento, se mantienen los valores inferiores al valor de referencia para agua potable.		

	Problemas actuales	Medidas que se puede tomar	Observaciones
4. Instalaciones y equipos	<p>a. Muchos equipos son obsoletos/ averías, no se han reparado.</p> <p>b. No se ha realizado una adecuada operación/ manipulación de coagulación y mezcla. Algunos no tienen equipos de reserva.</p> <p>c. Una unidad de filtración en arena está suspendida por averías.</p> <p>d. Deficientes medidas de medición y seguridad debido a la obsolescencia del equipo de cloración</p> <p>e. La obsolescencia y la avería del caudalímetro dificulta la medición del volumen de agua</p> <p>f. Algunos equipos de prueba de calidad del agua como el medidor de turbidez están averiados, se requiere reparación.</p>	<p>a. Después del estudio detallado se requiere reparación o reemplazo considerando también mejorar el funcionamiento.</p> <p>b. Revisar cómo lograr una operación de tratamiento más adecuada y eficiente, luego mejorar y reemplazar los equipos, reparar la función de operación automática del panel de control, aumentar más bombas de dosificación</p> <p>c. Reparación y reemplazo de la arena filtrante</p> <p>d. Mejora agregando más equipos de medición y de seguridad</p> <p>e. Mejora de los equipos de instrumentación como caudalímetros y medidores de niveles</p> <p>f. Reemplazo y reparación</p>	<p>b. Verificar la tasa de dosificación de químicos</p>
5. Sistema de operación y mantenimiento, etc.	<p>a. No están realizando el mantenimiento/ mejoramiento de los equipos de manera programada, por lo que ocurren fallas en caso de averías y emergencias.</p>	<p>a. Se requiere establecer un programa de mantenimiento preventivo para sistemas y equipos.</p>	

3-3-2-1-6 Laboratorio central de calidad del agua

(1) Resumen

El laboratorio central de calidad del agua está situado dentro de la Planta Potabilizadora Los Laureles, pero es una organización separada de la planta potabilizadora. Este laboratorio es un órgano supervisor del área de prueba de calidad del agua de las plantas potabilizadoras. Realiza el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos de agua potable, administra los equipos de laboratorio de las plantas potabilizadoras y recopila los datos varios para el análisis. Únicamente este laboratorio tiene la capacidad de realizar pruebas biológicas y de metales pesados. El laboratorio cuenta con 2 edificios, el edificio de pruebas biológicas y químicas construido en 2001 y el edificio de pruebas de metales pesados construido en 2005 con la cooperación española. En este laboratorio, semanalmente se analizan 50-60 muestras de fuentes de agua y plantas potabilizadoras. Los equipos son obsoletos y algunos están averiados, por lo que es necesario reemplazarlos en el momento adecuado. En la Figura 3-3-43 se muestra la situación actual del laboratorio central de calidad del agua.

	
<p>1. Vista del laboratorio central de calidad del agua</p>	<p>2. Dentro del laboratorio</p>
	
<p>3. Medidor de pH y medidor de color</p>	<p>4. Básculas y otros</p>
	
<p>5. Equipos de pruebas biológicas</p>	<p>6. Medidores de capacidad y otros</p>

Figura 3-3-43 Situación actual del laboratorio central de calidad del agua

3-3-2-2 Operación y mantenimiento

(1) Operación de tratamiento para la purificación en las plantas potabilizadoras

Con respecto al tratamiento para la purificación, la AMDC tiene bastante conocimiento y experiencia con unos 40 años de operaciones realizadas en el proceso actual (anteriormente el personal capacitado formaba parte del SANAA). Algunos técnicos de la institución tienen experiencia de capacitarse en Japón y otros países. El actual manual de operación y mantenimiento de la AMDC fue elaborado basándose en el manual "Operación y Mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Agua, Manual de Capacitación para Operadoras" del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (CEPIS), sin embargo, el contenido de este manual son asuntos básicos, por lo que es necesario mejorar el contenido acorde a las operaciones actuales.

En las plantas de Los Laureles y La Concepción, está avanzando la contaminación de la calidad

del agua cruda. Si se agrega un nuevo proceso en la planta potabilizadora para contrarrestar esto, además de mejorar la calidad del agua en la fuente de agua, será necesario adquirir conocimientos sobre ese nuevo proceso y aprender el nuevo método de operación.

(2) Inspección y reparación de los equipos

Los Departamentos encargados del SANAA central y el personal de las plantas potabilizadoras realizan la inspección y la reparación de los equipos, sin embargo, el mantenimiento y la rehabilitación de los equipos no se realizan de manera programada y pueden ocurrir fallas en caso de averías y emergencias que dificultará la continuidad de las operaciones. Ninguna planta cuenta con un historial elaborado de averías y reparaciones. Es necesario establecer un protocolo de inspección de sistemas y equipos, así como el programa de mantenimiento preventivo. Referente a la reparación y el reemplazo de los equipos, debido a los problemas presupuestarios, es difícil realizar de manera oportuna en la situación actual y esto a veces dificulta la continuidad de las operaciones. Las plantas existentes tienen 20 – 30 años transcurridos desde su instalación y se presentan muchas averías, etc. debido a la obsolescencia, siendo esto un desafío que se debe resolver. Las reparaciones y los reemplazos de gran magnitud se realizan cada vez que se presenten situaciones, garantizando un presupuesto del proyecto incluyendo los fondos del Gobierno de Honduras y de los donantes.

La AMDC posee un taller electromecánico, y los principales equipos del taller son máquina de soldar, cortador de tubo, enhebrador de tubo y llave para tubo. Principalmente se realizan trabajos de reparación de tuberías.

(3) Adquisición de equipos y materiales

La AMDC posee bodegas de equipos y materiales en dos lugares, una en la Planta Potabilizadora Los Laureles y otra en la Planta de Tratamiento de Agua La Vega. Principalmente se almacenan tubos, válvulas, bombas pequeñas, accesorios varios y consumibles.

Los tubos de PVC y HFD hasta un diámetro de 8" (200 mm) pueden ser adquiridos en el mercado local, sin embargo, los tubos y los equipos que tengan un diámetro mayor a 200 mm se importan, los cuales se adquieren a través de la licitación cada vez que necesiten.

La adquisición de los químicos se realiza en modalidad de licitación, y actualmente se adquieren de los siguientes países. Sulfato de aluminio: Finlandia, hipoclorito de sodio: Guatemala, cloro líquido: Estados Unidos de América, polímero: Reino Unido, carbón activado en polvo: México.

3-3-3 Instalaciones de conducción y distribución

Las instalaciones de conducción y distribución en el municipio de Tegucigalpa consisten en 4 sistemas de conducción desde las plantas potabilizadoras hasta 102 tanques de distribución, las tuberías de distribución desde los tanques de distribución hacia 665 áreas de distribución y las tuberías de acometida hasta los hogares. En las áreas que no cuenta una red de tuberías de distribución, el agua se abastece con camión cisterna.

3-3-3-1 Instalaciones

A continuación, 3-3-3-1 describe sobre las Instalaciones y 3-3-3-2 describe sobre la Operación y mantenimiento.

3-3-3-1-1 Instalaciones de conducción

En la Figura 3-3-44, se muestran los sistemas de conducción. El agua se envía a través del sistema de conducción Picacho desde la Planta Potabilizadora Picacho, el sistema de conducción Los Laureles desde la Planta Potabilizadora Los Laureles y el sistema de conducción La Concepción desde la Planta Potabilizadora La Concepción. Estos sistemas de conducción tienen 26 estaciones de bombeo donde se envía el agua con presión aumentada para algunos tanques. En caso de la Planta Potabilizadora Miraflores, el agua se envía desde esta planta hacia el tanque de distribución ubicado dentro de la planta potabilizadora y se distribuye a las zonas aledañas.

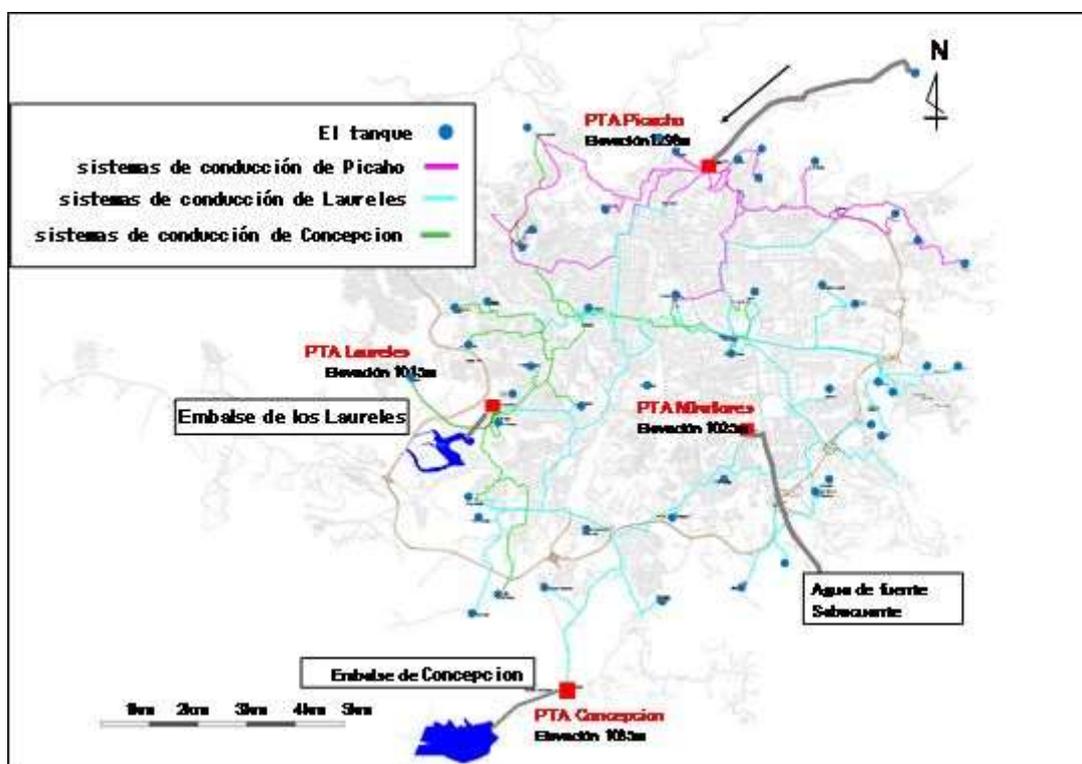


Figura 3-3-44 Sistemas de conducción

En la Tabla 3-3-45, se muestra la longitud total de los sistemas de conducción. La longitud total del sistema de conducción Picacho es de 37.7 km, la longitud total del sistema de conducción La Concepción es de 65.0 km y la del sistema de conducción Los Laureles, 29.2 km. Los tubos de los sistemas de conducción son de hierro dúctil (DIP).

Tabla 3-3-45 Longitud total de los sistemas de conducción

Sistema de conducción	Diámetro	Longitud total (m)	Total (m)
Picacho	400	6,739.34	37,766.81

Sistema de conducción	Diámetro	Longitud total (m)	Total (m)
	300	27,522.23	
	150	3,505.24	
La Concepción	1000	5,150.80	65,001.03
	800	7,836.40	
	700	4,140.18	
	600	7,587.99	
	500	1,060.37	
	400	7,557.98	
	300	2,752.44	
	250	3,086.41	
	200	7,118.98	
	150	18,709.49	
Los Laureles	1000	3,141.43	29,262.46
	600	5,195.95	
	500	3,691.00	
	400	914.01	
	300	4,314.99	
	200	5,711.36	
	150	6,293.72	

Fuente: SANAA

(1) Sistema de tuberías de conducción

a) Sistema de conducción Picacho

En la Figura 3-3-45 y Figura 3-3-46 se muestra el esquema conceptual de los sistemas de conducción. La Planta Potabilizadora Picacho envía el agua por gravedad desde el Cerro Picacho, situado al noroeste de la ciudad, hacia los tanques de distribución de los sectores ubicados al noreste de la ciudad, como ser: La Leona, Lindero, Molinón, La Sosa y La Travesía. En la estación seca, se envía el agua desde el sistema de conducción La Concepción hacia los tanques de distribución de La Leona y Lindero.

En el sistema de conducción Picacho, con la frecuencia relativamente alta, se dañan las tuberías debido al golpe de ariete. Se supone que la causa es el depósito de aire en la tubería como se muestra en la Figura 3-3-47 y cuando se abre o se cierra la válvula al iniciar la operación se produce el golpe de ariete dentro de la tubería. Por esta razón, para la operación, se recomienda abrir y cerrar la válvula lentamente con suficiente tiempo. En este sistema de conducción, existen pocas válvulas de aire, por lo que es necesario instalarlas adecuadamente.

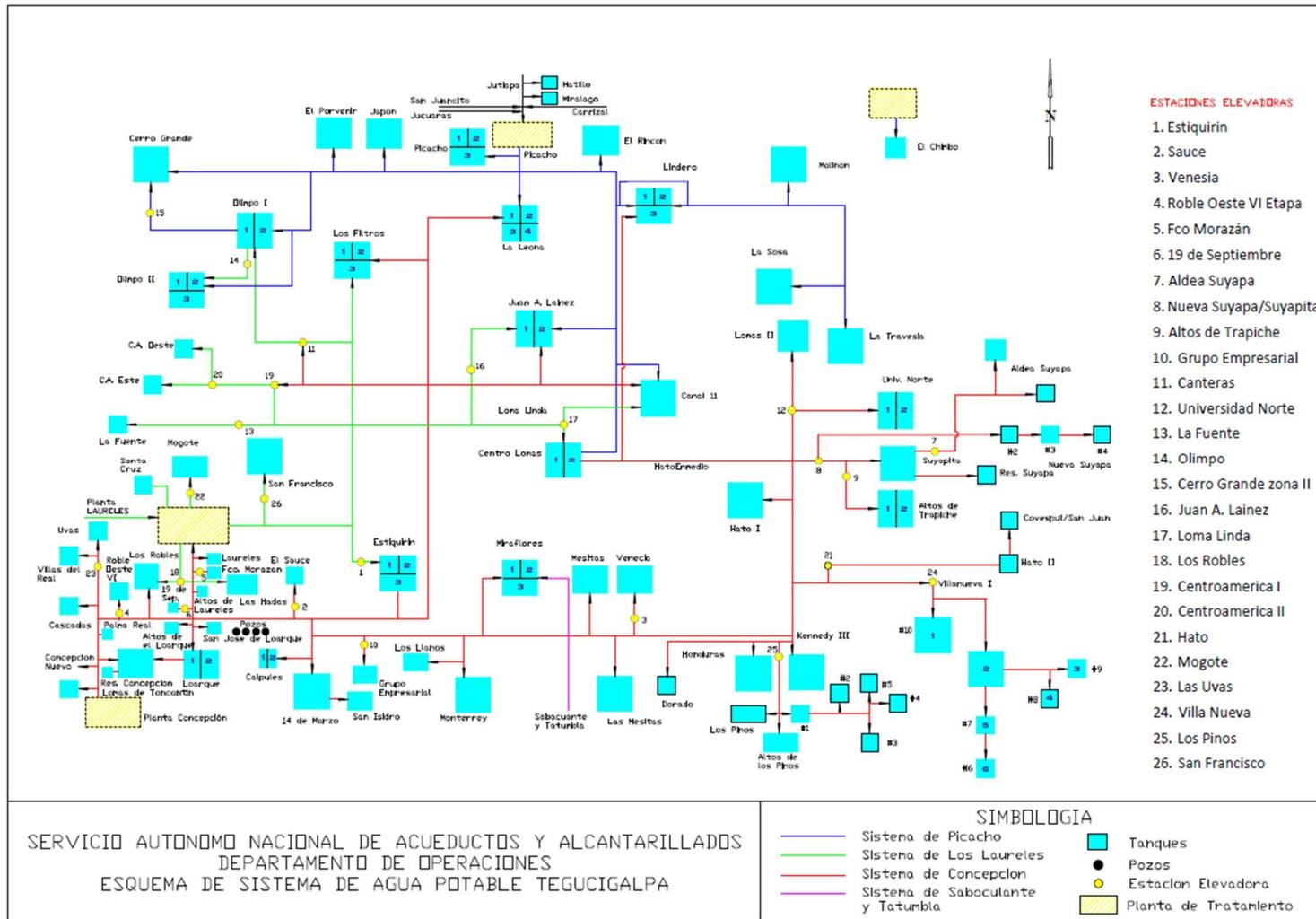
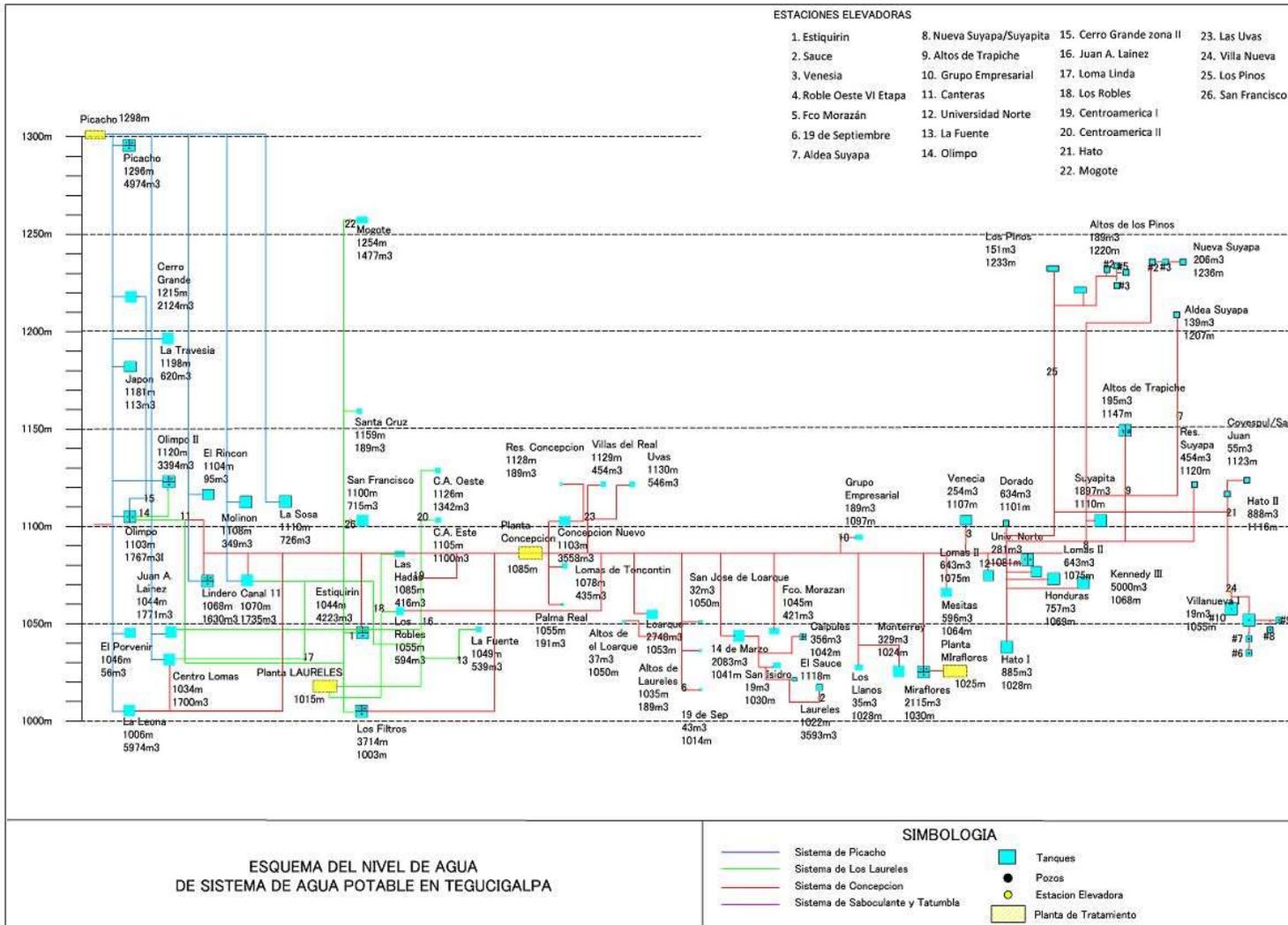


Figura 3-3-45 Esquema del nivel de agua de sistema de transmisión



Figra 3-3-46 Esquema del nivel de agua de sistema de transmisión

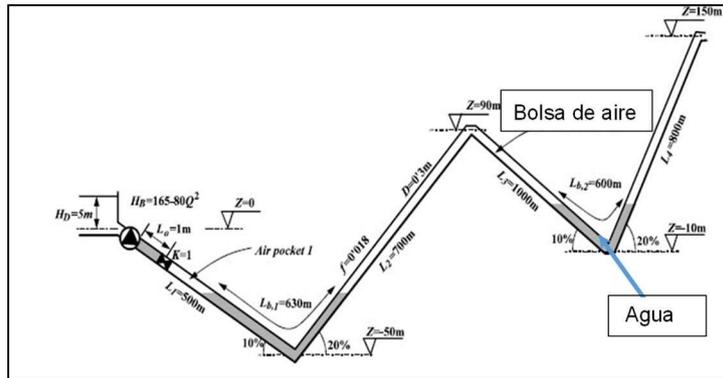


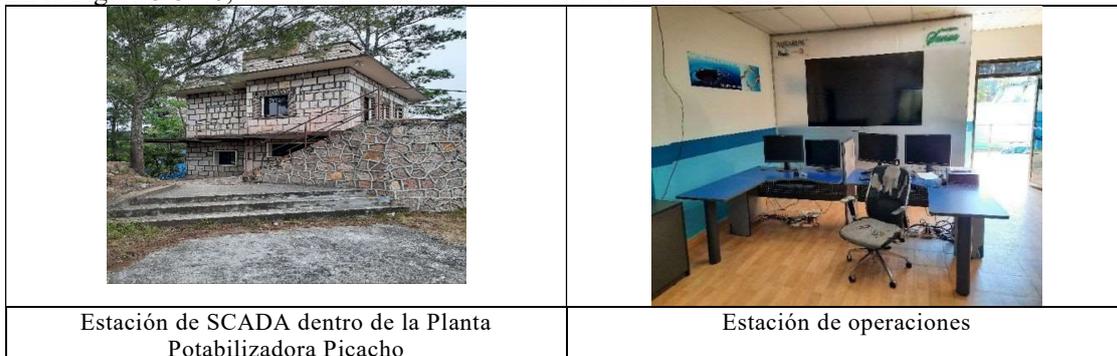
Figura 3-3-47 Diagrama esquemático de depósito de aire

Fuente: SANAA AQUARUM (Proyecto de Optimización de los Servicios de Abastecimiento de Tegucigalpa)

Cabe resaltar que en el sistema de conducción Picacho, se construyó el sistema SCADA dentro de la Planta Potabilizadora Picacho para el monitoreo y control remoto a través del programa AQUARUM en 2012. Sin embargo, actualmente no está funcionando desde 2015 por diversos factores, y está en proceso de transición desde el SANAA a la AMDC. El resumen del sistema SCADA es el siguiente.

- El sistema consiste en 2 estaciones de operaciones, un servidor de datos tipo rack y los equipos de radio para comunicación de datos en frecuencias UHF desde los puntos de emisión de la señal, entre otros.
 - Los parámetros monitoreados son niveles de agua en los tanques de distribución, caudales de agua en los puntos de distribución incluyendo la planta potabilizadora (31 puntos) y concentración de cloro residual en las plantas potabilizadoras. Estos datos se transmiten vía radio en frecuencias UHF hasta la estación.
 - En la estación de operaciones, se utiliza la pantalla de LCD como HMI (Interfaz hombre-máquina) donde se indican las tendencias de niveles y caudales de agua y los valores instantáneos. Los datos guardados en el servidor se utilizan para elaborar los informes diarios, mensual y anual. Están asignadas 3 personas como operadores de sistema incluyendo al responsable. El sistema existente tiene los siguientes desafíos los cuales requieren el estudio y el análisis.
1. Una operación imperfecta realizada por los operadores debido a la falta de transferencia tecnológica por parte de los contratistas del sistema.
 2. Fallas en sensores como caudalímetros y software de aplicación.
 3. Cable de conexión a la antena UHF no adecuados para uso en exterior (no compatible con el clima).
 4. Falta de capacidad del servidor del sistema

En la Figura 3-3-48, se muestra la situación actual del sistema SCADA existente.



	
Panel de transmisión hacia las plantas potabilizadoras	Sensor de concentración de cloro residual
	
Sensor de niveles de agua en el tanque de distribución	Cable de conexión a UHF

Figura 3-3-48 Situación actual del sistema SCADA existente

b) Sistema de conducción Los Laureles

La Planta Potabilizadora Los Laureles transporta el agua hacia la zona oeste, central y suroeste de la ciudad. Específicamente, se transporta a los tanques de distribución ubicados al Oeste de la ciudad, San Francisco, La Fuente y Centroamérica Este y al tanque de distribución ubicado en el centro de la ciudad, Canal 11. La Planta Potabilizadora Los Laureles tiene una altura de 1015 m de elevación, la más baja de las cuatro plantas potabilizadoras. Por esta razón, se requieren bombas elevadoras para enviar el agua a los tanques de distribución, por lo que hay 12 estaciones de bombeo en el sistema de conducción Los Laureles. Hacia algunos tanques de distribución, como el tanque de distribución Estiquirín, se puede enviar el agua desde el sistema de conducción La Concepción.

c) Sistema de conducción La Concepción

La Planta Potabilizadora La Concepción provee abastecimiento de agua a la mitad de la ciudad y tiene el mayor volumen de producción. Abastece de agua a la zona sur, este y central de la ciudad. En la estación seca, también suministra agua al tanque de La Leona. Básicamente el agua se envía por gravedad, sin embargo, hacia las áreas con mayor elevación en la zona este, se bombea el agua utilizando 13 estaciones elevadoras.

