

**CAPÍTULO 5 RESULTADOS DE LA  
DEMOSTRACIÓN CON EQUIPOS Y  
MATERIALES DE JAPÓN**



## Capítulo 5 Resultados de la Demostración con Equipos y Materiales de Japón

### 5-1 Antecedentes

En el presente Estudio, se realizó una demostración con equipos y materiales adquiridos en Japón, teniendo en mente el resultado esperado propuesto por el Proyecto que es la posibilidad de utilizar las tecnologías japonesas en el proyecto de Préstamo AOD y de cooperación técnica. Entre varias tecnologías japonesas mencionadas como tecnologías más ventajosas en Honduras que ofrecen eficiencia energética en el estudio anterior “Estudio de Recopilación y Verificación de la Información para la Cooperación JICA-BID en los Sectores de Agua y Saneamiento para América Latina”, se seleccionó la tecnología de “Medidas contra las fugas de agua” para ser verificada en este Estudio, por ser una tecnología viable para implementar demostrativamente a corto plazo, la más efectiva en este momento como medidas de mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua potable en la ciudad de Tegucigalpa

Tabla 5-1-1 Comparación de la Factibilidad de las Tecnologías Japonesas más Ventajosas

Tecnologías Japonesas	Viabilidad para implementar demostrativamente	Selección
Sistema de micro planta hidroeléctrica utilizando la presión excedente de agua	Es necesario instalar un sistema de micro generación hidroeléctrica y se requiere tiempo para verificar el efecto.	△
Bomba de alta capacidad tipo ahorro energético (control por VFD)	Se puede esperar un alto efecto de ahorro energético al utilizar una bomba de alta eficiencia y el control por Variador de Frecuencia (VFD), sin embargo, no es idóneo para la demostración.	△
Medidas contra las fugas de agua	Las medidas contra las fugas es una tecnología sumamente efectiva para corregir los problemas del sistema de abastecimiento de agua potable en Tegucigalpa, incluyendo la falta de volumen de agua, el abastecimiento ineficiente y el inadecuado control de las presiones. En comparación con otras tecnologías japonesas, la demostración puede llevarse a cabo en un corto periodo de tiempo, ya que no es necesario instalar ningún equipo.	◎
Medidor de agua de alto rendimiento	El medidor de agua de alto rendimiento equipado con la función de comunicación es útil para monitorear el volumen de agua, sin embargo, considerando la adquisición y las obras de instalación, no es idóneo para	△

	la demostración, más bien es para las actividades piloto.	
Control automático (monitoreo automático), y control y monitoreo remoto de las operaciones (sistema SCADA)	La introducción del sistema SCADA y el sistema de control automático al reemplazar las instalaciones permite conocer fácilmente la eficiencia de las operaciones en las instalaciones, sin embargo, se requiere tiempo para la instalación y no es idóneo para la demostración.	△

## 5-2 Objetivos

La detección general de las fugas de agua es sumamente difícil en la ciudad de Tegucigalpa, ya que en la mayoría de las áreas el agua se suministra una vez cada cinco días por unas 12 horas. Las razones por las cuales es difícil detectar las fugas de agua durante el periodo de racionamiento son las siguientes:

- Poco tiempo de abastecimiento de agua dificulta la aparición de las fugas de agua en la superficie.
- Poco tiempo disponible para poder detectar.
- Cuando hay servicio, la mayoría de los usuarios están utilizando el agua, y el ruido que se genera por esto dificulta escuchar el sonido de las fugas de agua.
- No se puede realizar el estudio de fugas si no hay servicio de agua.

La demostración en este estudio tuvo limitantes de tiempo y presupuesto, por consiguiente, en vez de realizar una detección general de fugas donde se aísla hidráulicamente el área piloto y se abastece de agua únicamente en ese sector durante 24 horas, se realizó un estudio de fugas de agua utilizando las tecnologías japonesas que permiten la detección, aún bajo condiciones de racionamiento de agua.

## 5-3 Antecedentes de la Selección de Equipos y Materiales

Se evaluaron y se seleccionaron los equipos y materiales de detección de fugas de agua que se utilizaron en la demostración, tomando como referencia los parámetros de análisis de la Tabla 5-3-1. En la siguiente Tabla 5-3-2 se muestran los resultados de la evaluación.

Tabla 5-3-1 Parámetros de Análisis de los Equipos y Materiales para la detección de fugas

Parámetros	Contenido
Objetos del estudio	Tanto las conexiones domiciliarias como las tuberías de distribución son objetos del estudio. Con respecto a las tuberías de distribución, se evaluará desde el punto de vista de cuál de los siguientes se puede detectar: área de fuga (superficie), tubería con fuga (línea) y lugar de fuga (punto).
Ambiente de aplicación	① Aplicabilidad a los tubos de PVC La detección de fugas de agua depende en gran medida del material de la tubería y del entorno del estudio. Dado que la tubería de PVC es un material

	<p>que difícilmente transmite el sonido de la fuga de agua, evaluamos el equipo que puede realizar la detección de fugas incluso para tuberías de PVC.</p> <p>② Aplicabilidad en baja presión de agua</p> <p>El ruido de las fugas tiende a reducirse en entornos con baja presión de agua. Por lo tanto, evaluamos los equipos que pueden utilizarse para la detección de fugas incluso con baja presión de agua.</p> <p>(3) Influencia del ruido</p> <p>El ruido, como el de los vehículos que circulan o el viento, suele afectar a el estudio. Por lo tanto, se debe evaluar el equipo que puede llevar a cabo la detección de fugas incluso en condiciones ruidosas.</p> <p>(4) Estudio de fugas en caso de suministro de agua intermitente</p> <p>Si el tiempo de suministro de agua es inferior a 24 horas (especialmente si el tiempo de suministro de agua es inferior a 12 horas), no es posible detectar fugas con equipo que necesite un servicio de agua continuo.</p>
Horario de trabajo	<p>Los estudios de fugas se realizan normalmente por la noche, cuando el consumo de agua es bajo y hay menos ruido urbano. Sin embargo, debido a los problemas de seguridad en Tegucigalpa, es difícil realizar trabajos nocturnos, por lo que se deberán evaluar los equipos que puedan utilizarse durante la jornada laboral.</p>
Nivel técnico requerido	<p>Se deberá evaluar de la siguiente manera el nivel técnico requerido para que el personal pueda aprender cómo usar los equipos: “Alto: Requiere mucho tiempo.”, “Medio: Requiere algo de tiempo.” y “Bajo: Puede usar fácilmente.”</p>
Criterio de aplicación	<p>Tomando en cuenta las características anteriores, se indica la política de adquisición en el presente Estudio. “○: Aplicable.”, “×: No Aplicable.”</p>

Tabla 5-3-2 Equipos de detección de fugas propuestos

Método de Detección de Fugas	Objetos del estudio				Ambiente de aplicación				Horario de trabajo	Nivel técnico requerido	Criterio de Selección
	Tuberías de distribución			Conexiones domiciliarias	Abastecimiento de 24 horas			Servicio en Horario Limitado			
	Superficie	Línea	Punto		PVC	Baja presión	Ruidos				
Caudalímetro ultrasónico	○	○	×	×	○	○	○	×	Durante la noche	Bajo	×
Varillas acústicas (escucha directa, electrónica)	×	○		○	×	×	×	×	Durante el día	Escucha directa: Alto Electrónica: Medio	×
Geófono localizador de fugas	×	×	○		×	×	×	×	Durante la noche	Bajo	×
Correladores para la localización de fugas (dos puntos)	×	×	○		△	×	×	×	Principalmente durante la noche	Alto	×
Correladores para la localización de fugas (multipuntos)	○	○	○		×	×	×	×	Posible durante el día	Alto	×
Detector de fugas por integración de tiempo	×	○	×	○	×	×	×	×	Durante el día	Bajo	×
Localizador de tuberías PVC por inducción electromagnética (detector de tuberías no metálicas)	×	×	○	×	○	○	○	×	Durante el día	Bajo	×
<b>Detector de fugas por gas trazador</b>	×	×	○	○	○	○	○	○	<b>Durante el día</b>	<b>Bajo</b>	○

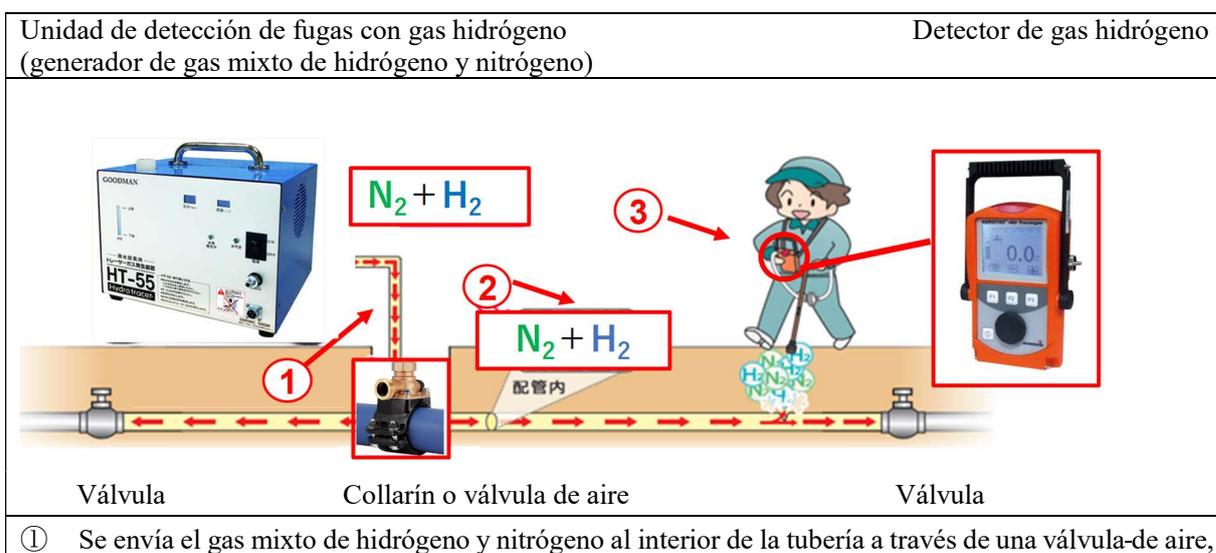
Tomando en cuenta los resultados de la selección anterior, en la demostración del presente Estudio se verificó la posibilidad de aplicación del detector de fugas por gas trazador, que permite estudiar tanto las tuberías de distribución como las conexiones domiciliarias, y que es el único equipo de estudio de fugas adaptable a la situación del racionamiento de agua en la ciudad de Tegucigalpa.

### 5-3-1 Detector de Fugas por Gas Trazador

Se introducirá la tecnología de detección de fugas de agua que permite detectar con seguridad el lugar de la fuga bajo racionamiento de agua. El proceso de esta tecnología es de la siguiente manera: se genera el gas trazador para el estudio en el terreno (gas mixto de 4 % hidrógeno y 96 % nitrógeno), se introduce el gas a la tubería de agua potable, se realiza la detección del gas hidrógeno que sale desde el lugar de la fuga utilizando el detector de gas hidrógeno.

Tabla 5-3-1 Características del Detector de Fugas por Gas Trazador

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Permite detectar microfugas en la condición de baja presión, lo que el método convencional con varillas acústicas difícilmente detecta.</li> <li>▪ Permite detectar fugas en los sectores bajo racionamiento de agua.</li> <li>▪ Permite trabajar de día en los lugares de mucho tránsito y mucho ruido.</li> <li>▪ No es afectado por la profundidad del tubo enterrado, el tipo o diámetro del tubo.</li> <li>▪ El gas tiene poco riesgo de explosión y es seguro para el cuerpo humano, por lo que no hay problema introducirlo directamente en la tubería de agua potable.</li> </ul>
Desventajas	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cuando se realiza la generación de gas, en el terreno se requiere un generador eléctrico.</li> <li>▪ Es necesario aislar el tramo del estudio cerrando la tubería con una válvula, etc. para poder inyectar el gas y cargar la tubería.</li> </ul>



un collarín, ó el medidor de agua.

② Se llena la tubería con gas hidrógeno y nitrógeno.

③ Se realiza la detección del gas hidrógeno con el detector de gas y se localiza la fuga de agua.

Figura 5-3-1 Resumen de generador de gas trazador y detector de gas hidrógeno

El método de detección con gas trazador tiene muchas ventajas, sin embargo, en comparación con otros métodos, este método no se había difundido por el alto costo de adquisición del tanque de gas. No obstante, en los últimos años, en Japón se desarrolló la tecnología de generación del gas trazador a través de la electrólisis del agua para generar el gas hidrógeno y luego mezclar con el nitrógeno en el aire, y esta tecnología se está utilizando actualmente en Japón. El costo de generación del gas es apenas 1/60 del costo de tanque de gas. Con un pequeño generador eléctrico y agua destilada se puede generar el gas mixto de hidrógeno y nitrógeno, y no se requiere un material o una tecnología especial para usarlo en forma continua.

### **5-3-2 Equipos y materiales necesarios para la detección de fugas de agua**

Para detectar las fugas de agua con gas trazador, se inyecta el gas a través de un collarín, una válvula de aire, o un hidrante, sin embargo, si la tubería no cuenta con estos accesorios, se instala un collarín y desde ahí se inyecta el gas. Antes de realizar el trabajo de detección de fugas, es necesario comprobar la ubicación de la tubería enterrada. En caso de que no exista un plano de la tubería o no se sabe la ubicación exacta de la tubería, se utiliza un localizador de tuberías PVC por inducción electromagnética para localizar la ubicación de la tubería enterrada.

### **5-3-3 Propuestas de Materiales para la Reparación de Fugas de Agua**

Tanto dentro como fuera de Japón, más del 90 % de las fugas de aguas de los EPS de las tuberías de distribución y las conexiones domiciliarias son fugas en las conexiones domiciliarias, y muchas fugas son desde la conexión del tubo (rosca, parte de la junta). Por esta razón, es importante reparar las fugas de agua en el punto de conexión de las conexiones domiciliarias. En la demostración, se propuso emplear las tecnologías japonesas también para reparar rápidamente las fugas localizadas. Se propuso utilizar la abrazadera de reparación del tubo (rosca a presión) para reparar las fugas en las tuberías de distribución, como método de reparación temporal de la fuga, y utilizar la cinta de reparación (cinta adhesiva impermeable de goma) para reparar las fugas en el punto de las conexiones domiciliarias y en el collarín de derivación.



Figura 5-3-2 Reparación de fugas con abrazadera de presión



Figura 5-3-3 Procedimiento de reparación de fugas con cinta adhesiva impermeable de goma

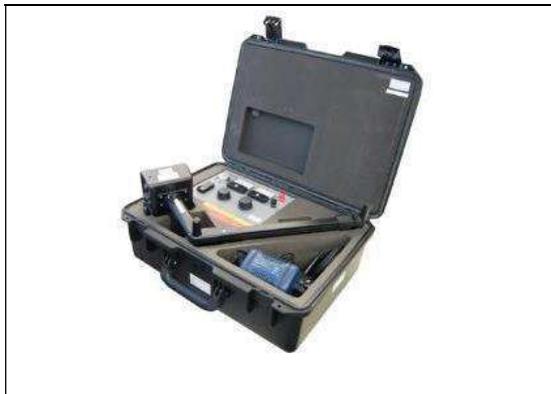
### 5-3-4 Equipos Utilizados

En la Tabla 5-3-2 se muestran los equipos utilizados necesarios para la detección de fugas de agua y en la Figura 5-3-4 se muestran las fotografías de los equipos utilizados.

Tabla 5-3-2 Equipos y materiales para la demostración

	Nombre del equipo	Objetivo de uso	Cantidad	Procedencia
1	Localizar la ubicación de la tubería enterrada			

1)	Localizador de tuberías PVC por inducción electromagnética	• Confirmar la ubicación de la tubería enterrada cuando no existe un plano de la tubería o no se sabe la ubicación exacta de la tubería.	1	Japón
2	Localizar el lugar de la fuga			
1)	Generador de gas trazador	• Generar el gas mixto de hidrógeno y nitrógeno en el terreno.	1	Japón
2)	Detector de gas hidrógeno	Detectar el componente hidrógeno del gas trazador que emana del lugar de la fuga hacia la superficie del suelo.	1	Japón
3)	Pequeño generador eléctrico	Es necesario como fuente de energía del generador de gas trazador. Potencia: 1.8 kVA, Voltaje: 100V	1	Honduras
3	Reparación del lugar de la fuga			
1)	Cinta adhesiva impermeable de goma	• Se utiliza para reparar las fugas en las conexiones domiciliarias y las tuberías de distribución.	10	Japón
2)	Abrazadera de presión	• Se utiliza para reparar las fugas en la parte de conexión y la parte de línea recta de las tuberías de distribución.	10	Japón



Localizador de tuberías PVC por inducción electromagnética



Generador de gas trazador

	
Detector de gas hidrógeno	Pequeño generador eléctrico
	
Cinta adhesiva impermeable de goma	Abrazadera de presión

Figura 5-3-4 Fotografías de los Equipos y Materiales para la Demostración

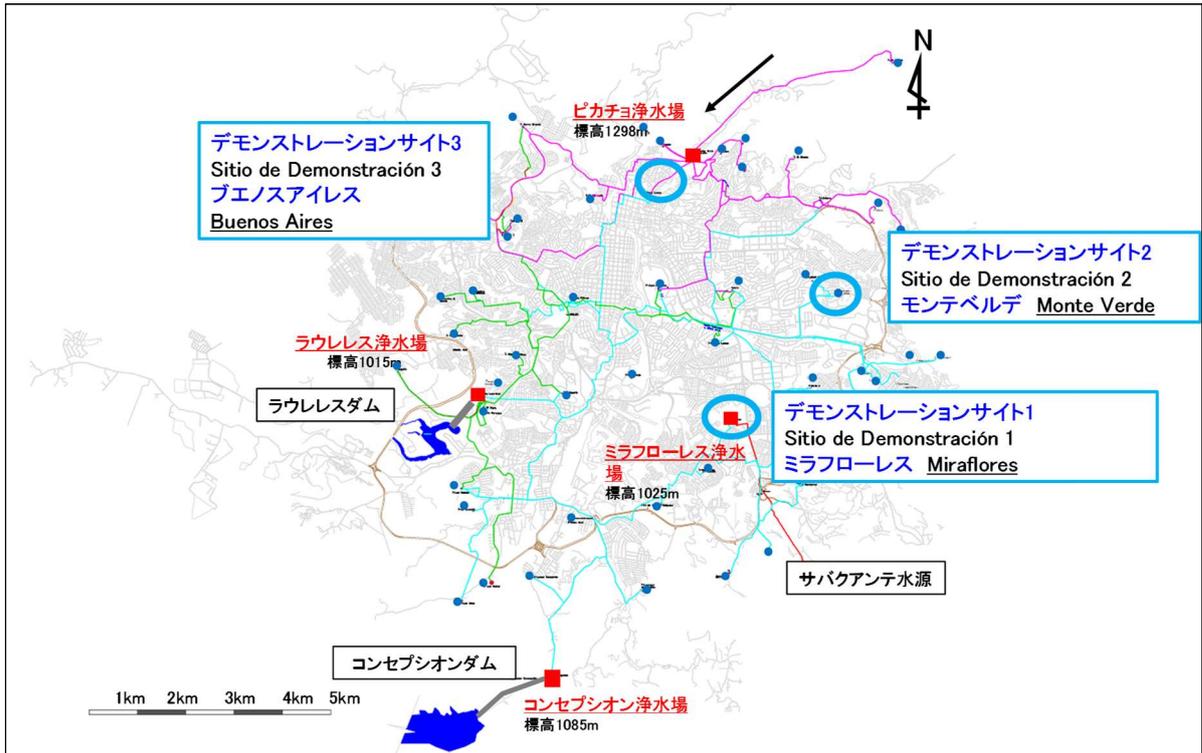
#### 5-4 Selección del Area de Ejecución

En la presente demostración, fue necesario aislar adecuadamente la tubería para la inyección del gas. La Primera Fase del presente Estudio se realizó en forma remota, por lo que se solicitó a la AMDC y la UMAPS la selección de los sitios candidatos para la demostración, que fueran lugares que tengan siempre un plano de las red de tuberías. Como resultado, se seleccionaron la Colonia Miraflores, la Colonia Jardines de Miraflores y la Colonia Miraflores Sur. Posteriormente, mientras se realizaba la demostración en Honduras desde agosto del 2021, la UMAPS nos solicitó que realizáramos una demostración en la Colonia Monteverde donde hay muchas fugas de agua. Asimismo, después de realizar la demostración en la Colonia Miraflores y la Colonia Monteverde, se realizó otra demostración para obtener mayores datos de verificación en la Zona Buenos Aires donde dicen que hay relativamente muchas fugas de agua. En la Tabla 5-4-1 se muestra la descripción general de las colonias objeto de demostración y en la Figura 5-4-1 se muestra el mapa de las colonias objeto de demostración.