(2) Estaciones de bombeo

En la Tabla 3-3-46 y la Figura 3-3-49 se muestran los resultados del estado de funcionamiento obtenidos durante las visitas de campo y las entrevistas al personal en 26 estaciones elevadoras.

- a. La mayoría de las bombas son bombas verticales de alta carga. Las bombas con más de 15 – 20 años transcurridos están deterioradas y algunas están averiadas, sin embargo, todas las estaciones de bombeo están funcionando. Algunas tienen dificultad para conseguir repuestos o garantizar el presupuesto, no obstante, se realiza una adecuada operación, mantenimiento y reparación. En algunas estaciones de bombeo se realiza la operación alterna automática para niveles de agua, aunque en la mayoría se opera manualmente en el lugar.
En la mayoría de las estaciones de bombeo, no se realizan mediciones de caudales y presión, incluso algunas estaciones desconocen las especificaciones de las bombas, es decir, no se está realizando adecuadamente el control de operación de las bombas.
- b. En algunas estaciones se instalaron caudalímetros electromagnéticos para utilizar en el sistema

SCADA a través del programa AQUARUM, sin embargo, actualmente su uso está suspendido. En otras estaciones, algunas no cuentan con caudalímetros, o aunque tengan caudalímetros mecánicos, muchos están averiados. Por consiguiente, no se conoce el volumen exacto de agua bombeada.

- c. Con respecto a la situación de la energía eléctrica, cada mes hay suspensión programada de la energía eléctrica debido al trabajo eléctrico. Ninguna estación de bombeo cuenta con generador de emergencia, por lo que la operación se suspende cuando no hay energía.
- d. El tiempo de operación de las bombas se establece según la situación de la demanda de cada área de abastecimiento.

Por regla general, la AMDC administra la operación de las estaciones elevadoras, sin embargo, en tres estaciones la administración está a cargo de las comunidades usuarias de agua a las cuales la AMDC brinda asistencia técnica.

- e. Los desafíos son los siguientes.
 - Muchos equipos tienen más de 20 años desde su instalación y presentan deterioro/ averías. Es necesario realizar reparaciones y reemplazos incluyendo los equipos que funcionan, además, es necesario reparar/ reemplazar los equipos averiados para garantizar los equipos de reserva.
 - Al reemplazar, es importante establecer adecuadamente las especificaciones.
 - Se recomienda establecer un programa de mantenimiento preventivo incluyendo la implementación periódica del diagnóstico energético y realizar una capacitación para orientar cómo se elabora un adecuado programa de O&M/ especificaciones.

Tabla 3-3-46 Situación actual de las estaciones de bombeo existentes

No	Nombre de la estación de bombeo	Nombre del sistema	Año de instalación	Especificaciones de la bomba: No. x Q (m ³ /min) x P (kW), V/H	Caudalímetro	Generador	No. de bombas funcionando	Tiempo de operación (horas/día)	No. de operadores	Frecuencia de apagones	Destino	Observaciones
1	Estiquirín	Los Laureles	1975	2xQx112, V	Existe, Aquarum	No existe	1	9	3	3 veces/mes	Tanque de Estiquirin	1 unidad averiada, Aquarum suspendido
2	Sauce	La Concepción		2x1.06x56, V	Existe, mecánico	No existe	2	8 martes, viernes, domingo	3	6 veces/año	Tanque de Sauce	Operación alterna
3	Venecia	La Concepción	2006	2xQx55, V	No existe	No existe	2	7.5/2 días	3	2 veces/mes	Tanque de Venecia	Automático para niveles y operación alterna
4	Roble Oeste VI Etapa	La Concepción	2008	2xQx30kW, V	Existe, eléctrico	No existe	2	9 Cada 3 días			Roble Oeste VI	Automático para niveles y operación alterna
5	Francisco Morazán	Los Laureles		2x0.34x15, V	No existe	No existe	2	21 jueves, viernes	3	3 veces/mes	Tanque de Morazán y otros	Operación alterna
6	19 de Septiembre	Los Laureles	2005	1xQx11, S	No existe	No existe	1	7-23 martes, viernes	3	2-3 veces/mes	Tanque de Los Laureles	Administración: comunidad
7	Aldea Suyapa	La Concepción	1997	2x0.93x22.38, V	No existe	No existe	2	20-6/7 días	2	1 vez/mes programado	Tanque de Nueva Suyapa y otros	Administración: comunidad, operación alterna
8	Nueva Suyapa/Suyapita	La Concepción	2000	2x2.24x93.25, V 2x6.18x112, V	Existe, Aquarum	Existe 300kVA	2 2	10 24	3	2 veces/mes	Suyapa/Suyapita	Operación alterna, 2 unidades averiadas, Aquarum suspendido
9	Altos del Trapiche	La Concepción	2002	2x3.0x44.74, V	Existe, eléctrico		2	5-17 Cada 3	2	2 veces/mes	Alto de Trapiche, etc.	Operación alterna

No	Nombre de la estación de bombeo	Nombre del sistema	Año de instalación	Especificaciones de la bomba: No. x Q (m ³ /min) x P (kW), V/H	Caudalímetro	Generador	No. de bombas funcionando	Tiempo de operación (horas/día)	No. de operadores	Frecuencia de apagones	Destino	Observaciones
								días		programado		
10	Grupo Empresarial	La Concepción	2010	2x4.16x14.92, V 2x4.16x14.92, V	Existe, mecánico	No existe	2 No se ha usado	4-5/3 días -	2		Tanque de empresa Aguacatal	Administración: comunidad, operación alterna
11	Canteras	La Concepción y Los Laureles	1977	4x6.18x186.5, V 3x7.20x150, V	No existe	No existe	1 3	24	3	3 veces/mes	Olimpo I	3 unidades averiadas, operación alterna
12	Universidad Norte	La Concepción	2002 renovada	4x4.0x33.58, V	Existe, mecánico	No existe	3	8-20/3 días 8-13,17-8/3 días	2	2 veces/mes suspensión programada	Tanque de Norte/Lomas #2	2 unidades averiadas, caudalímetro averiado
13	La Fuente	Los Laureles		2xQx37.3, V 2xQx22.38, V	No existe	No existe	1 2	15	3	10 veces/año	Tanque de La Fuente	1 unidad averiada
14	Olimpo	La Concepción/ Los Laureles/Pica		2x6.0x37.3, V	Existe, Aquarum	No existe	2	24	3	6 veces/año	Tanque de Cerro Grande	Operación alterna, Aquarum suspendido
15	Cerro Grande Zona II	La Concepción/ Los Laureles/Pica		2x4.92x74.6, V	Existe, Aquarum	No existe	1	24 6 días/semana	3	6 veces/año	Tanque de Cerro Grande	1 unidad averiada, Aquarum suspendido
16	Juan A Láinez	Los Laureles	1996	2x4.16x65.32, V	Existe, Aquarum	No existe	1	18-7 Cada 3 días	2	1 veces/mes	Tanque de Láinez y otros	1 unidad averiada, Aquarum suspendido
17	Loma Linda	Los Laureles	1996	1x2.27x74.6, V 2xQx2.27x44.76, V 2xQx2.27x14.	Existe, mecánico	No existe	1 2 2		3	4-5/mes 4-6 horas	Tanque de Centro Lomas y otros	De los cuales, 2 unidades instaladas en 2017, caudalímetro

No	Nombre de la estación de bombeo	Nombre del sistema	Año de instalación	Especificaciones de la bomba: No. x Q (m ³ /min) x P (kW), V/H	Caudalímetro	Generador	No. de bombas funcionando	Tiempo de operación (horas/día)	No. de operadores	Frecuencia de apagones	Destino	Observaciones
				92, V								avariado
18	Los Robles	Los Laureles	2011 renovada	2x1.14x26, V 2x0.95x18.5, V	No existe	No existe	1 2	En momento oportuno 15-7/3 días	3 3	Suspensión programada, 8 horas	Hadas, Los Robles	1 unidad averiada
19	Centroamérica I	Los Laureles		2x5.68x112, V 1xQx55, V	No existe	No existe	1	24	3	3 veces/mes	Centroamérica II	2 unidades averiadas
20	Centroamérica II	Los Laureles – Centroamérica I	1996	2x2.84x55, V 2x2.84x55, V	Existe (avariado)	No existe	2 2	24	3	Algunas veces/año	Centroamérica Este/Oeste	Operación alterna, obsoleta, hay caída de capacidad
21	Hato	La Concepción	1992	2x2.0x37.3, V	No existe	No existe	1	8	No	2 veces/mes	Tanque de Hato II	1 unidad averiada, operada por el administrador del tanque
22	Mogote	Los Laureles	1995	4x4.0x199.6, V	No existe	No existe	2	24	3	2-3 veces/mes 30 min	Tanque de Mogote	2 unidades averiadas
23	Las Uvas	La Concepción		2x1.7x67, V	No existe	No existe	2	24	3	3 veces/año	Tanque de Las Uvas	Operación alterna
24	Villa Nueva	La Concepción		2x3.54x74.6, V 2x4.11x112, V	No existe	No existe	1 2	7-8	3	2 veces/mes	Tanque de Villa Nueva	1 unidad averiada, operación alterna
25	Los Pinos	La Concepción	1996	2xQx55, V	Existe, mecánico	No existe	2	23 De jueves a sábado	3	4 veces/año	Tanque de Los Pinos y otros	Operación alterna, donada por JICA
26	San Francisco	Los Laureles		2x3.30x55,H	Existe, Aquarum	No existe	2	24	3		San Francisco	Operación alterna, obsoleta,

No	Nombre de la estación de bombeo	Nombre del sistema	Año de instalación	Especificaciones de la bomba: No. x Q (m ³ /min) x P (kW), V/H	Caudalímetro	Generador	No. de bombas funcionando	Tiempo de operación (horas/día)	No. de operadores	Frecuencia de apagones	Destino	Observaciones
												Aquarum suspendido

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a las entrevistas con el SANAA Nota) Las especificaciones de la bomba: V: bomba vertical, H: bomba horizontal, S: Bomba sumergible

	
<p>1. Estación de bombeo No.4 Los Robles Oeste VI (la más reciente)</p>	<p>2. La misma de la izquierda, bomba (vertical)</p>
	
<p>3. Bomba de la estación de bombeo No.8 Nueva Suyapa</p>	<p>4. La misma de la izquierda, caudalímetro de Aqarum</p>
	
<p>5. Estación de bombeo No.25 Los Pinos</p>	<p>6. La misma de la izquierda, bomba vertical, donada por JICA</p>



Figura 3-3-49 Situación de las estaciones de bombeo

En la Tabla 3-3-47 se muestra el consumo de energía de las estaciones de bombeo entre 2016 y 2019. El consumo de energía de las estaciones de bombeo ocupa aproximadamente el 70 % del sistema de agua potable, en otras palabras, las estaciones de bombeo ocupan la mayor parte del consumo de energía. Esto corresponde aproximadamente al 10 % del costo de operación y mantenimiento de la AMDC.

Tabla 3-3-47 Consumo de energía de las estaciones de bombeo existentes (Kwh)

NO	Estaciones de bombeo	2016	2017	2018	2019
1	Estiquirín	792,360	757,080	661,800	527,640
2	Sauce*	-	-	-	-
3	Venecia*	-	-	-	-
4	Roble Oeste VI Etapa*	-	-	-	-
5	Francisco Morazán*	-	-	-	-
6	19 de septiembre*	-	-	-	-
7	Aldea Suyapa*	-	-	-	-
8	Nueva Suyapa/Suyapita	717,520	792,720	872,640	787,197
9	Alto de Trapiche	41,304	50,015	48,749	45,914
10	Grupo Empresarial*	-	-	-	-
11	Canteras	2,976,120	4,362,036	3,929,780	3,877,800
12	Universidad Norte	5,268	5,359	5,534	4,943
13	La Fuente	63,543	75,335	71,878	51,281
14	Olimpo	140,280	142,720	280,920	309,828
15	Cerro Grande Zona II	364,640	375,560	437,400	384,960
16	Juan A Láinez	11,944	11,928	11,631	10,373
17	Loma Linda	556,680	503,160	370,320	383,316
18	Los Robles	135,200	128,320	141,080	135,480
19	Centroamérica I	453,200	475,600	518,480	500,840
20	Centroamérica II	451,960	470,560	475,720	420,320
21	Hato	174,065	171,814	158,305	184,360
22	Mogote	753,600	1,799,520	1,124,800	854,640
23	Las Uvas	190,115	204,906	203,855	202,690
24	Villa Nueva	17,765	4	2	188,552
25	Los Pinos	194,931	204,223	203,358	43,708

NO	Estaciones de bombeo	2016	2017	2018	2019
26	San Francisco	424,259	437,797	3,929,780	427,556
Total		8,464,754	10,968,657	13,446,032	9,341,398

* Esto se debe a que la AMDC no posee datos ya que los tienen las Juntas Administradoras de Agua.

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a las entrevistas con la AMDC

(3) Diagnóstico energético de las estaciones de bombeo

Con el objetivo de conocer la situación del funcionamiento de las estaciones de bombeo existentes y la situación del consumo energético, se realizó el diagnóstico energético. El método de diagnóstico es el siguiente: medir el voltaje/corriente de entrada y el caudal de descarga/altura total para calcular la eficiencia real de la bomba, comparar con la eficiencia estándar de la bomba del mismo tamaño (según las normas JIS) y diagnosticar el consumo energético. También se realizó el diagnóstico de las operaciones midiendo las vibraciones y las temperaturas del eje. Para la medición del voltaje/ corriente de entrada se utilizó el analizador de potencia, para el caudal de descarga/altura total, se utilizó el caudalímetro ultrasónico portátil y para la presión de descarga, el presiómetro.

El diagnóstico energético se realizó en 10 estaciones de bombeo de un total de 26 estaciones existentes. De un total de 26 bombas, 17 estaban funcionando y 9 estaban averiadas o suspendidas, y la medición era posible en 14 bombas. Las bombas que no se podía medir presentaban problemas que no permitían instalar un presiómetro o medir el caudal.

En la Figura 3-3-50 se muestran las imágenes del diagnóstico y en la Tabla 3-3-48, los resultados del diagnóstico.

Para la valoración de la eficiencia, se calificó como Buena si la bomba tiene más del 50%-60% de la eficiencia estándar de la bomba del mismo tamaño (según las normas JISB8313, Bomba centrífuga). Para valorar la vibración, se utilizaron las normas de JISB0906 (ISO10816-1).



Figura 3-3-50 Imágenes del diagnóstico energético

Tabla 3-3-48 Resultados del diagnóstico energético de las estaciones de bombeo existentes

No.	Nombre de la estación de bombeo	Especificaciones		Resultados del diagnóstico			Valoración	
		Caudal de descarga	Altura total	Caudal de descarga	Altura total	Eficiencia de la bomba		
		M ³ /min	m	M ³ /min	m	%		
3	Venecia	1	Desconocido	Desconocida	1.80	60.2	47.23	Baja
		2	Desconocido	Desconocida	1.92	58.1	43.93	Baja
6	19 de Septiembre	1	Desconocido	Desconocida	0.84	40.6	43.16	Baja
8	Nueva Suyapa	2	6.84	76	2.64	96.7	55.95	Buena
		3	2.22	170	2.04	145.5	65.57	Buena
9	Altos del Trapiche	1	3.0	58.2	1.86	65.0	64.16	Buena
		2	3.0	58.2	1.86	65.0	66.74	Buena
12	Universidad Norte	1	2.84	Desconocida	1.74	60.5	46.95	Baja
17	Loma Linda	C-4	2.27	150	1.44	88.6	40.96	Baja
		L-1	Desconocido	Desconocida	0.66	50.8	30.04	Baja
		C-1	Desconocido	Desconocida	1.08	8.9	30.90	Baja
		C-2	Desconocido	Desconocida	0.96	6.9	35.11	Baja
18	Los Robles	1	0.95	82.3	0.90	68.0	59.60	Buena
		2	0.95	82.3	0.96	70	63.67	Buena

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio

Valoración de la eficiencia de la bomba: De 14 bombas, 8 tenían una eficiencia del 50% o menor, lo que se traduce en el desperdicio de la energía. Las razones podrían ser las siguientes:

- Las especificaciones de la bomba no son compatibles con el caudal/altura necesaria, causando la baja eficiencia en los puntos actuales de operación.
- Baja eficiencia debido al deterioro y daños en los impulsores y rodamientos.

Valoración de la vibración y la temperatura de rodamiento: Según los resultados de esta medición, no se observaron valores superiores a los parámetros.

Si se detectan problemas de baja eficiencia y vibraciones durante la implementación periódica de este tipo de diagnóstico energético como parte de mantenimiento preventivo, podría ser que la bomba tenga algún daño. Es importante realizar este tipo de diagnóstico energético para una operación y mantenimiento adecuado.

3-3-3-1-2 Instalaciones de distribución

El agua potable purificada en las plantas potabilizadoras se envía desde los tanques de agua purificada hacia los sistemas de conducción y se almacena en los tanques de distribución. La distribución de agua desde los tanques de distribución hacia las áreas de distribución se realiza manualmente manipulando varias válvulas instaladas en los tanques. La manipulación de las válvulas en los tanques de distribución tiene un horario establecido, y el SANAA mensualmente publica la información de los días de la semana y el horario de apertura y cierre de las válvulas para los demandadores de agua a través de su página Web y las redes sociales (SNS).

(1) Tanques de distribución

En la Tabla 3-3-49 se muestra el nombre de 102 tanques de distribución en el municipio de Tegucigalpa, el número de áreas de distribución, la capacidad, el material y el año de construcción. Los tanques de distribución con 40 – 50 años transcurridos desde su construcción ocupan el 18.6 %, los tanques de distribución que tienen 20 – 40 años ocupan el 47.1 % del total y los que tienen 1 – 20 años ocupan el 28.4 % del total. Asimismo, los tanques hechos de concreto ocupan el 49 % del total, los tanques hechos de ladrillo ocupan el 30 %, los tanques hechos de lámina de acero ocupan el 16 % y los tanques hechos de bloque de concreto, 5 %. En total, existen 665 barrios y colonias. La distribución desde los tanques de distribución hacia los barrios y colonias se realiza operando manualmente las válvulas. Cabe señalar que se desconocen los caudales debido a la ausencia de medidores en la salida de los tanques de almacenamiento

Tabla 3-3-49 Lista de tanques de distribución

No.	Sector	Nombre del tanque de distribución	No. de áreas de distribución	Capacidad (m ³)	Elevación (m)	Material	Año de construcción
1	1	El Chimbo	5	189	1,259	concreto	1981
2	1	El Molinón	4	349	1,108	concreto	1961
3	1	Japón	1	113	1,181	ladrillo	2005
4	1	La Sosa	17	726	1,110	acero	2003
5	1	La Travesía 1	17	620	1,198	concreto	1990
6	1	Linderos 1	29	622	1,069	concreto	1966
7	1	Linderos 2		369	1,070	concreto	1971
8	1	Linderos 3		639	1,069	concreto	1971
9	1	Picacho 1	52	1,697	1,298	concreto	1946
10	1	Picacho 2		1,650	1,297	concreto	1946
11	1	Picacho 3		1,627	1,297	concreto	1946
12	1	Rincón	2	95	1,104	ladrillo	1991
13	2	Canal 11	21	1,735	1,070	concreto	2009
14	2	* El Porvenir	1	56	1,046	concreto	2006
15	2	La Leona 1	42	1,477	1,006	bloque de concreto	1981
16	2	La Leona 2		1,294	1,006	bloque de concreto	1981
17	2	La Leona 3		1,100	1,007	bloque de concreto	1981
18	2	La Leona 4		2,103	1,007	concreto	2009
19	3	Covespul/San Juan	1	945	1,110	concreto	1991
20	3	Covespul	1	55	1,123	acero	1991
21	3	Hato de Enmedio 1	2	885	1,028	acero	1981
22	3	Hato de Enmedio 2		888	1,116	acero	1991
23	3	Los Llanos	1	35	1,028	acero	1991
24	3	Universidad Norte 1	9	209	1,081	concreto	2004
25	3	Universidad Norte 2		72	1,081	concreto	2004
26	3	Suyapita	12	1,897	1,110	concreto	1986

No.	Sector	Nombre del tanque de distribución	No. de áreas de distribución	Capacidad (m ³)	Elevación (m)	Material	Año de construcción
27	3	Kennedy 3	34	5,000	1,068	concreto	1976
28	3	Honduras Res. Alto	1	57	1,080	concreto	2001
29	3	Honduras Res. Bajo		757	1,069	ladrillo	2001
30	3	Lomas 2da. Etapa	9	643	1,075	concreto	1996
31	3	Los Pinos	1	151	1,233	ladrillo	1996
32	3	Dorado	2	634	1,101	ladrillo	2001
33	3	Venecia (tanque)	2	254	1,107	concreto	2006
34	3	* Aldea Suyapa (tanque)	1	139	1,207	ladrillo	1991
35	3	* Nueva Suyapa (tanque)	8	206	1,236	ladrillo	1991
36	3	Altos del Trapiche (tanque 1)	4	195	1,147	ladrillo	1991
37	3	* Villa Nueva 1	1	19	1,055	ladrillo	1996
38	3	* Villa Nueva 2		95	1,099	ladrillo	1996
39	3	* Villa Nueva 3		95	1,179	ladrillo	1996
40	3	* Villa Nueva 4		95	1,205	ladrillo	1996
41	3	* Villa Nueva 5		113	1,219	ladrillo	1996
42	3	* Villa Nueva 6		113	1,118	ladrillo	1996
43	3	Tanque Altos de Los Pinos	1	189	1,220	ladrillo	1996
44	3	Centro Lomas Nuevo	4	840	1,034	ladrillo	2009
45	3	Centro Lomas		860	1,034	concreto	1991
46	3	Juan A. Láinez 1	21	1,167	1,045	concreto	1961
47	3	Juan A. Láinez 2		604	1,045	concreto	1961
48	3	Los Filtros 1	45	161	1,007	bloque de concreto	1966
49	3	Los Filtros 2		3,497	1,003	concreto	1981
50	3	Los Filtros Nuevo		56	1,019	concreto	2009
51	3	Miraflores 1	11	735	1,026	concreto	1981
52	3	Miraflores 2		319	1,031	concreto	1981
53	3	Miraflores Nuevo		1,061	1,030	concreto	2004
54	4	Loarque 1	12	157	1,053	concreto	1981
55	4	Loarque 2		2,591	1,057	concreto	1976
56	4	Monterrey	2	329	1,024	concreto	1991
57	4	La Cascada	1	339	1,070	concreto	1996
58	4	Concepción	6	2,520	1,099	concreto	1994
59	4	Concepción Nuevo		3,558	1,103	concreto	2004
60	4	14 de Marzo	10	820	1,042	concreto	2004
61	4	14 de Marzo Nuevo		2,626	1,042	concreto	2004
62	4	Calpules 1 Alto	1	95	1,047	acero	1991
63	4	Calpules 2 Bajo		261	1,042	acero	1991
64	4	Lomas Toncontín 1	8	435	1,078	ladrillo	1991
65	4	Palma Real	1	191	1,055	acero	1986
66	4	Las Uvas 1	6	546	1,130	ladrillo	1991
67	4	* Yaguacire	1	141	1,112	ladrillo	1996
68	4	Mesitas	3	596	1,064	ladrillo	2001

No.	Sector	Nombre del tanque de distribución	No. de áreas de distribución	Capacidad (m ³)	Elevación (m)	Material	Año de construcción
69	4	* Grupo Empresarial (tanque)	1	189	1,097	concreto	2011
70	4	* Altos de Loarque (tanque)	2	37	1,051	ladrillo	2001
71	4	* San José de Loarque	1	32	1,051	ladrillo	2001
72	4	Res. Concepción 1	2	189	1,128	ladrillo	2006
73	4	Villas del Real	1	454	1,130	ladrillo	2001
74	4	Las Hadas 1	12	416	1,085	acero	2001
75	4	Los Robles	8	594	1,056	concreto	1981
76	4	Roble Oeste VI Etapa (tanque)	1	30	1,093	concreto	2013
77	4	Estiquirín 1	88	969	1,044	bloque de concreto	1986
78	4	Estiquirín 2		3,254	1,045	concreto	2004
79	4	Estiquirín Nuevo		3,883	1,044	concreto	2004
80	4	La Fuente	5	539	1,049	acero	1981
81	4	Los Laureles 1	1	3,593	1,022	concreto	1976
82	4	San Francisco	6	715	1,100	concreto	2004
83	4	Mogote 1	19	744	1,254	concreto	1991
84	4	Mogote 2		733	1,250	acero	1991
85	4	Sauce (tanque)	1		1,118	concreto	2015
86	4	Francisco Morazán (tanque)	1	421	1,045	ladrillo	2006
87	4	* 19 de Septiembre (tanque)	1	43	-	concreto	2001
88	4	* Altos de los Laureles	4	113	1,035	concreto	2018
89	4	* San Isidro	1	19	1,030	ladrillo	2001
90	4	Santa Cruz (tanque)	1	189	1,159	concreto	2016
91	5	Cerro Grande 1	11	2,124	1,215	ladrillo	1991
92	5	Olimpo I	29	1,767	1,103	acero	2004
93	5	Olimpo 2 Viejo	21	851	1,121	acero	1991
94	5	Olimpo 2 (Viejo 2)		851	1,024	acero	1991
95	5	Olimpo 2 (Nuevo 1)		846	1,120	acero	2004
96	5	Olimpo 2 (Nuevo 2)		846	1,120	acero	2004
97	5	Canteras	10	250	991	concreto	1991
98	5	PRRAC-ASAN	1	360	1,097	concreto	2005
99	5	Centroamérica Este	9	1,100	1,105	ladrillo	1991
100	5	Centroamérica Oeste		1,342	1,127	ladrillo	1991
101	6	El Hatillo	14	779	1,432	ladrillo	1971
102	6	Miralago	1	189	1,421	concreto	2011

* La administración de las operaciones no está a cargo del SANAA sino a las Juntas Administradoras de Agua.

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del SANAA

(2) Red de tuberías de distribución

Para la red de tuberías de distribución, se utilizan principalmente los tubos de PVC, acero y asbesto (AC). El tipo de tubo, el diámetro y la longitud total han sido ordenados en el "Proyecto de Optimización de los Servicios de Abastecimiento de Tegucigalpa y Renovación de las Redes de Distribución de las Colonias 15 de Septiembre y 21 de Octubre de Tegucigalpa" con la asistencia de España a través del programa AQUARUM en 2011. En la Tabla 3-3-50 se muestra la longitud total por tipo de tubo. El 68 % del total son tubos de PVC, el 15 % son tubos de acero galvanizado (SGPW) y el 14 % son de HFD. Por diámetro, el 50 % tiene un diámetro de 50 mm, el 14 % tiene un diámetro de 100 mm y el 13 %, 80 mm.

A partir del 2011, el SANAA no ha actualizado los datos de la longitud de las tuberías, por lo que se desconoce la situación actual. Los resultados de las entrevistas con el SANAA se basan en los datos del 2011, y se estima que actualmente la longitud total será de unos 2,000 km.

Tabla 3-3-50 Longitud total de las tuberías

Diámetro (mm)	Longitud total de las tuberías (Km)							
	Tubo de acero	AC	HFD	HG	PVC	Desconocida	Longitud total	Porcentaje (%)
15					0.20		0.20	0.02 %
20				0.38	0.321		0.70	0.05 %
25				2.45	2.613		5.06	0.37 %
40				4.25	14.85		19.10	1.40 %
50		7.53	0.74	90.01	592.82	0.402	691.51	50.52 %
65				0.01	0.18		0.19	0.01 %
80		3.74	0.45	28.60	145.24		178.03	13.01 %
90			0.11				0.11	0.01 %
100	0.004	3.17	12.73	75.04	95.16	0.014	186.12	13.60 %
150		2.82	39.71	9.22	70.27		122.02	8.91 %
200	0.002	3.17	67.38	1.40	17.42		89.37	6.53 %
250		1.362	38.75	1.21	0.55		41.88	3.06 %
300			16.37		0.54		16.92	1.24 %
350		0.536	5.64				6.18	0.45 %
400			8.11				8.11	0.59 %
450			1.71				1.72	0.13 %
500			1.10				1.11	0.08 %
600			0.47				0.48	0.03 %
Longitud total	0.021	22.324	193.311	212.574	940.171	0.416	1,368.817	
Porcentaje	0.00 %	1.63 %	14.12 %	15.53 %	68.68 %	0.03 %		

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del SANAA

(3) Historial de reparaciones de la red de tuberías de distribución

El SANAA tiene un registro de reparaciones de las tuberías. Se divide el municipio en 4 áreas Noreste, Noroeste, Sureste y Suroeste, y en cada área se registra el diámetro y el tipo de tubo donde

se presentaron fugas de agua. Luego se clasifican las causas de fugas, como ser, presión de agua, rotura en la tubería, deterioro causado por años de uso y robo de medidor. Cada año atienden alrededor de 5,000 casos de fugas de agua. En la Tabla 3-3-51 se muestra el número de casos de fugas de agua del 2018 al 2020 por tipo de tubo y por diámetro y en la Tabla 3-3-52 se muestran las causas de fugas. La disminución de los casos de fugas en 2020 se debió especialmente a que no se registraron todas las reparaciones efectuadas debido a la pandemia de COVID-19.

En la Figura 3-3-51 se muestra el porcentaje de tipos de tuberías reparadas y el porcentaje de causas de los daños. Por tipo de tubo, el tubo de PVC ocupa el 93 % del total, el tubo de acero galvanizado ocupa el 3.6 % y el tubo de HFD, el 2.9 %. El tubo de HFD se utiliza principalmente para las tuberías de conducción y las tuberías madre de distribución. Asimismo, creemos que hay pocos casos de reparación porque este tipo de tubo es altamente resistente. Por diámetro de tubo, las fugas de agua en los tubos de conexión domiciliaria de diámetro menor a 50mm ocupan aproximadamente el 75% del total. Por consiguiente, es deseable realizar un estudio de fugas y reparaciones de los tubos de conexión domiciliaria. Referente a las causas de los daños, los daños causados por la excesiva presión de agua ocupan el 85.6 %, seguido por el deterioro causado por años de uso con el 6.6 % y el robo de medidor, el 3.5 %. Para reducir las fugas de agua, es necesario desarrollar un sistema de distribución de agua adecuado teniendo en cuenta la presión del agua, como el sectorización de la red de distribución y la instalación de válvulas reductoras de presión. También es necesario instruir a los operadores para que manejen el sistema de manera que se minimicen los daños en las tuberías causados por la presión del agua, por ejemplo, abriendo y cerrando las válvulas lentamente al distribuir el agua desde el depósito a la zona de distribución.

Tabla 3-3-51 Número de casos de fugas de agua por tipo de tubo y por diámetro

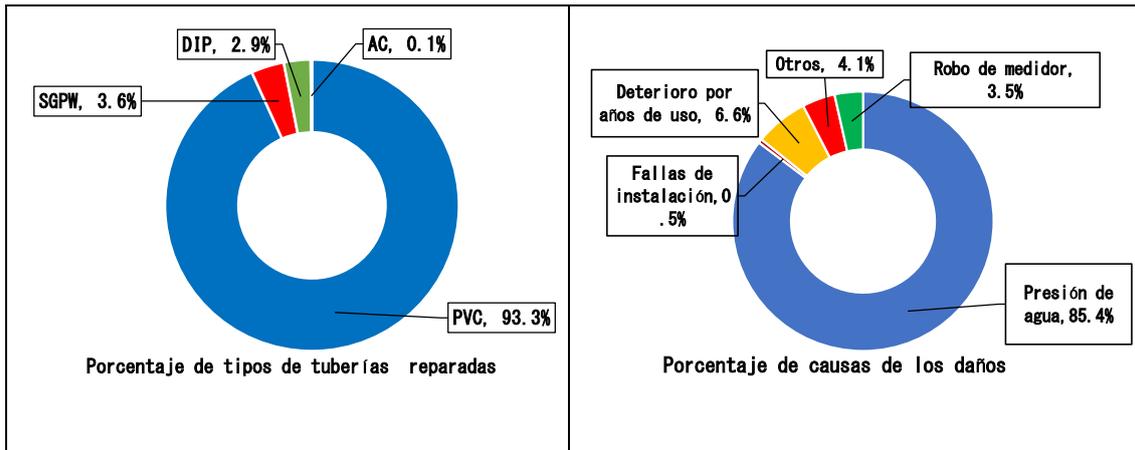
Año		2018	2019	2020	Promedio anual
Tipo de tubo	PVC	4,899	3,985	3,800	4,228
	SGPW	184	181	127	164
	DIP	131	168	98	132
	AC	7	6	7	7
Diámetro (mm)	15	1,814	1,342	1,344	1,500
	20	180	120	154	151
	25	57	60	61	59
	40	85	55	71	70
	50	1,908	1,624	1,511	1,681
	65	6	6	8	7
	80	519	467	415	467
	100	353	341	256	317
	150	143	156	138	146
	200	107	87	35	76
	250	24	35	22	27
300	25	47	17	30	
Total		5,221	4,340	4,032	4,531

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del SANAA

Tabla 3-3-52 Causas de fugas de agua

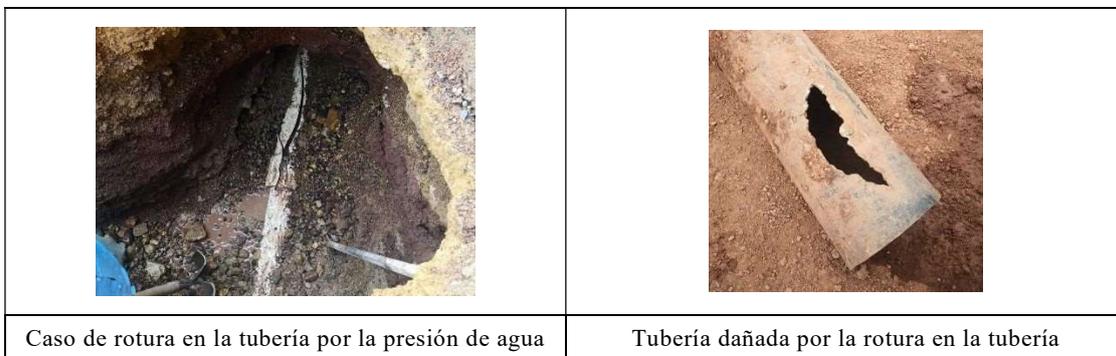
Año	Presión de agua	Rotura en la tubería	Deterioro por años de uso	Otros	Robo de medidor
2018	4,355	35	305	248	278
2019	3,726	28	358	168	60
2020	3,522	5	229	137	139
Promedio anual	3,868	23	297	184	159

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del SANAA



Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del SANAA

Figura 3-3-51 Porcentaje de tipos de tuberías reparadas y porcentaje de causas de los daños



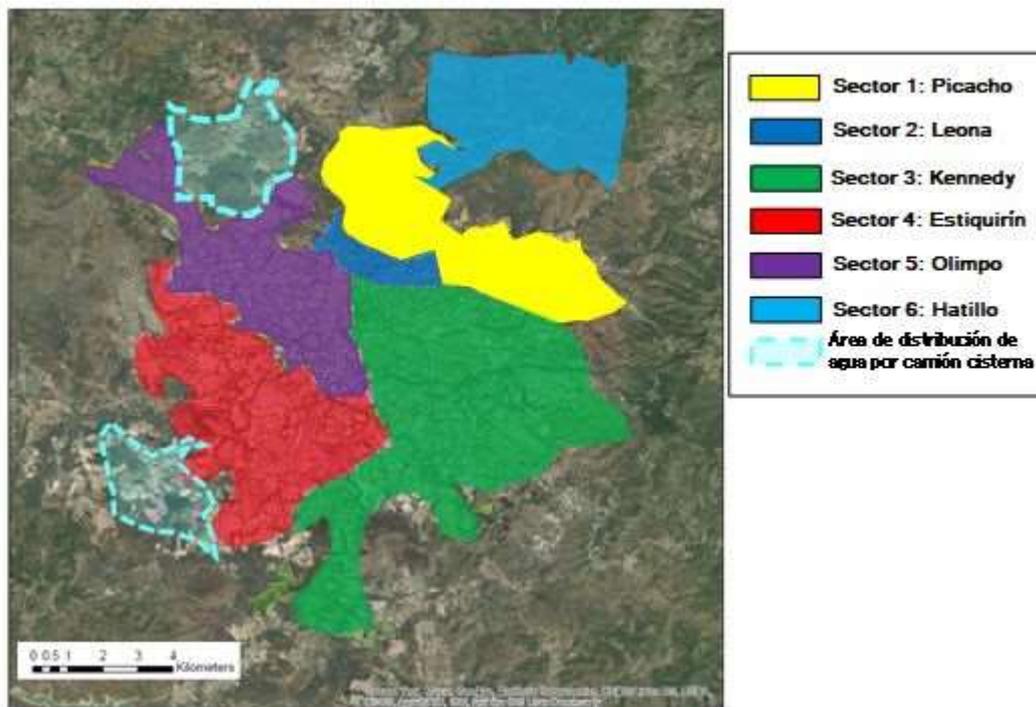
(4) Situación de la distribución de agua

a) Distribución de agua a través de la red de tuberías de distribución

Las áreas de distribución en el municipio se dividen en seis grandes sectores. En la Figura 3-3-52 se muestran los sectores de áreas de distribución. En la Tabla 3-3-53 se muestra el horario de distribución hacia las áreas de distribución desde los tanques de distribución. Actualmente en 2021, el SANAA que administra las operaciones de las instalaciones de agua potable publica la información del horario de distribución a través de su página Web con la frecuencia de una vez cada dos semanas para dar a conocer la información a los demandadores de agua.

En la actualidad, en el municipio de Tegucigalpa el volumen de abastecimiento es menor en relación a la demanda de agua, independientemente de la estación del año si es estación lluviosa o

seca, y el abastecimiento se realiza de manera programada. De abril a junio, cuando está terminando la estación seca, es la temporada con el menor volumen de producción de agua. Particularmente en 2020, debido a la caída del volumen de captación, el agua se distribuía una vez cada 9 – 10 días, y la situación era muy difícil para los demandadores de agua.



Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del SANAA

Figra 3-3-52 Mapa de ubicación de 6 sectores de áreas de distribución

Tabla 3-3-53 Distribución de agua desde los tanques de distribución hacia las áreas de distribución (Año 2020)

Sector	Temporada	
	De enero a marzo, de julio a diciembre	De abril a junio
S1 Picacho	Una vez cada 4 días (9 - 14 horas)	Una vez cada 10 días (12 – 18 horas)
S2 Leona	Una vez cada 2 días (10 – 16 horas)	Una vez cada 9 días (12 – 18 horas)
S3 Kennedy	Una vez cada 2 días (8 – 15 horas)	Una vez cada 9 días (12 – 18 horas)
S4 Estiquirín	Una vez cada 2 – 3 días (8 – 15 horas)	Una vez cada 9 días (12 – 18 horas)
S5 Olimpo	Una vez cada 3 – 4 días (8 – 12 horas)	Una vez cada 9 días (12 – 18 horas)
S6 Hatillo	Una vez cada 6 días (9 horas)	Una vez cada 4 días (9 – 12 horas)

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del SANAA

d) Distribución de agua con camiones cisterna

En las áreas donde no se han instalado las tuberías de distribución en las periferias de la ciudad y en las áreas dentro de la red de tuberías de distribución que soliciten el servicio por la falta de

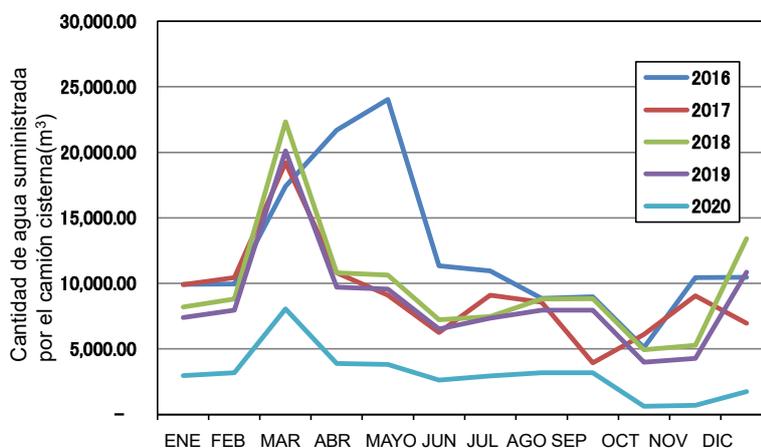
abastecimiento, el agua se suministra con camión cisterna privado autorizado por el SANAA. Actualmente existen 3 estaciones de abastecimiento en los sectores Los Filtros, Los Laureles y Toncontín. La capacidad de las estaciones de abastecimiento a los camiones cisterna es de 250 a 300 camiones cisterna en caso de la estación de abastecimiento del sector Los Filtros, de 200 a 300 camiones cisterna en la estación del sector Toncontín y en la estación del sector Los Laureles, de 100 a 150. Cabe resaltar que las estaciones de abastecimiento en los sectores Los Filtros, Los Laureles y Toncontín fueron donadas por Japón en 2006 a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable.

En la Tabla 3-3-54 se muestran las movilizaciones de camión cisterna realizadas. Se observa que en la estación seca de marzo a mayo de todos los años se movilizan más camiones cisterna debido a la falta de distribución de agua. La disminución de las movilizaciones de camión cisterna realizadas en 2020 se debe a la pandemia de COVID-19. Cabe señalar que la tarifa de agua con camión cisterna es de 0.198HNL por litro, 15 veces más cara que la tarifa normal con red de 0.013 HNL por litro.

Tabla 3-3-54 Volumen de abastecimiento con camión cisterna (m³)

	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	9,942.95	9,905.36	8,206.65	7,385.99	2,954.39
Febrero	9,964.10	10,422.02	8,821.08	7,938.97	3,175.59
Marzo	17,399.02	19,216.15	22,344.99	20,110.49	8,044.20
Abril	21,683.20	10,797.22	10,797.22	9,717.50	3,887.00
Mayo	24,029.48	9,098.35	10,632.21	9,568.99	3,827.60
Junio	11,338.84	6,253.39	7,220.00	6,501.03	2,618.58
Julio	10,941.22	9,109.83	7,480.76	7,351.92	2,940.77
Agosto	8,849.01	8,568.71	8,820.29	7,938.26	3,175.30
Septiembre	8,969.23	3,948.88	8,827.27	7,944.54	3,177.82
Octubre	5,107.69	6,115.82	4,923.99	3,988.43	638.15
Noviembre	10,451.25	9,057.25	5,292.65	4,287.04	685.93
Diciembre	10,465.19	6,954.80	13,407.00	10,859.67	1,737.55
Total	149,141.18	109,447.79	116,774.10	103,592.83	36,862.87

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del SANAA



Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del SANAA

Figra 3-3-53 Volumen de abastecimiento realizado con camión cisterna (m³)

(5) Monitoreo de la calidad del agua

El SANAA periódicamente realiza la inspección ambulatoria de la calidad del agua en la red de tuberías de distribución y en los camiones cisterna. Básicamente, cada semana realiza el monitoreo en 5 – 10 diferentes tanques de distribución. En la Tabla 3-3-55 se muestra el número de monitoreo realizado en 2019 y 2020. De marzo a mayo del 2020, el monitoreo estaba suspendido temporalmente debido a la pandemia de COVID-19. En todo el año se realiza el monitoreo de la calidad del agua en 60 – 70 lugares.

Los parámetros de la calidad del agua son niveles de turbidez, color, pH, cloro residual, temperatura, conductividad eléctrica, alcalinidad y grupo de coliformes fecales. Generalmente se mantienen los valores de referencia de la calidad del agua, aunque a veces el nivel de turbidez de los tanques de distribución supera 100 NTU temporalmente debido a las fugas de agua en las tuberías. Además, en muchos tanques de distribución no se detecta el cloro residual en el interior del tanque de distribución debido al servicio de agua potable en horario restringido.

Tabla 3-3-55 Monitoreo de la calidad del agua realizado

Mes	Red de tuberías		Camión cisterna	
	2020	2019	2020	2019
Enero	1	7	4	3
Febrero	9	6	4	4
Marzo	0	13	0	5
Abril	0	5	8	3
Mayo	0	5	8	3
Junio	3	5	9	2
Julio	1	5	0	3
Agosto	2	4	4	1
Septiembre	19	9	4	10
Octubre	17	3	4	7
Noviembre	18	3	6	0
Diciembre	4	0	8	0
Total	74	65	59	41

Fuente: Datos del SANAA editados por el Equipo del Estudio

(6) Situación de la instalación de medidores de agua

Actualmente, los usuarios que pagan la tarifa de agua por consumo utilizando el medidor de agua ocupan el 39% de todos los usuarios. De acuerdo a las normativas de la UMAPS, la instalación del medidor de agua y su operación y mantenimiento es responsabilidad del cliente. Como no existen reglamentos sobre el medidor de agua, los usuarios no están realizando voluntariamente la calibración o el reemplazo del medidor de agua. Por otro lado, cuando se avería un medidor obsoleto, es posible seguir suministrando el agua retirando el medidor sin necesidad de reemplazarlo. En estos casos, el SANAA cambia el régimen de tarifa del usuario que retiró el medidor al régimen de tarifa fija.

En el sector Miraflores, donde se realizó un estudio demostrativo de fugas de agua, se observaron muchos medidores obsoletos con más de 30 años de uso. Estos medidores no están calibrados, por lo que se supone que existen muchos consumos no medidos. Otro hallazgo es que existen muchas fugas de agua en la parte de conexión del medidor. Actualmente, el SANAA no está realizando activamente las visitas domiciliarias para reparar las fugas de agua detectadas por el medidor. Por otra parte, si las fugas de agua se originan en la tubería de conexión justo antes del medidor, las fugas no se reflejan en la facturación del cliente. Asimismo, como los usuarios sin medidor pagan la tarifa fija, aunque las fugas de agua se originan en la tubería de conexión después del medidor hacia la vivienda, los usuarios no pagan la tarifa más alta por las fugas, por lo tanto, en muchos casos las dejan sin atender. Especialmente en 2020, debido a la pandemia de COVID-19, no se realizaba la lectura de los medidores y todos los hogares pagaban la tarifa fija, la UMAPS no revisaba las fugas desde el medidor, y esta situación continuaba. En agosto del 2021, se reanudó la lectura de los medidores.

	
<p>Fugas de aguas desde el medidor (conexión en el lado de la empresa suministradora de servicio)</p>	<p>Fugas de aguas desde el medidor (conexión en el lado del usuario)</p>

3-3-3-2 Operación y mantenimiento

(1) Prevención de las fugas de agua

Para realizar el trabajo de reparación de fugas de agua, los habitantes llaman al SANAA, llega la cuadrilla y reparan la tubería. El Departamento encargado de las medidas contras las fugas de agua es el Departamento de Optimización Operativa del SANAA. En 2017, había unas 50 personas en este Departamento, sin embargo, con el traslado a la UMAPS, el número de funcionarios disminuyó hasta unas 36 personas en 2020. El presupuesto anual disponible para fugas de agua es de unos 17 millones de lempiras.

Para la detección de las fugas de agua, el SANAA posee varillas acústicas y equipos donados por el Gobierno español en 2014, entre ellos, 2 correladores para la localización de fugas de agua, detector de fugas acústico, 2 detectores de tuberías de metal y detectores de tuberías plásticas. Aunque tienen suficientes conocimientos sobre los métodos de manipulación de cada equipo, no existe un sistema eficiente de detección de fugas de agua. Cabe resaltar que los caudalímetros ultrasónicos no tienen batería de repuesto, por lo que no se puede realizar la medición si no está conectado al tomacorriente.

	
<p>Detector de fugas acústico (alemán)</p>	<p>Correlador para la localización de fugas de agua (alemán)</p>

	
Detector de tuberías enterradas (alemán)	Caudalímetro ultrasónico

Como medidas de prevención contra las fugas de agua, es necesario implementar las medidas básicas como el análisis de volumen de distribución y de volumen de fugas de agua, las medidas correctivas como la detección y la reparación de las fugas de agua expuestas y subterráneas y las medidas preventivas incluyendo la mejora de las tuberías de distribución y de acometida. La siguiente Tabla muestra el estado de implementación de estas medidas.

Tabla 3-3-56 Estado de implementación de las medidas de prevención de las fugas de agua

Medidas	Estado de implementación
Medidas básicas (análisis de volumen de distribución)	Se analiza el volumen de fugas de agua en base a la facturación. No están instalados macromedidores en los tanques de distribución, y la tasa de cobertura de micromedidores para usuarios es alrededor del 30%, resultando en un análisis inexacto del volumen de distribución.
Medidas correctivas (detección de las fugas de agua)	Las reparaciones se realizan después de recibir el aviso de fugas de agua, es decir, no existe un sistema de detección de fugas de agua. Para reparar una fuga de agua se requieren 48 horas en promedio, por lo que se necesita mejorar las técnicas de reparación de fugas de agua y una respuesta rápida.
Medidas preventivas	No se han renovado las tuberías de conducción y distribución de manera programada. Por otro lado, referente a la red de tuberías de distribución, no existen datos organizados incluyendo los planos, por lo que se necesita mejorar la capacidad de gestión adecuada de los activos.

(2) Mantenimiento y reemplazo

a) Instalaciones de distribución

Para agilizar la reparación de las tuberías, cuando se reporta una fuga de agua, se dirige al terreno en motocicleta. En la oficina de SANAA, conocida como Los Filtros, hay un depósito de equipos y materiales para reparaciones urgentes. Atienden las incidencias de fuga de agua, pero no se realizan reemplazos de tuberías en forma programada.