Tabla 5-4-1 Descripción general de las Colonias Objeto de la Demostración

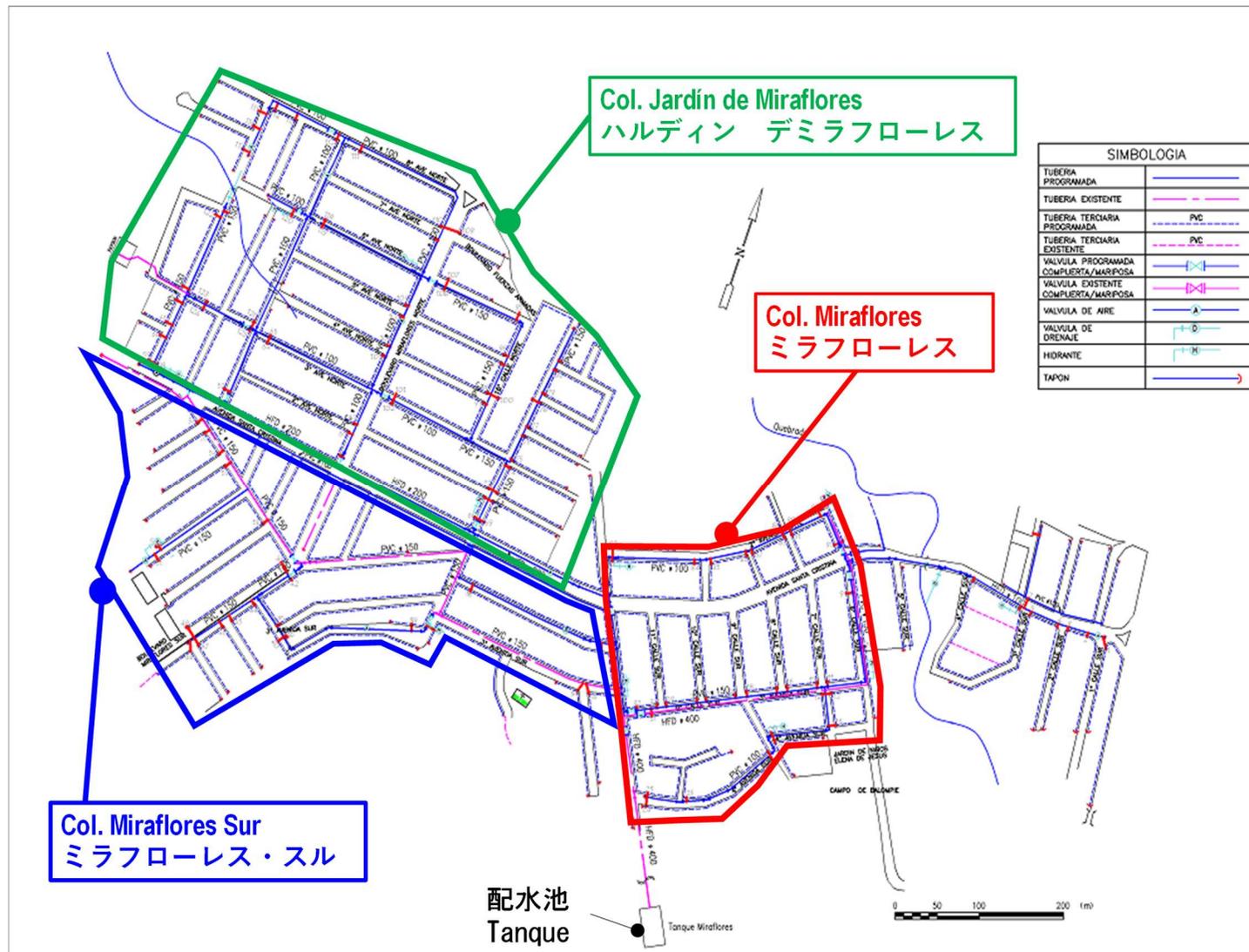
NO	Nombre de la colonia	Características
1	Miraflores	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recibe el agua distribuida por gravedad (30-50m de diferencia de elevación) desde el tanque de agua potable de la Planta Potabilizadora Miraflores. El tanque de agua potabilizada y la red de tuberías de distribución fueron construidos en 2004 con la Cooperación Financiera no</li> </ul>
	Jardín de Miraflores	
	Miraflores Sur	

NO	Nombre de la colonia	Características
		<p>Reembolsable de Japón. Está sectorizada en bloques. El agua se distribuye derivando la tubería primaria (<math>\phi</math>100-150 mm) de <i>tubo de hierro dúctil</i> (DCIP) hacia la tubería secundaria (<math>\phi</math>50 mm) de PVC, luego desde la tubería secundaria hasta las conexiones domiciliarias (<math>\phi</math>13 mm) de PVC. El plano de las tuberías está guardado en planos de CAD.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tiempo de abastecimiento es de una vez cada cinco días por 15 horas (4:00-19:00).</li> </ul>
2	Monteverde	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recibe el agua distribuida por gravedad (10-20m de diferencia de elevación) desde el tanque de distribución de Universidad Norte. La tubería de distribución fue instalada alrededor de 1990, hace unos 30 años. El mapa está guardado en el sistema GIS de la AMDC. No está sectorizada en bloques. El agua se abastece directamente desde la tubería primaria (<math>\phi</math>100-150 mm) de DCIP hasta las conexiones domiciliarias (<math>\phi</math>75 mm) de PVC.</li> <li>• El tiempo de abastecimiento es de una vez cada cinco días por 15 horas (17:00-8:00)</li> </ul>
3	Buenos Aires	<p>Recibe el agua distribuida por gravedad (300m de diferencia de elevación) desde el tanque de agua potabilizada de la Planta Potabilizadora El Picacho. Se utiliza la válvula reductora de presión para reducir la presión, sin embargo, en los últimos años en el barrio se observan muchas fugas debido a la avería de la válvula reductora de presión. Al igual que la Colonia Miraflores fue construido en 2004 con la Cooperación Financiera no Reembolsable de Japón. Está sectorizada en bloques. El agua se distribuye derivando la tubería primaria (<math>\phi</math>100-150 mm) de DCIP hacia la tubería secundaria (<math>\phi</math>50 mm) de PVC, luego desde la tubería secundaria hasta las conexiones domiciliarias (<math>\phi</math>13 mm) de PVC. El plano de las tuberías está guardado en planos de CAD.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El tiempo de abastecimiento es de una vez cada cinco días por 11 horas (19:00-6:00).</li> </ul>

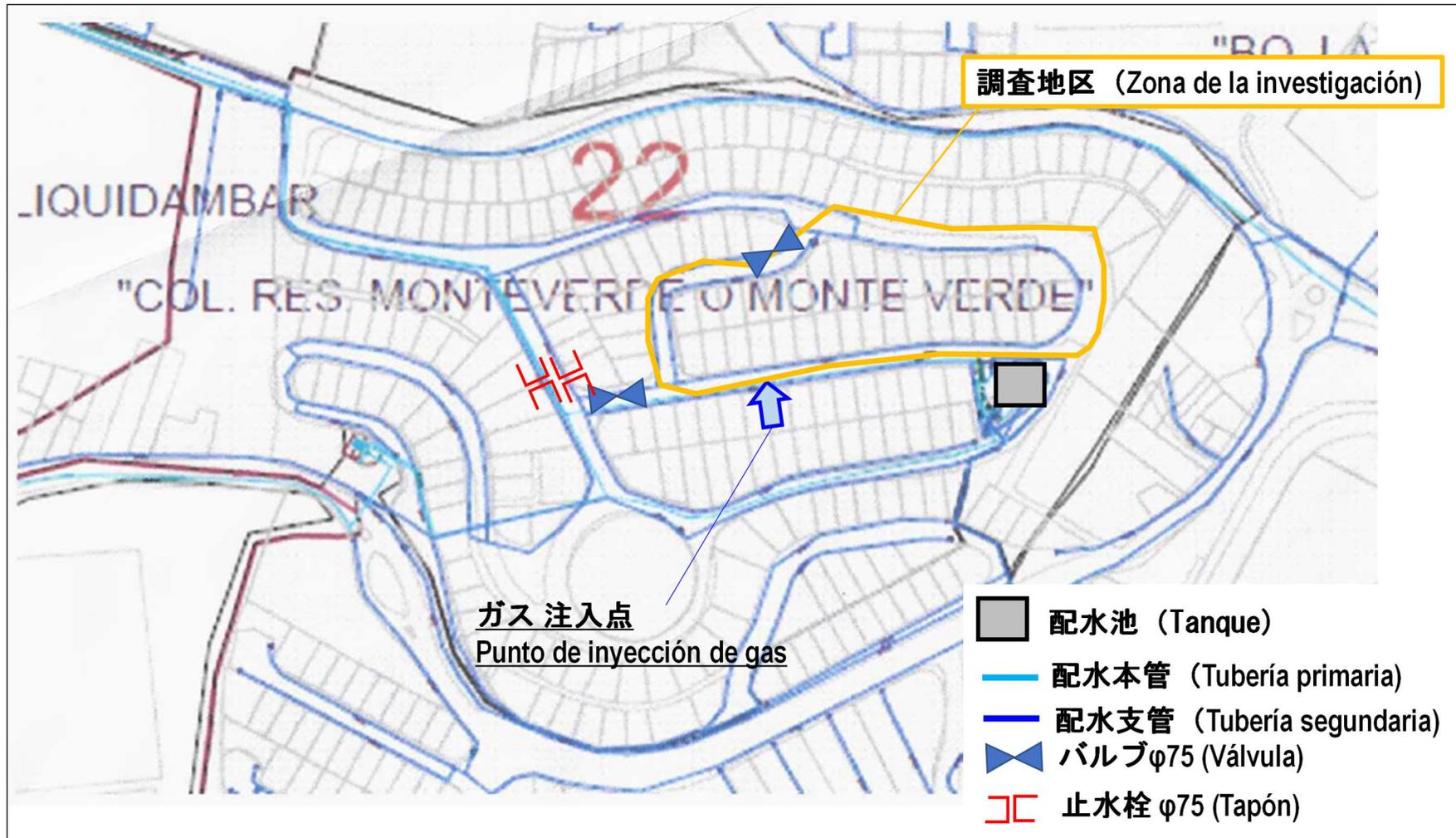


Figra 5-4-1Colonias Objeto de Demostración

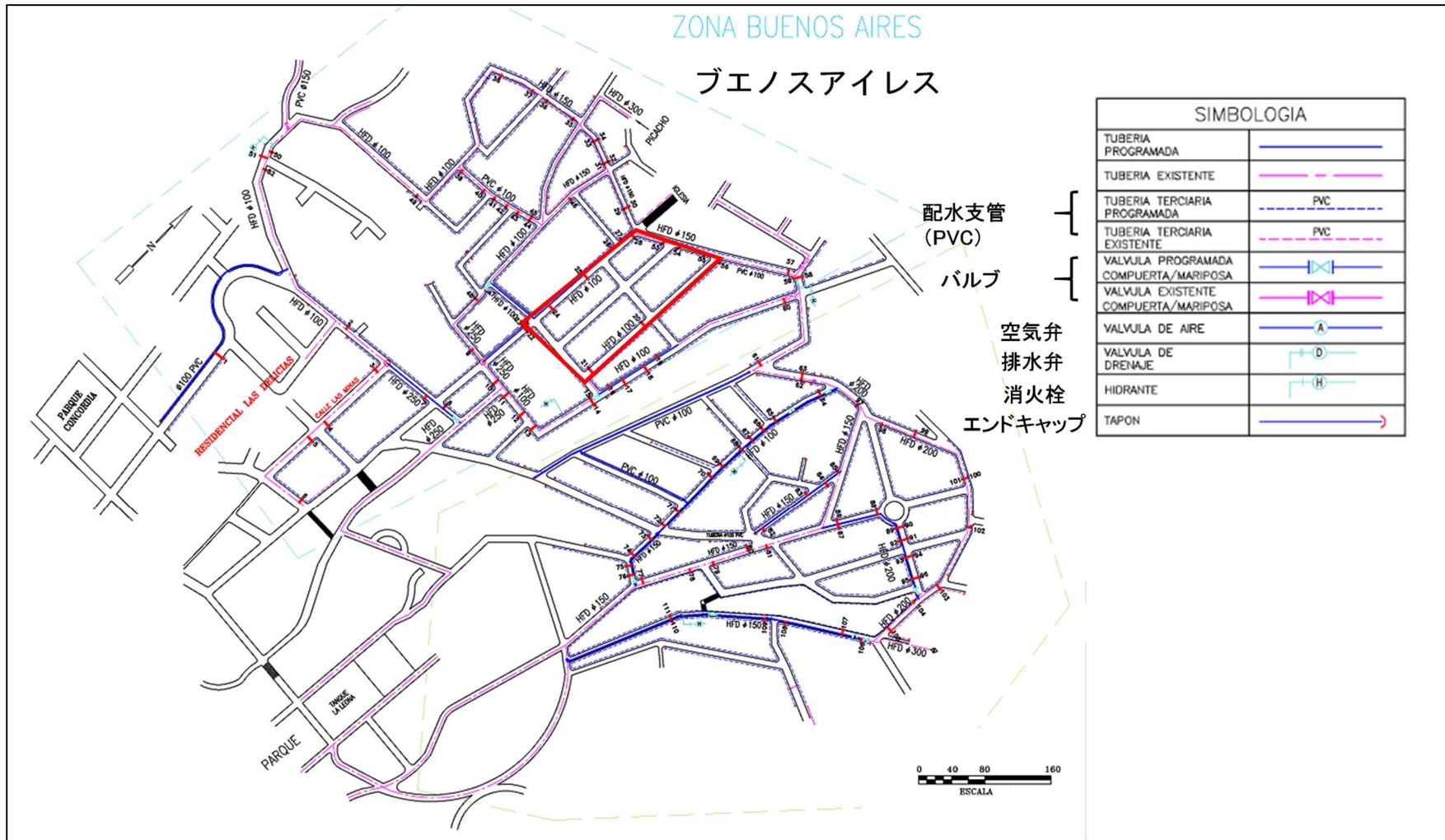
Los mapas detallados de cada sitio de demostración se muestran en la Figura 5-4-2 para la Colonia Miraflores, en la Figura 5-4-3 para la Colonia Monteverde y en la Figura 5-4-4, la Zona Buenos Aires.



Figra 5-4-2 Mapa de la Colonia Miraflores



Figra 5-4-3 Mapa de la Colonia Monteverde



Figra 5-4-4 Mapa de la Zona Buenos Aires

## 5-5 Resultado de demostracion

Antes de realizar la demostración, se realizó una reunión informativa sobre el modo de uso de los equipos. Posteriormente, se realizó la demostración en modalidad OJT (capacitación en el trabajo) donde todos los participantes de la demostración aprendieron cómo detectar las fugas de agua utilizando la unidad de detección de fugas con gas hidrógeno.

### 5-5-1 Capacitación Previa

#### 5-5-1-1 Fechas

Del 26 al 29 de julio del 2021

#### 5-5-1-1-1 Contenido

##### (1) Clase en aula

En la Tabla 5-5-1, se muestra el contenido de la explicación. Como una medida de prevención contra el nuevo coronavirus, se evitó la aglomeración dividiendo la clase en aula en dos grupos de hasta un máximo de 10 participantes.

Tabla 5-5-1 Capacitación en el aula

Fecha	Contenido	Local
26 de julio del 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicación de los equipos y materiales</li> <li>• Método de detección de fugas de agua con gas</li> <li>• Áreas objeto de demostración</li> <li>• Explicación sobre el manejo de los equipos</li> </ul>	SANAA Oficina Los Filtros Auditorio
27 de julio del 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medidas contra ANF</li> <li>• Costo del ciclo de vida de las tuberías</li> <li>• Volumen intangible del medidor</li> <li>• Normalización de la calibración del medidor de agua</li> </ul>	



Explicación de los Equipos



Participantes (Grupo A)



Explicación de los Equipos



Participantes (Grupo B)

(2) Capacitación OJT sobre la Detección de Fugas dentro de la Oficina

En la Tabla 5-5-2, se muestra el contenido de la explicación. Se explicó a los participantes cómo detectar las fugas de agua tanto dentro como fuera de la oficina, y se utilizaron los equipos y materiales actuales para explicar el manejo.

Tabla 5-5-2 Contenido de la Explicación

Fecha	Contenido	Local
28 de julio del 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Localizador de tuberías PVC por inducción electromagnética</li> <li>• Detector de gas hidrógeno</li> <li>• Geófono localizador de fugas digital</li> </ul>	SANAA Oficina Los Filtros Auditorio
29 de julio del 2021	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generador de gas trazador</li> <li>• Pequeño generador eléctrico</li> </ul> <p>*Capacitación OJT para configurar ambos equipos</p>	

	
Capacitación OJT en localizador de tuberías PVC por inducción electromagnética	Capacitación OJT en localizador de tuberías PVC por inducción electromagnética
	
Capacitación OJT en detector de gas hidrógeno	Capacitación OJT en detector de gas hidrógeno

Table5-5-3 Preguntas y respuestas

Preguntas	Respuestas
¿Hay alguna superficie que dificulte el paso de los gases?	Se detecta el gas procedente de las juntas y grietas, ya que es difícil que el gas atraviese las superficies de hormigón.
¿Cuánto tiempo tarda en cargarse el D305?	Una carga de tres horas dura aproximadamente tres días.
¿Cuánto tiempo tarda en cargarse un detector de gas?	La carga tarda 3 horas y una batería cargada dura hasta 8 horas.

Preguntas	Respuestas
¿Existen restricciones en el área de aplicación de los equipos D305?	No hay restricciones para la detección de tuberías de PVC.
¿Cuál es la tensión máxima de los equipos HT-55?	Es posible un máximo de 130V

### 5-5-1-2 Participantes

Participaron un total de 21 participantes de la AMDC y el SANAA. En la Tabla 5-5-4 se muestran los nombres, cargos y nombres de la organización de los participantes.

Tabla 5-5-4 Lista de participantes

NO	Nombre	Nombre del cargo	Nombre de la organización
1	Ileana López	Jefa de Subgerencia de Gestión de Fugas	SANAA Subgerencia de Gestión de Fugas (Fugas)
2	Carlos Martínez	Ingeniero de Proyectos	
3	Jeison Ramos	Técnico en Fugas	
4	Gerson David Ortega	Ayudante de Técnico en Fugas	
5	Mario Zapata	Técnico en Fugas	
6	Aurelio Gonzales	Técnico en Fugas	
7	José Neptalí Calix	Ayudante de Técnico en Fugas	
8	Darwin García	Técnico en sistemas	
9	José Nahum Palma	Ayudante de Técnico en Fugas	
10	Carlos Humberto Hernández Rodas	Gerente	SANAA (División Metropolitana)
11	Fernando Padilla	Ingeniero	Optimización Operativa
12	Denis Reyes	Asistente de Ingeniero	Mantenimiento
13	José Antonio Ruiz	Ingeniero	Optimización Operativa
14	Rita Zúñiga	Ingeniero en Sectorización	Optimización Operativa
15	Javier Salgado	Encargado de Catastro de Redes de SANAA	Optimización Operativa
16	Allison Sánchez	Ingeniera de Proyectos	Optimización Operativa
17	Javier Chávez	Técnico en Fugas	Optimización Operativa
18	José Adán Pérez	Peón	Optimización Operativa
19	Oscar O. Velásquez	Encargado de Operaciones	Operaciones
20	Dara Eliel Colindres	Ingeniero en Distribución	Distribución UMAPS
21	Raúl Lanza	Sub Gerente	Distribución UMAPS

### 5-5-2 Realización de la Demostración

#### 5-5-2-1 Fechas

En la Tabla 5-5-4 se muestra el calendario de ejecución de la demostración. Se realizó el estudio de fugas durante una semana en cada colonia.

Tabla 5-5-5 Calendario de ejecución

Fechas	Contenido de ejecución	Lugar de ejecución
Del 2 al 6 de agosto del 2021	①Comprobación de las redes de tuberías	Miraflores
Del 9 al 13 de agosto del 2021	②Detección de fugas de agua con gas, instalación del generador eléctrico y el generador de gas trazador, inyección de gas y detección de fugas	Miraflores Sur
Del 16 al 20 de agosto del 2021		Jardín de Miraflores
Del 23 al 29 de agosto del 2021		Monteverde
Del 30 de agosto al 3 de septiembre del 2021	③Comprobación de la presión de agua ④Comprobación del cloro residual	Jardín de Miraflores
Del 6 al 10 de septiembre del 2021	Orientación posterior e intercambio de opiniones sobre los equipos y materiales	SANAA, Oficina Los Filtros
21, 23 y 28 de septiembre del 2021	Detección de gas y excavación	• Miraflores • Miraflores Sur • Jardín de Miraflores
Del 11 al 15 de octubre del 2021	①Comprobación de las redes de tuberías ②Detección de fugas de agua con gas, instalación del generador eléctrico y el generador de gas trazador y detección de fugas	Buenos Aires

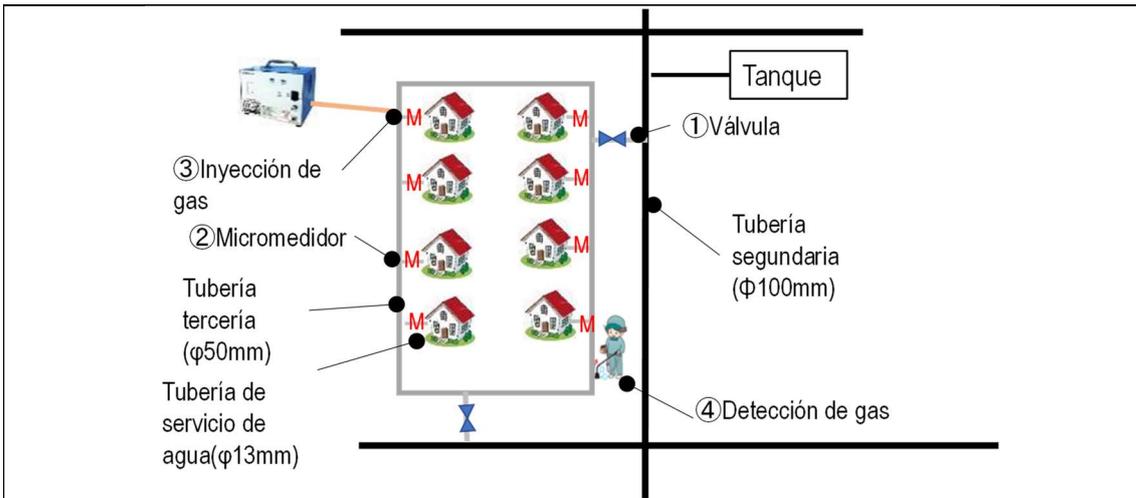
### 5-5-2-2 Método de Detección de Fugas

A continuación, se muestran los resultados del estudio de fugas en cada colonia. Se realizó la demostración de la detección de fugas de agua en los días cuando no hay abastecimiento de agua principalmente en los lugares que permitan inyectar el gas aislando el tramo con una válvula, etc. En los días de abastecimiento de agua, se realizó la medición del cloro residual y la presión de agua.

En la Figura 5-5-1, se muestra el esquema conceptual de detección de fugas de agua. El agua se abastece desde la tubería primaria de diámetro 100 mm pasando por la tubería secundaria de diámetro 50 mm, luego desde la tubería secundaria hasta las conexiones domiciliarias en los hogares. Desde la tubería secundaria hasta las conexiones domiciliarias está instalada una válvula y un medidor de agua. En los hogares que no tienen medidor de agua, está instalada una válvula. Sin embargo, en algunos hogares que no tienen válvula no se pudo realizar la demostración porque no se podía aislar el tramo.

El procedimiento es el siguiente. Primero, se cierra la válvula de la tubería primaria a la tubería secundaria (Esquema conceptual ①). Segundo, se cierran todas las válvulas de la tubería secundaria a las conexiones domiciliarias justo antes del medidor de agua (Esquema conceptual ②). Se retira el medidor de agua en el tramo aislado y se inyecta el gas desde el lado del tapón (Esquema conceptual ③). Después de confirmar que se inyectó el gas, se realiza la detección de gas en la parte superior de la tubería secundaria (Esquema conceptual ④).

En la Tabla 5-5-2-2-1, se muestran los resultados de la detección de gas. A través de la visita de inspección que se realizó junto con la demostración de detección de gas, se detectaron 2 casos de fuga y en la demostración de detección de gas, se detectaron 2 casos de fuga. En todos los casos, las fugas se originaban desde la parte de conexión del medidor de agua.



**Procedimiento**

- ① Se cierra la válvula de la tubería primaria a la tubería secundaria.
- ② Se cierran las válvulas de la tubería secundaria a las conexiones domiciliarias justo antes del medidor de agua (todas las válvulas del bloque).
- ③ Se inyecta el gas desde el medidor de agua (unos 30 minutos en caso de un tubo de  $\phi 50$  mm con una longitud total de 500m).
- ④ Se realiza la detección de gas en la parte de la junta del medidor de agua ubicada en el extremo del punto de inyección de gas y se confirma que se llenó el gas en las conexiones domiciliarias.
- ⑤ Se inicia la detección de gas en la parte superior de la tubería secundaria.

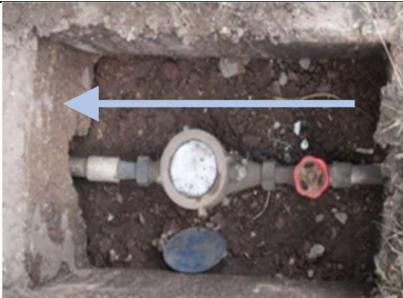
① Válvula (de la tubería primaria a la tubería secundaria)	② Inyección de gas (desde la junta del medidor de agua)
	
③ Medidor de agua	④ Detección de gas
	

Figura 5-5-1 Esquema conceptual de detección de fugas de agua con gas

**5-5-2-3 Resultados de la detección de fugas de agua**

Los resultados de la detección de gas se muestran en la tabla 5-5-5. Se exploraron dos puntos de fuga mediante la inspección de la patrulla acompañada de la exploración de gas y dos puntos de fuga mediante la exploración de gas. Todas las fugas procedían de las conexiones del contador de agua.

Tabla 5-5-6 Resultados de la Detección de Fugas de Agua

NO	Colonia	Número de fugas detectadas	Observaciones
1	Miraflores	1	Un caso detectado por inspección visual.
2	Miraflores Sur	1	
3	Jardines de Miraflores	2	Un caso detectado por inspección visual.
4	Monteverde	0	
5	Buenos Aires	0	
Total		4	Todas las fugas son desde el interior de la válvula del medidor de agua.

5-5-2-3-1 Colonia Miraflores

(1) Detección con detector de fugas por gas trazador (del 2 al 6 de agosto)

La tubería primaria está en la calle asfaltada. La tubería secundaria está en la acera de 1-2m de ancho pavimentado con concreto. La acera es pública, aunque en algunos lugares una parte de la acera está decorada por sus habitantes con las mismas cerámicas de la pared de la vivienda.

Se inyectó el gas desde una junta del medidor de agua en cada bloque (de A a J), 30 minutos más tarde, se comprobó que se detectó el gas desde el medidor de agua ubicado en el extremo del punto de inyección de gas, posteriormente se realizó la detección de gas en la parte superior de la tubería secundaria ( $\varnothing 50$  mm) en cada bloque. En la Figura 5-5-2 se muestran los resultados de la detección de fugas de agua. Cabe resaltar que, en la Colonia Miraflores, por ser el primer sitio de demostración, se registraron hasta microfugas con una concentración de gas menor a 2.0 ppm. En la Tabla 5-5-6 se muestra el número de casos detectados clasificados por concentración de gas.

Aunque no se trata de la comprobación de las fugas de agua con detector de fugas por gas trazador, cuando se realizaba la visita de inspección antes de realizar la demostración de detección de fugas, se comprobó por inspección visual una fuga de agua en la vivienda en el lado del usuario desde el medidor, por lo que se informó al usuario que había una fuga de agua en su vivienda. En la Figura 5-5-3 se muestra la imagen de la fuga de agua.

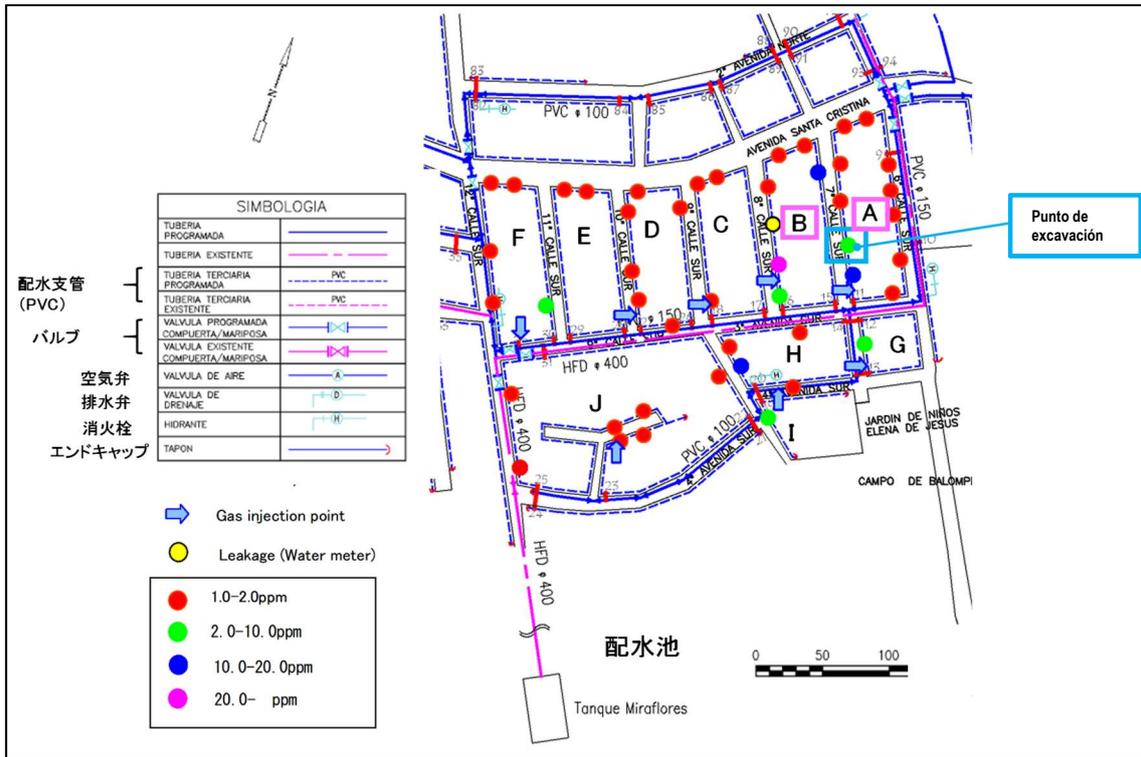
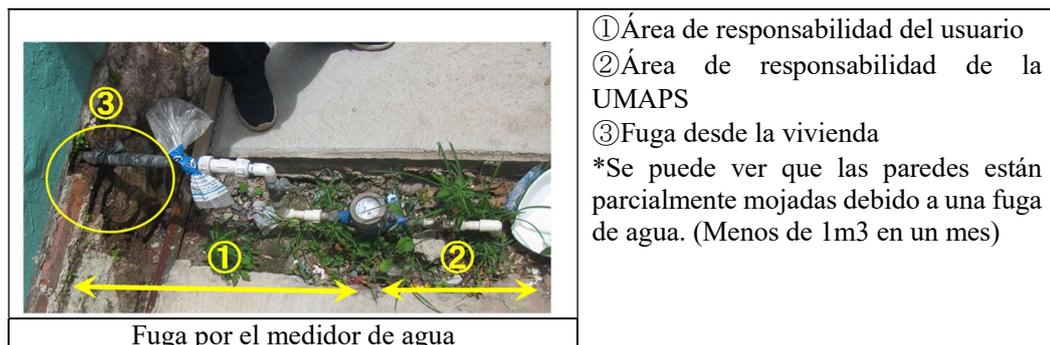


Figura 5-5-2 Resultados de la detección de fugas de agua en Miraflores

Tabla 5-5-7 Resultados de los casos detectados por concentración de gas

Concentración de gas (ppm)	Casos detectados
Menos de 2.0	37
2.0-10.0	5
10-20	3
Más de 20	1

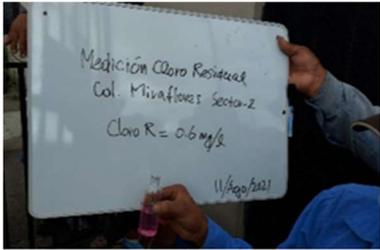


①Área de responsabilidad del usuario  
 ②Área de responsabilidad de la UMAPS  
 ③Fuga desde la vivienda  
 \*Se puede ver que las paredes están parcialmente mojadas debido a una fuga de agua. (Menos de 1m<sup>3</sup> en un mes)

Figura 5-5-3 Imagen de la fuga de agua

(2) Medición del cloro residual y la presión de agua

En el día de abastecimiento de agua, se realizó la medición de la presión de agua y el cloro residual en cada medidor. La presión era entre 0.3 y 0.4 Mpa. El cloro residual era entre 0.1 y 0.6 mg/L. Según las normas UMAPS, la presión del agua debe estar entre 0.1 y 0.6Mpa y el cloro residual máximo debe ser de 0,5 mg/L. La presión del agua está dentro de las normas, pero el cloro residual es un poco alto.

	
Estudio de presión de agua en el medidor	Cloro residual en el medidor

(3) Estudio de Excavación Exploratoria

Posteriormente, el 23 de septiembre, nuevamente se realizó la inyección de gas para localizar las fugas en los puntos de los bloques A y B donde se registró una concentración de gas de más de 2.0 ppm en la detección de fugas de agua por gas trazador. Sin embargo, no se detectó el gas en el punto donde se registró una concentración de gas de 2.0-10.0 ppm en el Bloque A y en el punto con una concentración de más de 20.0 ppm en el Bloque B. Ante este resultado, se realizó una excavación exploratoria en el lugar sospechoso de fugas en el Bloque A. En la Figura 5-5-4 se muestran las imágenes de excavación exploratoria. No obstante, no se logró comprobar la fuga después de la excavación y de la posterior apertura de la válvula del tanque de distribución durante 30 minutos. Tras examinar la causa, se comprobó que la ubicación de la detección de gas se encontraba en las proximidades del generador, por lo que el gas podría haber sido causado por el efecto de los gases de escape arrastrados por el viento temporal.

	
Alrededor del punto de excavación exploratoria	Imagen de la excavación
	
Imagen de la excavación	30 minutos después de la distribución de agua

Figura 5-5-4 Estudio de excavación exploratoria

5-5-2-3-2 Colonia Miraflores Sur

(1) Detección con detector de fugas por gas trazador (del 9 al 13 de agosto)

Se inyectó el gas desde un medidor de agua en cada bloque (de A a E), 30 minutos más tarde, se comprobó que se detectó el gas desde la parte de la junta del medidor de agua ubicada en el extremo del punto de inyección de gas, posteriormente se realizó la detección de gas en la parte superior de las conexiones domiciliarias (φ50 mm) de cada bloque. En la Figura 5-5-5 se muestran los resultados de la detección de fugas. En la Tabla 5-5-8 se muestra el número de casos detectados clasificados por concentración de gas.

En el Bloque B, se observó la salida del gas inyectado y el agua remanente en el tubo desde la parte de la junta del medidor de agua, por lo que se realizó una reparación. En ese momento, se detectó una concentración de gas de más de 100 ppm. En la Figura 5-5-6 se muestran las imágenes de la reparación. Este lugar está en una zona de presión relativamente alta con una presión de 0.4 Mpa aproximadamente, por lo que se supone que el tubo tenía una grieta debido al deterioro por muchos años de uso.

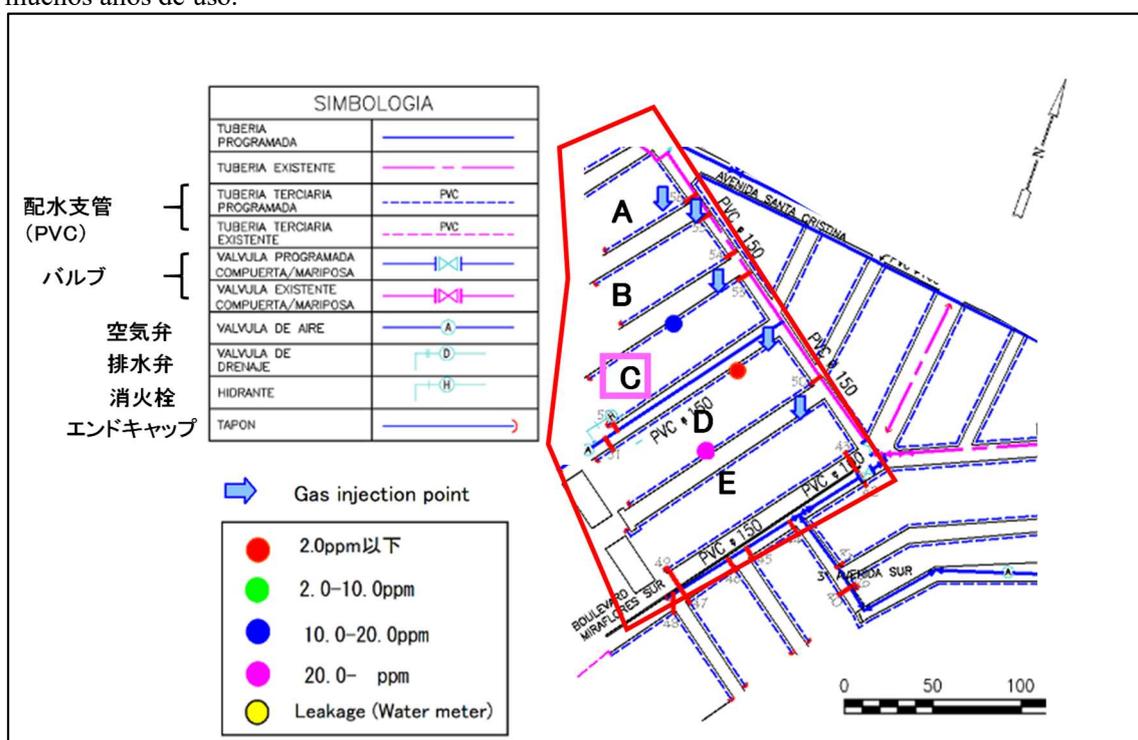


Figura 5-5-5 Resultados de la detección de fugas de agua en Miraflores Sur

Tabla 5-5-8 Resultados de los casos detectados por concentración de gas

Concentración de gas (ppm)	Casos detectados
Menos de 2.0	1
2.0-10.0	1
10-20	0
Más de 20	1

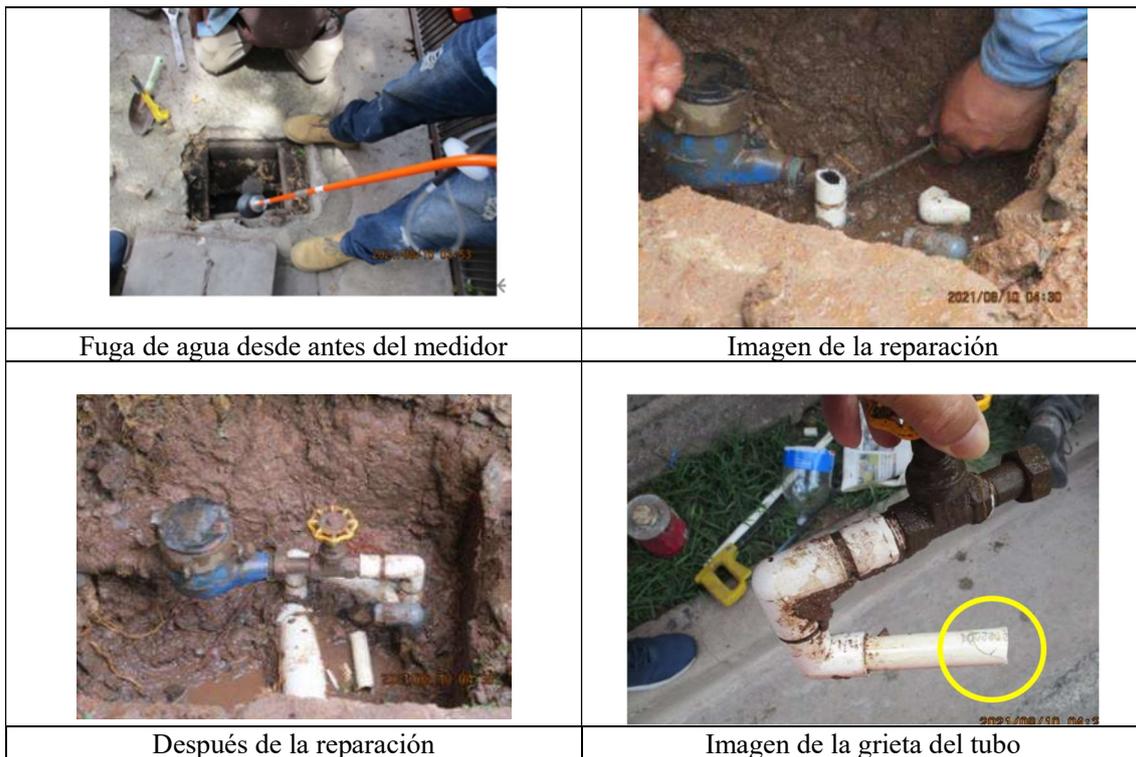


Figura 5-5-6 Imágenes de la reparación

### (2) Medición del Cloro Residual y la Presión de Agua

En el día de abastecimiento de agua, se realizó la medición de la presión de agua y el cloro residual en cada medidor. La presión era entre 0.3 y 0.4 Mp. El cloro residual era entre 0.1 y 0.6 mg/L. Según las normas UMAPS, la presión del agua debe estar entre 0,1 y 0,6 Mpa y el cloro residual máximo debe ser de 0,5 mg/L. La presión del agua está dentro de las normas, pero el cloro residual es un poco alto.

### (3) Estudio de Excavación Exploratoria

Posteriormente, el 28 de septiembre, en el Bloque, C nuevamente se realizó la inyección de gas para localizar las fugas de agua en las cercanías del punto sospechoso de fugas donde se registró una concentración de gas de 10-20 ppm en la detección de fugas de agua por gas trazador. Sin embargo, no se detectó el gas. Al igual que con los resultados del estudio exploratorio de Miraflores, no se llevó a cabo ningún estudio exploratorio en el lugar de detección de la fuga anterior, ya que se pensó que la fuga era causada por los gases de escape del generador, ya que la zona donde se detectó el gas estaba cerca del generador.



Figura 5-5-7 Segundo estudio

5-5-2-3-3 Jardines de Miraflores

(1) Detección con detector de fugas por gas trazador (del 16 al 20 de agosto)

Se realizó la detección de fugas de agua en cada bloque (de A G). Sin embargo, en el Bloque B, no se logró comprobar la válvula instalada entre la tubería primaria y la tubería secundaria debido a las obras de reparación de la calle, por lo que se inyectó el gas desde una parte de la junta del medidor de agua en cada bloque excepto el Bloque B, 30 minutos más tarde, se comprobó que se detectó el gas desde el medidor de agua ubicado en el extremo del punto de inyección de gas, posteriormente se realizó la detección de gas en la parte superior de la tubería secundaria (φ50 mm) de cada bloque. En la Figura 5-5-8 se muestran los resultados de la detección de fugas. En la Tabla 5-5-9 se muestra el número de casos detectados clasificados por concentración de gas.

En el Bloque A, se detectó el gas con una concentración de más de 100 ppm en la cámara de válvula del medidor y se observó la salida del gas y el agua remanente en el tubo, por lo que se atendió enrollando la cinta adhesiva impermeable de goma sobre el tubo. Posteriormente, en el día de abastecimiento de agua, se comprobó que no había fuga de agua. En la Figura 5-5-9 se muestran las fotografías antes y después de la fuga de agua.