Los planos de tuberías están en manos de DAHPO, de Proyectos Especiales. Posee el sistema GIS llamado GGS® Software, adquirido por un proyecto realizado por AQUARUM con la asistencia del Gobierno español. Sin embargo, desde que se entregó el sistema en 2014, no se ha compartido la información con el Departamento de Optimización Operativa, no se han acumulado los datos del historial de obras de instalación incluyendo los reemplazos y las reparaciones de fugas, etc.

Es necesario realizar la gestión de activos basándose en este sistema, concentrando la información de atención a las fugas y estado de reparaciones de tuberías.

Cabe señalar que en el despacho de DAHPO hay 4 escáner de formato A1, sin embargo, ninguno tiene repuesto para poderse usar.



Con respecto a los tanques de distribución, hay muchas averías de medidores de niveles de agua y daños o ausencia de caudalímetros. Los tanques de distribución dañados están abandonados sin repararse. En los tanques de distribución, hay un operador permanente quien realiza la manipulación de válvulas. No obstante, nadie tiene conocimiento sobre la situación actual de distribución de agua ya que no se registran los datos de operaciones, caudalímetros, medidores de niveles de agua, etc.

b) Estaciones de bombeo

En las estaciones de bombeo, hay operadores que se turnan cada 24 horas para realizar la operación manual de las bombas. Básicamente, un sistema cuenta con 2 bombas, de las cuales una es reserva, sin embargo, en muchos casos una está averiada. Asimismo, respecto a las especificaciones, no existe

un registro de especificaciones de las bombas y de la información sobre la elevación de los destinos de transmisión. Debido a esto, la UMPAS no puede reemplazar las bombas adecuadamente. Algunas no tienen instalados los caudalímetros y presiómetros, o están averiados, y no han sido reemplazados adecuadamente. Aunque las bombas tengan medidores, el operador asignado no lleva un registro de operaciones de los datos, por lo que es necesario llevar un registro de operaciones.

3-4 Situación actual y desafíos del sistema de alcantarillado

3-4-1 Sistema de aguas vertidas del alcantarillado en el municipio de Tegucigalpa

En el municipio de Tegucigalpa, se estima existen redes de alcantarillado de unos 1500km. La longitud total de las tuberías troncales de alcantarillado es de 98km aproximadamente. El 45% de las tuberías de alcantarillado es de concreto con más de 50 años de uso desde su instalación, superando la vida útil estándar. Por esta razón, en muchos lugares se reportan hundimientos del suelo y subsidencias debido a las fugas de agua, etc. causadas por los daños en el cuerpo del tubo o en las juntas. Asimismo, la operación y mantenimiento como la limpieza no se ha realizado adecuadamente, la mayoría de las tuberías tienen suciedad acumulada y tierras dentro del tubo, como consecuencia, se producen obstrucción del tubo y estancamiento de aguas vertidas.

La Planta Depuradora San José de la Vega ubicada en la zona Sur de la ciudad, la única planta depuradora pública existente, recibirá aproximadamente el 25% de las aguas vertidas generadas en los sectores de la zona Sur de la ciudad. La mayoría de las aguas vertidas generadas en el resto de la ciudad se descarga a los ríos de la ciudad sin tratamiento alguno, provocando el deterioro de la calidad del agua en los ríos y la emanación de malos olores producto de esta situación.

Como se menciona más adelante, en la Planta Depuradora San José de la Vega, el volumen entrante de aguas vertidas de diseño es de 25,450m³/día en total. Sin embargo, debido a la obstrucción de los canales de alcantarillado existentes, las averías en las estaciones de relevo para el alcantarillado y las fallas en las plantas depuradoras, en la actualidad sólo está dando tratamiento para 2,000m³/día aproximadamente. Por esta razón, además de la rehabilitación y el reemplazo de las redes de alcantarillado existentes, es un tema urgente realizar las obras de rehabilitación de las plantas depuradoras. Para planificar y formular el plan, es necesario realizar el estudio detallado lo antes posible incluyendo el diagnóstico del deterioro y las funciones de las instalaciones existentes.

La AMDC solicita la rehabilitación de las redes de alcantarillado y las plantas depuradoras. Además de rehabilitar y reemplazar las redes de alcantarillado, piensa que es necesario convertir el sistema de alcantarillado en un sistema tipo distribuido. El tipo distribuido es el método donde se dividen las redes de alcantarillado en microsectores y se construye una micro planta depuradora en cada microsector para recolectar aguas vertidas.

Asimismo, en el Barrio Miramesí ubicado en la zona Norte de la ciudad, se construirá una nueva planta depuradora. Se planea dar tratamiento primario anaeróbico y tratamiento secundario aeróbico,

luego se procedería con la desinfección.

En la Figura 3-4-1 se muestra la Situación actual del saneamiento en la zona Sur del municipio de Tegucigalpa. En la Tabla 3-4-1 se muestra la Población servida de las cuencas de la zona Sur.



Fuente: Datos de AMDC

Figra 3-4-1 Situación actual del saneamiento en la zona Sur del municipio de Tegucigalpa

Tabla 3-4-1 Población servida de las cuencas de la zona Sur

Nombre de la cuenca	Población total (2009)	Población servida (2009)	Cobertura (%)	Notas
Agua Salada	155,000	80,000	51.61	Hay colonias no servidas por el alcantarillado
San José	80,200	29,674	37.0	Hay colonias no servidas por el alcantarillado
Choluteca derecha	190,255	0	0.0	Las redes de alcantarillado existentes descargan en el río Choluteca.
Total	425,455	109.674	25.78	

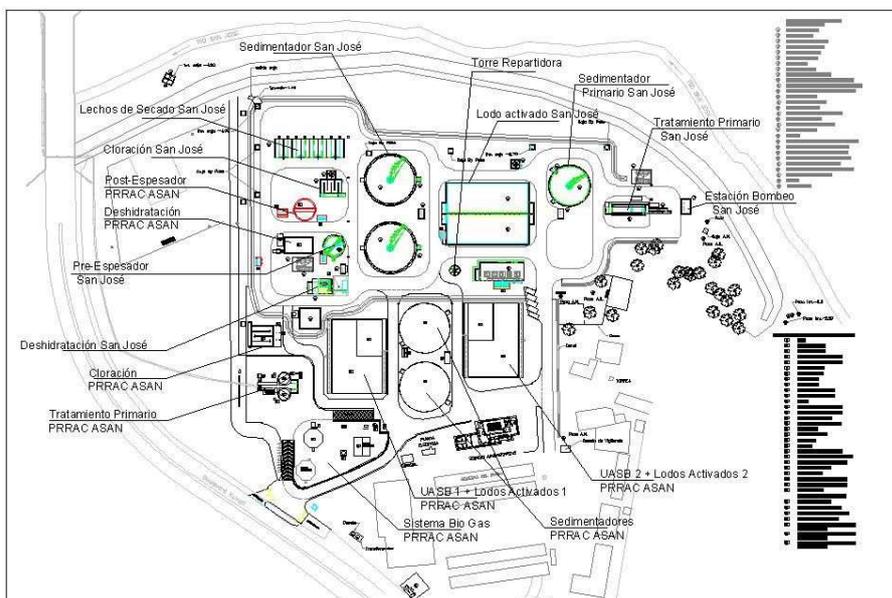
3-4-2 Planta Depuradora San José de la Vega

3-4-2-1 Descripción general

Con el objetivo mejorar la calidad del agua del río Choluteca, el medio receptor de todas las aguas negras del municipio de Tegucigalpa, se construyeron las dos primeras plantas depuradoras de la ciudad Capital ambas ubicadas en la zona Sur de la ciudad, en San José de la Vega. Las plantas depuradoras se componen de las siguientes dos plantas.

- (1) • Planta Depuradora San José de la Vega: Esta planta fue financiada por la cooperación italiana y se iniciaron las operaciones en 2005. Con una capacidad de 50,000 habitantes, sirve la cuenca del río San José de Sabacuante. La capacidad de diseño es de 8,000 m³/día.
- (2) • Planta Depuradora PRRAC-ASAN: Esta planta fue financiada por la Unión Europea y se iniciaron las operaciones en 2007. Con una capacidad de 200,000 habitantes, sirve la cuenca de la quebrada Agua Salada. La capacidad de diseño es de 17,450 m³/día. Cabe señalar que la operación de esta planta está totalmente suspendida desde 2015 debido a la detención de dos estaciones de bombeo en aguas arriba por averías.

La distribución de las instalaciones de las dos plantas está indicada en la siguiente Figura 3-4-2.



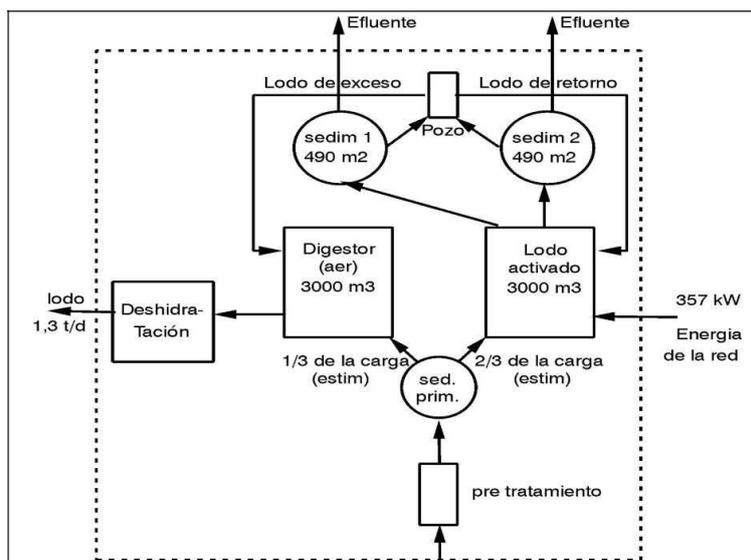
Fuente: Datos de AMDC

Figura 3-4-2 Plano de planta general de las Plantas San José de la Vega (superior en el plano) y PRRAC ASAN (inferior en el plano)

3-4-2-2 Planta Depuradora San José de la Vega

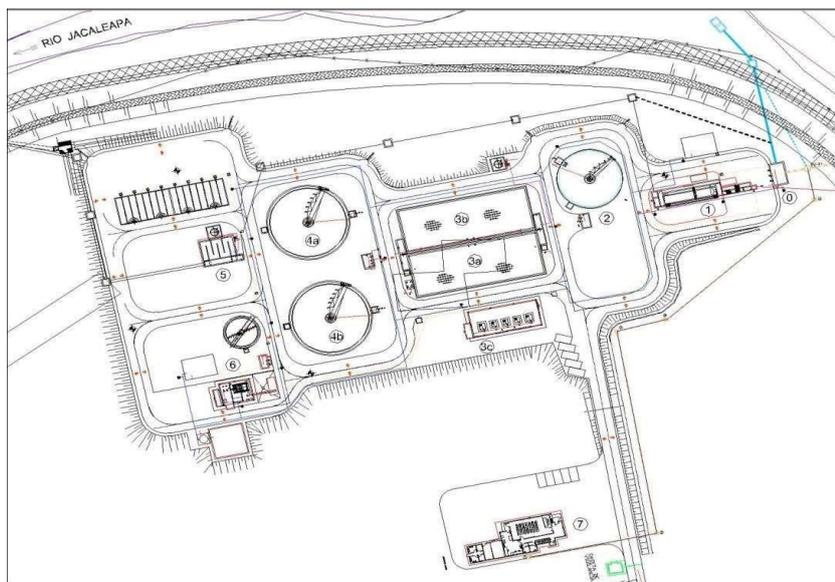
(1) Descripción general

El proceso de esta planta es del tipo tradicional de lodo activado. El proceso de depuración es Pretratamiento (Tanque de sedimentación en arena y criba) + Tanque de sedimentación primaria + Aireador + Tanque de sedimentación final + Cloración. El proceso de tratamiento de lodos es Digestor aeróbico + Deshidratación a filtro prensa. En la Figura 3-4-3 se muestra el Diagrama de la planta, en la Figura 3-4-4 se muestra el Plano de planta general, en la Tabla 3-4-2, los Componentes principales y en la Figura 3-4-5, la Situación actual de las instalaciones.



Fuente: Datos de AMDC

Figura 3-4-3 Diagrama de flujo de la Planta San José de la Vega



Fuente: Datos de AMDC

Figura 3-4-4 Plano de planta general la Planta San José de la Vega

Tabla 3-4-2 Componentes principales de la Planta San José de la Vega

No.	Nombre de la instalación	Especificaciones				Componentes principales	Observaciones
	Volumen de diseño	Volumen promedio diario: 8,000 m ³ /día					
	Calidad de agua de diseño		Afluente mg/L	Efluente mg/L	Tasa de remoción %		
		DQO	917	<100	>90		
		DBO	561	<50	>92		
		N-NTK	82	<30	>60		
		P-PT	25	<5	>80		
1	Estación de bombeo inicial	Qmax: 200L/s, Qm: 100L/s				• Bomba sumergible x 3 unidades	
2	Pretratamiento	• Tanque de sedimentación en arena rectangular hecho de CR (Concreto Reforzado), 1 tanque				• Criba mecánica x 1 unidad • Desarenador x 1 unidad • Desgrasador x 1 unidad • Desodorizador x 1 juego	
3	Tanque de sedimentación primaria	• Tanque de sedimentación circular hecho de CR • Profundidad 20m, Altura 3.5m, 1 tanque				• Rastrillo de colección de lodos de impulsión central x 1 unidad • Bomba de lodos	
4	Aireador	• Tanque rectangular hecho de CR • Longitud 40m, Ancho 15 m, Altura 5 m, Volumen 3,000 m ³ • MLSS: 3,500 mg/L				• Difusor de aire con membrana • Soplador de aireación	
5	Tanque de sedimentación final	• Tanque de sedimentación circular hecho de CR • Profundidad 25 m, Altura 4.0 m, 2 tanques				• Rastrillo de colección de lodos de impulsión central x 2 unidades • Bombas de retorno y exceso	
6	Tanque de cloración	• Tanque rectangular hecho de CR				• Dosificador de ácido hipocloroso	
7	Digestor aeróbico	• Tanque rectangular hecho de CR • Longitud 40 m, Ancho 15 m, Altura 5 m, Volumen 3,000 m ³				• Difusor de aire con membrana • Soplador de aireación	Se utilizará como aireador cuando se incrementa el volumen de agua en el futuro.
8	Deshidratador de lodo					• Deshidratador de lodo a filtro prensa • 1.3 m ³ /hr, 1 unidad • Dosificador de químicos	
9	Sistema de recepción de electricidad					• Transformador	
10	Sistema de generación de electricidad de emergencia					• Generador eléctrico	
11	Equipo de monitoreo y control					• Panel de control	

No.	Nombre de la instalación	Especificaciones	Componentes principales	Observaciones
12	Laboratorio de calidad del agua		• Equipos para pruebas	

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos de AMDC

	
Instalaciones de bombeo inicial	Tanque de sedimentación en arena y criba
	
Tanque de sedimentación primaria (suspendido)	Aireador
	
Tanque de sedimentación final	Fosa de desborde del tanque de sedimentación final (en mal estado)



Figura 3-4-5 Situación actual de las instalaciones de la Planta San José de la Vega

(2) Sistema de operación y mantenimiento

La organización para el control de las operaciones ya fue trasladada del SANAA a la AMDC, al equipo de Subgerencia de Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial de la UMAPS. Actualmente el equipo cuenta con nueve personas las cuales también se encargan de la Planta PRRAC ASAN.

(3) Situación de las operaciones

a. Volumen entrante

En el momento del estudio de campo (septiembre del 2021), el volumen entrante era de unos 2,000-3,000 m³/día. Este volumen es bastante inferior al volumen de diseño, aproximadamente 1/4-1/3 del volumen de diseño. Se reporta que esto se debe a la poca cantidad de aguas vertidas que llegan a la planta depuradora debido a las muchas fugas por los daños causados al deterioro de los canales de alcantarillado en el área del proyecto (la mayoría tiene más de 50 años de uso desde su instalación) o debido a la obstrucción por sedimentos. Las aguas vertidas filtradas se desbordan desde los pozos de registro, se infiltran al suelo o fluyen hacia los ríos, convirtiéndose en una causa de deterioro ambiental.

b. Calidad del agua

Las pruebas de calidad del agua se realizan en el laboratorio de calidad del agua dentro de la planta. Se analizan los parámetros indicadores de operación como DQO, DBO, SS, etc.

En la Tabla 3-4-3, se muestran los resultados obtenidos de los datos de afluente y efluente durante el período del 2016 al 2019 (promedio mensual).

En ambos casos de afluente y efluente, las variaciones son grandes y muchas veces superan los parámetros de calidad de agua de diseño. A pesar del debido tratamiento, para una operación de depuración eficiente, efectiva y sólida, es necesario realizar un estudio del afluente, un estudio de las funciones de los canales de alcantarillado y la planta, e implementar diversos planes de mejora en base a los resultados de estos estudios.

Tabla 3-4-3 Calidad del agua de la Planta San José de la Vega
(promedio mensual, 2016-2019)

Parámetro de calidad del agua		DQO	DBO	SS	Observaciones
Unidad		mg/L	mg/L	mg/L	
Calidad de agua de diseño	Afluente	917	561	-	
	Efluente	<100	<50	-	
2016	Afluente	Máximo	1,327	884	463
		Promedio	958	655	321
	Efluente	62~154	8~104	16~236	
2017	Afluente	Máximo	1,625	862	1,503
		Promedio	953	546	435.9
	Efluente	8~108	2~20	10~34	
2018	Afluente	Máximo	1,217	832	1,290
		Promedio	930	625	381
	Efluente	58~140	4~33	11~80	
2019	Afluente	Máximo	2,194	666	1,936
		Promedio	1,126	507	536
	Efluente	41~190	4~36	10~135	
Valoración		Tanto en el afluente como el efluente, muchos superan los valores de diseño.	Tanto en el afluente como el efluente, muchos superan los valores de diseño.		

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos del Departamento de Control de la Calidad del Agua en las Plantas

c) Operaciones

La operación del tanque de sedimentación primaria está suspendida por el poco volumen entrante, en su lugar se utiliza el bypass para garantizar la carga necesaria en el tratamiento biológico del aireador. Considerando el tiempo necesario de sedimentación, también está suspendida la operación en uno de dos tanques de sedimentación final.

Se ha reportado mucha cantidad de sulfatos en el afluente, además, existen otros problemas como la corrosión del concreto y la emanación del olor, sobre todo en las instalaciones de pretratamiento.

Cabe señalar que las instalaciones de tratamiento están equipadas con desodorizador (tipo lavado con químico).

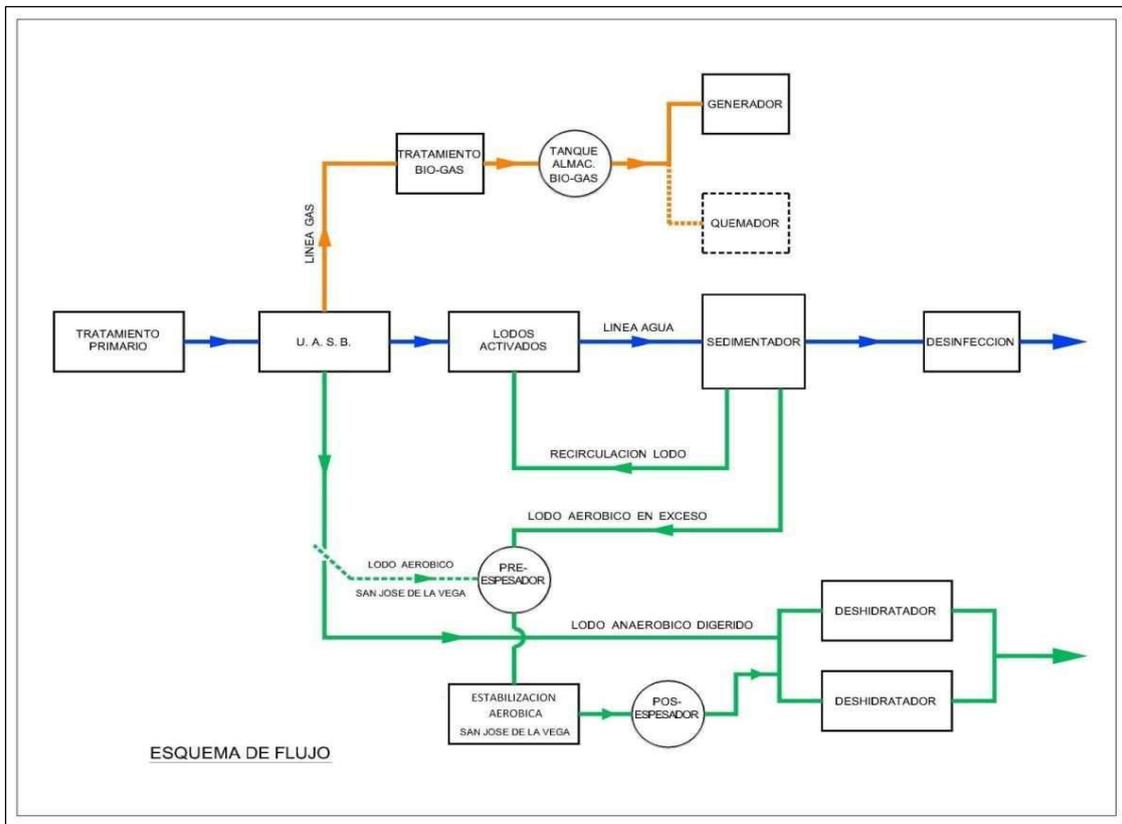
El color del líquido dentro del tanque de aireación presenta un color propio del lodo activado, y la concentración de MLSS (sólidos suspendidos en el licor mezclado) dentro del tanque es de 3,000 mg/L, por lo que suponemos que el tratamiento biológico es adecuado. En la situación actual, el tiempo de permanencia en el tanque es de unas 24-36 horas, y en la práctica, están operando con la aireación prolongada. En este caso, suele dar la situación donde se promueve la producción de abultamiento que es un factor de deterioro de la capacidad de sedimentación de lodos en el tanque de sedimentación final, y creemos que esta planta no es la excepción. En el tanque de sedimentación final, se desbordan muchos flóculos de lodo, causando el deterioro de la calidad del agua.

La operación del deshidratador de lodos se realiza unas dos veces al mes y el porcentaje de humedad en lodos deshidratados es de 80% aproximadamente. Para realizar una buena operación de depuración estable, es necesario conocer permanentemente el balance de materia dentro del sistema y deshidratar adecuadamente los lodos excedentes y expulsarlos hacia fuera del sistema. Cabe mencionar que en este momento no están realizando este tipo de control de las operaciones, por lo que se requiere adecuar el método de operación.

3-4-2-3 Planta Depuradora PRRAC-ASAN

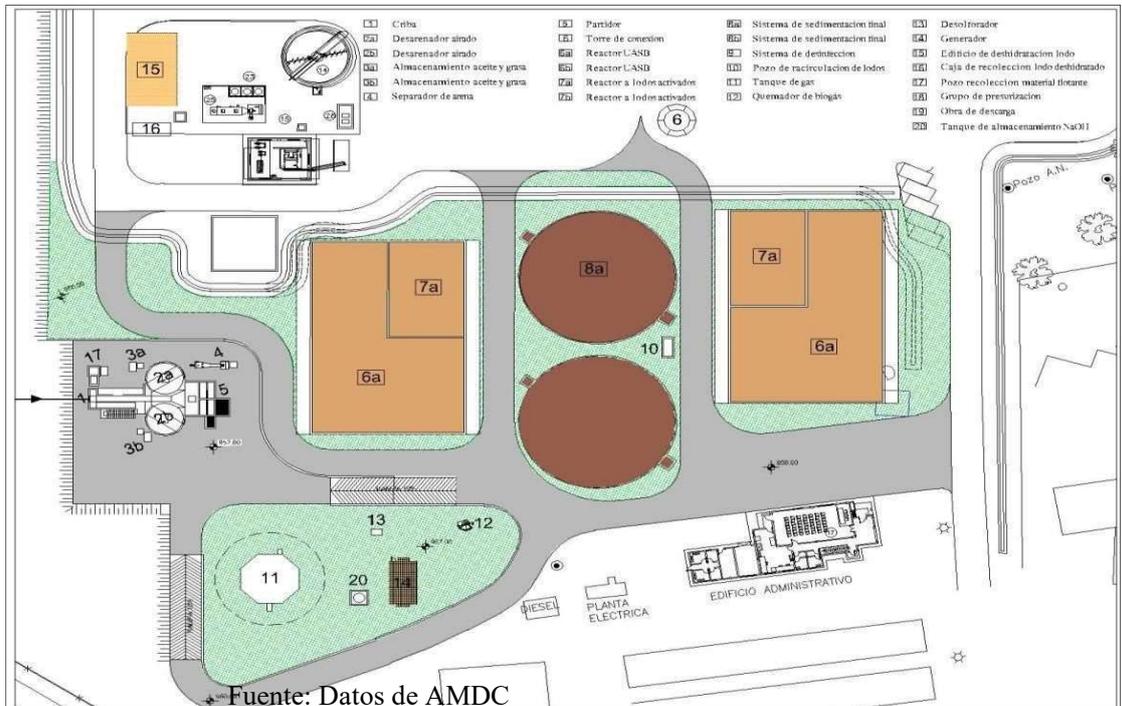
(1) Descripción general

El proceso de esta planta es del tipo UASB (reactor de lecho de lodos anaerobio de flujo ascendente). El proceso de depuración es Pretratamiento (Tanque de sedimentación en arena y criba) + UASB + Aireador + Tanque de sedimentación final + Cloración. El proceso de tratamiento de lodos es Pre-espesamiento + Digestor aeróbico + Post-espesamiento + Deshidratador a filtro prensa. Está instalado un generador eléctrico a gas que utiliza el gas de digestión generado del reactor UASB. En la Figura 3-4-6 se muestra el Diagrama de la planta, en la Figura 3-4-7 se muestra el Plano de planta general, en la Tabla 3-4-4, los Componentes principales y en la Figura 3-4-8, la Situación actual de las instalaciones.



Fuente: Datos de AMDC

Figra 3-4-6 Diagrama de flujo de la Planta PRRAC-ASAN



Figra 3-4-7 Plano de planta general de la Planta PRRAC-ASAN

Tabla 3-4-4 Componentes principales de la Planta PRRAC-ASAN

No.	Nombre de las instalaciones	Especificaciones				Componentes principales	Observaciones
	Volumen de diseño	Volumen promedio diario: 17,450 m ³ /día					
	Calidad de agua de diseño		Afluente mg/L	Efluente mg/L	Tasa de remoción %		
		DQO	825	<100	>90		
		DBO	480	<50	>92		
		N-NTK	72	<30	>60		
	P-PT	10.5	<5	>80			
1	Estación de bombeo inicial	ES-1: Qmax 186 L/s ES-2: Qmax 614 L/s				<ul style="list-style-type: none"> • Bomba sumergible x 3 unidades • Bomba sumergible x 3 unidades 	Suspendida por avería
2	Pretratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de sedimentación en arena circular hecho de CR (Concreto Reforzado), 2 tanques • Capacidad 700L/s 				<ul style="list-style-type: none"> • Criba mecánica x 1 unidad • Desarenador x 2 unidades • Desgrasador x 1 unidad 	
3	UASB	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque rectangular hecho de CR • 36.3 m x 12.3 m x 5.75 mH, 2 sistemas • 18 m x 12 m x 5.75 mH, 2 sistemas • Capacidad total Volumen =7,618.62 m³ 					
4	Aireador	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque rectangular hecho de CR • Longitud 12 m x Ancho 18 m x Altura 5.75 m x 2 sistemas • Capacidad total Volumen =2,400 m³ 				<ul style="list-style-type: none"> • Difusor de aire con membrana • Soplador de aireación 	
5	Tanque de sedimentación final	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de sedimentación circular hecho de CR • Profundidad 25 m x Altura 4.0 m, 2 tanques 				<ul style="list-style-type: none"> • Rastrillo de colección de lodos de impulsión central x 2 unidades • Bombas de retorno y exceso 	
6	Tanque de cloración	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque rectangular hecho de CR 				<ul style="list-style-type: none"> • Dosificador de ácido hipocloroso 	
7	Espesor de lodos	<ul style="list-style-type: none"> • Tanque circular hecho de CR • Dia. 10.9 m x V559.87 m³ 				<ul style="list-style-type: none"> • Rastrillo de colección de lodos de impulsión central x 1 unidad • Bomba de lodos 	
8	Deshidratador de lodo					<ul style="list-style-type: none"> • Deshidratador a filtro prensa • 1.3 m³/hr, 2 unidades • Dosificador de químicos 	
9	Equipo de gas de digestión					<ul style="list-style-type: none"> • Tanque de gas (hecho de goma) • Desulfurizador • Generador eléctrico a gas de digestión 	
10	Sistema de recepción de electricidad					<ul style="list-style-type: none"> • Transformador 	

No.	Nombre de las instalaciones	Especificaciones	Componentes principales	Observaciones
11	Sistema de generación de electricidad de emergencia		• Generador eléctrico	
12	Equipo de monitoreo y control		• Panel de control	

Fuente: Elaborado por el Equipo del Estudio en base a los datos de AMDC

	
<p>Estación de relevo de aguas vertidas -1</p>	<p>Bomba sumergible de esta estación (suspendida por avería, enterrada en la arena)</p>
	
<p>Tanque de sedimentación en arena</p>	<p>UASB</p>
	
<p>Parte superior del reactor UASB (hay corrosión de concreto y daños)</p>	<p>Tanque de gas de digestión (hecho de goma), generador eléctrico a gas</p>



Tanque de sedimentación final

Generador eléctrico de emergencia

Edificio de administración (uso común para ambas plantas)

Patio de almacenamiento de la AMDC (contiguo a esta planta)

Figura 3-4-8 Situación actual de las instalaciones de la Planta PRRAC-ASAN

(2) Situación

Todo el afluente de esta planta pasa por dos estaciones de relevo de aguas arriba, sin embargo, debido a la suspensión de todas las bombas por averías, todas las estaciones están suspendidas desde 2015.

El sistema de operación y mantenimiento está a cargo del equipo de Subgerencia de Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial de la UMAPS, al igual que la Planta San José de la Vega, aunque en este momento únicamente se realiza el mantenimiento de las instalaciones.

En la Tabla 3-4-5, se muestran los datos del afluente de 2009, después del inicio de las operaciones.

Tabla 3-4-5 Datos de operaciones de la Planta PRRAC-ASAN (2009, tomado de los datos de AMDC)

Parámetro	Unidad	Especificaciones de diseño	Datos de 2009
Volumen entrante	m ³ /día	17,450	9,100
DBO	Mg/L	480	300

DQO	Mg/L	825	600
N-NKT	Mg/L	72	45
P-PT	Mg/L	10.5	6.6
Sulfato (SO ₄)	Mg/L	35	150-250

En aquel entonces, se reportaba una tasa de remoción de DQO de un 89 % y una alta concentración de sulfato entrante, lo que afectaba negativamente el desempeño operativo del reactor UASB, además, se reportaba el problema de la emanación del olor.

Debido a la entrada de sulfato y la emanación del gas anaeróbico, hay mucha corrosión en las estructuras de concreto en la parte superior del reactor UASB y daños en la cubierta. Es necesario reparar estos daños antes de reiniciar las operaciones.

3-4-2-4 Desafíos de la Planta Depuradora San José de la Vega

En la Tabla 3-4-6, se muestran los desafíos de estas plantas identificados como resultado de las entrevistas con el personal administrativo y el estudio de campo, y sus posibles medidas.

Tabla 3-4-6 Desafíos de las Plantas San José de la Vega y PRRAC-ASAN

	Desafíos actuales	Posibles medidas	Observaciones
1. Afluente y calidad del agua	<ul style="list-style-type: none"> • La Vega: Hay poco afluente debido a los daños por el deterioro de canales existentes/ obstrucción por sedimentos. • PRRAC ASAN: Todas las instalaciones están suspendidas debido a las averías en las estaciones de bombeo de aguas arriba, producto de la obstrucción por objetos extraños y el desgaste por arena. • La alta concentración de sulfato entrante afecta negativamente las funciones de depuración. 	<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de las redes de alcantarillado en la ciudad (longitud total: unos 1,500 km) tiene más de 50 años de uso desde su instalación. Según el estudio de la AMDC, se reporta que no está funcionando más del 70%. Es necesario realizar un diagnóstico del deterioro y un diagnóstico de las funciones, además, limpiar, reparar y reemplazar adecuadamente. • Es necesario instalar una criba en aguas arriba de la bomba y un tanque de sedimentación en arena, además, reemplazar las bombas adecuadamente. • Se supone que la alta concentración de sulfato se debe al proceso anaeróbico por la permanencia prolongada en los canales, por lo que es importante que el agua fluya rápidamente. 	
2. Tamaño de la planta	<ul style="list-style-type: none"> • La capacidad total de tratamiento de las dos plantas es de 25,450 m³/día, por otro lado, con el aumento poblacional de las áreas del proyecto, el volumen de tratamiento necesario también aumenta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Revisar el volumen de diseño, y según sea necesario, subir el nivel de tratamiento y construir más instalaciones. 	
3. Funciones de tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Se observa el abultamiento en La Vega y la insuficiencia en el reactor UASB de PRRAC ASAN para 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar un diagnóstico de las funciones del tratamiento incluyendo el balance de materia, 	

	Desafíos actuales	Posibles medidas	Observaciones
	<p>mejorar la calidad del afluente. Es ineficiente que existan dos sistemas dentro del mismo recinto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alto costo de energía eléctrica. 	<p>revisar el sistema de tratamiento para que sea más efectivo, incluyendo la propuesta de unificar las dos plantas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Buscar un sistema de ahorro energético. 	
4. Instalaciones y equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Hay averías/ daños en algunos equipos como la criba. • Falta de trabajo de mantenimiento en los equipos suspendidos • No está funcionando el sistema de operación automática instalado debido a la falta de capacitación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizar reparaciones y reemplazos cuando sea necesario y oportuno. • Es importante realizar la inspección, mantenimiento y reparación periódica de los equipos suspendidos. • Revisar el contenido del sistema de operación automática, realizar la capacitación adecuada. 	
5. Sistema de operación y mantenimiento, etc.	<ul style="list-style-type: none"> • No están realizando el mantenimiento/ mejoramiento de los equipos de manera programada, por lo que ocurren fallas en caso de averías y emergencias. • Manual de O&M con contenido insuficiente • Falta de contenido de las pruebas de calidad del agua 	<ul style="list-style-type: none"> • Se requiere realizar gestión de activos y establecer un programa de mantenimiento preventivo para sistemas y equipos. • Elaboración de un manual adecuado de O&M • Fortalecimiento de los equipos/ sistema de pruebas de calidad del agua. 	

CAPÍTULO 4 SITUACIÓN ACTUAL Y DESAFÍOS DEL ORGANISMO EJECUTOR DE TEGUCIGALPA

Capítulo 4 Situación actual y desafíos del organismo ejecutor de Tegucigalpa

4-1 Situación actual del organismo ejecutor

4-1-1 Estructura organizacional y recursos humanos

(1) Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA)

El Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (SANAA), dependiente del Ministerio de Salud Pública, fue creado en 1961 con fin de normalizar, diseñar, construir y supervisar el sistema nacional de agua potable y saneamiento. Sus principales funciones incluyen el desarrollo de las fuentes de abastecimiento de agua, ejecución de los proyectos de acueducto y alcantarillado, operación y mantenimiento de las infraestructuras, prestación de servicios de agua potable y saneamiento, negociación y contratación de financiamiento, gestión financiera, definición y recaudación de tarifas, nombramiento de la planta de personal, definición de sus facultades y obligaciones, elaboración del plan de uso del suelo, conservación de cuencas hidrográficas, etc.

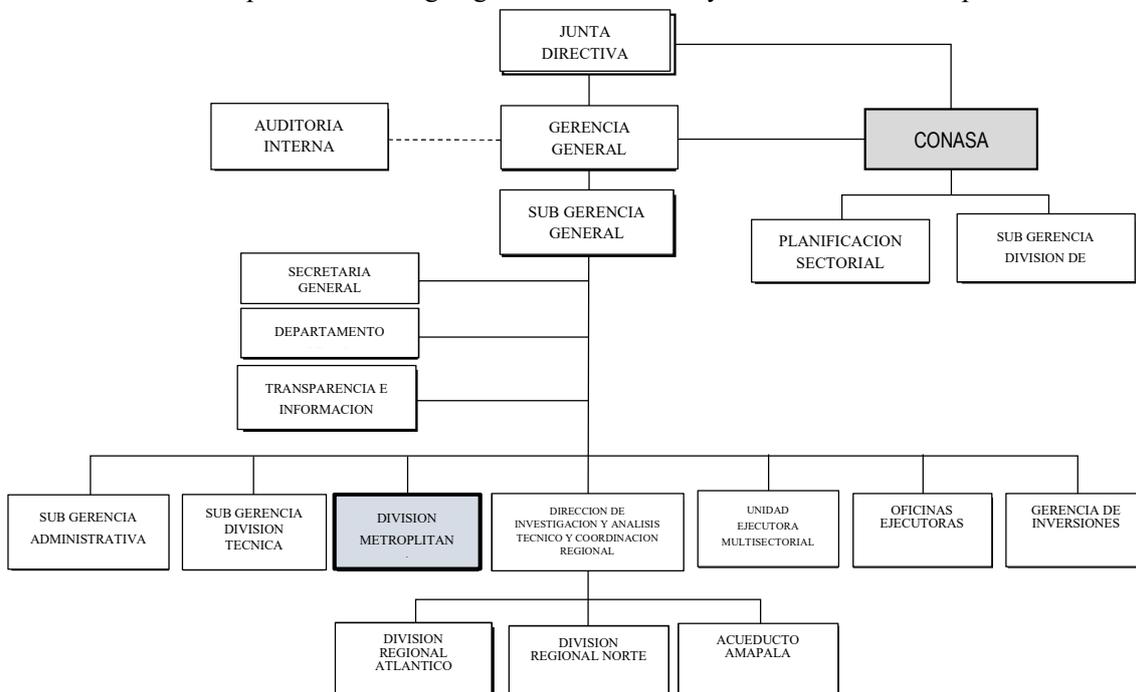
El SANAA desempeña las siguientes funciones como la dirección técnica del CONASA.

- Definición de las metas y políticas del sector de agua potable y saneamiento, elaboración de las estrategias de financiación e inversión, propuestas de operación y mantenimiento, etc.;
- ejecución de los estudios y análisis necesarios para la planificación, y revisión y evaluación periódica de PLANASA;
- elaboración de los programas de inversión a nivel urbano y rural, y coordinación del mecanismo de inversión;
- opinión sobre el acceso y oportunidades de inversión a los proyectos de construcción y ampliación de los sistemas de acueducto y alcantarillado;
- fomento de la vinculación con los sectores financiero y privado, y elaboración de las estrategias de financiamiento de las inversiones públicas y privadas; y
- fomento de innovación y transferencia tecnológica

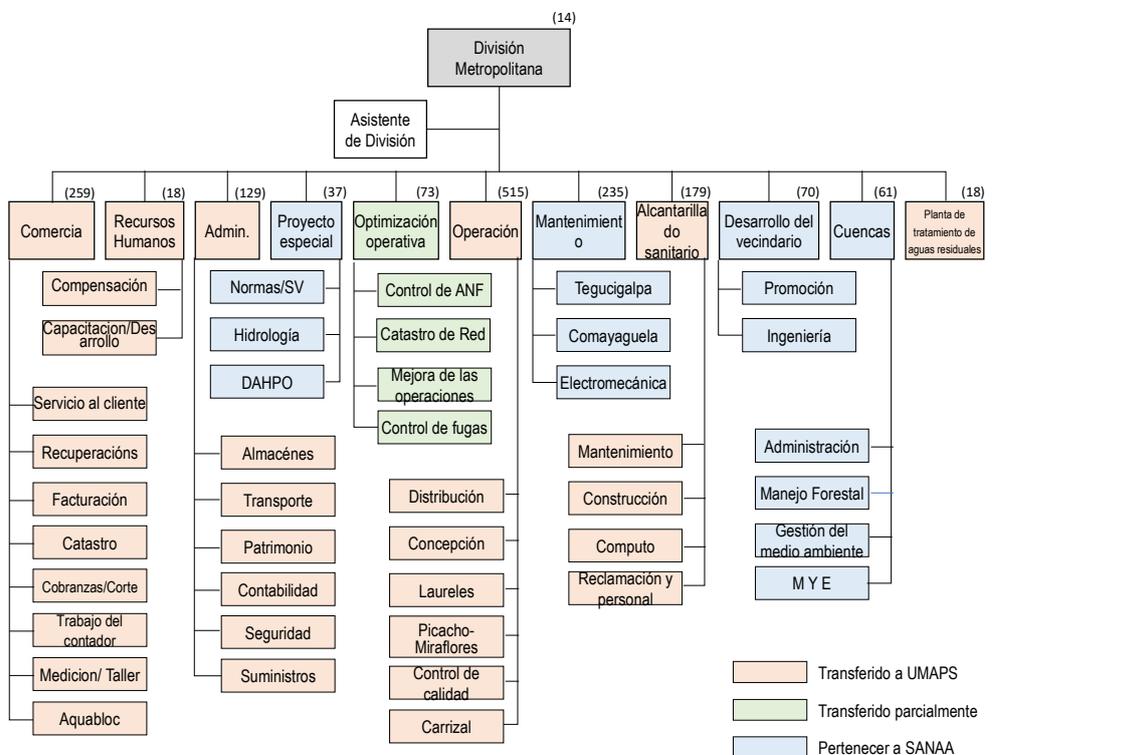
El SANAA es un organismo financieramente autónomo. El SANAA tiene a su cargo desarrollar el estudio, construcción, operación, mantenimiento y administración de todo Proyectos y obra de acueductos y alcantarillados, que sea de pertenencia del Distrito Central, Municipios, CONASA o de cualquier dependencia gubernamental, y que representará los intereses del Estado en lo que atañe a abastecimientos de agua y alcantarillados, en las empresas particulares, que presten servicios públicos. El número de empleados del SANAA en todo el país era 1,260 al mes de abril de 2021, de las cuales 1,021 personas pertenecían a la División Metropolitana que opera el acueducto y alcantarillado de Tegucigalpa. El número de conexiones de agua en la misma fecha es de 123,000 conexiones, que se traducen en 8.3 empleados por cada 1,000 conexiones. Posteriormente, después del avance del traslado

de operaciones a la UMAPS, se reportan 717 funcionarios en el SANAA en septiembre del 2021.

A continuación se presentan los organigramas del SANAA y de la División Metropolitana.



Figra 4-1-1 Organigrama de la SANAA



Figra 4-1-2 Organigrama de la División Metropolitana del SANAA

En septiembre del 2021, los Departamentos y Divisiones de color naranja pálido ya están trasladados a la UMAPS y los de color verde amarillo actualmente están en proceso de traslado a la unidad de Reparación y Mantenimiento de la Subgerencia de Agua Potable de la UMAPS. Cabe señalar que las cifras entre paréntesis es el número de funcionarios en abril del 2021.

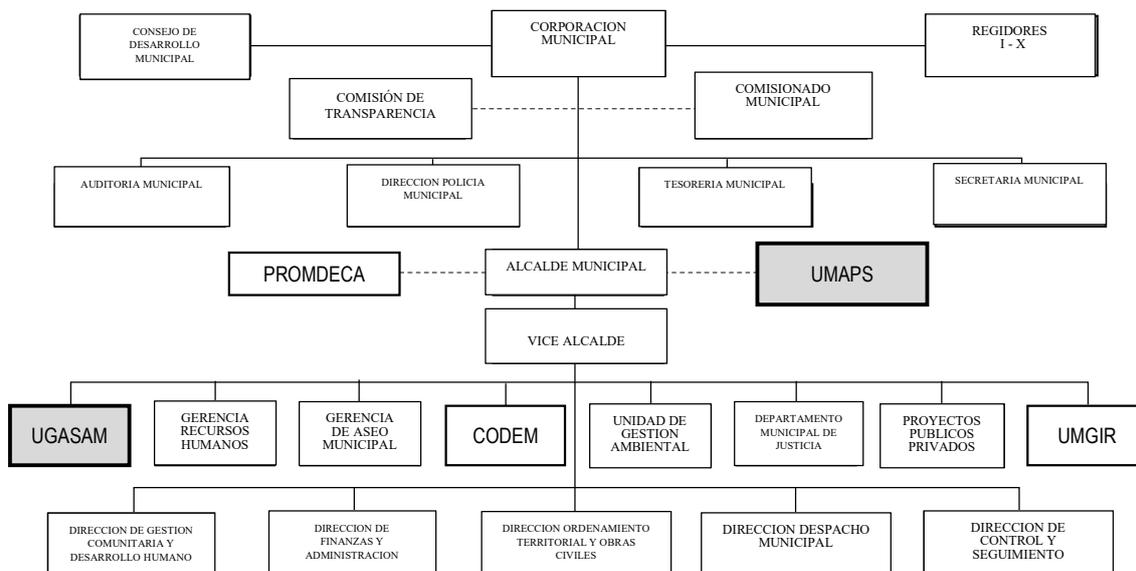
El SANAA es un organismo financieramente autónomo. El SANAA tiene a su cargo desarrollar el estudio, construcción, operación, mantenimiento y administración de todo Proyectos y obra de acueductos y alcantarillados, que sea de pertenencia del Distrito Central, Municipios, CONASA o de cualquier dependencia gubernamental, y que representará los intereses del Estado en lo que atañe a abastecimientos de agua y alcantarillados, en las empresas particulares, que presten servicios públicos. El número de empleados del SANAA en todo el país era 1,260 al mes de abril de 2021, de las cuales 1,021 personas pertenecían a la División Metropolitana que opera el acueducto y alcantarillado de Tegucigalpa. El número de conexiones de agua en la misma fecha es de 123,000 conexiones, que se traducen en 8.3 empleados por cada 1,000 conexiones. Posteriormente, después del avance del traslado a la UMAPS, se reportan 717 funcionarios en el SANAA en septiembre del 2021.

(2) Alcaldía Municipal del Distrito Central (AMDC)

La AMDC es responsable de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la población y al desarrollo económico mediante el desarrollo de las infraestructuras sociales en el Distrito Central incluyendo Tegucigalpa. Asume las siguientes funciones en relación con los servicios de agua potable y saneamiento.

- Elaboración y ejecución de las políticas financieras y de inversión pública
- Elaboración del plan de desarrollo estratégico de infraestructuras y de las metas de ampliación
- Desarrollo de proyectos y optimización de prestación de servicios, aseguramiento de la eficiencia técnica y económica y la factibilidad financiera
- Fomento de la asistencia técnica, educación y capacitación
- Aprobación de las reglas y del sistema tarifario de los servicios de agua potable y saneamiento
- Cumplimiento de la calidad de servicios y de las tarifas por ERSAPS y participación ciudadana
- Atención a la zona rural y a la población socialmente vulnerable, y protección de los derechos de los usuarios

La AMDC creó en 2015 la Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento (UMAPS) a la que serán transferidas las facultades del SANAA, y la Unidad de Gestión de Agua y Saneamiento Municipal (UGASAM) a cargo de las políticas. En abril del 2021, se reportaban 2,541 empleados en la AMDC, de las cuales 360 pertenecían a la UMAPS y 72 a la UGASAM, sin embargo, en septiembre del 2021, con el avance del traslado, 650 pertenecen a la UMAPS y 8 a la UGASAM. A continuación se presenta el organigrama de la AMDC.



Figra 4-1-3 Organigrama de la AMDC

(3) Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento: (UMAPS)

La UMAPS ha sido creada en 2015 como la unidad receptora de los proyectos de agua potable y saneamiento de la División Metropolitana del SANAA. Debido al atraso en el traslado, comenzó a funcionar provisionalmente a partir de enero del 2021, y en ese momento sólo contaba con las áreas de finanzas y contabilidad que ya habían terminado de trasladarse. Posteriormente, iba avanzando el traslado de las operaciones, y en septiembre del 2021, se trasladaron gradualmente las siguientes áreas: Subgerencia Administrativa y Financiera incluyendo la administración y las finanzas, Subgerencia Comercial responsable del cobro de tarifas y el control de usuarios, Subgerencia de Recursos Humanos responsable de la gestión de los recursos humanos, Subgerencia de Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial responsable del alcantarillado, plantas depuradoras y drenaje de aguas pluviales, Subgerencia de Agua Potable incluyendo el servicio de abastecimiento y distribución de agua y operación y mantenimiento de los sistemas El Picacho, Los Laureles y La Concepción. En el futuro, se prevé el traslado de las operaciones de la división responsable de la reducción de ANF y el control de las fugas de agua y la división responsable de la gestión de las construcciones y el análisis hidráulico.

La UMAPS ha sido creada como la unidad receptora de los proyectos de agua potable y saneamiento de la División Metropolitana del SANAA, y al mes de abril de 2021 se terminó de transferir las operaciones de las unidades de finanzas y de contabilidad. En cuanto a la operación y mantenimiento de las instalaciones, solo ha sido transferida parte del sistema Picacho – Miraflores, restando para el futuro continuar el proceso de transferencia de los demás sistemas.

A continuación, se presentan las principales operaciones de la UMAPS.

- Identificación de las aguas superficiales y subterráneas, protección de las áreas de recarga de

acuíferos;

- ❑ elaboración de los planes de gestión empresarial y de inversión para mejorar los servicios;
- ❑ operación, manejo y mantenimiento de las infraestructuras de agua potable y saneamiento;
- ❑ definición de tarifas necesarias para la prestación de servicios, operación y mantenimiento de las infraestructuras y recaudación de tarifas;
- ❑ ejecución de los programas alternativos de almacenamiento y distribución de agua para las áreas no cubiertas actualmente por los servicios de agua potable; y
- ❑ Desarrollo y ejecución de las actividades de sensibilización en los temas de conservación ambiental, uso racional de agua, salud y saneamiento

En la Figura 4-4 se muestra el organigrama de la UMAPS. El número de empleados era 360 personas al mes de abril de 2021, sin embargo, en septiembre del 2021, se reportan 650 funcionarios. En el organigrama, los Departamentos y Divisiones de color naranja pálido son los que fueron trasladados del SANAA y los de color verde amarillo están en proceso de traslado al mes de septiembre del 2021.