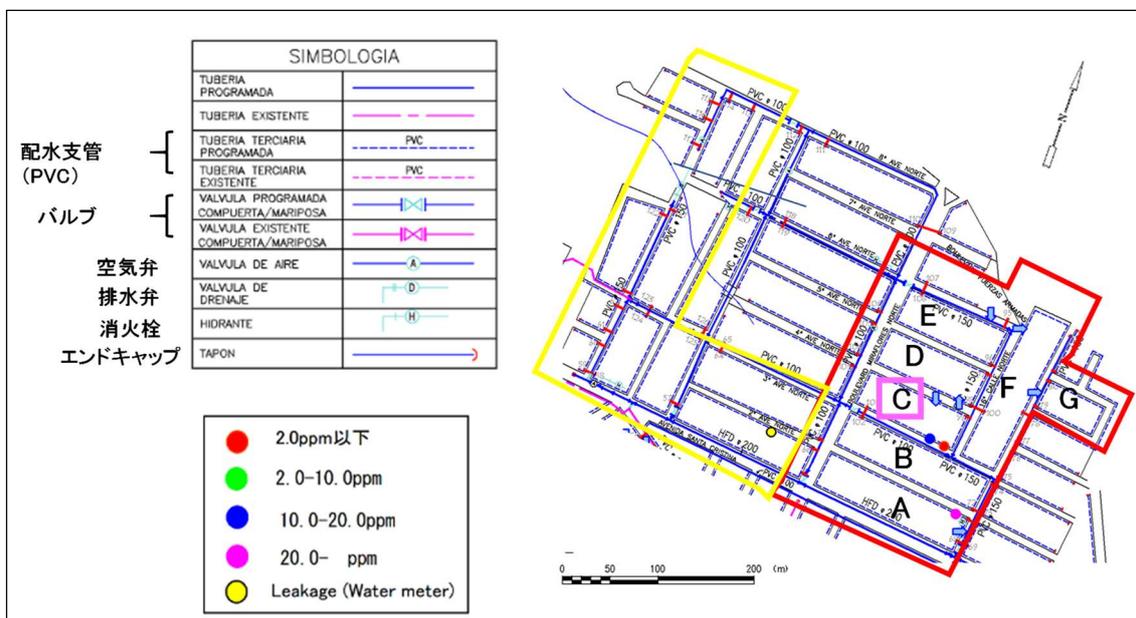


Figura 5-5-8 Resultados de la detección de fugas de agua en Jardines de Miraflores

Tabla 5-5-9 Resultados de los casos detectados por concentración de gas

Concentración de gas (ppm)	Casos detectados
Menos de 2.0	1
2.0-10.0	1
10-20	0
Más de 20	1

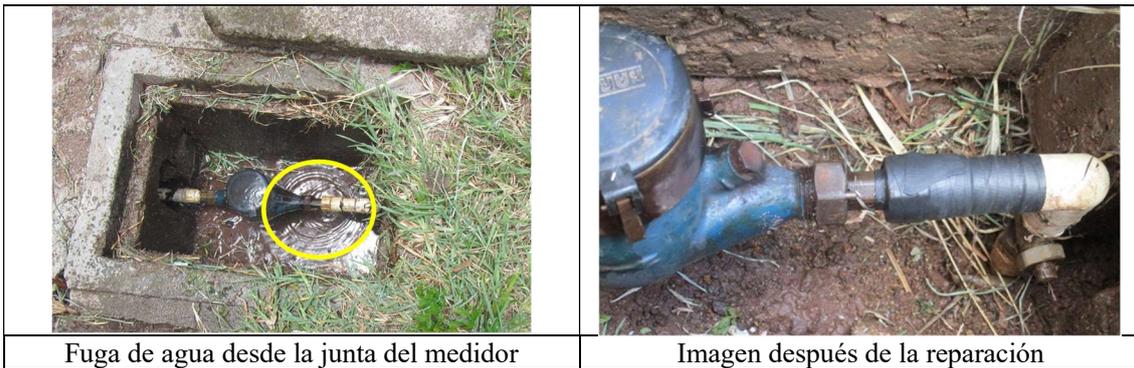


Figura 5-5-9 Imágenes de la fuga y la reparación

(2) Medición del cloro residual y la presión de agua

En el día de abastecimiento de agua, se realizó la medición de la presión de agua y el cloro residual en cada medidor. La presión era entre 0.4 y 0.5 Mp. El cloro residual era entre 0.3 y 0.6 mg/L.

(3) Estudio de Excavación Exploratoria

Posteriormente, el 28 de septiembre, se llevó a cabo una búsqueda de fugas de gas trazador en el bloque C. Se volvió a inyectar el gas para identificar las fugas en las proximidades del nivel de 10-20 ppm. Sin embargo, no se detectó ningún gas. Como la ubicación del generador está lejos de la zona en la que se detectó el gas, es poco probable que se viera afectada por los gases de escape del generador, pero, por otro lado, debido al nivel relativamente alto de tráfico de vehículos, es probable que el gas se detectara inmediatamente después del paso del vehículo. Por lo tanto, no se realizó ninguna excavación de prueba.

(4) Estudio de fugas desde el medidor de agua

Esta colonia es una zona de alta presión y se reportaban fugas desde la parte de conexión del medidor de agua. Por lo tanto, fuera de las áreas de estudio de detección de fugas, en el día de abastecimiento de agua se realizó una visita de inspección visual principalmente en los medidores de agua. Como resultado, se comprobó una fuga de agua desde la cámara de válvula del medidor. Se realizó la reparación con la cinta adhesiva impermeable de goma. En la Figura 5-5-10 se muestran las imágenes de reparación de la fuga.

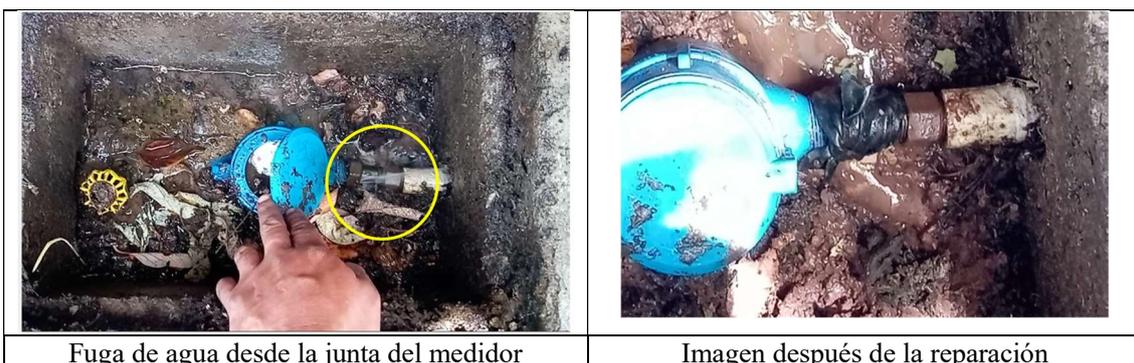


Figura 5-5-10 Imágenes de la fuga y la reparación

5-5-2-3-4 Colonia Monteverde

En esta colonia, algunos habitantes reclamaban que no llegaba el agua, por esta razón, la contraparte (C/P) nos solicitó un estudio de fugas. No obstante, como no está sectorizada en bloques, el estudio se realizó concentrándose en un área e instalando 2 válvulas para aislar el tramo del estudio con la colaboración de la C/P.

(1) Detección con detector de fugas por gas trazador (24 de agosto)

Se inyectó el gas desde un medidor de agua, 60 minutos más tarde, se comprobó que se detectó el gas desde la parte de la junta del medidor de agua ubicada en el extremo del punto de inyección de gas, posteriormente se realizó la detección de gas en la parte superior de las conexiones domiciliarias ( $\phi 75$  mm). No obstante, en esta área de estudio no se detectó el gas.

(2) Medición del cloro residual y la presión de agua

En el día de abastecimiento de agua, se realizó la medición de la presión de agua y el cloro residual en cada medidor. La presión era entre 0.14 y 0.4 Mp. El cloro residual era entre 0.1 y 0.4 mg/L. (Normas UMAPS: presión del agua de 0,1 a 0,6 Mpa, residuo de cloro máximo de 0,5 mg/L)

(3) Estudio de fugas del medidor de agua

Como no se puede realizar la detección de fugas por gas fuera de las áreas de estudio, en el día de abastecimiento de agua, se realizó una visita de inspección visual principalmente en los medidores de agua. Como resultado, no se comprobaron fugas de agua.

5-5-2-3-5 Zona Buenos Aires

Esta zona fue sectorizada en bloques en 2004 a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón. La Planta Potabilizadora El Picacho abastece esta zona. Es un área de muchas fugas de agua.

(1) Detección con detector de fugas por gas trazador (del 11 al 15 de octubre)

Las áreas objeto del estudio de detección de fugas son del bloque A al D. En los bloques B y D no fue posible aislar el tramo por falta de manivela de la válvula que deriva el agua desde la tubería primaria ( $\phi 100$  mm, DCIP) hacia la tubería secundaria ( $\phi 50$  mm, PVC) o por ausencia de la válvula en la parte de derivación desde algunas tuberías secundarias hacia las conexiones domiciliarias. En la Figura 5-5-11 se muestran las imágenes de la válvula y la conexión domiciliaria.

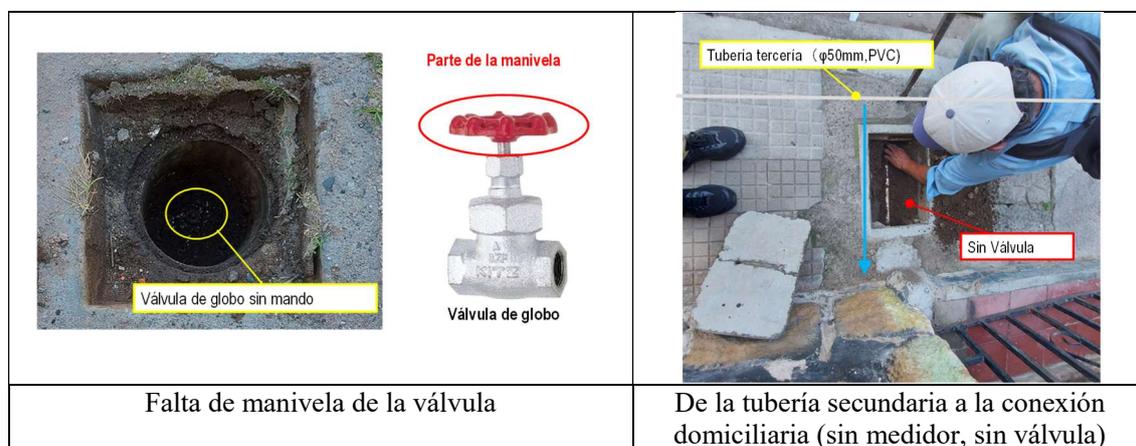


Figura 5-5-11 Imágenes de la válvula y la conexión domiciliaria

La detección con detector de fugas por gas trazador se realizó únicamente en los bloques A y C. Se inyectó el gas desde una junta del medidor de agua, 30 minutos más tarde, se comprobó que se detectó el gas desde el medidor de agua ubicado en el extremo del punto de inyección de gas, posteriormente se realizó la detección de gas en la parte superior de las conexiones domiciliarias ( $\phi 50$  mm). No obstante, no se detectó el gas en los bloques A y C. En la Figura 5-5-12 se muestran las imágenes de la detección de fugas de agua.

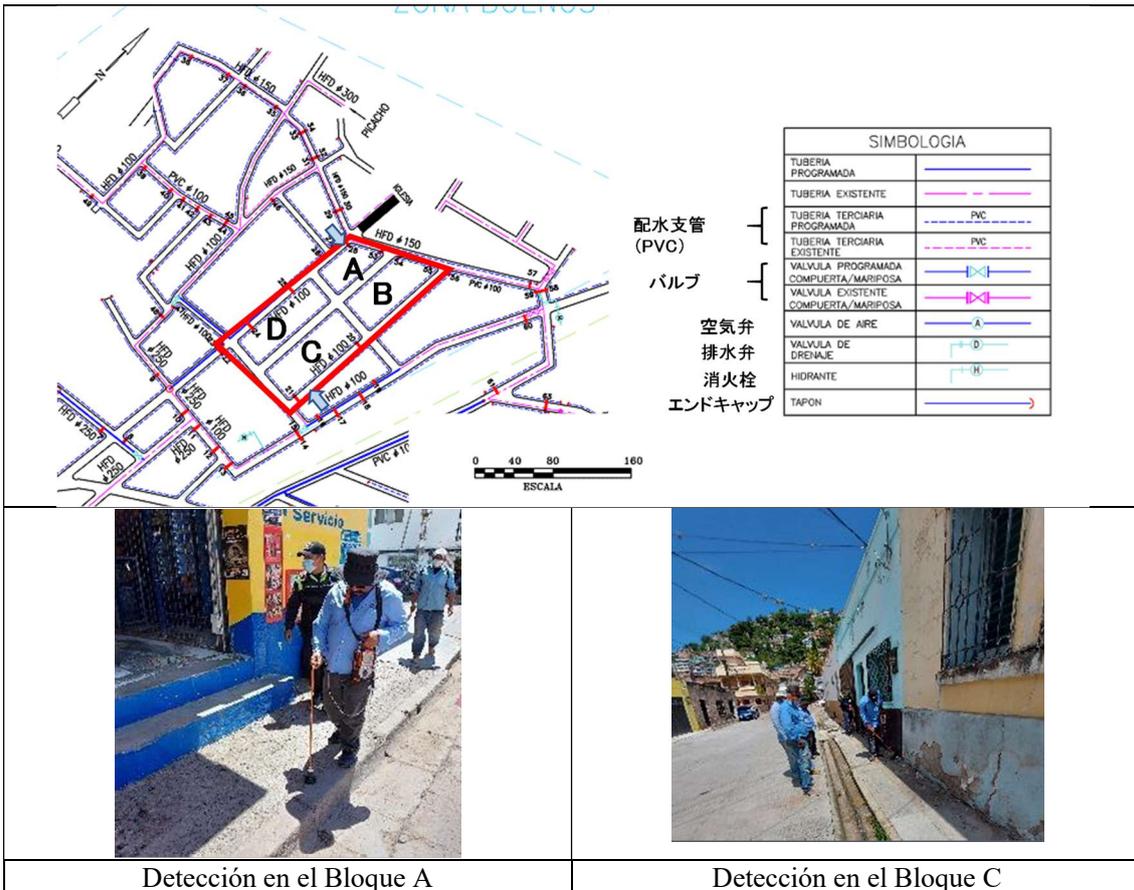


Figura 5-5-12 Resultados de la detección de fugas de agua en la Zona Buenos Aires y las imágenes del estudio

### 5-5-3 Orientación posterior

Se realizó una presentación sobre la detección de fugas de agua por gas trazador, nuevamente dando explicación sobre el modo de uso de los equipos con el manual traducido al español. Asimismo, se realizó un intercambio de opiniones sobre los equipos. En la Tabla 5-5-10 “Preguntas y respuestas” se muestra el contenido de las principales preguntas.

Tabla 5-5-10 Preguntas y respuestas

Preguntas	Respuestas
• El método con gas trazador requiere el aislamiento del tramo con una válvula, etc. y esto es mucho trabajo.	La detección de gas se realiza aislando el tramo e inyectando el gas, por lo tanto, el trabajo de aislamiento del tramo es laborioso pero necesario.
• ¿Se puede utilizar para una tubería primaria de más de $\Phi 100$ ?	El equipo traído para esta demostración genera el gas hasta un máximo de 55 L/min, y la tubería de diámetros grandes requiere tiempo, por lo tanto, no es práctico. Sin embargo, existen productos equipados en un vehículo con capacidad de generación de hasta 100 L/min, 200 L/min, etc. Si se utilizan estos productos, se puede reducir el tiempo de inyección de gas.
¿Cuánto dura la batería?	Usualmente dura entre 3 y 5 años.
¿Se puede conseguir repuestos, incluyendo la	Elaboraremos una lista de contactos para

batería?	conseguir repuestos, y la compartiremos. Respecto al generador de gas trazador, “Morales & Asociados” será la agencia distribuidora del fabricante para garantizar el suministro de repuestos.
----------	--

	
Clase sobre las medidas contra las fugas	Imagen de intercambio de opiniones

#### 5-5-4 Evaluación

Tras la realización de la demostración sobre la detección de fugas de agua por gas trazador, se obtuvieron los siguientes resultados incluyendo la posibilidad de aplicación del detector de fugas por gas trazador, las lecciones aprendidas y las recomendaciones para el futuro.

##### 5-5-4-1 Posibilidad de Aplicación del Detector de Fugas por Gas Trazador

Como resultado de la demostración de las tecnologías japonesas con detector de fugas por gas trazador que permite detectar las fugas de agua incluso bajo racionamiento de agua, se logró localizar la ubicación de las fugas aun cuando no hay abastecimiento de agua. De igual manera, se logró reparar los lugares de fuga. Hasta la fecha, únicamente cuando los usuarios avisaban sobre las fugas de agua el SANAA (actualmente la UMAPS) atendía el llamado de la reparación porque no se podía localizar físicamente la ubicación de las fugas bajo racionamiento de agua de una vez cada cinco días. A través de esta demostración, la UMAPS comprendió que se podía realizar el estudio de fugas aun en los días cuando no hay abastecimiento de agua, por lo que manifiesta la voluntad de seguir realizando activamente la detección de fugas por gas trazador utilizando los equipos donados. No obstante, para detectar las fugas de agua con gas trazador, es necesario preparar el tramo objeto del estudio para que esté aislado utilizando una válvula, y para ello es necesario comprobar la red de tuberías con el plano y conocer cuáles son las tuberías conectadas o enterradas a través de la exploración de campo, y si no existe una válvula para aislar el tramo objeto del estudio, hay que instalar una. En esta demostración, se seleccionaron principalmente las áreas sectorizadas en bloques para mayor facilidad de aislamiento, sin embargo, en las áreas no sectorizadas en bloques se requería tiempo y trabajo para instalar la válvula. A través de esta demostración se verificó que la tecnología de detección de fugas por gas trazador es más efectiva en las áreas adecuadamente sectorizadas en bloques y que la sectorización de las redes de tuberías de distribución en bloques es un desafío urgente para llevar a cabo una eficiente detección de fugas de agua en el futuro.

##### 5-5-4-2 Lecciones aprendidas

###### 5-5-4-2-1 Reacciones falsas del detector de gas hidrógeno

El detector de gas hidrógeno utilizado en esta demostración permite localizar la ubicación de la fuga

detectando el gas hidrógeno que sube desde el lugar de la fuga de la tubería. No obstante, en esta demostración, se comprobó que el detector de gas reaccionaba ante los gases inertes como los gases de escape de vehículos y generadores eléctricos. En la Colonia Miraflores donde se realizó la primera demostración, se registraron todos los lugares donde reaccionó el detector de gas hidrógeno. Después de obtener los datos, se esclareció que, en la detección de gas, el detector detectaba el gas hidrógeno cada vez que pasaba un vehículo hasta un máximo de 2.0 ppm. Por otro lado, cuando se realizó el estudio de excavación exploratoria en la Colonia Miraflores, la Colonia Miraflores Sur y la Colonia Jardines de Miraflores, se esclareció que el detector de gas reaccionaba a los gases de escape del generador eléctrico que se emitían para suministrar la energía eléctrica al generador de gas trazador. Es decir, cuando el detector detectó una concentración de gas de 10-20 ppm en el primer estudio de detección de gas, la detección ocurría cerca del punto de inyección de gas, por lo que creemos que el detector detectaba los gases de escape.

Para reproducir estos fenómenos, se realizó un estudio de concentración de gas en el vehículo y la motocicleta y en las cercanías de salida de gases de escape del generador eléctrico, cuyos resultados se muestran en la Tabla 5-5-11.

Tabla 5-5-11 Concentración de gas detectada

Tipo	Concentración de gas
Vehículo y motocicleta (gasolina)	Más de 500 ppm
Vehículo (diésel)	Unos 2.0 ppm
Generador eléctrico (gasolina)	Más de 500 ppm

Al consultar con el fabricante, este respondió que el sensor del detector de gas reaccionaba a los gases combustibles. Por consiguiente, la detección de gas debe realizarse cuando hay menos tráfico para evitar la influencia de gases de escape de los vehículos y generadores eléctricos. Asimismo, es necesario cambiar el lugar de instalación del generador eléctrico. Cabe resaltar que se solicitó al fabricante que el producto tuviera un mecanismo que detecte automáticamente el gas hidrógeno únicamente cuando el detector de gas hidrógeno esté instalado en la superficie de la calle, por lo que en el futuro se fabricará dicho producto.

#### 5-5-4-2-2 Selección de los Sectores con Sospecha de Fugas

La detección de fugas de gas trazador es un método eficaz para identificar las fugas, suponiendo que las haya. Sin embargo, en la actualidad UMAPS sólo lleva a cabo reparaciones de fugas cuando un cliente informa de una fuga, y no dispone de un mapa u otra información sobre la zona en la que se sospecha que hay una fuga. Para que la UMAPS pueda gestionar las fugas en el futuro, es necesario no sólo realizar estudios de fugas mediante el método de detección de fugas con gas trazador, sino también investigar el historial, la ubicación y las causas de las fugas que se han tratado, investigar las tendencias y seleccionar las zonas para identificar las fugas y realizar la detección de las mismas.

#### 5-5-4-2-3 Aislamiento del Tramo Objeto de Estudio

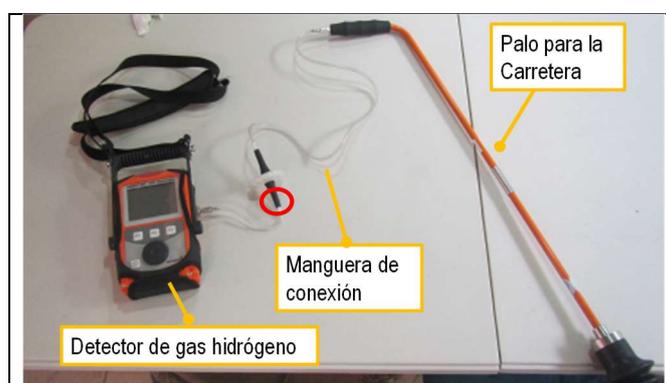
En esta demostración, se seleccionaron las áreas con tramos fáciles de aislar. En caso de la Colonia Miraflores, la Colonia Miraflores Sur y la Colonia Jardines de Miraflores donde se realizó el estudio por primera vez, la planificación era fácil porque existen planos conservados gracias a la sectorización en bloques realizada en 2004 a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón. No obstante, algunos tramos no podían ser aislados porque había cambios en el plano o se ejecutaron obras de construcción de la calle y pavimentaron la válvula instalada entre la tubería primaria y la tubería secundaria. Asimismo, en la Zona Buenos Aires, que es una zona sectorizada en bloques en 2004 a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón, al igual que la Colonia Miraflores, en algunos casos fue difícil aislar algunos tramos porque no había manivela de la válvula instalada entre la tubería primaria y la tubería secundaria o no había válvula entre la tubería secundaria y las conexiones domiciliarias. Además, en las áreas no sectorizadas en bloques como la Colonia Monteverde, se requería tiempo para instalar nuevas válvulas o tapones cortando una parte de la tubería secundaria. La mayoría de las redes de tuberías de distribución en la ciudad de Tegucigalpa tiene la

misma estructura de la red de la Colonia Monteverde, por lo tanto, el aislamiento del tramo es una carga laboral para el Departamento /división encargada de fugas en la UMAPS. El encargado de fugas nos comentó que esto era mucho trabajo.

Por esta razón, para facilitar la realización de la detección de fugas de agua, es necesario ir sectorizando las redes de tuberías de distribución en bloques e instalando las válvulas en la parte de conexión de las tuberías secundarias a las conexiones domiciliarias.

#### 5-5-4-2-4 Manejo de los Dispositivos

Ha habido casos en los que la manguera de conexión de un detector de gas hidrógeno se ha pinchado y la detección de gas ha fallado porque no se ha notado el agujero. La manguera de conexión puede dañarse fácilmente, por lo que hay que tener cuidado al manipularla. También es necesario comprobar que la manguera de conexión no tenga agujeros antes y después de su uso. Hemos explicado la situación a la empresa fabricante, y les estamos aconsejando que hagan mejoras.