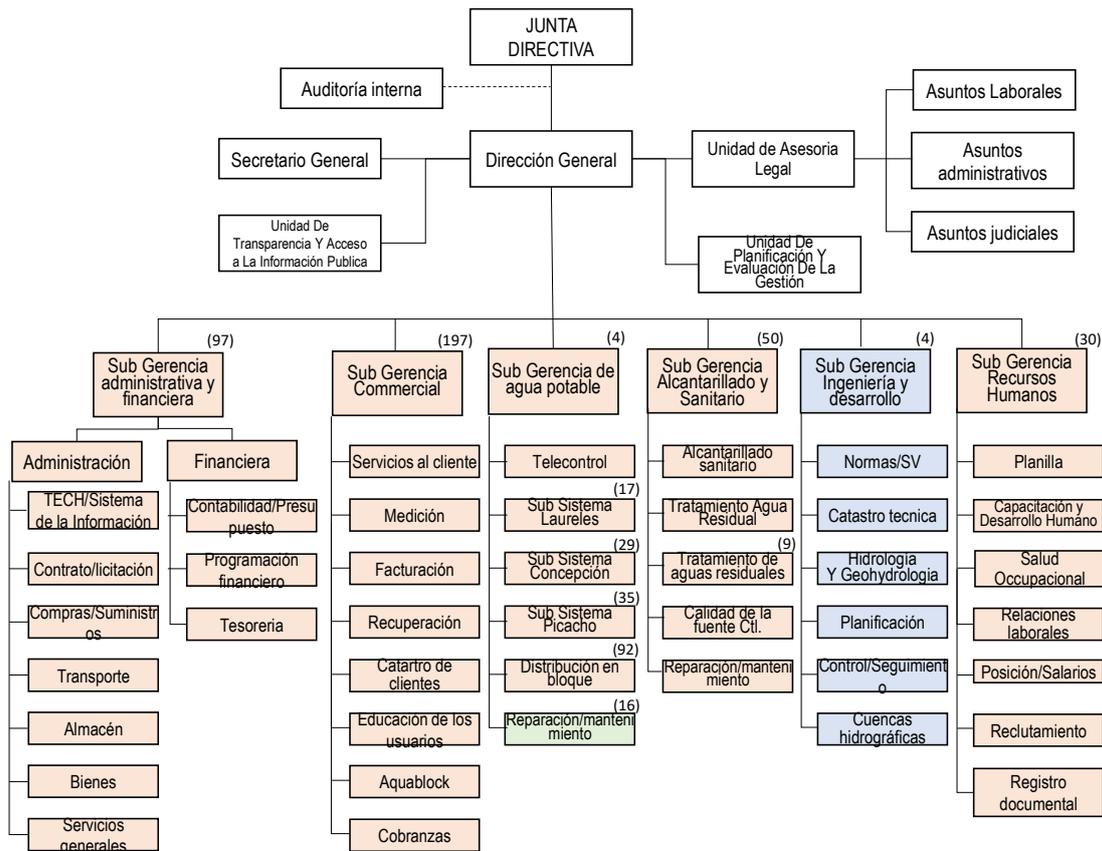
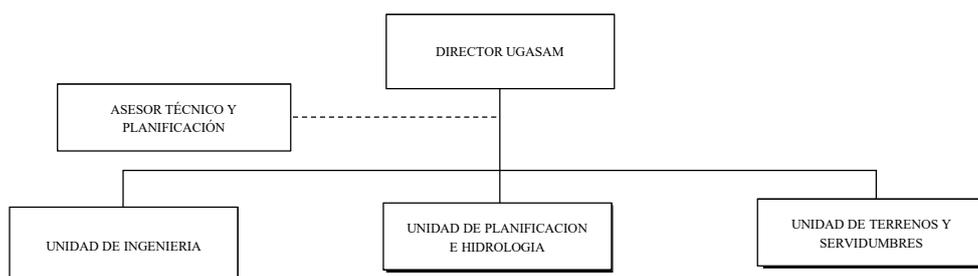


Figura 4-1-4 Organigrama de la UMAPS

(4) Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento: (UGASAM)

La UGASAM ha sido constituida como la unidad administrativa municipal responsable de la AMDC, y contaba con 72 empleados al mes de abril de 2021, y 8 en septiembre del 2021. La UGASAM se inauguró siendo una unidad administradora de proyectos de agua y saneamiento y funcionaba como coordinadora de traslado durante el período de traslado de las operaciones del SANAA a la UMAPS, por esta razón, pertenecían más funcionarios que originalmente asignados. Con el traslado de las operaciones, estos funcionarios fueron asignados a la UMAPS. Las principales funciones del UGASAM son las siguientes.

- Tramitación de la cesión del proyecto de agua potable y saneamiento de Tegucigalpa actualmente operado por el SANAA;
- gestión de los servicios de acueducto y alcantarillado y de evacuación de efluentes mediante contratación de un tercero;
- recepción de los bienes relacionados con los servicios de acueducto y alcantarillado y de evacuación de efluentes del SANAAA; y
- ejecución de los estudios y actividades necesarios para el plan de transferencia incluidos en el acuerdo SANAA-AMDC



* La Unidad de Terrenos y Servidumbres se eliminó, esta unidad será la Unidad de Asesoría Legal en el futuro.

Figra 4-1-5 Organigrama de la UGASAM

4-1-2 Transferencia de los servicios de SANAA

(1) Transferencia de responsabilidades de SANAA a UMAPS en el marco de la política de descentralización

El Gobierno de Honduras ha promulgado en 2003 la "Ley Marco del Sector Agua Potable y Saneamiento" (Ley Marco) estableciendo transferir los servicios de acueducto y alcantarillado a cargo del SANAA a las municipalidades, quienes contratarán su respectivo EPS con independencia financiera, y el Ente Regulador de los Servicios de Agua Potable y Saneamiento. Una vez transferidas sus facultades, el SANAA brindará asistencia a las municipalidades como ente asesor técnico. En el marco de esta transferencia de responsabilidades, los sistemas de acueducto de 33 distritos ya pasaron a su respectiva municipalidad, no así los de cuatro distritos incluyendo Tegucigalpa.

(2) Corrección del acuerdo institucional de la Alcaldía

En Tegucigalpa, se crearon la UMAPS, como la unidad receptora de los servicios de SANAA y la UGASAM como la unidad a cargo de las políticas, pero debido a las limitaciones financieras, el proceso de transferencia no ha avanzado como se había programado. Inicialmente, el marco institucional de dicha unidad establecido por la ordenanza municipal había sido muy semejante al de SANAA, pero a raíz de que fue identificado que la gestión institucional insuficiente e ineficiente era una de las causas fundamentales del deterioro de los servicios de agua potable y saneamiento, la AMDC decidió corregir la estructura institucional y organizativa de la UMAPS. Con esta corrección, se espera que la Alcaldía defienda a los EPS de la intervención política, y desarrollar los sistemas de acueducto y alcantarillado capaces de atender a la demanda de la población rápidamente creciente de una forma sustentable financiera y ambientalmente. Por otro lado, la UMAPS deberá elaborar los lineamientos, manuales y planes de operación y mantenimiento para la prestación eficiente de los servicios de agua potable.

(3) Liquidación para los empleados de SANAA

Uno de los factores que obstaculizan la ágil transferencia de los servicios a la UMAPS es la reestructuración de la planta de personal del SANAA y el pago de prestaciones laborales. El SANAA ha pagado hasta la fecha la pensión a unos 700 empleados porque ya no va a ser necesaria la División Metropolitana debido a la transferencia de las funciones y facultades de servicios de agua potable a la UMAPS. El Código de Trabajo de Honduras establece que todos los empleados que serán despedidos recibirán la indemnización. Sin embargo, la Ley Marco establece que para materializar la transferencia de servicios del Estado a las municipalidades, el sistema en cuestión no debe tener ninguna deuda. En otras palabras, la finalización del pago de pensión de retiro a los empleados de la División Metropolitana por parte del SANAA constituye la premisa para terminar el proceso de transferencia. Se estima que el SANAA deberá pagar la pensión de retiro a unos mil empleados antes de finalizar la transferencia, cuyo proceso es asistida actualmente por el Banco Mundial. ²

(4) Transferencia gradual del SANAA a la UMAPS

Lo ideal sería transferir todas las funciones y los bienes de manera simultánea, tal como se hizo en otras ciudades. Sin embargo, la AMDC y el SANAA acordaron impulsar el proceso de transferencia de manera gradual, según la disponibilidad de los recursos. Este mecanismo de transferir parcialmente las funciones y los bienes cuando dispongan los recursos necesarios, no solo flexibiliza el desembolso necesario para el inicio de la operación por la UMAPS, sino a reducir el recargo de las pensiones de retiro de los empleados por la jubilación anticipada, debido a la demora en el pago de las pensiones. De acuerdo con el plan de negocios elaborado en 2018, serán contratados 900 personas que incluyen los nuevos reclutados sino también parte de la planta del personal de SANAA que será despedido debido a la transferencia. Por otro lado, según la entrevista con la Subgerencia de Recursos Humanos

² Banco Mundial, "Tegucigalpa: " Proyecto para el Fortalecimiento del Servicio de Agua Potable en Tegucigalpa (P170469)"

de la UMAPS en el estudio de campo de septiembre del 2021, está previsto contratar a 744 personas como funcionarios de UMAPS basándose en el cálculo de seis personas por 1,000 conexiones. En ese momento, el número de funcionarios alcanzaba 650. Se prevé que en diciembre del 2021 finalizará el traslado.

(5) Avances de la transferencia a la UMAPS al mes de septiembre de 2021

De acuerdo con las entrevistas con la AMDC y el informe de avance del Banco Mundial, la UMAPS inició sus operaciones a partir de enero de 2021, y en ese momento ya había terminado casi todo el traslado de las áreas de finanzas, comercial y administración. Posteriormente, se trasladaron gradualmente las áreas de sistema de abastecimiento de agua potable de El Picacho, Los Laureles, Concepción y servicio de saneamiento, en septiembre del 2021, la AMDC está a cargo de operación y mantenimiento de las principales instalaciones de agua potable y saneamiento. A finales del mismo mes, existen 650 funcionarios en la UMAPS (en abril, eran 360), de los cuales, el 44 % del total son exfuncionarios del SANAA, el 44 % son nuevos contratados y el 12 % son exfuncionarios de la AMDC incluyendo la UGASAM. El número de funcionarios de diseño es de 744 según el cálculo de seis personas por 1,000 conexiones, por lo que se planea contratar unas 100 personas más antes de diciembre del 2021.

La principal razón por la cual se atrasó el traslado de las operaciones del SANAA a la UMAPS fue la inconformidad de muchos funcionarios del SANAA en cuanto a la liquidación y el salario en la AMDC después del traslado. Sobre todo, los funcionarios veteranos con mucha antigüedad tienden a elegir si se quedan en el SANAA o se retiran, por lo que existe el temor de que será difícil transmitir conocimientos técnicos a los funcionarios jóvenes de nueva contratación.

Cabe señalar que entre las unidades pendientes de su traslado, Optimización Operativa del SANAA que se encarga de la reducción de ANF y el control de las fugas pasará a la Subgerencia de Agua Potable de la UMAPS, igualmente, Proyectos Especiales del SANAA División que se encarga de la gestión de las construcciones, la ingeniería hidráulica y el análisis hidráulico pasará al Subgerencia de Ingeniería y Desarrollo de la UMAPS.

(6) División de trabajo

En la siguiente Tabla se resume la división de trabajo después del traslado de las operaciones del negocio de agua a la UMAPS. El trabajo importante de planificación financiera y financiamiento estará a cargo de la AMDC a nivel interinstitucional y la Subgerencia Administrativa de la UMAPS a nivel interno. Asimismo, el trabajo de licitación de proyectos, adquisiciones y gestión de inventarios estará a cargo de la UGASAM para proyectos grandes y la Subgerencia Administrativa de la UMAPS para pequeños proyectos y adquisiciones.

La Subgerencia de Ingeniería y Desarrollo se encargará de la planificación técnica, diseño, análisis hidráulico, reducción de ANF y control de fugas, eficiencia energética y ahorro energético, gestión de datos informáticos, gestión ambiental, etc., lo que sugiere la importancia de la participación activa de la Subgerencia de Ingeniería y Desarrollo para una operación eficiente y sostenible del negocio de

agua. Por otro lado, en septiembre del 2021, la Subgerencia de Ingeniería y Desarrollo sólo cuenta con cuatro funcionarios, por lo que es un tema urgente garantizar y formar a los recursos humanos.

Tabla 4-1-1 División de trabajo del negocio de agua

Trabajos y actividades	Departamento/División encargada	Observaciones
Planificación financiera y financiamiento	A nivel interinstitucional: AMDC, A nivel interno: Subgerencia Administrativa de la UMAPS	
Licitación, adquisiciones y gestión de inventarios	Proyectos grandes: UGASAM, Pequeños proyectos: Subgerencia Administrativa de la UMAPS	
Gestión de activos	División de Bodegas de la Subgerencia Administrativa	Los activos pertenecen a la AMDC.
Contabilidad y establecimiento de tarifas de agua	Subgerencia de Finanzas	Para establecer tarifas, se requiere aprobación del ERSAPS, posteriormente, la AMDC.
Facturación y recuperación de tarifas y divulgación	Subgerencia Comercial	
Diseño, planificación y análisis hidráulico	Subgerencia de Ingeniería y Desarrollo	
Operación y mantenimiento de sistemas	Subgerencia de Agua Potable	La operación y mantenimiento se realiza por unidad de subsistemas.
Reducción de ANF y control de fugas	Análisis: Subgerencia de Ingeniería y Desarrollo, Trabajo de campo: Subgerencia de Agua Potable	
Análisis y monitoreo de calidad del agua	Subgerencia de Agua Potable	Sala de análisis de los subsistemas
Eficiencia energética y ahorro energético	Supervisión : Subgerencia de Ingeniería y Desarrollo, Trabajo de campo: responsable de electromecánico de la Subgerencia de Agua Potable	
Monitoreo de sistemas (SCADA)	Subgerencia de Agua Potable	Diseño y planificación a cargo de la Subgerencia de Ingeniería y Desarrollo
Gestión de la información y los datos informáticos	Subgerencia de Ingeniería y Desarrollo	
Gestión y formación de recursos humanos	Subgerencia de Recursos Humanos	
Gestión ambiental	Subgerencia de Ingeniería y Desarrollo	Pequeños proyectos: UMAPS, Medianos proyectos: AMDC, Grandes proyectos: MIAMBIENTE
Sistema de alcantarillado y drenaje	Subgerencia de Alcantarillado Sanitario y Drenaje Pluvial	

4-1-3 Capacidad institucional

En el presente Estudio, se evaluó la capacidad del sector de agua potable, incluyendo los instrumentos legales, así como la capacidad técnica, administrativa y financiera actual de las EPS aplicando el

"Manual de Evaluación de la Capacidad de los Sectores de Abastecimiento de Agua Urbana y de los Servicios de Agua Potable en los Países en Desarrollo" de JICA con el fin de evaluar la capacidad y el rendimiento de los EPS. Cabe señalar que esta evaluación se basa en la información obtenida a través de las entrevistas con la División Metropolitana del SANAA realizadas en marzo y abril del 2021.

(1) Indicadores operativos del servicio de acueductos

Para tal efecto, se llevó a cabo la evaluación comparativa utilizando los siguientes principales indicadores operativos para conocer los desafíos y dificultades que afrontan el servicio de agua potable de Tegucigalpa. Si bien es cierto que la base de datos Web de la Red Internacional de Comparaciones para Empresas de Agua y Saneamiento (IBNET) operada principalmente por el Banco Mundial acumula los datos de los EPS de diferentes países, los datos correspondientes a la División Metropolitana del SANAA, operador de acueducto de Tegucigalpa, no han sido actualizados desde 2014, en este Estudio se decidió no utilizar los datos de la IBNET, sino que se obtuvieron los datos actualizados mediante entrevistas con el SANAA y la AMDC. En la Tabla 4-1-2 se presentan los principales indicadores operativos de Tegucigalpa.

Tabla 4-1-2 Principales indicadores operativos del servicio de acueductos

Categoría			Indicadores	Numéricos
Dimensión	Aspecto	Elemento		
Mejoras que pueden ser logradas mediante la inversión en infraestructuras (IF)	General	Abastecimiento continuo	Tiempo de abastecimiento (horas/día)	8 horas ×10 veces/mes (Promedio: 2,6 horas/día)
	Ampliación	Cobertura del servicio de acueducto	Cobertura l servicio de acueducto (%)	68.6 %
Mejoras que se logran con el desarrollo de capacidades (DC)	Aspectos técnicos	Gestión de ANF	Tasa de ANF (%)	32.9 % (Promedio 2016-2020)
		Gestión de calidad de agua	Tasa de ejecución de los ensayos de cloro residual en los puntos de abastecimiento (%)	16.7 %
	Aspectos no técnicos	Gestión financiera	Tasa de facturación- W&WW (%)	85 %
			Margen de beneficio operativo sin incluir depreciación W&WW (%)	95.2 %
Eficiencia operativa	Número del personal por cada 1,000 conexiones (personas)	8.3 personas		
Mejoras que pueden ser logradas mediante programas	Equilibrio entre el acueducto y alcantarillado	Equilibrio de la cobertura	Cobertura del servicio de alcantarillado (%)	58.3 %

a) Tiempo de servicio

Suministro de agua programado según días y horas para determinados distritos. En promedio del tiempo de abastecimiento es de ocho horas/vez, y diez veces al mes, que se traduce en 2.6 horas al día.

b) Cobertura del servicio de agua potable

El porcentaje de la población servida por acueducto es de 68.6 % incluyendo el abastecimiento de agua a granel.

c) Agua no facturada (ANF)

La tasa de ANF es de 32.9 %, con tendencia a mejorar ya que ésta fue de 38 % en 2016. Cabe recordar que en el presente Estudio se utilizaron los promedios de los cinco años entre 2016 y 2020, en virtud de que en 2019 se redujo la producción de agua debido al estiaje, y en 2020 se redujo el consumo debido a la pandemia de COVID-19 y se redujo la tasa de ANF más que el impacto de las medidas de control de fugas.

d) Tasa de ejecución de los ensayos de cloro residual en los puntos de abastecimiento

Las normas nacionales de calidad de agua potable establece la frecuencia de los ensayos de cloro residual que deben realizar en los puntos de abastecimiento. Por la magnitud de la población se debe realizar seis veces a la semana, pero en realidad solo se realiza una vez a la semana, con una tasa de ejecución del 16.7 %.

e) Tasa de recaudación

La tasa de recaudación frente a la facturación es de 85 %, de acuerdo con la Sub-Gerencia Financiera y Administrativa del SANAA.

f) Número del personal por cada 1,000 conexiones

El número de empleados de la División Metropolitana del SANAA al mes de enero de 2021 es de 1,008 personas, y el número de conexiones es de 123,377 conexiones. Esto se traduce en 8.2 empleados por cada mil conexiones.

g) Cobertura del servicio de alcantarillado

La cobertura del servicio de alcantarillado es de 56.6 % de acuerdo con los datos de 2018 del BID. Con base a estas cifras, la cobertura de servicio de alcantarillado calculada con base en el número de conexiones de agua potable al año 2020 es de 58.3 %. En la siguiente tabla se muestran los datos para el cálculo de los indicadores operativos

Tabla 4-1-3 Datos para el cálculo de los indicadores operativos

Categoría			Indicadores	Numéricos
Dimensiones	Aspectos	Elementos		

Mejoras que pueden ser logradas mediante la inversión en infraestructuras	General	Abastecimiento continuo	Tiempo de abastecimiento (horas/día)	8 horas × 10 veces/mes (Promedio: 2,6 horas/día)
	Ampliación	Cobertura del servicio de acueducto	Población servida (mil habitantes)	889,000 habitantes (2020)
			Población del área de servicio (mil habitantes)	1,296,000 habitantes (2020)
			Producción de agua (millones de m ³ /año)	80,000,000 (m ³ /año)
Mejoras que se logran con el desarrollo de capacidades	Aspectos técnicos	Gestión de calidad de agua	Frecuencia requerida de los ensayos de cloro residual en el agua tratada (veces/año)	3120 veces/año (10 muestras × 1 vez/semana)
			Ensayos ejecutados de cloro residual en el agua tratada (veces/año)	520 veces/año (10 muestras × 1 vez/semana)
		Gestión de ANF	Volumen facturado (millones m ³ /año)	53,600,000 (m ³ /año)
			Número de conexiones (mil conexiones)	123,000
	Aspectos no técnicos	Gestión financiera/ Tarifa de agua	Beneficio operativo total - W&WW (LC/año)	996 millones (HNL/año)
			Total de costos recaudados - W&WW (LC/año)	689 millones (HNL/año)
			Total de costos operativos sin incluir la depreciación - W&WW (LC/año)	1,046 millones (HNL/año)
		Eficiencia operativa / capacitación	Total de empleados a cargo del abastecimiento de agua (expresado en personal de tiempo completo)	1008 (enero de 2021)
Mejoras que pueden ser logradas mediante programas	Equilibrio entre el acueducto y alcantarillado	Equilibrio de la cobertura	Población servida por alcantarillado (mil habitantes)	755,000 habitantes (2020)
			Población del área de servicio de alcantarillado (mil habitantes)	1,296,000 habitantes (2020)

(2) Generalidades del sector de acueducto

A continuación se resume la situación general del sector de agua potable, siguiendo el orden de la lista de control.