Figra 5-5-13 Daño de la manguera de conexión del detector de gas hidrógeno

Para que la UMAPS realice efectivamente la detección de fugas de agua por gas trazador y localice la ubicación de las fugas, es necesario emplear los siguientes métodos de operación de la detección de fugas por gas trazador.

Procedimiento	Contenido de trabajo
1	Visita de inspección de medidores de agua donde hay muchas fugas de agua desde el medidor
2	Visualización de las fugas desde el medidor mencionadas anteriormente y la atención a las fugas (indicar en el mapa)
3	Selección de áreas de alta presión y muchas fugas como áreas objeto de detección de fugas
4	Aislamiento del tramo objeto del estudio con una válvula
5	Realización de la detección de fugas de agua por gas trazador
6	Reparación del lugar de la fuga

Cabe señalar que, en el momento de realizar la detección de fugas de agua por gas trazador, hay que suspender momentáneamente la detección de fugas de agua cuando pasa un vehículo. Asimismo, cuando se realiza la detección de fugas de agua alrededor del generador eléctrico, hay que tener cuidado para no ser influenciado por los gases de escape.

## 5-6 Celebración del Seminario sobre las Tecnologías Japonesas

### 5-6-1 Antecedentes

Se realizó un seminario de presentación de tecnologías japonesas para presentar los productos utilizados en la demostración y las tecnologías japonesas más ventajosas en la asistencia para mejorar el servicio de abastecimiento de agua en la ciudad de Tegucigalpa.

### 5-6-2 Fechas

Miércoles, 8 de septiembre del 2021 10:00 - 11:30

Cabe resaltar que el seminario se realizó en línea como parte de las medidas contra la pandemia del nuevo coronavirus.

### 5-6-3 Participantes

Por parte de Honduras, participaron 49 personas en total. En la Tabla 5-6-1, se muestra la lista de participantes. Además de ellos, participaron 3 personas de la Oficina de la JICA en Honduras y una persona de la Sede Central de la JICA, Departamento de América Latina, División de Centroamérica y el Caribe.

Tabla 5-6-1 Participantes del seminario sobre las tecnologías japonesas

NO	Nombre		Organización perteneciente
1	Roberto	Granados Chahin	UMGIR,AMDC
2	Hugo	Medina	UMAPS, AMDC
3	Marco Rodolfo	Funes Raudales	UMAPS, AMDC
4	Mario	zeron	UMAPS
5	Nelson	Durón	UGASAM, AMDC
6	Marco Antonio	Moreno Alvarado	UGASAM, AMDC
7	José	Teruel	UEBM, Bco. Mundial, AMDC
8	Cristina	Elvir	UEBM, Bco. Mundial, AMDC
9	Marcia Gabriela	Rauscher	UCP/AMDC
10	Juan	Agüero	UCP/AMDC
11	Milena	Castro	UCP/AMDC
12	Alfredo	Elvir	Sub Gerente Financiero SANAA/UMAPS
13	Carlos	Reconco	Sub Gerente Departamento Comercial UMAPS
14	Cinthia	Borjas	Sub Gerente de SANAA
15	Jorge	Pérez	Sub Gerente Alcantarillado, SANAA/UMAPS
16	Raúl	Lanza	Sub Gerente Agua Potable, SANAA/UMAPS
17	Juan José	Urquiza Martínez	Secretaría de Finanzas (Ministerio de Finanzas)
18	José Ramon	Barahona	SANAA/UMAPS
19	Rita	Zúñiga	PROCOPE, SANAA
20	Allison	Sánchez	PROCOPE, SANAA
21	Roque	Andrade	Planta Laureles, SANAA/UMAPS
22	Oscar	Salgado	Planta Concepción, SANAA/UMAPS
23	Lourdes	Banegas	Normas y Supervisión, SANAA
24	Denis	Carrasco	Mantenimiento SANAA/UMAPS
25	Denis	Reyes	Mantenimiento SANAA/UMAPS
26	José Antonio	Ruiz Cáceres	Jefe de PROCOPE, SANAA/UMAPS
27	ILEANA	López	Jefa de Fugas, SANAA/UMAPS
28	Carolina	Fernández	Jefe de Depto. Comercial SANAA/UMAPS
29	Miguel Ángel	Ramírez	Jefe de Depto. Comercial SANAA/UMAPS
30	Daniel	Barrientos	Jefe de Cobranzas, SANAA/UMAPS
31	Alejandro	Flores	Jefe de Catastro, SANAA/UMAPS
32	Daniel	Mondragón	GOAL/UGASAM

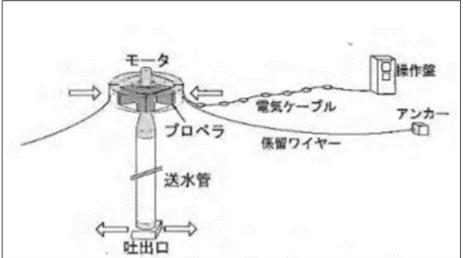
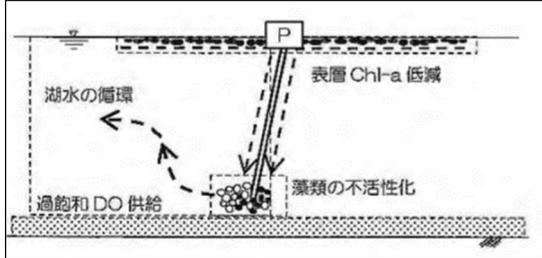
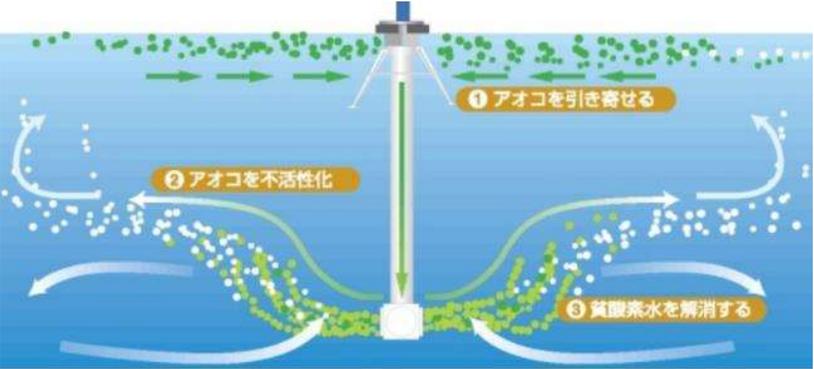
NO	Nombre	Organización perteneciente
33	Héctor	Sevilla
34	Juan	Fuentes
35	Arnoldo	Caraccioli
36	Ricardo	Velásquez Lazo
37	Pedro Enrique	Ortiz B.
38	María Luisa	Pardo
39	Suriel	Torres
40	Luis Andrés	Villafranca
41	José	Barahona
42	Luis	Romero
43	Gabriel Edmundo	Rivera Falope
44	Nidia	Luque
45	Delberk	Simon
46	José Ramon	Anariba
47	Lilian	García
48	Mildred	Budde
49	Jessica	Rodríguez

#### 5-6-4 Contenido de la Presentación

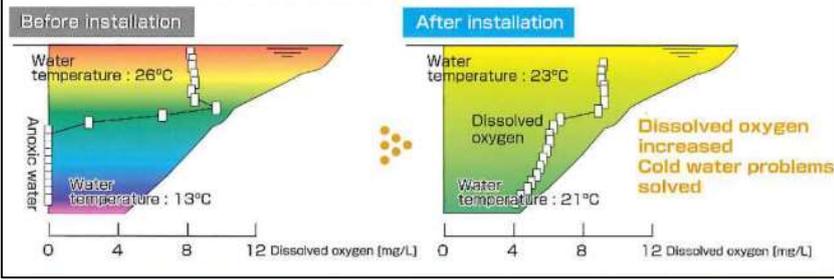
Primero se explicó sobre el resumen del estudio, luego se presentaron las tecnologías japonesas. Previamente las empresas japonesas habían facilitado los documentos técnicos y habían autorizado la presentación de las características de sus productos. En la Tabla 5-6-2 se muestra el contenido de la presentación.

Tabla 5-6-2 Contenido de la Presentación

NO	Contenido
1	<p><b><u>Detector de fugas por gas trazador</u></b>  Se explicó sobre los siguientes dispositivos utilizados en la demostración, el modo de empleo y los procesos.</p> <p>(1) Características</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite detectar las fugas de agua fuera del horario de racionamiento de agua.</li> <li>• Permite conocer la ubicación de la fuga que no pueden detectar las varillas acústicas convencionales.</li> <li>• Permite realizar el estudio en los lugares con ruidos y durante el día.</li> <li>• No requiere técnicas o conocimientos especiales, cualquier persona lo puede manejar.</li> </ul> <p>(2) Producto: Kit de detector de fugas por gas trazador (Goodman Co., Ltd.)  Se explicó sobre los siguientes dispositivos utilizados en la demostración y el modo de empleo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Generador de gas trazador (HT-55, HT-100, HT-200)</li> <li>• Detector de gas (VARIOTEC 460)</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>HT-55</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>VARIOTEC</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>HT-200</p> </div> </div>
2	<p><b><u>Amplificador</u></b>  (1) Características</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permite amplificar y escuchar en audífono el sonido de las fugas de agua que difícilmente</li> </ul>

NO	Contenido
	<p>se escucha con varillas acústicas convencionales.            (2) Producto: Kikuzo-kun (Goodman Co., Ltd.)</p>  <p>Amplificador “Kikuzo-kun” para varillas acústicas</p> <p style="text-align: right;">Instalado en la parte superior de la varilla acústica</p>
3	<p><b><u>Dispositivo removedor de aguas superficiales (purificador de agua lacustre con hélice)</u></b>            (1) Características</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recoge las algas de la capa superficial utilizando el hélice.</li> <li>• Envía las algas hacia el fondo para desactivarlas en un lugar donde no alcanza la luz.</li> <li>• Envía las aguas superficiales que contienen oxígeno hacia el fondo y suministra el oxígeno al fondo. El oxígeno suministrado en el fondo evita la emisión de sustancias nocivas como fósforo y sulfuro. Simultáneamente permite resolver el problema de la baja temperatura en la capa del fondo.</li> </ul> <p>(2) Producto: NEOLOOP (ZENIYA OCEAN SERVICE ENGINEERING, LTD.)</p> <p>① Estructura y esquema conceptual del dispositivo</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>② Esquema conceptual del mecanismo de purificación de agua para mejorar la calidad</p>  <p>③ Fotografías de NEOLOOP</p>

NO	Contenido
	<div data-bbox="325 304 1134 584" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="325 589 1134 622">④ Presentación de casos reales en Japón (presa en la prefectura de Saga)</p> <ul data-bbox="325 627 1082 660" style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la concentración de clorofila en la capa superficial</li> </ul> <div data-bbox="339 663 767 1267" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="815 689 1283 757">Imágenes de las algas en la superficie del lago antes y después de la operación</p> <p data-bbox="815 786 1246 853">* 21 días después, las algas en la capa superficial visualmente desaparecen.</p> <ul data-bbox="815 1267 1246 1301" style="list-style-type: none"> <li>• Clorofila “A” de la capa superficial</li> </ul> <div data-bbox="336 1294 775 1709" data-label="Figure"> </div> <p data-bbox="815 1335 1134 1368">Se mejoró de 40 a 15mg/m<sup>3</sup>.</p> <ul data-bbox="325 1738 1310 1861" style="list-style-type: none"> <li>• Soluciona el problema de la carencia del oxígeno en el fondo. Después de utilizar el dispositivo, la concentración de oxígeno en el fondo se mejoró de 0 a 4 - 8 mg/L. Asimismo, la temperatura del fondo subió de 13 a 21 grados.</li> </ul>

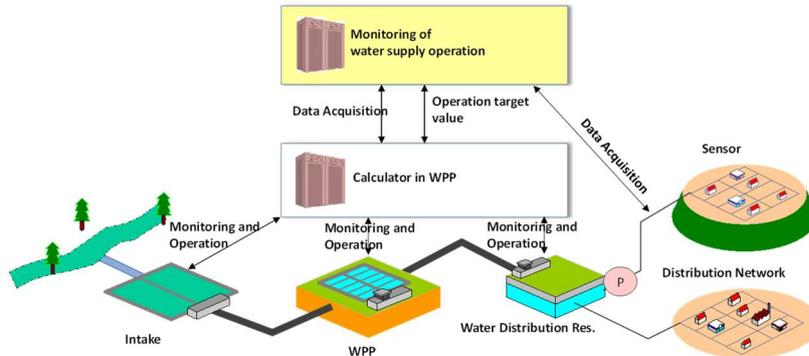
NO	Contenido
	
4	<p><b><u>Micro planta hidroeléctrica</u></b></p> <p>La micro planta hidroeléctrica presentada en este seminario es de otro tipo de micro plantas hidroeléctricas existentes construidas a través de la Cooperación Financiera No Reembolsable de Japón en la tubería de conducción de la Planta Potabilizadora La Concepción y en la tubería de conducción de la Planta Potabilizadora El Picacho. Esta micro planta presentada en el seminario permite generar energía eléctrica con poca diferencia de altura, por lo que podría instalarse en el punto de aireación de las tres plantas potabilizadoras existentes.</p> <p>(1) Características</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta eficiencia de generación con poca diferencia de altura (menos de 5 m) y poco caudal</li> <li>• Permite instalar el dispositivo generador directamente en el canal de agua.</li> <li>• Fácil instalación del dispositivo</li> <li>• Fácil mantenimiento</li> </ul> <p>(2) Nombre del producto: Power Archimedes (HOKURIKU SEIKI CO., LTD.)</p> <p>Especificaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>Q=0.95 \text{ m}^3/\text{s}</math>, <math>H=3.5 \text{ m}</math>, 20kW</li> <li>• <math>Q=0.85 \text{ m}^3/\text{s}</math>, <math>H=2 \text{ m}</math>, 10kW</li> </ul> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>[Resultados obtenidos de los proyectos de la JICA]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2013 Plan de micro planta hidroeléctrica en la República de Filipinas (plan de micro planta hidroeléctrica en la provincia de Ifugao)</li> </ul> <p>Especificaciones: <math>Q=5 \text{ m}^3/\text{s}</math>, <math>H=3.0 \text{ m}</math>, 50 kW</p>

NO	Contenido
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>• 2014 Proyecto de la JICA para la difusión, demostración y comercialización (apoyo a las PYMES)  Proyecto de difusión y demostración de la tecnología de micro generación hidroeléctrica (Myanmar)</p>
5	<p><b><u>Caudalímetro Ultrasónico</u></b>  Se utiliza el caudalímetro ultrasónico portátil para el diagnóstico energético de las bombas. Esta empresa desarrolló el primer caudalímetro ultrasónico del mundo.</p> <p>(1) Características</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medición de alta precisión: Diseño de alta precisión adoptando el método de Velocidad de Propagación de Pulso Ultrasónico (VPU)</li> <li>• Equipado normalmente con la función de medición del grosor de la tubería</li> </ul> <p>(2) Nombre del producto: UPF-20 (TOKYO KEIKI INC.)</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p>* Equipos vendidos 1500 unidades</p>
6	<p><b><u>SCADA</u></b>  Se introdujo el sistema SCADA en la Planta Potabilizadora El Picacho en 2012 gracias a la cooperación española, sin embargo, actualmente no se puede utilizar el sistema debido al problema de repuestos y de operación y mantenimiento. El Gobierno hondureño cree que este sistema es importante para la gestión del sistema de agua potable, por lo tanto, hemos presentado el mejor sistema de todos los sistemas que poseen las empresas japonesas.</p> <p>(1) Características</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema SCADA (Supervisión, Control y Adquisición de Datos) es un sistema computarizado para el monitoreo y control de procesos del sistema de agua potable. Permite controlar el estado de operación y los datos de todos los equipos de las instalaciones de captación, plantas potabilizadoras y tanques de distribución en un solo lugar.</li> <li>• Se han vendido unos 5,000 productos en total y se utilizan en las plantas de petróleo, fábricas del sector privado y sistemas de agua y saneamiento. La empresa tiene presencia</li> </ul>

NO	Contenido
----	-----------

mundial con 280 oficinas en 80 países, por lo que el suministro de repuestos es fácil. En caso de Honduras, puede atender la sucursal en EE.UU. o México.

① Esquema conceptual de SCADA

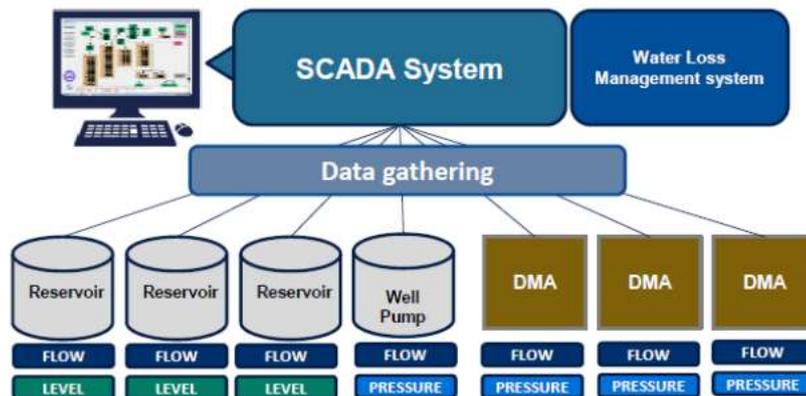


② Nombre del producto: Fast Tool (Yokogawa Electric Corporation)



[Resultados obtenidos de los proyectos de la JICA]

- Cooperación Financiera No Reembolsable: Se vendió en 2016 para el “Proyecto de Mejoramiento del Abastecimiento de Agua Potable en el Distrito Hídrico de Metro Cebu”.



[Efectos de la aplicación]

- Permite realizar operaciones en remoto.
- Permite recolectar y analizar los datos fácilmente.
- Permite resolver las áreas de baja presión de agua.
- Se redujeron drásticamente los reclamos de los usuarios.
- Se redujo el trabajo de operación y control, ya que el operador no tiene que dirigirse al terreno con frecuencia.
- Permite manipular exactamente las válvula de los tanques de distribución.

## 5-6-5 Preguntas y Comentarios de los Participantes

Los comentarios sobre las preguntas son los siguientes

Tabla 5-6-3 Los comentarios sobre las preguntas

NO	Pregunta y comentario	Repuesta
1	Los productos que ha presentado pueden utilizarse en nuestro trabajo diario. La tecnología del sistema de transferencia de aguas superficiales (sistema de la hélice de tratamiento del agua de los lagos) es eficaz para reducir el uso de carbón activado en polvo, que se utiliza actualmente en el tratamiento del agua. Además, el desnivel de 300 metros entre la planta de tratamiento de agua del Picacho y el embalse de La Leona, donde se bombea constantemente el agua, puede aprovecharse para generar energía hidroeléctrica. También creemos que el SCADA debe introducirse lo antes posible. En cuanto a la detección de fugas, la detección de fugas con gas trazador es eficaz porque la mayoría de las fugas se producen en los ramales de distribución y en las tuberías de agua.	Un sistema de transferencia de aguas superficiales sería especialmente útil para la presa de Laureles.
2	Creo que los productos que han presentado contribuirán a resolver los problemas actuales de la ciudad de Tegucigalpa.	
3	¿Habrá un estudio específico para reducir las algas verde-azules en el embalse?	No se llevarán a cabo estudios de los embalses, ya que se utilizarán como referencia los resultados existentes.
4	¿Se investigarán incluso las tuberías de agua de los clientes de la ciudad de Tegucigalpa?	En este artículo, sólo examinaremos la información proporcionada por SANAA para comprender la situación actual.
5	Le agradecemos que nos haya introducido una nueva forma de tratar las fugas. Es muy interesante poder realizar estudios de fugas incluso en días sin suministro de agua.	Se proporcionará el equipo y esperamos que se utilice activamente.
6	Se han presentado algunas desventajas de la detección de fugas de gas trazador, ¿cómo piensa resolverlas?	Las desventajas son la necesidad de contar con un generador y la necesidad de demarcar la zona, lo que no puede hacerse sin la detección de fugas de gas trazador. La adquisición de generadores no es un problema importante, ya que pueden obtenerse localmente a bajo costo.
7	En cuanto al SCADA, el SCADA existente no se utiliza actualmente por falta de repuestos, ¿Qué opina al respecto?	Hay distribuidores en muchos países y se puede suministrar repuestos a través de unas oficinas en México y Estados Unidos.



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



## Capítulo 6 Propuesta de las Medidas de Asistencia para Mejorar los Servicios de Agua Potable en Tegucigalpa

### 6-1 Contenido de la propuesta de las medidas de asistencia

Con el fin de lograr los desafíos de desarrollo, incluyendo los ODS y la alianza estratégica con los actores relevantes, JICA ha iniciado recientemente la adopción de las modalidades de "Agenda global / Clúster" que consiste en el desenvolvimiento de cooperación estratégica con mayor impacto al desarrollo, que va más allá de las fronteras entre los países y entre los proyectos. El presente Estudio se clasifica en el clúster "abastecimiento de agua inocua y mejora del saneamiento" y en el Clúster "asistencia al crecimiento del EPS". La "asistencia al crecimiento del EPS" consiste en integrar la asistencia financiera y la cooperación técnica que son dos esquemas que constituyen la fortaleza de JICA, para impulsar la gestión empresarial del EPS hacia el desarrollo. Para los servicios de acueducto en Tegucigalpa, es urgente mejorar los servicios básicos de abastecimiento, y se espera fortalecer hacia el futuro el EPS para que sea capaz de desarrollar las redes de distribución (inversión en infraestructuras) para aumentar el número de clientes que son fuentes de ingreso, a su propia cuenta o utilizando los fondos privados brindando apoyo al fortalecimiento tanto de las infraestructuras (componentes estructurales) mediante la asistencia financiera, como de la capacidad institucional y mejorar la gestión empresarial (componentes no estructurales) mediante la cooperación técnica. Con base en la política y directriz de asistencia de la JICA, y luego de analizar las metas definidas, análisis de la situación actual, identificación de desafío y dificultades, así como las medidas de asistencia, se propone implementar los proyectos que cubran los siguientes componentes estructurales y no estructurales.