Tabla 4-1-4 Situación general del sector de agua potable

	Indicadores, variables	Datos numéricos	Fuentes
1. Abastecimiento de agua potable a nivel nacional			
1-1. Indicadores			
1)	Cobertura del servicio de agua potable	Porcentaje de conexión de agua domiciliaria: 96 % Otros servicios de abastecimiento de agua: 88 %	JMP 2017

2)	Tasa de cobertura del servicio de alcantarillado	Saneamiento mejorado: letrinas de pozo 24 % Tanques sépticos 26 %, alcantarillado 40 %	JMP 2017
3)	Indicadores de la pobreza	PIB por habitante: \$ 2390 Porcentaje de la población con ingreso medio <\$1/día: 38.05 % Rata de la brecha de pobreza (ingreso medio <\$1.25/día): 38.7 %	GNI per capita Atlas method INDICADORES CIFRAS DE PAÍS 2019. INE.gob.hn.
4)	Nivel de corrupción	Índice de Percepción de la Corrupción: 26 Ranking: 146/180	Global Corruption Report of Transparency International, 2019
1-2. Nivel de servicios de agua potable			
1)	Brecha	El nivel de servicios de agua potable varía sustancialmente dependiendo de la magnitud de la población servida. Esto, debido a la facilidad de acceder al financiamiento en la zona urbana.	Entrevista con el SANAA
2)	Continuidad	Número de ciudades con servicio de agua potable continuo: 4	Entrevista con el SANAA
3)	Cloración	En general, los EPS realizan la cloración del agua potable, con excepción de algunos sistemas de acueducto rural.	Entrevista con el SANAA
2. Políticas, planes, leyes, reglamentos y guías			
2-1. Indicadores			
1)	Políticas y planes	La política estatal cubre el principio de "quien usa paga", el concepto de recuperación total de los gastos, y autorentabilidad. Existen las políticas sectoriales referencias al nivel mínimo de servicios de agua potable, incluyendo la calidad, tiempo y volumen de abastecimiento, abastecimiento de agua a la población pobre, desarrollo de las fuentes de agua, y la capacitación de los recursos humanos. Mientras tanto, no existen políticas sino solamente programas de reducción de ANF, economía de agua y de gestión de fugas.	Entrevista con el SANAA
2)	Leyes y reglamentos	Existen las guías sobre la definición de tarifas de agua, normas de calidad de agua, normas de aprobación de los equipos y materiales de acueductos, normas de diseño, operación y mantenimiento, abastecimiento de agua a granel, gobernabilidad y gestión de los EPS, y la evaluación del impacto ambiental.	Entrevista con el SANAA
3)	Guías	Existen la Ley General de Aguas, reglamentos para promover la participación ciudadana, ordenanzas municipales de acueducto, leyes que regulan el uso y manejo de agua subterránea, etc. no así el sistema de autorizaciones y licencias a los plomeros para reducir las fugas de agua.	Entrevista con el ERSAPS
4)	Integración	Las políticas, planes, leyes y reglamentos y guías vigentes están integrados y son coherentes, sin generar conflictos o problemas administrativos del sector de agua.	Entrevista con el SANAA
5)	Tarifa	Ente supervisor del nivel mínimo de servicios y tarifas de agua de los EPS: Municipalidad (alcalde)	Ley General de Aguas

		La "Ley General de Aguas" exige a los EPS, cumplir con el principio de "quien usa paga", concepto de recuperación total de gastos, autonomía del sistema contable, así como las tarifas de agua adecuadas.	
6)	Pobreza	El gobierno central otorga subsidios para reducir la pobreza en materia de abastecimiento de agua, a un nivel más adecuado comparando con los demás sectores.	Entrevista con la Unidad de Operación del SANAA
7)	Gestión de calidad de agua	Parámetros de ensayos que realizan los EPS: ensayos rutinarios menos de diez Laboratorio de calidad de agua a nivel nacional que puede asistir a la elaboración y modificación de las normas de calidad de agua potable, incluyendo la selección de los métodos de ensayo apropiados para cada indicador: Laboratorio de control de calidad de agua de la zona metropolitana del SANAA (Planta potabilizadora de Los Laureles)	Reglamento de calidad de servicio (ERSAPS)
3. Equilibrio operativo entre los organismos sectoriales			
3-1. Gestión de gobernabilidad			
1)	Gobierno	El gobierno central ha emitido los documentos sobre la división de responsabilidades actualizada esclareciendo las funciones y responsabilidades del Ministerio, ente regulador y los prestadores de servicio de agua potable.	Entrevista con el SANAA
2)	Ente regulador	Ente que supervisa el cumplimiento y el rendimiento de los prestadores de servicio de agua potable: ERSAPS El ente regulador es suficientemente autónomo capaz de supervisar los prestadores de servicio de agua potable libre de influencia política personal, presupuesto o definición de tarifas. El PI para conocer estadísticamente el rendimiento de los prestadores de servicio de agua potable existentes es utilizado en la evaluación de gestión empresarial. Las tarifas de agua son definidas por las municipalidades o el gobierno central.	Ley del sector de agua potable y saneamiento Indicadores 2018 agua y saneamiento de honduras
3)	Prestadores de servicios de agua (EPS)	En cuanto a la gestión de los recursos humanos de los EPS, el alcalde de la municipalidad nombra su personal. El presidente del EPS tiene facultades independientes en la operación y mantenimiento de las infraestructuras, pero no es del todo independiente. En cuanto a la contratación de los empleados de los EPS, el gobierno central y las municipalidades ejercen fuerte influencia, pero las facultades han sido transferidas a cada EPS. La tarifa de agua ha sido presionada por la influencia política y no ha sido revisada varios años. Los salarios y los beneficios y seguridad social de los EPS son bajos en comparación con las empresas privadas, si se compara con los empleados de las empresas privadas con misma cualificación (más de 50 % y menos de 100 %). El EPS no aplican incentivos para conseguir mejorar el rendimiento (aumento	Política Nacional Entrevista con el SANAA

		salarial y promoción de acuerdo con el rendimiento individual, bonificación, etc.)	
3-2. Coordinación de las fuentes financieras			
1)	Inversión	<p>Los procedimientos del gobierno central y de las municipalidades para acceder a los fondos de bajo interés y a los subsidios por los EPS para mejorar las infraestructuras están funcionando relativamente. (La asignación del presupuesto es limitada debido a que la demanda es mayor que la oferta.)</p> <p>Las empresas y las entidades públicas están obligadas a divulgar toda la información en el portal de transparencia. En lo que respecta al sector de agua, el nivel de información accesible y disponible al público es alto para atraer inversiones de los diferentes donantes y del sector privado.</p> <p>En cuanto a la inversión al sector de agua urbana en los últimos cinco años, aumentaron las inversiones de las ONGs nacionales e internacionales conforme el Plan de Nación y la Visión del País.</p>	<p>Política Nacional</p> <p>Ley de transparencia y acceso a la información pública</p> <p>Informe de CONASA</p>
2)	Subsidios	<p>El gobierno central no ofrece un esquema de acceso a subsidios y a préstamos a bajo interés a los EPS que satisfagan los requisitos específicos, para la inversión de capital, como el desarrollo de fuentes de abastecimiento, construcción de las plantas potabilizadoras, ampliación de las redes de distribución, etc. En cuanto a los subsidios de la tarifa de electricidad para los EPS, no existe un acuerdo interministerial (por ejemplo, subsidio para los EPS de la Secretaría de Energía o de sus instituciones adscritas).</p>	<p>Política Nacional</p> <p>Entrevista con el SANAA</p>
3)	Sector privado	<p>El sector privado no interviene en la operación y mantenimiento de los servicios de agua potable. La intervención privada en la administración de los servicios de agua consiste principalmente en la inversión en el desarrollo de nuevas fuentes de abastecimiento, la cual se prevé que aumentará sustancialmente en los próximos años.</p>	<p>Entrevista con el SANAA</p>
4. Asistencia al desarrollo de las capacidades			
1)	Centro de entrenamiento	<p>Ejecución de entrenamiento grupal de los plomeros por el organismo estatal: INFOP</p> <p>Oferta de programas que satisfagan las necesidades de los técnicos. Se requiere mejorar los espacios, instalaciones y equipos de capacitación, financiación, capacidad de planificación y gestión de programas, etc.</p>	<p>INFOP (Instituto Nacional de Formación Profesional)</p>
2)	Ente regulador	<p>Existen distintos cursos de capacitación para el ente regulador, ERSAPS.</p>	<p>Entrevista con el SANAA</p>
3)	Relación de cooperación	<p>Organismos coordinadores de la comunicación con distintos intereses a nivel estatal y regional del sector de agua potable: SANAA, ERSAPS, CONASA.</p> <p>Organismos que realizan investigaciones de manera continua en el sector de agua: ERSAPS y CONASA.</p> <p>No se realiza intercambio de cursos de capacitación entre los EPS, y tampoco existe una entidad que envía instructores a los EPS.</p>	<p>Entrevista con el SANAA</p>

	Capacitación de los pequeños contratistas	Capacitación a los pequeños contratistas que ejecutan las obras de tendido de tuberías de servicio, medidores de agua, tuberías de distribución, etc. sobre la gestión de calidad de las obras.	ERSAPS
5. Otros interesados locales			
1)	Beneficiarios	Informes de los estudios socioeconómicos: Disponibles	ERSAPS
2)	Donantes	Los intercambios y discusiones individuales son los únicos medios de coordinación entre los donantes y las municipalidades sobre la asignación de proyectos, etc. No hay un mecanismo de coordinación entre los donantes.	Entrevista con el SANAA
3)	Pequeños operadores de agua	No hay un control adecuado de los micro sistemas o sistemas comunitarios de abastecimiento de agua, ni de los vendedores de agua, y sus operadores no cumplen las reglas establecidas.	Entrevista con el SANAA

(3) Información general de UMAPS

a) Modalidad de la entidad prestadora de servicios de agua potable

- Nombre: Unidad Municipal de Agua Potable y Saneamiento (UMAPS)
- Jefe de la Unidad: Sr. Nasry Afura, Alcalde de Tegucigalpa
- Fecha de establecimiento: 14 de febrero de 2015
- Ejercicio: Se inicia en enero
- Operaciones: acueducto, alcantarillado, residuos, análisis de calidad de agua, evacuación de agua pluvial (programado hacia el futuro)
- Modalidad operativa: Entidad municipal de acueducto (adscrita a la Alcaldía, pero con autonomía financiera y administrativa).

b) Participación y contratación del sector privado

La participación del sector privado a los servicios de agua potable se limita a los contratos de servicios de abastecimiento de los productos químicos para la potabilización, alquiler de terrenos públicos (para centros comerciales, etc.)

Para la consignación de distintas operaciones al sector privado, el EPS debe asegurar el presupuesto. El diseño y la ejecución de las grandes obras son tercerizados. La planificación, adquisición, operación y mantenimiento, monitoreo, etc. son asumidos por el propio EPS.

c) Fuentes de información como los informes anuales, base de datos de las tuberías, etc.

La División Metropolitana del SANAA ha publicado los informes trianuales hasta 2018, que incluyen los presupuestos anuales ejecutados, balances, estadísticas de ingresos, volumen potabilizado, etc. Los informes trianuales son elaborados cada tres años, y se prevé que el SANAA se hará cargo de publicar la siguiente versión del informe (2018-2021) en medio del proceso de transferencia de las operaciones de éste a UMAPS.

Por otro lado, parte de los datos ha sido transferido a la UMAPS en esta etapa de transición, pero los datos sobre las infraestructuras y tuberías están siendo archivados por cada unidad correspondiente del SANAA.

Tabla 4-1-5 Gestión de datos de la División Metropolitana del SANA

Clasificación de datos	Unidades responsables del SANAA	Avances en la transferencia a la UMAPS
Fuentes de agua (captación de agua, volumen del agua cruda)	Unidad de Planificación de la División Metropolitana	No concluida
Potabilización (calidad de agua cruda y de agua tratada)	Unidad de Operación de la División Metropolitana	No concluida
Bombas (caudal, presión)	Unidad de Operación y Mantenimiento de la División Metropolitana	No concluida
Contabilidad/ gestión financiera	Unidad de Finanzas	Parte de las operaciones ha sido transferida a la UMAPS, pero no todas.
Facturación / gestión de clientes	Unidad Comercial de la División Metropolitana	Parte de las operaciones ha sido transferida a la UMAPS, pero no todas.
Mantenimiento de activos e infraestructuras	Unidad de Finanzas	No concluida
Monitoreo y evaluación (KPIs)	Unidad Administrativa de la División Metropolitana	No concluida
Gestión de recursos humanos	Unidad Administrativa de la División Metropolitana	No concluida

d) Características del área servida

El área servida se caracteriza por ser una zona urbana y sus alrededores. La población total de la ciudad de Tegucigalpa asciende a aproximadamente 1.3 millones de habitantes, de los cuales la población servida (con tubos de conexión) asciende a unos 900 mil habitantes.

El número de conexiones según el tipo de clientes son: residenciales 114,589; no residenciales (industrial, comercial, institucional, etc.) 8,603; abastecimiento de agua a granel 185, sumando en total 123,377 conexiones. Los clientes no residenciales representan el 7.1 % del total, siendo la mayor parte de los clientes, residenciales. A modo de referencia, el promedio de los miembros familiares por hogar es de aprox. cinco personas.

e) Manejo financiero de los activos fijos relacionados con el sistema de acueducto

Los activos fijos del EPS incluyen: la presa, plantas potabilizadoras, estaciones de bombeo, estaciones de distribución, planta de tratamiento de aguas residuales, estaciones de bombeo de aguas residuales, pozos, edificio de administración, bodega de materiales, centro de vigilancia para la protección de la cuenca. La depreciación de estas instalaciones e infraestructuras es incluida en el estado financiero todos los años.

f) Automatización del sistema

De las operaciones del EPS, la gestión de documentos, de activos e infraestructuras, facturación, gestión de clientes, contabilidad y la atención a reclamos ha sido digitalizada, así también la potabilización y la gestión de recursos humanos son automatizadas. Por otro lado, la mayor parte de las operaciones de las bombas se realiza manualmente, siendo apenas el 5 % el porcentaje de automatización.

g) Fuentes de agua y sistema de potabilización

Las principales fuentes de abastecimiento de agua de la ciudad de Tegucigalpa son las represas, a las que se suman los ríos y pozos profundos. El sistema de potabilización consiste en coagulación, sedimentación, filtración y cloración.

h) Reforma sectorial

Actualmente, se encuentra en proceso la transferencia de los servicios de agua potable a la UMAPS de AMDC desde la División Metropolitana del SANAA perteneciente al gobierno central, el cual concluye a finales de 2021, según las expectativas del SANAA. Durante este proceso, el SANAA continua operando los sistemas. Sin embargo, la falta de recursos por la demora en la capitalización de la inversión está afectando el inicio de nuevos servicios, así como la reparación de las redes de distribución deterioradas.

Por otro lado, el año meta del PLANASA (2014-2022) que constituye el plan maestro a nivel nacional está definido en el próximo año, además que los planes maestros a nivel de Tegucigalpa (Plan Maestro para Mejoramiento 1984-2004 y el Plan Maestro JICA 2001-2015) ya caducaron su vigencia.

(4) Evaluación de EPS mediante la lista de control básico

Con base en la información básica recopilada referente al EPS, el Equipo de Estudio cuantificó y evaluó la capacidad institucional. Este trabajo ha sido realizado junto con el organismo ejecutor hondureño, y consistió en graficar los puntajes obtenidos para identificar cuáles son las áreas que requieren ser reforzadas, cuya información servirá de base para debatir la directriz de la asistencia en el desarrollo de las capacidades.

Tabla 4-1-6 Lista de control básico de los EPS

Categoría (Dimensiones, aspectos y elementos)		Preguntas	Respuestas	Calificación
Mejoras que pueden ser logradas mediante la inversión en infraestructuras (IF)	General	Q1. Plan de mediano y largo plazo	Existen, pero ya pasaron los años horizontes.	2
		Q2. Continuidad del abastecimiento de agua	Promedio 2.6 horas/día	1
	Ampliación	Cobertura del servicio de agua potable	Q3. Cobertura media general de agua potable	68.6 %

			Q4. Agua para el estrato pobre	Aprox. la mitad de la población pobre recibe el agua de acueducto	2	
		Plantas potabilizadoras	Q5. Capacidad de reserva de las plantas potabilizadoras	-23.3 %	1 Alcohol	
	Reparación y sustitución	Condiciones de las infraestructuras	Q6. Condiciones y renovación de las obras civiles	Las fugas de las obras civiles se presentan constantemente, las cuales pueden ser solucionadas con la reparación parcial.	2	
			Q7. Condiciones de las principales líneas de transmisión y distribución	Uso de las tuberías de amianto y tubos de hierro fundido obsoletos: menos del 10 %	5	
			Q8. Condiciones de servicios de conexión	Entre el 60 y 70 % de las tuberías de conexión datan más de 25 años desde su instalación.	3	
			Q9. Condiciones de equipos mecánicos y eléctricos	Menos del 10 % de las instalaciones mecánicas y eléctricas están fuera de servicio por graves fallas	3	
	Mejoras que se logran con el desarrollo de capacidades (DC)	Aspectos técnicos	General	Q10. Operación y mantenimiento de las infraestructuras	Existen los manuales de operación y mantenimiento de las instalaciones pero no son efectivas.	3
			Gestión de la red de distribución	Q11. Planos de las instalaciones de tubería	Casi todos están disponibles, y se ha implementado un sistema GIS sencillo.	3
				Q12. Zonificación de la red de distribución	Existen áreas de distribución sistematizada, pero casi no existen redes de distribución zonificadas apropiadamente dentro de cada distrito de distribución.	2
Q13. Presión de agua en los puntos de abastecimiento				La presión de agua en casi una cuarta parte de los puntos de abastecimiento no está dentro del rango de 10-45 m.	3	
Gestión de ANF			Q14. Tasa de ANF	32.9 %	3	
	Q15. Instalación de los medidores de agua	Casi no se utilizan los micromedidores de agua por aplicar tarifa fija.	1 Alcohol			

			Q16. Instalaciones de medidores de agua a granel	Los medidores de agua a granel necesarios no han sido suficientemente instalados.	2	
		Gestión de calidad de agua		Q17. Ensayos de calidad de agua en la planta potabilizadora	Se realiza el control de calidad de agua ajustándose al plan de monitoreo de calidad de agua diario y continuo, utilizando métodos adecuados de ensayo y los equipos de laboratorio adecuadamente mantenidos.	4
				Q18. Potabilidad de agua de grifo	Existen algunos distritos cuya agua de grifo no satisface las normas referenciales de calidad de agua. Sin embargo, es potable al hervir.	3
	Aspectos no técnicos	Gestión financiera		Q19. Nivel de recuperación de costos	Los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto son cubiertos solo parcialmente con la tarifa.	1
				Q20. Tasa de recaudación de las tarifas	85 %	3
		Desarrollo institucional		Q21. Reglas de gestión de recursos humanos y promoción	Las reglas laborales y de definición de salarios básicos no son claras.	1
				Q22. Ejecución de capacitación	Se imparten cursos de capacitación referentes a algunos temas.	2
		Atención a la comunidad		Q23. Manejo de reclamos	Existe el sistema y se establecen los procedimientos de atención a reclamos, pero existe una gran cantidad de reclamos no resueltos.	3
				Q24. Actividades de sensibilización	Han sido desarrolladas varias actividades de sensibilización hasta la fecha.	2
		Mejoras que pueden ser logradas mediante programas		Q25. Leyes y reglamentos relacionados del sector de agua potable	La Ley General de Aguas establece la autonomía de la gestión contable de los	3

		servicios de agua potable.	
	Q26. Cobertura del servicio de alcantarillado	58.3%	4

A continuación se presentan los resultados de la lista de control.

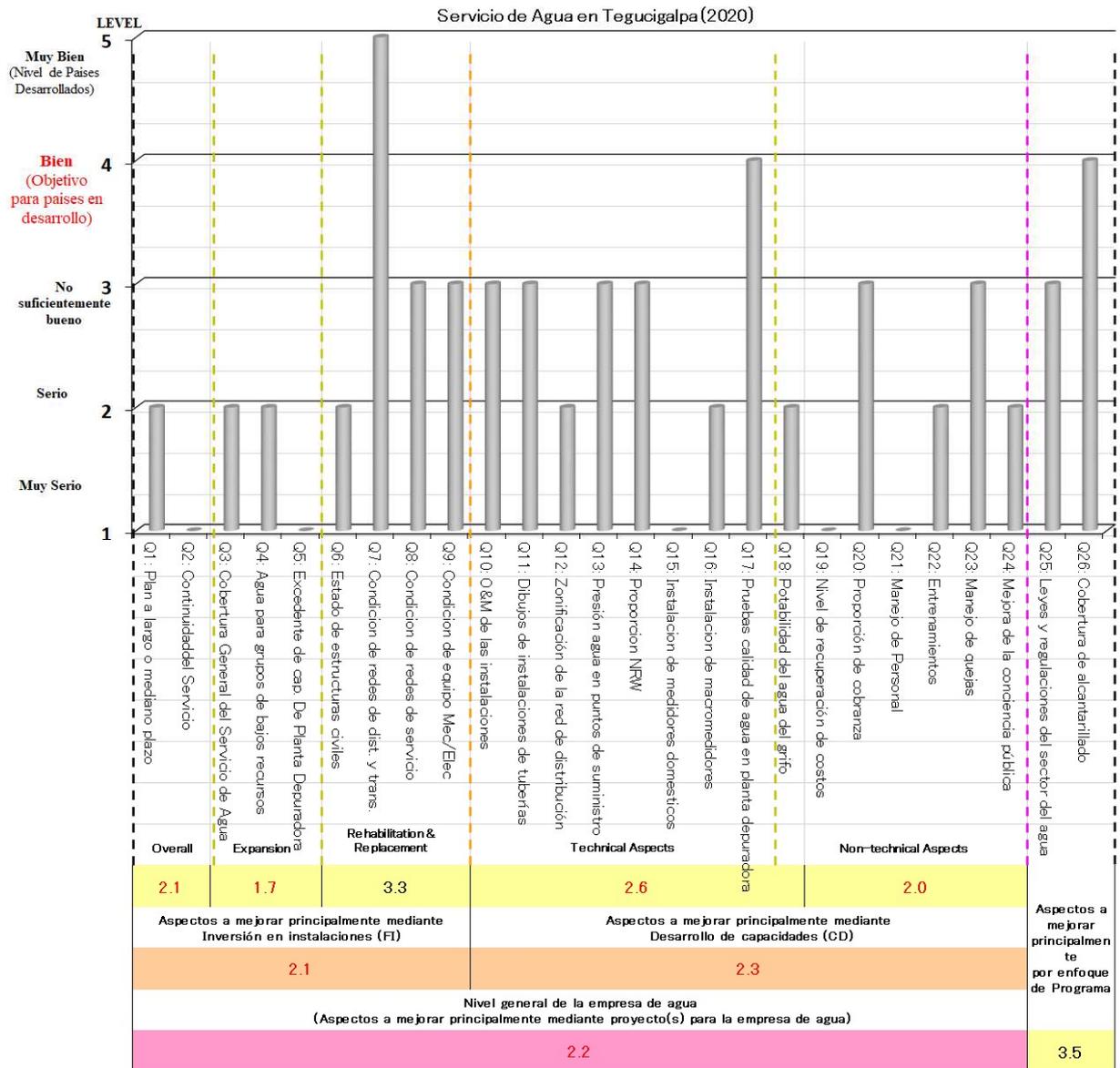


Figura 4-1-6 Gráfico de capacidad institucional de los EPS

Son pocas las variables que obtuvieron cuatro puntos, y existen numerosas variables con menos de tres puntos. La falta de capacidad es más acentuada en los aspectos financieros y gerenciales, más que técnicos, y es necesario fortalecer prioritariamente estas variables, para lograr construir una organización capaz de operar los servicios de agua potable sustentable y estable.

4-1-4 Situación administrativa y financiera

(1) Sistema tarifario de agua

Las tarifas de agua de Tegucigalpa son básicamente, controladas por volumen, con excepción de los clientes sin micromedidores de agua a quienes se les aplica la tarifa fija. Los usuarios residenciales son clasificados en cuatro categorías según el nivel de ingreso y las áreas geográficas, y a medida que aumenta el consumo, el precio unitario de agua y saneamiento aumenta gradualmente, así como los costos de gestión de medidores y costo de conexión fija. La tarifa de alcantarillado se establece en el 25 % de la tarifa de agua potable. El costo de gestión de medidores se define en 1.5 HNL, y el costo de conexión fija se difiere según la clasificación. A los clientes sin medidores se les cobra una tarifa fija resultante de la tarifa mínima más la tarifa de alcantarillado, costo de gestión de medidor y costo de conexión fija. En la siguiente tabla se presenta el sistema tarifario de agua potable

Tabla 4-1-7 Sistema tarifario de agua

Clasificación de clientes	Consumo (m ³)	Tarifa mínima (HNL/mes)	Precio unitario (HNL/m ³)	Tarifa fija	Ejemplo de cálculo (HNL)	
					Residencial general	
Residencial general 1 (Zonas pobres)	0-20	31.8	1.59	Exonerada	(Residencial 1) En el caso de consumir 20 m ³ /mes de agua	
	21-30		3.17		20 m ³ x L.1.59	31.80
	31-40		5.23		Costo de alcantarillado L.31.80 x 25 %	7.95
	41-50		9.1		Costo de control de medidores	1.50
	51-55		12.92		Tarifa de conexión fija (exoneración)	0.00
	56 o más		15.11		Total	41.25
Residencial general 2	0-20	65.6	3.28	25,00	(Residencial 2) En el caso de consumir 25 m ³ /mes de agua	
	21-30		4.05		L.65.6 + 5 x L.4.05	85.85
	31-40		6.18		Costo de alcantarillado L. 85.85 x 25 %	21.46
	41-50		10.54		Costo de control de medidores	1.50
	51-55		13.12		Tarifa de conexión fija (L.25.00)	25.00
	56 o más		16.79		Total	133.81
Residencial general 3	0-20	88.4	4.42	70,00	(Residencial 3) En el caso de consumir 35 m ³ /mes de agua	
	21-30		5.23		L.88.4 + 10 x L.5.23 + 5 x L.7.37	177.55
	31-40		7.37		Costo de alcantarillado L. 177.55 x 25%	44.39
	41-50		11.4		Costo de control de medidores	1.50
	51-55		14.42		Tarifa de conexión fija (L.70.00)	70.00
	56 o más		18.24		Total	293.44
Residencial general 4 Zona económicamente favorecida	0-20	141.6	7.08	150.00	(Residencial 4) En el caso de consumir 50 m ³ /mes de agua	
	21-30		8.9		L141.6+10x8+10x10.93+10x13.58	475.70
	31-40		10.93		Costo de alcantarillado L475.60 x 25%	169.75
	41-50		13.58		Costo de control de medidores	1.50
	51-55		16.86		Tarifa de conexión fija (L.150.00)	150.00
	56 o más		19.42		Total	746.13

Clasificación de clientes	Consumo (m ³)	Tarifa mínima (HNL/mes)	Precio unitario (HNL/m ³)	Tarifa fija	Ejemplo de cálculo (HNL)	
					Residencial general	
Comercial	0-20	119	5.95	175.00		
	21-30		7.96			
	31-40		12.17			
	41-50		16.03			
	51 o más		22.48			
Industrial	0-20	299.6	14.98	250.00		
	21-40		19.67			
	41 o más		29.12			
Gobierno	0-20	299.6	14.98	150.00		
	21-40		19.57			
	41 o más		29.12			
Junta de agua	0-40	116	2.9	Exonerada		
	41 o más		2.9			

Se habla de la cobertura de medidores en Tegucigalpa de un 39 % aproximadamente, sin embargo, esta cifra no incluye las averías o las insuficiencias de los medidores. A raíz de la propagación de COVID-19, las actividades de la lectura de medidores son más difíciles de realizar, por lo que todas las áreas, incluyendo áreas donde se cobraba por consumo, ahora pagan una tarifa fija. No obstante, ante la drástica reducción de los ingresos por tarifas, a partir de marzo del 2021 se reanudó el régimen tarifario por consumo.

Aunque la Subgerencia Comercial y la Subgerencia de Finanzas ya fueron trasladadas del SANAA a la UMAPS, el cobro de las tarifas sigue realizándose a nombre del SANAA, igualmente las facturas y los recibos se emiten a nombre del SANAA. Las ventanillas de pago de tarifa estaban en el SANAA central, sin embargo, después de la propagación de COVID-19, se cerraron las ventanillas, y en septiembre del 2021, el pago de la tarifa se realiza únicamente a través del pago automático desde la cuenta bancaria o pago en línea.