<b>【Estructurales】</b>	
PJ-1. Estudio para el Plan de mejoramiento de las instalaciones de agua potable en Tegucigalpa a mediano y largo plazo	
PJ-2. Construcción de las instalaciones de saneamiento en la cuenca alta de la Presa Los Laureles	
PJ-3. Introducción de los equipos de mejoramiento de la calidad del agua de la presa	
PJ-4. Obras de rehabilitación de las plantas potabilizadoras existentes	
PJ-5. Apoyo para el desarrollo de fuentes de agua y la nueva construcción de la planta potabilizadora	
PJ-6. Obras de renovación de las instalaciones de transmisión	
PJ-7. Obras de renovación de las instalaciones de distribución	
<b>【No estructurales】</b>	
PJ-8. Fortalecimiento de las capacidades de gestión de ANF y de las tuberías de redes de conducción y distribución	
PJ-9 Fortalecimiento de capacidades de operación y mantenimiento de los servicios de agua potable	

En la Tabla 6-1-1, se muestran los detalles de cada medida de asistencia propuesta.

Tabla6-1-1 Medidas de asistencia propuestas (Componentes estructurales)

Nombre del proyecto	Contenido del proyecto
PJ-1. Estudio para el Plan de mejoramiento de las instalaciones de agua potable en Tegucigalpa a mediano y largo plazo	[Objetivo] Dado que en 2024 se finalizará la construcción de la Planta Potabilizadora San José, analizar hidráulica de tuberías con base en el pronóstico de la demanda de agua, formular planes de renovación de las instalaciones de transmisión y distribución y calcular el costo estimado del proyecto. [Contenido] Diseño de las políticas básicas del plan de agua potable, estudio social, estudio topográfico, análisis de las redes de tuberías y formulación de planes de renovación. [Proyecto candidato] Estudio de recopilación y verificación de la información, Cooperación Financiera Reembolsable (estudio preparatorio) [Calendario] 2022 – 2023
PJ-2. Construcción de las	[Objetivo] Construir las tuberías y la planta depuradora en la cuenca alta de la Presa Los

Nombre del proyecto	Contenido del proyecto
instalaciones de saneamiento en la cuenca alta de la Presa Los Laureles	Laureles. [Contenido] Construcción de las tuberías (longitud total de unos 13 km) y la planta depuradora (20,000 m <sup>3</sup> /día) en la cuenca alta de la Presa Los Laureles. [Proyecto candidato] Cooperación Financiera Reembolsable [Calendario] 2023 - 2027
PJ-3. Introducción de los equipos de mejoramiento de la calidad del agua de la presa	[Objetivo] Instalar el dispositivo de mejoramiento de la calidad del agua en la Presa Los Laureles y el Embalse La Concepción y renovar el barco de dragado en la Presa Los Laureles. [Contenido] Instalar el dispositivo de mejoramiento de la calidad del agua en la Presa Los Laureles y el Embalse La Concepción y renovar el barco de dragado averiado en la Presa Los Laureles. [Proyecto candidato] Cooperación Financiera No Reembolsable [Calendario] 2022 - 2025
PJ-4 Obras de rehabilitación de las plantas potabilizadoras existentes	[Objetivo] Rehabilitar las plantas potabilizadoras existentes ( La Concepción y Los Laureles) ya que es indispensable renovar los equipos electromecánicos obsoletos. [Contenido] Rehabilitación del caudalímetro, renovación del equipo de dosificación de químicos, renovación de los equipos giratorios, instalación de la planta de generación eléctrica, rehabilitación del tanque de filtración, renovación del equipo de gas cloro y medidas de seguridad. [Proyecto candidato] Cooperación Financiera Reembolsable *En caso de que el Banco Mundial no ejecute el proyecto, éste se llevará a cabo a través de cooperación no Financiera Reembolsable. [Calendario] 2025 - 2026 * El Banco Mundial contempla rehabilitar las plantas potabilizadoras entre 2023 y 2025. El presente Proyecto será ejecutado en el caso de que el BID no rehabilita la totalidad de las plantas.
PJ-5 Obras de renovación de las instalaciones conducción y distribución de agua	[Objetivo] Renovar las instalaciones de transmisión con base en el PJ-1 Estudio para el plan de mejoramiento de las instalaciones de agua potable en Tegucigalpa a mediano y largo plazo. [Contenido] Optimización de las rutas de tuberías de transmisión, renovación de las líneas de transmisión, renovación de las bombas de transmisión e instalación de los medidores. Renovación, construcción y reconfiguración de los tanques de distribución ,Instalación de los medidores de nivel de agua y caudalímetros [Proyecto candidato] Cooperación Financiera Reembolsable [Calendario] Construcción: 2024 - 2028
PJ-6 Obras de renovación de la red de distribución de agua	[Objetivo] Sectorizar las redes de tuberías de distribución [Contenido] • Sectorización • Instalación de micromedidor de agua [Proyecto candidato] Cooperación Financiera Reembolsable [Calendario] Construcción: 2026 - 2028

Tabla6-1-2 Propuestas de las estrategias de asistencia (componentes no estructurales)

Nombre del proyecto	Contenido del proyecto
PJ-7 Fortalecimiento de las capacidades de gestión de	[Objetivo] Fortalecer las capacidades de gestión de ANF y de las redes de conducción y distribución [Componentes]

<p>ANF y de las tuberías de redes de conducción y distribución.</p>	<p>Se desarrollarán las siguientes capacidades para que el EPS sea capaz de operar y mantener adecuadamente las redes de conducción y de distribución, reducir las fugas, y controlar el ANF en 10-20 %, y de esta manera, mejorar la situación gerencial y financiera. Se propone pasar del nivel de ③ la asistencia al desarrollo de EPS al nivel ④ a la asistencia a la gobernabilidad sectorial según las "Normas de evaluación de desarrollo de EPS en las estrategias de asistencia al crecimiento de EPS (tentativas)" del Departamento de Medio Ambiente Global de la JICA. Se propone asistir en el fortalecimiento de las capacidades de los siguientes aspectos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortalecimiento de la capacidad de operación y mantenimiento de las tuberías</li> <li>• Fortalecimiento de la capacidad de operación y mantenimiento de las bombas de transmisión</li> <li>• Fortalecimiento de la capacidad de análisis de las redes de tuberías</li> <li>• Mejoramiento de la capacidad de detección de fugas de agua</li> <li>• Actividades de difusión de los medidores de agua</li> <li>• Fortalecimiento de la capacidad de evaluación de activos y GIS</li> <li>• Fortalecimiento de la capacidad de análisis financiero (apoyo a la reforma tarifaria de agua potable)</li> <li>• Fortalecimiento de la capacidad de servicio al cliente</li> </ul> <p>[Metodología] Envío de expertos (plan de acueductos y alcantarillados, gestión de ANF, tecnología de detección de fugas, gestión de presión de agua, análisis de redes de tubería, gestión de activos, GIS, análisis gerencial y financiera, promoción y divulgación, instalación y extensión de los medidores de agua)</p> <p>[Proyecto candidato] Proyecto de Cooperación Técnica</p> <p>[Cronograma] 2023-2028.</p>
<p>PJ-8 Fortalecimiento de capacidades de operación y mantenimiento de los acueductos)</p>	<p>[Objetivo] Fortalecer las capacidades de operación y mantenimiento de acueductos</p> <p>[Contenido] Brindar asistencia para fortalecer más las capacidades de funcionamiento, operación y mantenimiento mediante el desarrollo de infraestructuras.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento preventivo de las plantas potabilizadoras, revisión del manual de operación y mantenimiento, gestión de activos</li> <li>• Fortalecimiento de capacidades en gestión de calidad de agua (fuentes de abastecimiento, plantas potabilizadoras, sistema de conducción y distribución)</li> <li>• Mejoramiento de la situación financiera y fortalecimiento de capacidades gerenciales y financieras para lograr la autorentabilidad</li> <li>• Fortalecimiento de capacidades para elaborar los planes financiero y de inversión adecuados</li> <li>• Asistencia en la elaboración de políticas de fortalecimiento de capacidades y asistencia en la construcción del sistema de desarrollo humano (construcción del sistema de capacitación en los temas de elaboración del plan de acueductos y alcantarillado, tecnología de control de fugas, gestión de activos, operación y mantenimiento de plantas potabilizadoras, capacidad de gestión de redes de tubería, manejo de agua, operación y mantenimiento de estaciones de bombeo, análisis de calidad de agua, etc.)</li> <li>• Fortalecimiento de capacidades de atención a clientes</li> </ul> <p>[Metodología]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Envío de expertos japoneses (operación y mantenimiento de acueductos y alcantarillados, plantas potabilizadoras, operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas y mecánicas, gestión de calidad de agua, gestión de capacitación, análisis gerencial y financiero, promoción y divulgación)</li> <li>• Instructores de capacitación (tercer país): plan de acueductos, tecnología de gestión de fugas, gestión de redes, manejo de agua, análisis de calidad de agua, gestión de activos</li> </ul> <p>[Proyecto candidato] Proyecto de Cooperación Técnica</p> <p>[Cronograma] 2030-2034</p>

Se considera difícil ejecutar todas las medidas de asistencia debido al límite en el monto de préstamo

que puede asumir el Gobierno de Honduras. Además, un sistema de suministro de agua sólo puede proporcionar a los clientes servicios de agua que satisfagan sus necesidades de cantidad, calidad y presión del agua si se mejoran la fuente de agua, las plantas de tratamiento de agua, las instalaciones de conducción de agua, los tanques de distribución y la instalación de la red de tuberías de distribución.

Por lo tanto, para maximizar el impacto del limitado presupuesto, el equipo de investigación propone apoyar el sub sistema de Concepción. El apoyo al subsistema de Concepción es el escenario 1, mientras que el apoyo al subsistema de Laureles es el escenario 2. Por otra parte, la contraparte nos ha pedido que centremos nuestro apoyo en las envejecidas estaciones de bombeo de transmisión de agua en los subsistemas de Concepción y Laureles. Por lo tanto, la solicitud de la contraparte se fijó como escenario 3.

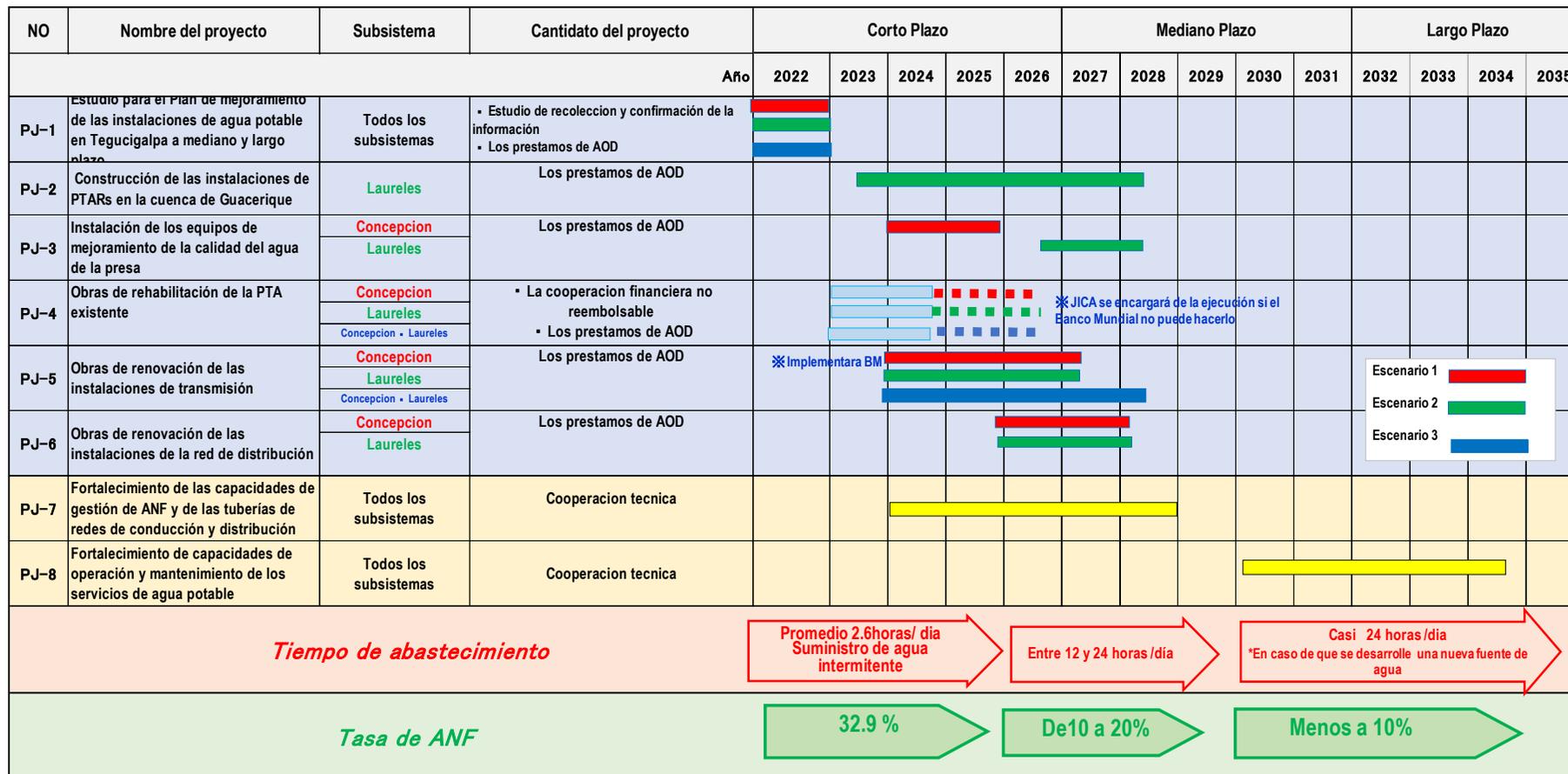
El cuadro 6-1-3 muestra tres escenarios para las futuras medidas de apoyo. El programa de realización de cada escenario se muestra en la Figura 6-1-1. Cabe señalar que la fecha de inicio del proyecto para las medidas de apoyo propuestas es 2022.

Tabla6-1-3 Escenarios de las futuras medidas de asistencia

NO	Sistemas de agua	Contenido	Población beneficiaria	Beneficios de cada proyecto
Escenario 1	La Concepción	<p><b><u>Componentes estructurales</u></b>                      PJ-1. Estudio para el plan de mejoramiento de las instalaciones de agua potable en Tegucigalpa a mediano y largo plazo (El estudio aplica a todos los subsistemas)                      PJ-3 Introducción de los equipos de mejoramiento de la calidad del agua de la presa                      PJ-4. Obras de rehabilitación de las plantas potabilizadoras existentes                      * Si el Banco Mundial no puede ejecutar.                      PJ-5. Obras de renovación de las instalaciones conducción y distribución de agua                      PJ-6. Obras de renovación de la red de distribución de agua                      * Mejoramiento de las redes de tuberías de distribución (10/114 sectores previstos, pero es necesario examinar minuciosamente basándose en el monto estimado del PJ-1 con alta precisión.)  <b><u>Componentes no estructurales</u></b>                      PJ-7. Fortalecimiento de las capacidades de gestión de ANF y de las tuberías de redes de conducción y distribución                      (El estudio aplica a todos los subsistemas)</p>	402,389 (Instalación de la red de distribución de agua 137,649)	PJ-1: Desarrollo de un plan de renovación detallado PJ-3: Reducción de los costos químicos en las plantas de tratamiento de aguas Reducción de 0.54-0.76 millones de USD por año PJ-3: Aseguramiento del volumen de depuración del agua PJ-5: Mejora de la eficiencia energética del transporte y la distribución de agua y control adecuado del volumen de transporte de agua PJ-6: Reducción de las fugas de agua En el caso de NRW del 32.9% al 10 Reducción de 1.04 millones USD por año PJ-7: Reducción de las fugas de agua, mejora de la situación financiera, mantenimiento y gestión adecuados
Escenario 2	Los Laureles	<p><b><u>Componentes estructurales</u></b>                      PJ-1. Estudio para el Plan de mejoramiento de las instalaciones de agua potable en Tegucigalpa a mediano y largo plazo (El estudio aplica a todos los subsistemas)                       PJ-2. Construcción de las instalaciones de saneamiento en la cuenca alta de la Presa Los Laureles                      PJ-3. Introducción de los equipos de mejoramiento de la calidad del agua de la presa                      PJ-4. Obras de rehabilitación de las plantas potabilizadoras existentes                      * Si el Banco Mundial no puede ejecutar.                      PJ-5. Obras de renovación de las instalaciones conducción y distribución de agua</p>	196,516	PJ-1: Desarrollo de un plan de renovación detallado PJ-2,3: Reducción de los costes químicos en las plantas de tratamiento de aguas Reducción de 0.54-0.76 millones de USD por año PJ-4: Aseguramiento del volumen de depuración del agua PJ-5: Mejora de la eficiencia energética del transporte y la distribución de agua y control adecuado del volumen de transporte de agua PJ-6: Reducción de las fugas de agua

		<p>PJ-6. Obras de renovación de la red de distribución de agua* Mejoramiento de las redes de tuberías de distribución (se realiza en su totalidad.)</p> <p><b><u>Componentes no estructurales</u></b></p> <p>PJ-7. Fortalecimiento de las capacidades de gestión de ANF y de las tuberías de redes de conducción y distribución (El estudio aplica a todos los subsistemas)</p>		<p>En el caso de NRW del 32.9% al 10 Reducción de 1.04 millones USD por año</p> <p>PJ-7: Reducción de las fugas de agua, mejora de la situación financiera, mantenimiento y gestión adecuados</p>
Escenario 3	La Concepción y los Laureles y	<p><b><u>Componentes estructurales</u></b></p> <p>PJ-1. Estudio para el Plan de mejoramiento de las instalaciones de agua potable en Tegucigalpa a mediano y largo plazo (El estudio aplica a todos los subsistemas)</p> <p>PJ-5. Obras de renovación de las instalaciones conducción y distribución de agua</p> <p><b><u>Componentes no estructurales</u></b></p> <p>PJ-7. Fortalecimiento de las capacidades de gestión de ANF y de las tuberías de redes de conducción y distribución (El estudio aplica a todos los subsistemas)</p>	628,693 (Instalación de la red de distribución de agua)	<p>PJ-1: Desarrollo de un plan de renovación detallado</p> <p>PJ-5: Mejora de la eficiencia energética del transporte y la distribución de agua y control adecuado del volumen de transporte de agua</p> <p>PJ-7: Reducción de las fugas de agua, mejora de la situación financiera, mantenimiento y gestión adecuados</p>

\*Escenario 3 Además, si se dispone de presupuesto, se ejecutarán los proyectos PJ-2, PJ-3 y PJ-4 de subsistema de Laureles, que contribuirán a mejorar la calidad del agua cruda en Laureles.



Figra 6-1-1 Calendario de ejecución del contenido propuesto

## 6-2 Proceso de análisis

En esta sección se analizan los procedimientos de análisis de los siguientes aspectos con el fin de elaborar las propuestas de las estrategias de asistencia. En la Figura 6-2-1 se presenta el flujo de análisis.

### (1) Definición de la meta

Se definieron los niveles de los EPS que se quieren alcanzar a corto, mediano y largo plazo para los servicios de acueducto en Tegucigalpa, a fin de tener un hito de la asistencia para el crecimiento de los EPS. Para los efectos se utilizó la Lista de control básico de EPS del "Manual de E/C" de la JICA utilizado para el análisis de las capacidades organizativas del Capítulo 4, apartado 4-1-3.

### (2) Análisis de la situación actual

Con base en los resultados de los estudios del Capítulo 3 y del Capítulo 4, se preparó la lista de control básico de EPS por componentes estructurales y no estructurales, de acuerdo con la Guía Evaluación de Capacidades.

### (3) Identificación de desafíos

Se identificaron los desafíos y dificultades para lograr las metas a corto, mediano y largo plazo.

### (4) Elaboración de estrategias

Se elaboraron las medidas de atención a los desafíos de corto, mediano y largo plazo.

### (5) Propuesta de la asistencia estructural y no estructural

Se propusieron las estrategias de asistencia clasificando los componentes de proyectos estructurales y no estructurales.

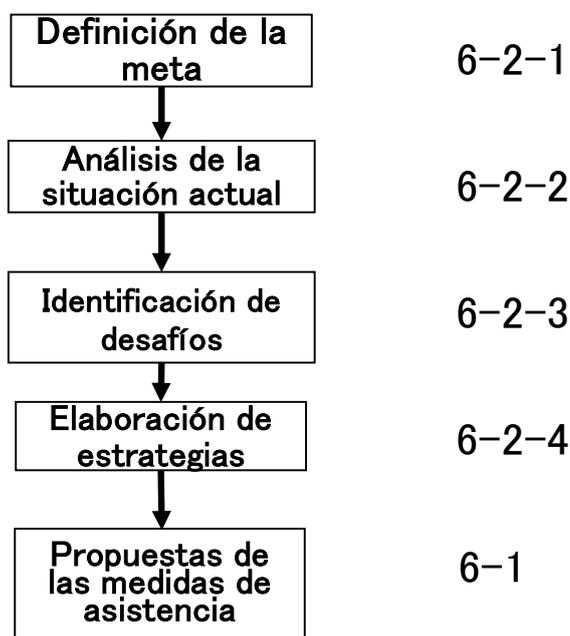


Figura 6-2-1 Flujo de asistencia de las propuestas de asistencia

### 6-2-1 Definición de la meta

La lista de control básico de EPS del Manual de E/C es una herramienta que permite evaluar la brecha entre la situación actual y los niveles meta, clasificando los indicadores operativos en cinco niveles. De acuerdo con los resultados de análisis de las capacidades organizativas del Capítulo 4, apartado 4-1-3, el nivel de los servicios actuales de acueducto del SANAA y de la AMDC, se ubica en el Nivel 2. El promedio de puntaje de las mejoras que puedan ser logradas con la inversión en infraestructuras y desarrollo de capacidades es de 2.1, y el promedio de las mejoras que puedan ser logradas con programas es de 3.5. El nivel de los principales indicadores operativos y la situación actual de Tegucigalpa se indican en la siguiente Tabla.

Tabla6-2-1 Calendario de ejecución del contenido propuesto Principales indicadores operativos de servicios servicio de según niveles acueductos

Categoría (Dimensiones, aspectos y elementos)		Preguntas	Respuestas	Nivel	NO	
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	FI-1	
		Q2. Continuidad del abastecimiento de agua	Promedio 2.6 horas/día	1	FI-2	
	Ampliación	Cobertura del servicio de agua potable	Q3. Cobertura media general de agua potable	68.6 %	2	FI-3
			Q4. Agua para el estrato pobre	Aprox. la mitad de la población pobre recibe el agua de acueducto	2	FI-4
		Plantas potabilizadoras	Q5. Capacidad de reserva de las plantas potabilizadoras	-23.3 %	1	FI-5
	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	FI-6
			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	FI-7
			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	FI-8
			Q9. Condiciones de equipos mecánicos y eléctricos	Menos del 10 % de las instalaciones mecánicas y eléctricas están fuera de servicio por graves fallas	3	FI-9
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	CD-1
		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	CD-2
	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	CD-3	

			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	CD-4	
		Gestión de ANF	Q14. Tasa de ANF	32.9 %	3	CD-5	
			Q15. Instalación de los medidores de agua	Casi no se utilizan los micromedidores de agua por aplicar tarifa fija.	1	CD-6	
			Q16. Instalaciones de medidores de agua a granel	Los medidores de agua a granel necesarios no han sido suficientemente instalados.	2	CD-7	
		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	CD-8	
			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	CD-9	
		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	CD-10
				Q20. Tasa de recaudación de las tarifas	85 %	3	CD-11
	Desarrollo institucional		Q21. Reglas de gestión de recursos humanos y promoción	Las reglas laborales y de definición de salarios básicos no son claras.	1	CD-12	
			Q22. Ejecución de capacitación	Se imparten cursos de capacitación referentes a algunos temas.	2	CD-13	
	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	CD-14	
			Q24. Actividades de sensibilización	Han sido desarrolladas varias actividades de sensibilización hasta la fecha.	2	CD-15	
	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 servicios de agua potable.	3	PI-1	
		Q26. Cobertura del servicio de alcantarillado	58.3%	4	PI-2		

Se propone alcanzar las siguientes metas para que el EPS de Tegucigalpa alcance el Nivel 3 a corto plazo (menos de cinco años), el Nivel 4 a mediano plazo (más de 10 años) y el Nivel 5 a largo plazo (menos de 15 años).

[Corto plazo] Tiempo de abastecimiento: más de 12 horas /día, tasa de ANF 21-30 %
[Mediano plazo] Tiempo de abastecimiento: entre 12 y 24 horas /día, tasa de ANF 10 - 20 %
[Largo plazo] Tiempo de abastecimiento: 24 horas /día, tasa de ANF 10 % o menos

#### 6-2-2 Análisis de la situación actual

Con base en los resultados de los estudios mencionados en los Capítulos 3 y 4, se organizaron las categorías que pueden ser solucionadas con la ① inversión en infraestructuras (IF), ② el desarrollo de capacidades (DC) y ③ el enfoque del programa (PA) por componentes estructurales y no estructurales. La tabla 6-2-2-1 muestra los cinco niveles de evaluación del nivel 1 al 5. Los componentes estructurales se muestran en la Tabla 6-2-2 y los componentes no estructurales, en la Tabla 6-2-3

Tabla6-2-2 Escala de 5 nivel

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Muy Serio	Serio	No es bueno	Bien	Muy bien

Tabla6-2-3Análisis de la situación actual de los componentes estructurales

NO	Nombre de subsistema	Fuente de agua		PTA		Línea de conducción	Tanque	Red de tuberías de agua
		Calidad del agua	Instalaciones	Calidad del agua	Instalaciones			
H-1	Planificación a medio y largo plazo (FI-1)	Hay planificación para el desarrollo de los recursos hídricos del Río del Hombre y la construcción de PTA (Se ha preparado un plan detallado con el apoyo del BID en 2015) *Debe considerarse la posibilidad de incluir la EIA ya que se producirá el reasentamiento. Consideración necesaria debido al acceso por carretera y a la falta de muestras de análisis de la calidad del agua.				(1) Previsión de la demanda de agua (2) Análisis hidráulico consideración de PTA San José (3) Planificación de la renovación de las tuberías	Planificación de nuevas construcciones, integración y renovación	Elaboración de un plan de sectorización Picacho (25 sectores) Concepción (114 sectores) (3) Laureles (10 sectores)
H-2	Picacho 25.2% del suministro total de agua (261mil personas)	Bien	Obra de toma (23) y tuberías de conducción (93 km) son antiguas y corren peligro de dañarse.(FI-6)	Bien	Envejecimiento de los equipos electromecánicos *8 de los 16 filtros de arena están inoperativos(FI-2FI-5)	(1) Después de análisis hidráulico, planificación de renovación de tuberías de conducción (FI-7)	(1) Envejecimiento (9 tanques)(FI-6) Metálico mas de 30 años, concreto mas de 50 años  (2) No hay caudalímetro. Falla del medidor de nivel (CD-7)	(1)Más del 85% de las fugas se producen en la red de distribución de agua (tuberías terciaria y tubería de servicio de agua para casa ). Causa de las fugas se producen por el envejecimiento de las tuberías, la mala instalación y la alta presión del agua.
H-3	Concepción 52.1% del suministro total de agua (422 mil personas)	Deterioro de la calidad del agua (Alga, olor)	El costo de los productos químicos para la PTA aumento (10 veces mayor que el Picacho) (CD-10)	Bien	Envejecimiento de los equipos electromecánicos (FI-5, FI-7)	(1) Mismo de H-2 (2) Deterioro del rendimiento y envejecimiento de EB (3) No hay caudalímetro ni manómetro (FI-8)	(1) Envejecimiento (12 tanques)  (2) No hay caudalímetro. Falla del medidor de nivel (FI-9, CD-9)	(2) No hay micromedidor de agua (39% instalados), lo que impide analizar el volumen de agua distribuida.  (3) La mayoría de las redes no tienen DMA (Sectorización) y no hay control de la presión del agua. (CD-5,CD-6,CD-8)
H-4	Miraflores *1.6% del suministro total de agua (15mil personas)	Bueno (río)	Está previsto dejar de utilizar (alrededor de 2024)	Bien	-	-	No hay caudalímetro. Falla del medidor de nivel (FI-9, CD-9)	
H-5	Laureles 20.6% del suministro total de agua (206 mil personas)	(Deterioro de la calidad del agua (Alga, olor)  Contaminada por agua residual	(1) No se puede descargar el lodo. (draga está en mal estado) (FI-6)  (2) No hay PTAR en cuenca de Guacerique El costo de los productos químicos para la PTA aumento (10 veces mayor que el del Picacho)	Bien	Envejecimiento de los equipos electromecánicos (FI-5, FI-7)	(1) Mismo de H-3 (2)Mismo de H-3 (3)Mismo de H-3	(1) Envejecimiento (3 tanques)  (2) No hay caudalímetro. Falla del medidor de nivel (FI-9, CD-9)	

Nivel 1    
  Nivel2    
  Nivel3    
  Nivel4    
  Nivel5

Tabla6-2-4 Análisis de la situación actual de los componentes no estructurales

NO	Artículo	Fuente de agua	PTA	Línea de conducción	Tanque	Red de tuberías de agua
S-1	O y M de las instalaciones (CD-1)  O y M de la tubería (CD-2)	1) Picacho No hay planes de renovación 2) Concepción (Mantenimiento e inspección de represas, planes de O y M de bombas refuerzo) 3) Laureles No existe ningún plan de dragado de lodos, O y M de bombas en trasvase	(1) La situación actual es de mantenimiento a posteriori, sin planes de reparación o renovación de las instalaciones. (2) No hay registro de reparaciones, renovaciones o accidentes. (3) No hay gestión de activos	(1)No hay planes para renovar las tuberías (2)No hay gestión de activos (3)No hay plan de renovación o mantenimiento de las EBs (4) No hay registro del operación de las bombas	(1)No hay plan de renovación o mantenimiento (2)No hay gestión de activos (3)No hay registro de la operación de distribución de agua a la red	(1) No hay plan de renovación o mantenimiento (2) No se reflejan las actualizaciones, el historial de renovaciones y el historial en los datos del GIS (gestión de activos). (3) No hay registro de operaciones como la apertura y el cierre de la distribución de agua.
S-2	Contra medidas de ANF(CD-5)	(1) No se realiza ninguna detección de fugas ni patrullas de monitoreo. (2) No hay registro de historial de fugas en el GIS (3) No se gestionan los micromedidores (Hay fuga de agua en conexión de micromedidor (Resultado de demostración) (4) Dado que la gestión de los micromedidor de agua es responsabilidad del cliente, no hay control de calibración, renovación o falta de precisión en los micromedidores (Volumen es diferente de real)				
S-3	Gestión de la calidad del agua (CD-8)	(1) Agua cruda: el análisis de la calidad del agua se realiza periódicamente. (Laureles: dos veces al mes, Concepción: dos veces al año) (2) Agua tratada de PTA: El agua tratada cumple las normas de calidad del agua. (3) Agua de red de distribución: La turbidez y el cloro residual pueden superar las normas de calidad del agua debido a roturas en la tubería.				
S-4	Gestión financiera (CD-10)	(1) Tarifa de agua *No resultado de análisis de los costos de O y M y No han sido capaces de establecer tarifas beneficiosas. (2) El 61% es paja fija. (3) No hay esfuerzo activo para cobrar en función del consumo.				
S-5	Desarrollo organizativo (CD-12,13)	(1) Las normas de trabajo y la fijación de salarios no están claras. (2) No existe un sistema de capacitación interna, desarrollo de recursos humanos y transferencia de tecnología.				
S-6	Respuesta de los clientes (CD-15)	(1)Se registran las respuestas a las quejas, pero no se abordan todas de inmediato. (2) La conservación del agua y la difusión de información a los clientes se limita a las redes sociales y a los sitios web, sin que se fomente activamente.				
S-7	Leyes y reglamentos sobre el suministro de agua (PA-1)	(1) Existe una Ley de Suministro de Agua, que independiza los servicios de agua de la contabilidad, y los aspectos legales y reglamentarios están bien desarrollados. (2) Existen normas de calidad para los efluentes de las aguas residuales, pero la normativa debe ser más estricta.				
S-8	Índice de cobertura del alcantarillado(PA-2)	(1) Aunque el índice de cobertura del alcantarillado es alto, sólo se trata alrededor del 10% de las aguas residuales debido a las fugas causadas por el envejecimiento de las tuberías de alcantarillado (también causa de desprendimientos) y al insuficiente mantenimiento de las PTAR. (2) No hay plan maestro para alcantarillado				

Nivel 1
  Nivel 2
  Nivel 3
  Nivel 4
  Nivel 5

### 6-2-3 Identificación de desafíos

En primer lugar, se llevará a cabo una planificación a medio y largo plazo (FI-6) y se prestará apoyo en términos de hardware y software para los aspectos que actualmente presentan graves problemas en los niveles 1 y 2.

El objetivo del EPS en Tegucigalpa es alcanzar una puntuación de Nivel 3 a corto plazo (en un plazo de 5 años), Nivel 4 a medio plazo (en un plazo de 10 años) y Nivel 5 a largo plazo (en un plazo de 15 años) como resultado de la evaluación de la situación actual utilizando la Lista de comprobación manual de los servicios de agua del Cuadro 4-6. A continuación se resumen los retos a corto, medio y largo plazo para alcanzar estos objetivos.

#### (1) Desafíos a abordar para alcanzar la meta a corto plazo (menos de 5 años)

Para alcanzar los objetivos a corto plazo (indicador operativo de nivel 3, tiempo de suministro de agua de al menos 12 horas/día y tasa de agua no facturada del 21-30%), las empresas de suministro de agua se centrarán en mejorar los elementos con niveles de puntuación 1 y 2 en los indicadores operativos. el estado del nivel 3 se define como el estado en el que los elementos de los niveles 1 y 2 se están abordando actualmente para alcanzar el nivel 4. Los retos a corto plazo se resumen de la siguiente manera

Tabla6-2-5 Desafíos a corto plazo

No.	Desafíos	Identificación de desafíos
<b>Componentes estructurales</b>		
S-1	Planificación a medio y largo plazo	En la actualidad, no existe un plan a medio y largo plazo y no se ha realizado un plan de inversiones adecuado. Además, está previsto que la nueva planta de tratamiento de agua de San José esté terminada en 2024, y es necesario llevar a cabo el año objetivo, la previsión de la demanda de agua, la construcción del modelo de la red de tuberías y el análisis de la red de tuberías para desarrollar un plan de renovación adecuado para las instalaciones de transmisión y distribución de agua, y para desarrollar un plan de renovación muy preciso para el futuro.
S-2	Realización de trabajos de renovación en la planta de tratamiento de aguas	Todas las plantas de tratamiento de agua no tienen respaldo para sus equipos rotativos debido a fallos eléctricos y mecánicos, y las instalaciones necesitan ser renovadas para garantizar un suministro estable de agua limpia. El Banco iniciará un estudio detallado de las plantas de tratamiento de agua en 2022, y llevará a cabo la rehabilitación de las plantas de Picacho, Concepción y Laureles en 2023, pero si la rehabilitación no es llevada a cabo por el Banco, se requerirá asistencia.
S-3	Fortalecimiento de capacidades de operación y mantenimiento de las instalaciones de conducción y distribución	Con respecto a las instalaciones de transmisión y distribución, no se han realizado la gestión de datos de los planos y del historial de reemplazos, la operación y mantenimiento de las tuberías y las bombas de transmisión, la gestión del registro de datos y la adecuada gestión de activos, por lo que es necesario mejorar la capacidad de operación y mantenimiento y de gestión de activos.
S-4	Elaboración de planes para la construcción de una alcantarilla y una planta de tratamiento de aguas residuales en el tramo superior de la presa de Laureles	La calidad del agua bruta de la presa de Laureles se ha deteriorado notablemente debido a la mezcla de efluentes domésticos e industriales en el tramo superior, una situación que la AMDC no ha podido remediar por falta de fondos, aunque se han hecho planes detallados. El AMDC tiene un plan detallado pero no ha podido mejorarlo por falta de fondos. Se examinarán los planes actuales y se elaborará un plan detallado.
<b>Componentes no estructurales</b>		
S-5	Esfuerzos para mejorar la capacidad de mantenimiento y gestión de las instalaciones de transmisión y distribución de agua	En cuanto a las instalaciones de transmisión y distribución de agua, no se ha implementado la gestión de datos de los planos, el historial de construcción, el mantenimiento de las tuberías y las bombas de transmisión de agua, ni el registro de datos, por lo que es necesario mejorar la capacidad de gestión del mantenimiento. Es necesario que las UMAPS comprendan estos problemas actuales y empiecen a trabajar para mejorar la capacidad.

No.	Desafíos	Identificación de desafíos
S-6	Esfuerzos para aplicar medidas de control de fugas.	Con una elevada tasa de agua no facturada del 32,9%, el control de las fugas es una medida reactiva. Como resultado de la demostración, está claro que hay muchas fugas en los contadores de agua en las zonas con alta presión de agua, y es necesario que la UMAPS inspeccione y repare los contadores de agua de forma regular, identifique las zonas en las que actualmente hay muchas fugas utilizando el SIG, analice las causas de las fugas en el suelo, mejore las técnicas de construcción alrededor de los contadores de agua, realice estudios de fugas utilizando gas trazador. Es necesario realizar estudios de fugas mediante la exploración con gas trazador y reparar los puntos de fuga.
S-7	Inicio de las actividades de promoción de los contadores de agua	La penetración de los contadores de agua es de aproximadamente el 39% y la mayoría de los clientes tienen tarifas fijas. En consecuencia, no es posible realizar un análisis del volumen de agua distribuida y, por tanto, no es posible calcular una tasa de agua no facturada precisa. Además, los clientes tienden a consumir más agua de la que realmente utilizan debido al sistema de tarifa plana, y no son conscientes de la conservación del agua debido a la tarifa constante. Además, la instalación y el mantenimiento de los contadores de agua y la calibración de los mismos corren a cargo del cliente. Como resultado, algunos clientes llevan más de 20 años utilizando contadores de agua y nunca los han calibrado, por lo que siguen utilizando contadores de agua inexactos. Esto significa que pueden no ser capaces de cobrar sus facturas de agua correctamente debido a la aparición de volúmenes de agua insensibles. La UMAPS tiene que ser consciente de estos problemas y trabajar en las tarifas con contador. Por ejemplo, tenemos que comparar la diferencia de consumo de agua y de ingresos entre las tarifas fijas y las de contador, y empezar a trabajar para que los clientes comprendan las tarifas de contador.
S-8	Mejora de la capacidad de gestión financiera	La empresa ha estado en números rojos continuamente desde 2016 hasta 2020. Las tasas actuales de agua y alcantarillado no son suficientes para cubrir el funcionamiento y el mantenimiento. Debería considerarse un análisis del coste del suministro de agua y una revisión de las tarifas del agua para mejorar la situación financiera. También es necesario adquirir conocimientos básicos sobre cómo organizar y analizar los datos para mejorar la capacidad financiera.
S-9	Iniciativas de respuesta de los residentes	Aunque la publicidad a los residentes se ha llevado a cabo a través de las redes sociales y los sitios web, no ha habido una publicidad proactiva a los clientes sobre los llamamientos específicos para la conservación del agua y la importancia de los contadores de agua. La UMAPS reconoció la importancia de estas iniciativas y comenzó a trabajar en ellas.

(6) Desafíos para alcanzar la meta a mediano plazo (menos de diez años)

Para alcanzar los objetivos a medio plazo (indicador operativo de nivel 4, tiempo de abastecimiento de agua de 12 a 24 horas al día, ratio de agua no facturada del 10 al 20%), la situación es tal que se han alcanzado las cuestiones planteadas en los objetivos a corto plazo. Para alcanzar los objetivos a medio plazo (tiempo de suministro de agua de 12 a 24 horas al día, tasa de agua no facturada del 10 al 20%), deben haberse realizado las tareas enumeradas en los objetivos a corto plazo.

Tabla6-2-6 Desafíos a mediano plazo

No.	Desafíos	Identificación de desafíos
<b>Componentes estructurales</b>		
M-1	Renovación de las instalaciones de transmisión y distribución de agua	Los trabajos de renovación se han completado de acuerdo con el plan de renovación establecido en el plan a medio y largo plazo. (1) Instalaciones de transmisión de agua Renovación de las tuberías de agua, incluyendo su diámetro y recorrido, basándose en el análisis de la red de tuberías, y sustitución de las bombas de agua anticuadas o sin respaldo, con medidores de flujo y presión y otros instrumentos instalados en todas las bombas. (2) Estanque de distribución de agua En los depósitos de distribución existentes han fallado los medidores de nivel y no hay medidores de caudal, por lo que no es posible determinar el caudal

No.	Desafíos	Identificación de desafíos
		del agua distribuida. Los depósitos de distribución existentes son de acero, y al cabo de unos 30 años el techo se derrumba y aparecen agujeros debido a la oxidación, mientras que los depósitos de la CR son de hormigón, y al cabo de 50 años el hormigón se delamina y se agrieta, provocando fugas de agua del subsuelo. Nos gustaría ver la renovación, la consolidación y la construcción de nuevos depósitos de distribución basados en el plan de renovación. Todos los depósitos de distribución estarán equipados con caudalímetros y medidores de nivel para poder controlar adecuadamente el caudal que llega a la zona de distribución.
M-2	Renovación de la red de distribución de agua	En las zonas en las que la presión del agua es alta, se producen muchos accidentes por fugas, a menudo debido al fallo de las válvulas reductoras de presión en la red de tuberías de distribución y a las secciones de contadores de agua mal construidas. Por lo tanto, es necesario construir una red de distribución de agua que sea fácil de mantener y buscar fugas disponiendo adecuadamente las válvulas reductoras de presión y bloqueando la red de tuberías para que la presión pueda ser controlada adecuadamente. Además, es necesario construir una red de tuberías con un largo ciclo de vida utilizando PEAD y contadores de agua adecuados.
M-3	Introducción de la mejora de la calidad del agua en las presas	En las presas de Concepción y Laureles, se deben instalar equipos de mejora de la calidad del agua para eliminar las algas verdeazules en las presas, eliminar la anoxia y reducir los costes de productos químicos mediante la inyección de carbón activado en polvo y polímeros en las plantas de tratamiento de agua.
M-4	Construcción de alcantarillas y plantas de tratamiento de aguas residuales en el tramo superior de la presa de Laureles	Es necesario construir alcantarillas de recogida e instalaciones de tratamiento de aguas residuales en la zona aguas arriba de la presa de Laureles para garantizar que los efluentes domésticos e industriales sean tratados adecuadamente en la presa de Laureles para mejorar la calidad del agua bruta.
<b>Componentes no estructurales</b>		
M-5	Mejora de la capacidad de mantenimiento de las instalaciones de transmisión y distribución de agua	Las competencias abordadas en la S-5 se han mejorado de la siguiente manera. La gestión de los datos de los planos y el historial de construcción de las instalaciones de transmisión y distribución de agua se reflejan en el SIG, de modo que la información esté disponible cuando se necesite. Se han dominado las técnicas de mantenimiento y construcción de tuberías y se ha reducido el número de fugas debidas a una mala construcción. Las bombas de agua se mantienen y gestionan adecuadamente con una lista de comprobación diaria para poder comprobar en todo momento el estado de la bomba, incluidos el caudal y la presión.
M-6	Aplicación de medidas de control de fugas	Las competencias abordadas en la S-6 se han mejorado de la siguiente manera. La UMAPS ha preparado un manual para la instalación de contadores de agua y ha proporcionado orientación a los contratistas, etc., lo que ha reducido el número de fugas alrededor de los contadores de agua. Se planifican y se llevan a cabo periódicamente patrullas de vigilancia de fugas. La capacidad de identificar los datos y las tendencias en las áreas de alta fuga y analizar las causas. El establecimiento de métodos eficaces de detección de fugas, incluidos los estudios de gas trazador, y la adquisición de procedimientos y métodos de estudio han mejorado la capacidad de reparación de fugas.
M-7	Uso generalizado de contadores de agua	Como resultado del trabajo iniciado en S-7, los contadores de agua están ahora ampliamente disponibles. Los proyectos piloto han demostrado que los sistemas de pago por uso pueden aumentar los ingresos. La UMAPS dispone de una gestión adecuada de los contadores de agua, incluidas las normas de calibración. Los clientes entienden el sistema de medición y la penetración de los contadores de agua está aumentando. El sistema de medición aumenta la conciencia de los clientes sobre la conservación del agua.