Por otro lado, la tasa de recuperación de tarifas es el 50 % aproximadamente, con alto porcentaje de pago en los hogares de clase media y alta y los sectores comercial e industrial. De los morosos, el 20 % paga la tarifa después de la segunda facturación, sin embargo, el restante 30 % permanecen morosos aun después de la segunda facturación. Usualmente, cuando no se paga la tarifa de agua por un mes, se toman las medidas contra los morosos que es la suspensión del servicio de agua, sin embargo, a partir de marzo del 2020, por motivo de estancamiento de las actividades económicas debido a la pandemia de COVID-19, la medida de suspensión del servicio de agua potable estaba interrumpida. No obstante, ante la reducción de los ingresos provenientes de la tarifa debido al aumento de morosos en un 35 %, a partir de marzo del 2021 se reinició la medida de suspensión del servicio de agua. El abastecimiento se reinicia cuando el usuario en mora haya pagado la tarifa pendiente y la comisión de re-conexión en la ventanilla de pago del SANAA.

La población de las áreas de Tegucigalpa que no están cubiertas por el acueducto, compran el agua de los camiones cisterna privados, y estas áreas son denominadas "bloques". Estas empresas llenan su cisterna con el agua del SANAA y transportan a la comunidad. El precio es más alto que el precio que pagan los usuarios con tarifa controlada por volumen. De acuerdo con la entrevista realizada por el

Equipo de Estudio, el precio de agua de los camiones cisterna es entre 10 y 15 veces más alto que la tarifa de acueducto del SANAA.

(2) Ingresos y gastos financieros

A continuación, se presentan el balance de pérdidas y ganancias y el balance financiero la División Metropolitana del SANAA en los últimos cinco años (2016-2020). Cabe resaltar que en las instituciones gubernamentales de Honduras, a partir del 2015 se utiliza el programa de software llamado SIAFI (Sistema integrado de administración y finanzas) de la Secretaría de Finanzas, por lo que en la División Metropolitana de SANAA también se registran los balances financieros en el formato de SIAFI.

Tabla 4-1-8 Balance de pérdidas y ganancias de la División Metropolitana del SANAA (2016-2020)

Unidad: lempiras

Ítem	2016	2017	2018	2019	2020
Ingresos					
Ingresos de tarifa	607,770,675	612,786,356	603,600,808	565,647,069	523,008,238
* (paja fija)	103,787,742	88,123,406	60,658,379	61,903,432	60,782,605
Tarifa de agua basada en lectura de medidores	375,569,899	389,173,278	338,667,886	325,294,877	303,196,584
Tarifa de agua no basada en la lectura de medidores (promediada)	136,569,532	140,022,813	202,996,965	187,249,707	184,749,422
Tarifa de agua regulada ajuste a facturación	(20,474,256)	(23,799,431)	(22,682,277)	(31,519,223)	(36,776,660)
Otras ventas de agua	12,317,758	19,266,291	23,959,856	22,718,275	11,056,287
Otros ingresos	270,833,533	297,879,496	611,747,897	322,697,725	868,366,775
Otros ingresos	11,873,974	17,404,813	3,599,116	2,330,206	3,205,572
Tarifa de conexión de agua (operación acueductos)	81,335,210	94,213,071	92,948,040	93,877,171	93,926,237
Tarifa de alcantarillado	113,900,685	117,482,953	123,839,178	117,976,702	111,599,747
Subsidios estatales transferencias recibidas	-	-	286,530,934	1,233,224	543,294,898
Ingresos financieros financiero	63,723,664	68,778,658	104,830,629	107,280,422	116,340,321
Total de ingresos	878,604,209	910,665,852	1,215,348,706	888,344,793	1,391,375,013
Gastos					
Costo de operación y mantenimiento de acueductos	444,366,214	452,400,937	452,963,586	479,637,918	372,260,574
Instalaciones de captación	46,273,526	44,560,142	45,132,375	46,903,813	40,423,429
Estaciones de bombeo	126,582,805	145,459,136	148,006,155	158,863,617	127,421,553
Plantas potabilizadoras	88,858,255	87,297,307	94,763,423	102,382,181	41,531,721
Líneas de conducción, distribución y transmisión	182,651,629	175,084,352	165,061,633	171,488,306	162,883,870
Operación y mantenimiento de alcantarillado	40,481,749	43,153,353	42,143,473	41,918,466	37,230,949

Aguas residuales tubería	40,481,749	43,153,353	42,143,473	41,918,466	37,230,949
Estaciones de bombeo y alcantarillado	-	-	-	-	-
Depreciación	71,690,760	71,607,600	71,607,600	71,607,600	71,607,600
Gastos de funcionamiento gastos de operación	441,870,207	617,076,483	727,795,597	445,621,671	912,506,574
Comerciales	84,246,327	75,284,623	72,289,729	72,006,278	62,218,573
Administrativos	351,457,950	524,919,574	623,589,184	342,647,789	813,451,513
Financieros	6,165,929	16,872,286	31,916,683	30,967,604	36,836,488
Total gastos	998,408,931	1,184,238,372	1,294,510,256	1,038,785,655	1,393,605,697
Excedente o (Deficit)	(119,804,722)	(273,572,520)	(79,161,551)	(150,440,861)	(2,230,684)

* Datos solo de los distritos Amapala, El Progreso, La Ceiba adyacentes a Tegucigalpa.

Fuente: Unidad de Presupuesto y Contabilidad de SANAA

Los costos de construcción de infraestructuras y renovación de grandes instalaciones son contabilizados en cuentas separadas de los proyectos correspondientes, por lo que no están incluidos en el balance de ganancias y pérdidas. Una vez transferida la responsabilidad de gestión de los sistemas de acueducto y alcantarillado del SANAA a la UMAPS, tanto las cuentas generales como las cuentas de los proyectos incluyendo los costos de construcción y renovación pasarán bajo control de la UMAPAS.

De acuerdo con el balance de ganancias y pérdidas (Tabla 4-8), los gastos superan los ingresos en la gestión de la División Metropolitana del SANAA en los últimos cinco años. En 2020, se redujo el consumo de agua potable debido al estancamiento de las actividades económicas a causa de la pandemia de COVID-19, y por ende, se redujeron sustancialmente los gastos de operación y mantenimiento de las instalaciones e infraestructuras. Sin embargo, a cambio aumentó drásticamente el pago de pensiones de retiro asociado con la transferencia de las operaciones. Como consecuencia, los gastos superaron los ingresos también este año.

Al observar la variación de los ingresos, estos aumentaron año tras año entre 2016 y 2018, pero se redujo en 2019 a tres cuartos en comparación con el año anterior a causa de la sequía. En 2020, se redujeron los ingresos por tarifas debido a la reducción del consumo por la razón indicada anteriormente, pero el monto de subsidio estatal para el pago de las pensiones de retiro asociado con la transferencia de operación fue tan alto que se registraron ingresos más altos en los últimos cinco años.

En cuanto a los gastos, el costo de operación y mantenimiento de las infraestructuras e instalaciones no ha variado entre 2016 y 2018, pero los gastos mostraron una tendencia de aumento debido al aumento de los gastos de funcionamiento. En 2019, los gastos experimentaron una reducción debido a la disminución sustancial de los gastos de funcionamiento. En 2020, se registraron los gastos más altos en los últimos cinco años debido al aumento de los gastos de funcionamiento, a pesar de que se redujeron los costos de operación y mantenimiento de acueductos. De los gastos de operación y mantenimiento de las instalaciones de agua potable en 2020, los gastos de operación y mantenimiento para las operaciones de las plantas potabilizadoras se redujeron hasta aproximadamente el 40% de los

gastos del año anterior. Esto se debe a los excedentes de los químicos (gas cloro) adquiridos en cantidades masivas en el año anterior se utilizaron en el siguiente año, además, se redujo el volumen de agua potabilizada debido a la pandemia de COVID-19, por estas razones, la reducción de estos gastos son notables. La razón por la cual aumentaron los gastos de funcionamiento (gastos administrativos) en 2020, está en el aumento del pago de pensiones de retiro de los empleados del SANAA a raíz de la transferencia de operaciones.

Tabla 4-1-9 Balance financiero de la División Metropolitana del SANAA (2016-2020)

Unidad: HNL

Ítem	2016	2017	2018	2019	2020
Activos					
Activo fijo	7,612,873,155	7,501,545,516	6,328,303,491	6,156,108,374	6,089,586,478
Bienes e instalaciones en servicios	4,241,026,025	4,293,073,475	4,561,981,806	4,377,837,457	4,311,315,561
Proyectos en desarrollo	3,371,847,131	3,208,472,042	1,766,321,685	1,778,270,917	1,778,270,917
Activo diferido	238,647,590	113,961,057	19,136,511	19,090,436	19,090,436
Depósitos en Garantía	116,060	116,060	116,060	69,985	69,985
Costos de depreciación	20,223,581	19,020,451	19,020,451	19,020,451	19,020,451
Cuentas a cobrar (inversiones por distribuir)	218,307,949	94,824,546	0	0	0
Proyecto de cuentas por cobrar	0	0	0	0	0
Activo circulante	1,205,940,705	1,261,050,190	1,346,473,842	1,424,462,742	1,841,390,287
Caja y bancos	61,473,431	21,025,576	60,064,918	55,149,891	270,827,366
Cuentas a cobrar neto	985,612,257	1,104,749,429	1,157,606,476	1,218,419,422	1,415,361,775
Otras cuentas a cobrar	5,434,757	15,451,757	18,877,069	18,192,441	21,828,759
Equipamiento Inventarios	153,420,260	119,823,428	109,925,380	132,700,988	133,372,387
(anticipados) Gastos Anticipados	0	0	0	0	0
Otros activos	852,075	0	0	0	0
Total activos	9,058,313,525	8,876,556,763	7,693,913,844	7,599,661,552	7,950,067,202
Patrimonio y pasivos					
Aportaciones	6,140,351,954	5,907,594,042	5,404,482,503	5,421,445,436	5,400,922,261
Aportación para Proyectos	3,365,008,791	3,348,399,990	2,536,657,751	2,535,710,398	2,535,710,398
Superávit (Déficit)	(1,442,247,379)	(1,696,691,170)	(1,821,647,831)	(1,969,941,216)	(1,968,319,271)
Pérdidas y ganancias diferidas del periodo anterior	(1,322,442,657)	(1,423,118,650)	(1,742,486,280)	(1,819,500,454)	(1,966,088,587)
Ganancia del ejercicio	(119,804,722)	(273,572,520)	(79,161,551)	(150,440,761)	(2,230,684)
Cuentas por pagar relacionados con proyectos	0	0	0	0	0

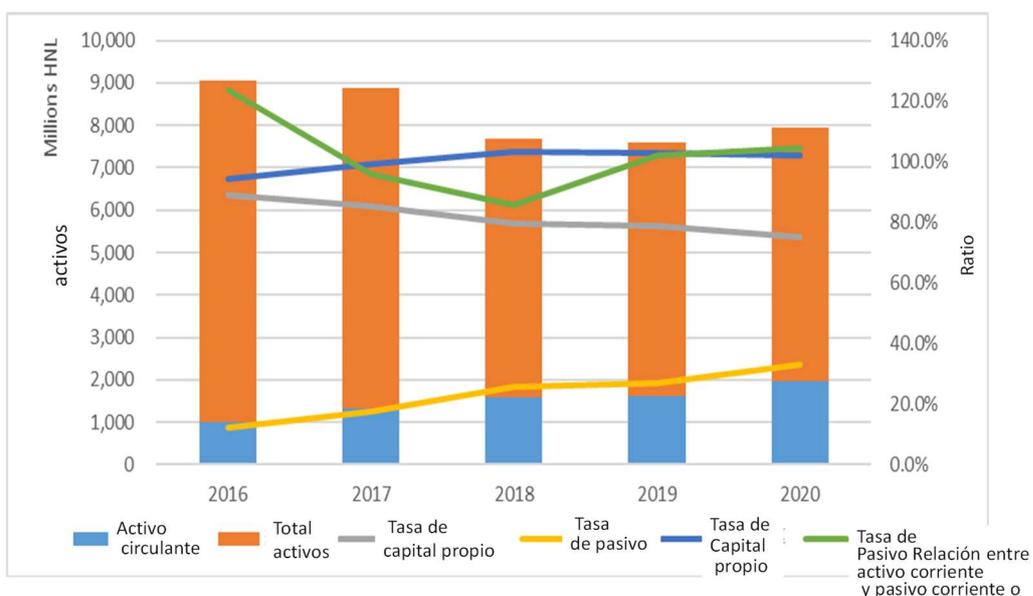
prestamos a largo plazo	20,440,705	0	0	217,896,953	217,896,953
Pasivo circulante	974,759,453	1,317,253,901	1,574,421,420	1,394,549,980	1,763,856,861
prestamos a corto plazo	22,625,170	236,807,681	272,422,066	27,454,141	43,443,428
documentos y cuentas a por pagar	940,800,628	1,072,760,341	1,292,709,871	1,351,714,129	1,705,197,775
Otras obligaciones por pagar	11,333,655	7,685,880	9,289,483	15,381,710	15,215,658
Total Patrimonio y Pasivo	9,058,313,525	8,876,556,763	7,693,913,844	7,599,661,552	7,950,067,202

Al observar el balance de la Tabla 4-9, mientras que el activo fijo muestra una tendencia decreciente en los últimos años, el activo circulante presenta una tendencia de relativo crecimiento. Por otro lado, tanto el activo y como el pasivo tienden a decrecer. De los indicadores financieros calculados aplicando estas cifras (Tabla 4-10) se observa que la gestión empresarial tiende a decrecer lentamente entre 2018 y 2020, aunque no ha llegado al nivel de considerar como dificultades financieras, Por lo tanto, se considera necesario mejorar la situación en los próximos años. La tasa de capital contable se reduce año tras año, pero se mantienen en un alto nivel de 75.1 %, lo que se traduce en una gestión empresarial estable. Por otro lado, la tasa de deudas (mejor cuanto más baja sea) no es alta con 33.2 % en 2020, pero muestra una tendencia de aumento en los últimos cinco años. La relación de activo fijo excede los 100 % después de 2018, cuando se considera que la relación ideal es de menos de 100 %. Aun así, se considera que el nivel es sano. La relación entre activo corriente y pasivo corriente del SANAA se mantiene en el orden del 100 % en los últimos años, cuando se considera que el nivel de 150 - 200 % representa que la gestión es estable. Se dice que la División Metropolitana del SANAA y la Subgerencia de Finanzas de la UMAPS no utilizan indicadores propios, y el análisis de las tendencias se realiza comparando los parámetros con los del año anterior.

Tabla 4-1-10 indicadores financieros de la División Metropolitana del SANAA (2016-2020)

Unidad: HNL

	2016	2017	2018	2019	2020
a. Activo y pasivo	995,200,159	1,317,253,901	1,574,421,420	1,612,446,933	1,981,753,814
b. Capital propio (activo neto)	8,063,113,366	7,559,302,862	6,119,492,424	5,987,214,619	5,968,313,388
c. Total activos (a+b)	9,058,313,525	8,876,556,763	7,693,913,844	7,599,661,552	7,950,067,202
d. Tasa de capital propio (b/c)	89.0 %	85.2 %	79.5 %	78.8 %	75.1 %
e. Tasa de pasivo (a/b)	12.3 %	17.4 %	25.7 %	26.9 %	33.2 %
f. Activo fijo	7,612,873,155	7,501,545,516	6,328,303,491	6,156,108,374	6,089,586,478
g. Relación de activo fijo (f/b)	94.4 %	99.2 %	103.4 %	102.8 %	102.0 %
h. Activo circulante	1,205,940,705	1,261,050,190	1,346,473,842	1,424,462,742	1,841,390,287
i. Pasivo circulante	974,759,453	1,317,253,901	1,574,421,420	1,394,549,980	1,763,856,861
j. Relación entre activo corriente y pasivo corriente (h/i)	123.7 %	95.7 %	85.5 %	102.1 %	104.4 %



Figra 4-1-7 Activos e indicadores financieros de la División Metropolitana del SANAA (2016-2020)

Lo que se requiere atención en las entrevistas con la Subgerencia de Finanzas es la deuda que tiene que pagar a la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE). Se habla de que el SANAA debe a la ENEE una deuda de un billón de HNL (unos USD42 millones). Por otro lado, a raíz de la pandemia de COVID-19, ENEE comenzó a cobrar intereses a la deuda de la tarifa eléctrica, por lo que los gastos tienden a aumentar. Con respecto a la deuda, la Ley Marco establece que el SANAA no puede trasladar su deuda a la UMAPS, por lo tanto, podemos afirmar que si no paga esta deuda de la tarifa eléctrica, el traslado hacia la UMAPS no terminará. Para reducir la creciente tarifa eléctrica, es una tarea urgente implementar las medidas de ahorro energético y mejorar la eficiencia energética.

(3) Servicio al cliente y atención de reclamos

El servicio al cliente y la atención de reclamos es responsabilidad de la Subgerencia Comercial. Mensualmente llegan unos 2.000 reclamos como se muestra en la siguiente Tabla. La mayoría de las quejas es que el consumo de agua que aparece en la factura es excesivamente mayor que el consumo actual. Otras quejas se relacionan con esto, hay muchos reclamos para comprobar los resultados de la lectura del medidor, señalar los errores de lectura, comprobar la categoría/segmento del régimen tarifario, etc. Estos reclamos reflejan la inconformidad ante la falta de volumen de agua debido al abastecimiento intermitente de una vez cada 3-5 días.

Tabla 4-1-11 Contenido y número de reclamos (marzo de 2021)

Contenido de reclamos	Número de reclamos (marzo de 2021)
Consumo excesivo de agua	1,437
Facturación a las viviendas inhabitadas	274
Suspensión del servicio a las viviendas inhabitadas	58

Contenido de reclamos	Número de reclamos (marzo de 2021)
Comprobación de los resultados de la lectura del medidor	55
Prueba de calidad del agua	51
Comprobación de la categoría/segmento	26
Diferencia en el consumo de agua	25
Error en la lectura del medidor	21
Suspensión del servicio a las viviendas habitadas	13
Búsqueda de medidores	6
Comprobación de los datos del medidor instalado	4
Comprobación de la conexión del alcantarillado	4
Comprobación de la conexión del servicio	2
Otros	6
Total	1,980

(4) Impacto de COVID-19

También se realizaron entrevistas sobre el impacto de COVID-19 que se propagó desde marzo del 2020 en el negocio de agua. A continuación, se enumeran los principales impactos.

- Se incrementaron los gastos de químicos, PPE (equipos de protección personal), pruebas de antígeno, etc.
- Se tomaron las medidas de reducción o condonación de tarifas de agua y se interrumpió la suspensión del servicio (reanudado en marzo del 2021).
- Se deterioró el servicio de agua potable por el toque de queda que obligó a los funcionarios quedarse en casa.
- Debido al toque de queda y las regulaciones de tránsito, se obligó a cambiar los planes de adquisiciones.
- Las limitaciones del uso del transporte público hicieron incrementar gastos de transporte para ir y regresar de la oficina.
- Al mejorar las instalaciones de alcantarillado y drenaje pluvial, se incrementaron los gastos.
- Se modificó la distribución del personal (el personal mayor de 60 años fue trasladado y reemplazado por personal más joven).
- Los ingresos provenientes de la tarifa se redujeron en un 35%, sobre todo, en un 40% en caso de ingresos provenientes de los hogares en general.
- Las tarifas no pagadas de las instituciones gubernamentales se cancelaron de una sola vez.
- La deuda de la tarifa eléctrica acumuló intereses y se incrementaron los gastos de tarifa eléctrica.
- Se cerraron las ventanillas de pago de la tarifa y el pago de la tarifa se acepta únicamente a través del pago automático de la cuenta o pago en línea.

4-2 Desafíos del organismo ejecutor

(1) Fortalecimiento de las capacidades de gestión de servicios de la UMAPS

Las infraestructuras de acueducto de Tegucigalpa constituyen activos de la AMDC, y la UMAPS

asume la operación y mantenimiento de estas infraestructuras como un EPS económica y financieramente independiente. Sin embargo, si bien es cierto que la UMAPS ha sido creada en 2015, aún no se ha terminado el proceso de transferencia de los servicios del SANAA al mes de abril de 2021, y recién las secciones de finanzas y comercial. La transferencia de operaciones a la UMAPS está siendo impulsada gradualmente de sección a sección con la asistencia del Banco Mundial, con la expectativa de terminar a finales de 2021. La UMAPS cuenta con aproximadamente 360 empleados al mes de abril de 2021. Muchos de los empleados capacitados del SANAA se retiraron y no se sabe en este momento cuántos de ellos fueron contratados por la UMAPS. Lo ideal sería que junto con las infraestructuras, sean transferidos también todos los conocimientos, técnicas y experiencias acumulados por el SANAA en materia del funcionamiento, operación y mantenimiento de los servicios. La mayoría de la información proporcionada al Equipo de Estudio sobre el funcionamiento, operación y mantenimiento al mes de abril de 2021, fue proporcionada por el SANAA. Para que la UMAPS pueda funcionar como un EPS sano, es necesario absorber la información, experiencias y conocimientos acumulados por el SANAA, a la par de fortalecer las capacidades de gestión de planes, activos, financiera, información y datos, funcionamiento, operación y mantenimiento de las infraestructuras, gestión de clientes, etc. y construir una base estable como EPS. Asimismo, la AMDC, asistida por el Banco Mundial, ha elaborado en 2018 un plan de negocios de UMAPS que incluye un plan de mejoramiento de la eficiencia de servicios y del sistema de agua potable, así como el plan de inversión. Sin embargo, pese a que han transcurrido tres años desde su elaboración, el plan de negocios no ha sido puesto en práctica por desfase del tiempo, siendo necesario actualizar dicho plan.

(2) Mejora de las políticas financieras

Pese a que la tasa de inflación en la ciudad capital de Honduras asciende a un 60 % en la última década, la tarifa de acueducto y alcantarillado al mes en que se ejecutó el presente Estudio en 2021, se mantiene en el mismo nivel establecido en 2010, siendo necesario revisar el sistema tarifario. La tarifa actual de acueducto y alcantarillado no cubre todo el costo de funcionamiento, operación y mantenimiento de los sistemas, y el promedio de déficit comercial en los últimos cinco años excede el 10 %. Existe un elevado porcentaje de clientes no registrados o no clasificados correctamente, lo que se traduce en la deficiencia de facturación. La tasa de ANF se calcula en 32.9 %, que en su mayoría se debe al abastecimiento intermitente de agua. La tasa de instalación de los medidores es de aproximadamente 39 % de acuerdo con la información de la AMDC, y para el resto se aplica la tarifa fija con base el consumo fijo estimado. La tarifa fija consiste en pagar un determinado monto independientemente al volumen de agua consumida, y esto puede inducir al consumo excesivo o despilfarro de agua, obstaculizando una gestión financiera equilibrada. Detrás de la aplicación de un sistema tarifario un tanto desfasado está una serie de factores como la brecha entre el plan y la inversión, gestión inadecuada de los servicios de abastecimiento de agua, baja productividad laboral, falta de planificación financiera adecuada, etc. Para mejorar los servicios de abastecimiento de agua potable, es urgente elaborar un plan de desarrollo de infraestructuras y de inversión viable, mejorar el marco de gestión, capacitar el personal en la gestión de los planes, y la elaboración de políticas financieras adecuadas.

(3) Coordinación entre la Subgerencia Comercial y la Subgerencia Técnica

El problema planteado por la UMAPS sobre la organización es que los cambios en el volumen de suministro incluyendo nuevas conexiones y suspensiones del servicio no están reflejados en el análisis de redes de tuberías, por tanto, se observan incoherencias entre la situación actual del servicio de agua en los extremos y los datos del análisis hidráulico para la gestión de la distribución. Específicamente, el análisis hidráulico basado en el volumen de producción, la capacidad del tanque de distribución, etc. en las plantas potabilizadoras de aguas arriba es determinante para asignar el volumen de distribución y establecer el volumen de suministro y el horario de abastecimiento para cada sector. Mientras en aguas abajo, a solicitud de los usuarios, se realizan diariamente trámites para nuevas conexiones y suspensiones por nuevas construcciones o mudanzas, y se verifica el consumo de los usuarios mediante la lectura de los medidores o por las fallas del medidor, etc. De esta manera, la empresa que presta el servicio de agua se informa del volumen de abastecimiento. Sin embargo, según la Subgerencia Comercial responsable de la verificación del consumo, los datos más recientes de los usuarios que posee la empresa no están siendo utilizados para el análisis de las redes de tuberías, por ende, no está mejorando el servicio de abastecimiento de agua potable. Por esta razón, para mejorar el servicio de abastecimiento, sería bueno coordinar estrechamente entre la Subgerencia Técnica responsable del volumen de producción y el volumen de distribución en aguas arriba y la Subgerencia Comercial responsable del volumen de abastecimiento y la atención de reclamos en aguas abajo, con la finalidad de intercambiar la información y reflejar los datos más recientes de los usuarios en el análisis de las redes de tuberías, de esta manera, podrán brindar un servicio de agua potable que responda exactamente a las necesidades del cliente con alto nivel de satisfacción del cliente. Mejorar el nivel de satisfacción del cliente implica obtener ingresos estables por tarifa, y esto es indispensable para alcanzar el objetivo de fortalecer la base de gestión de la empresa prestadora de servicios, por consiguiente, la coordinación entre la Subgerencia Comercial y la Subgerencia Técnica y la consecuente coherencia entre aguas arriba y aguas abajo es una importante tarea