No.	Desafíos	Identificación de desafíos
M-8	Mejora de la capacidad de gestión financiera	La capacidad financiera ha mejorado gracias a la aplicación de lo siguiente para el S-8 Podemos analizar los costes del agua y revisar las tarifas del agua. Mejora de la capacidad de organizar y analizar los datos financieros.
M-9	Iniciativas de respuesta de los residentes	Para el S-9 se ha hecho lo siguiente Los clientes son conscientes de la importancia de ahorrar agua. Explicar a los clientes las cuestiones y problemas actuales del sistema de agua. El cliente entiende la importancia del contador de agua.

(7) Desafíos para alcanzar la meta a largo plazo (menos de 15 años)

Para alcanzar los objetivos a largo plazo (nivel de índice de funcionamiento 5, tiempo de suministro de agua de 24 horas, ratio de agua no facturada inferior al 10%), en cuanto al hardware, se ha llevado a cabo el desarrollo de nuevas fuentes de agua, y en cuanto al software, una vez resueltos los problemas a medio plazo, se ha establecido un mantenimiento y una gestión adecuados de las plantas de tratamiento de agua, una gestión empresarial sostenible y mecanismos de desarrollo de los recursos humanos.

Tabla6-2-7 Desafíos a largo plazo

NO	Desafíos	Identificación de desafíos
L-1	Capacidad de gestión de operación y mantenimiento de las plantas potabilizadoras	El mantenimiento es básicamente correctivo, por lo que la planta potabilizadora se detiene cuando se paran las instalaciones. Tampoco existen los registros de reparaciones y accidentes de las instalaciones. Por lo tanto, es necesario elaborar un programa de mantenimiento preventivo de las plantas potabilizadoras y realizar la gestión adecuada de los activos.
L-2	Fortalecimiento de capacidades para la gestión de calidad de agua	Es necesario implementar las regulaciones ambientales en la cuenca alta de la Presa Los Laureles y el Embalse La Concepción, mejorar la capacidad de conservación ambiental en las fuentes de agua, realizar un estricto control de la calidad del agua en las fuentes de agua, plantas potabilizadoras e instalaciones de transmisión y distribución debido a los incidentes ocurridos de la calidad del agua como la mezcla de agua turbia en las instalaciones de transmisión y distribución, y establecer un sistema que permita implementar las medidas de forma autónoma y desarrollar las capacidades.
L-3	Fortalecimiento de capacidades de gestión financiera	Una vez cumplida la meta a mediano plazo, se estabilizará el abastecimiento de agua y se mejorará la situación financiera. En todo caso, es indispensable fortalecer las capacidades de operación y mantenimiento adecuado, y de gestión financiera, incluyendo la ejecución del plan de inversión, gestión de costes, etc.
L-4	Fortalecimiento del sistema de desarrollo humano	Para lograr una gestión empresarial sustentable, se requiere capacitar los empleados jóvenes de manera continua, incluyendo la transferencia de la tecnología desarrollada después de cumplida la meta de mediano plazo. Actualmente, no se imparten los cursos de capacitación propios del EPS, por lo que es necesario construir un sistema de capacitación del personal.
L-5	Fortalecimiento de la capacidad de atención a los clientes	Una vez cumplida la meta a mediano plazo, se reducirán los reclamos debido al mejoramiento de los servicios. En todo caso es necesario construir un sistema que analice centralizadamente las exigencias de los clientes para lograr una gestión empresarial sustentable

**6-2-4** Elaboración de estrategias

Proponga medidas para abordar los problemas identificados en el punto 6-2-3, como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla6-2-8 Contenido de las estrategias

(1) Corto plazo		
No.	Estrategias	Descripción
<b>Componentes estructurales</b>		
PS-1	Formulación del plan a mediano y largo plazo	<p>Con el año 2030 como objetivo, se llevará a cabo un análisis de la red de tuberías y se desarrollará un plan de renovación de las instalaciones de transmisión y distribución, basado en la demanda de agua prevista tras la finalización de la planta de tratamiento de agua de San José en 2024.</p> <p>(1) Establecimiento de una política básica y de objetivos para la planificación de las obras hidráulicas</p> <p>(2) Encuesta</p> <p>Investigación social</p> <p>Uso de agua per cápita, encuestas sobre el uso comercial del agua, proyecciones de población por embalse, encuestas sobre la capacidad de los depósitos de agua residenciales</p> <p>Encuesta</p> <p>Levantamiento de las rutas de las tuberías de agua, confirmación de las elevaciones de las estaciones de bombeo y de los depósitos de distribución, inspección sobre el terreno de las tuberías enterradas</p> <p>(3) Análisis de la red de tuberías</p> <p>(i) Establecer la demanda de agua por distrito</p> <p>(2) Construcción de un modelo de red de tuberías</p> <p>3) Análisis de la red de tubos</p> <p>(4) Planificación basada en los resultados del análisis</p> <p>(i) Planificación de la consolidación y sustitución de los depósitos de distribución</p> <p>(2) Cambio de ruta y diámetro de las tuberías de agua</p> <p>(iii) Planificación de la sustitución de las bombas de agua</p> <p>(5) Resumen</p> <p>Cálculo de los costes estimados del proyecto</p> <p>2) Plan de renovación</p> <p>(iii) Elaboración de planes de financiación</p>
PS-2	Obras de rehabilitación de las plantas potabilizadoras	<p>Realizar las siguientes obras de rehabilitación.</p> <p>(1) Planta Potabilizadora El Picacho</p> <p>①Rehabilitación del caudalímetro para agua cruda y para la transmisión</p> <p>②Renovación del equipo de dosificación de químicos</p> <p>③Renovación de la bomba de retrolavado y el soplador</p> <p>④Instalación de la planta de generación eléctrica</p> <p>⑤Rehabilitación de 8 tanques de filtración suspendidos (reemplazo de compuerta y colector)</p> <p>⑥Renovación del equipo de gas cloro y medidas de seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Renovación de la báscula de cilindros y el dosificador de cloro</li> <li>• Ventilador y neutralizador de gas cloro</li> </ul> <p>(2) Planta Potabilizadora La Concepción</p> <p>①Renovación del equipo de dosificación de químicos</p> <p>②Renovación del caudalímetro</p> <p>③Renovación de la bomba de retrolavado y el soplador</p> <p>④Instalación de la planta de generación eléctrica</p> <p>⑤Renovación de la válvula de accionamiento neumático</p> <p>⑥Renovación del equipo de gas cloro y medidas de seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Renovación de la báscula de cilindros y el dosificador de cloro</li> <li>• Ventilador y neutralizador de gas cloro</li> </ul> <p>(3) Planta Potabilizadora Los Laureles</p> <p>①Renovación del equipo de dosificación de químicos</p> <p>②Renovación del caudalímetro</p> <p>③Renovación del medio filtrante en arena (arena y antracita)</p> <p>④Renovación de la bomba de retrolavado y el soplador</p> <p>⑤Instalación de la planta de generación eléctrica</p> <p>⑥Renovación de la válvula de accionamiento neumático</p>

		<p>⑦ Renovación del equipo de gas cloro y medidas de seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Renovación de la báscula de cilindros y el dosificador de cloro</li> <li>• Ventilador y neutralizador de gas cloro</li> </ul> <p>* Aunque está prevista la ejecución por el Banco Mundial, es necesario ejecutar lo que no se pudo.</p>
PS-3	Renovación de la planta de tratamiento de agua	<p>Las siguientes obras de acondicionamiento son necesarias en cada una de las siguientes plantas de tratamiento de agua</p> <p>(1) Planta de tratamiento de agua del Picacho</p> <p>(1) Renovación de los caudalímetros de agua bruta y transmitida</p> <p>2) Renovación del equipo de inyección química</p> <p>(3) Renovación de las bombas de retrolavado y de los sopladores</p> <p>Instalación de equipos privados de generación de energía</p> <p>(5) Rehabilitación de 8 estanques de filtración inactivos (renovación de las compuertas y del sistema de recogida de agua)</p> <p>6) Renovación de las instalaciones de gas cloro y medidas de seguridad</p> <p>Renovación de las máquinas dosificadoras de cilindros y de cloro</p> <p>Ventilador de escape, neutralizador de gas de cloro</p> <p>(2) Planta de tratamiento de agua de Concepción</p> <p>(1) Renovación del equipo de inyección química</p> <p>(2) Renovación del caudalímetro</p> <p>(3) Renovación de las bombas de retrolavado y de los sopladores</p> <p>Instalación de equipos privados de generación de energía</p> <p>Renovación de la válvula neumática</p> <p>6) Renovación de las instalaciones de gas cloro y medidas de seguridad</p> <p>Renovación de las máquinas dosificadoras de cilindros y de cloro</p> <p>Ventilador de escape, neutralizador de gas de cloro</p> <p>(3) Planta de tratamiento de agua de Laureles</p> <p>(1) Renovación del equipo de inyección química</p> <p>(2) Renovación del caudalímetro</p> <p>3) Renovación de la filtración de arena (arena y antracita)</p> <p>Renovación de la bomba de retrolavado y del soplador</p> <p>Instalación de equipos privados de generación de energía</p> <p>(6) Renovación de las válvulas neumáticas</p> <p>7) Renovación de las instalaciones de gas cloro y medidas de seguridad</p> <p>Renovación de las máquinas dosificadoras de cilindros y de cloro</p> <p>Ventilador de escape, neutralizador de gas de cloro</p> <p>En los casos en los que el Banco no lo ha hecho, es necesario complementarlo</p>
PS-4	Diseño detallado del plan de implementación de la mejora de la calidad del agua en las presas	<p>En las presas de Concepción y Laureles se comprobará la calidad del agua para detectar la aparición de algas verdeazuladas y anoxia en el fondo de las presas, y se realizarán los análisis de calidad del agua necesarios. A continuación, se ordenarán las distintas condiciones, se realizarán simulaciones de la calidad del agua y se estudiará en detalle el número y las especificaciones de los dispositivos de mejora de la calidad del agua y se formulará un plan.</p> <p>(1) Organización de los datos sobre la calidad del agua</p> <p>(2) Estudio del efecto de la simulación de la calidad del agua</p> <p>(3) Determinación de las especificaciones (método, número de unidades, etc.)</p> <p>(4) Planificación de la construcción</p> <p>(5) Cálculo de costos</p>
<b>Componentes no estructurales</b>		
PS-5	Mejora de la capacidad de mantenimiento de las instalaciones de transmisión y distribución de agua	<p>Reforzar la capacidad de las instalaciones de transmisión y distribución de agua para permitir el intercambio de información reflejando los registros de construcción en los planos y el mantenimiento de las bombas y tuberías de transmisión de agua</p> <p>(1) Gestión de datos de dibujo e informatización (GIS, CAD, etc.)</p> <p>(2) Registro del historial de actualización de la instalación</p> <p>(3) Mantenimiento y gestión de las instalaciones de transmisión y distribución de agua (instalaciones de bombeo)</p> <p>(4) Registros de funcionamiento de las instalaciones de transmisión y distribución de agua</p>
PS-6	Fortalecimiento de la capacidad de control del	Se adoptarán las siguientes medidas de desarrollo de capacidades para combatir el agua no facturada

	agua no facturada	(1) Visualización de los puntos de fuga (intercambio de información a través del SIG) (2) Análisis de la causa de la fuga (3) Establecimiento de un sistema de patrulla e inspección de fugas (4) Mejora de la capacidad de detección de fugas (5) Reforzar la capacidad de reparación de las tuberías
PS-7	Uso generalizado de contadores de agua	Se instalarán contadores de agua en las zonas modelo para promover la medición del agua y, en función de los resultados de la verificación y validación de la eficacia de la mejora de la rentabilidad, se desarrollarán planes futuros para reforzar la capacidad de la empresa de educar a los clientes. (1) Estudio de las instalaciones existentes (2) Planificación (3) Selección de distritos modelo (4) Instalación de contadores de agua (5) Verificación de la eficacia (6) Política de actividades de sensibilización de los clientes (7) Refuerzo de la capacidad de mantenimiento y gestión de los contadores de agua
PS-8	Mejora de la capacidad de gestión financiera	Se reforzarán las siguientes habilidades analíticas básicas para mejorar la capacidad financiera (1) Reforzar la capacidad de análisis de los costes y del precio del agua (2) Reforzar las capacidades básicas de gestión financiera (3) Reforzar nuestra capacidad para desarrollar planes y estrategias empresariales
PS-9	Mejorar la capacidad de respuesta de los residentes	Reforzar nuestra capacidad de respuesta a los residentes y dar a conocer nuestro trabajo. (1) Análisis de las demandas de los residentes (2) Desarrollar una estrategia de relaciones públicas (3) Consideración de los métodos de difusión de la publicidad
<b>(2) Mediano plazo</b>		
No.	Estrategias	Descripción
<b>Componentes estructurales</b>		
PM-1	Renovación de las instalaciones de transmisión y distribución de agua	Renovación de las instalaciones de transporte de agua y de los tanques de distribución sobre la base de un plan a medio y largo plazo. (1) Instalaciones de conducción de agua ① Optimizar el trazado de las tuberías de agua y renovar los conductos ② Renovación de las bombas de agua ③ Instalación de instrumentos como manómetros, caudalímetros, etc. ④ Método de planificación del historial de conducción (2) Estanques de distribución de agua ① Sustitución de los tanques de distribución de agua envejecidos ② Reconstrucción de instalaciones de distribución de agua (consolidación, eliminación, nueva construcción) ③ Instalación de caudalímetros, medidores de nivel y otros equipos de medición
PM-2	Renovación de las instalaciones de distribución de agua	Sobre la base de la planificación a medio y largo plazo, se llevarán a cabo las siguientes actualizaciones Sectorización de la red de distribución de agua ① Instrucción del sectorización ② Desarrollo de un plan de sectorización ③ Instalación de micromedidor de agua
<b>Componentes no estructurales</b>		
Implementación de los PS-5,6,7,8,9 a corto plazo		
<b>(3) Largo plazo</b>		
No.	Estrategias	Descripción
<b>Componentes estructurales</b>		
PL-1	Fortalecimiento de capacidades de operación y mantenimiento de las plantas potabilizadoras	Fortalecer las siguientes capacidades para realizar el mantenimiento preventivo de las plantas potabilizadoras existentes y nuevas, y la operación y mantenimiento de alta calidad revisando los manuales pertinentes. (1) Fortalecimiento de capacidades en el mantenimiento preventivo de las

		instalaciones (2) Fortalecimiento de capacidades de gestión de activos (3) Fortalecimiento de capacidades de elaboración del plan de operación y mantenimiento
PL-2	Fortalecimiento de capacidades para la gestión de calidad de agua	Fortalecer las capacidades de gestión de calidad de agua en las fuentes de abastecimiento, plantas potabilizadoras, instalaciones de conducción y distribución. (1) Fortalecimiento de capacidades de monitoreo y análisis de calidad de agua de las fuentes de abastecimiento (2) Fortalecimiento de capacidades de conservación del ambiente acuático (3) Fortalecimiento de capacidades de monitoreo de calidad de agua en las instalaciones de conducción y distribución
PL-3	Fortalecimiento de capacidades de gestión financiera	Una vez cumplida la meta a mediano plazo, se mejorará la situación financiera, y para lograr la gestión empresarial sustentable, se propone fortalecer las siguientes capacidades. (1) Fortalecimiento de capacidades de elaboración del plan de inversión (2) Fortalecimiento de capacidades de gestión de costes y gestión financiera
PL-4	Fortalecimiento del sistema de desarrollo humano	Construir un sistema de transferir la tecnología a los jóvenes empleados y desarrollar los recursos humanos con el fin de lograr la gestión empresarial sustentable (1) Creación del centro de capacitación (2) Fortalecimiento de la capacidad del sistema de capacitación (3) Mejoramiento del contenido de los cursos de capacitación (capacitación de los capacitadores: TOT)
PL-5	Fortalecimiento de la capacidad de atención a los clientes	Fortalecimiento de la capacidad de atención a los requerimientos de los clientes para mejorar el nivel de satisfacción de los mismos. (1) Fortalecimiento de capacidades de atención a los clientes (2) Fortalecimiento de capacidades de promoción y divulgación

### 6-3 Consideraciones a tomarse en cuenta para la ejecución del Proyecto

A continuación se presentan las consideraciones a tomarse en cuenta para ejecutar las propuestas.

#### (1) Cooperación con el proyecto del Banco Mundial

Desde el año 2019, el Banco Mundial ha venido ejecutando el “Proyecto para el Fortalecimiento del Servicio de Agua Potable en Tegucigalpa” que está previsto finalizar en 2025. Actualmente, en el Componente 1, se brinda apoyo al transferencia de operaciones desde el SANAA a la UMAPS, y a partir del 2022, en el Componente 2, se ejecutarán las obras de rehabilitación de las plantas potabilizadoras de El Picacho, La Concepción y Los Laureles y se realizará la sectorización del sistema El Picacho en DMA, la reducción de ANF y el fortalecimiento de la gestión de Los Laureles y La Concepción. En el Componente 2, se contempla contratar a los consultores y realizar los estudios a partir del 2022, y en 2023, ejecutar las obras de rehabilitación de las plantas potabilizadoras y sectorizar el sistema El Picacho en DMA. Según los resultados de la consulta con las personas involucradas del Banco Mundial, el presupuesto para ejecutar el Componente 2 es de US\$ 50 millones, y en este momento se desconoce si se puede ejecutar todas las obras de rehabilitación de las plantas potabilizadoras y de sectorización en DMA, planificadas para estudiar ahora en adelante. Dicen que, si no se puede ejecutar todas, brindarán apoyo priorizando el sistema El Picacho. .

El equipo de estudio considera que la renovación de las plantas de tratamiento de agua es necesaria para conseguir unos servicios de agua estables, y si el Banco no puede renovar todas las plantas, será necesario un apoyo adicional.

#### (2) Posibilidad de cooperación con el BID

El BID ha puesto en marcha el Programa de Reforma de los Servicios de Agua y Saneamiento del Distrito Central, que incluye asistencia para la reubicación, apoyo a las políticas y desarrollo de directrices. El programa pretende reforzar la gobernanza y la gestión del sector. Las directrices para la política de tarifas de agua y alcantarillado y el desarrollo de un plan maestro para el suministro de agua elaborados en el marco de este programa deberían utilizarse como referencia en futuros proyectos

propuestos. El BID tiene previsto iniciar la segunda fase de un proyecto similar en 2022. Tras entrevistarnos con el BID sobre el estado de las ayudas, confirmamos que no hay planes para llevar a cabo ninguna renovación o construcción de instalaciones en este momento. El BID y la JICA tienen una postura positiva sobre el apoyo coordinado al sector del agua en Tegucigalpa, y en vista de los límites de endeudamiento de cada institución crediticia como se menciona en (3) más adelante, el apoyo coordinado al mismo sector contribuirá a aumentar los resultados.

#### (3) Monto límite de préstamo de la Cooperación Financiera Reembolsable de Japón

Honduras tiene un monto límite de préstamos que financian los organismos internacionales, y según la SEFIN, ese monto es de unos US\$ 30 millones al año para cada sector. El Banco Mundial y el BID están financiando entre US\$ 50-60 millones para sector de agua, por lo que la JICA podría financiar hasta US\$ 150 millones en 5 años. Por consiguiente, dado que no es posible ejecutar todo el contenido propuesto anteriormente, se recomienda seleccionar y ejecutar los componentes estratégicos de entre los componentes antes propuestos. Dado que no es posible llevar a cabo todas las propuestas, es conveniente reducir el alcance del proyecto para apoyar las fuentes de agua, las plantas de tratamiento de agua, las instalaciones de transmisión de agua y las instalaciones de distribución de agua, y dejar claro que el proyecto mejorará los servicios de agua a los clientes.

En particular, es necesario llevar a cabo cuanto antes el Estudio del Plan de Mejora de las Instalaciones de Abastecimiento de Agua de la Ciudad de Tegucigalpa PJ-1, formular un plan de renovación muy preciso, calcular el coste estimado del proyecto y determinar el alcance del mismo

#### (4) Consideraciones sociales y ambientales

En el caso de construir embalses en Honduras, es necesario realizar la EIA, divulgar información sobre EIA y comunicar a las ONGs y a la comunidad. Si no es posible construir el consenso social o convencer a la población afectada por el desplazamiento o solucionar las oposiciones en torno a las fuentes de abastecimiento en el caso de construir los embalses, esta situación comprometería la viabilidad de las propuestas del presente Estudio, debiendo por lo tanto tomar plenamente en cuenta las consideraciones ambientales y sociales, desde la fase de diseño del Proyecto.

#### (5) Capacidad institucional de la AMDC (UMAPS)

Actualmente, los servicios de operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado están siendo transferidos del SANAA a la AMDC, de cara a completar el proceso de transferencia a la UMAPS en diciembre de 2021. Los resultados del análisis de capacidades institucionales y de gestión empresarial y financiera que se detallan en el presente Estudio corresponde a las capacidades de la División Metropolitana del SANAA a la fecha. Si bien es cierto que se considera que estos resultados no cambiarán sustancialmente, ya que los empleados del SANAA han sido contratados por la UMAPS, es necesario volver a evaluar las capacidades institucionales, gerenciales y financieras de la UMAPS una vez completada la transferencia, para tener una línea base en el caso de ejecutar el Proyecto.

#### (6) Gestión de la seguridad

La Oficina de JICA en Honduras ha designado el área alrededor de la Planta de Tratamiento de Agua de Laureles y el área de distribución de agua como un área peligrosa. La parte sur de la zona de distribución de agua en Concepción es también una zona peligrosa, por lo que es necesario aplicar medidas de seguridad exhaustivas contra el robo de contadores de agua, inspecciones de obra y durante la construcción.

FIN

**ANEXO**

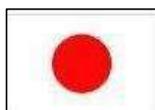


# Estudio de Recolección de Datos sobre el Abastecimiento de Agua en Tegucigalpa

Seminario para presentar tecnologías japonesas



8 de Septiembre 2021



1

## Resumen del Estudio

### 1-1 Objetivos del estudio

El Estudio tiene por objetivo poner en **orden la situación actual y los problemas pendientes del servicio de agua potable** en el municipio del Distrito Central y **proponer un esquema de asistencia** dirigida al mejoramiento del servicio de abastecimiento de agua.

- Componente infraestructuras: Renovación de instalaciones, equipos y materiales
- Componente técnico: apoyo por medio de cooperación técnica

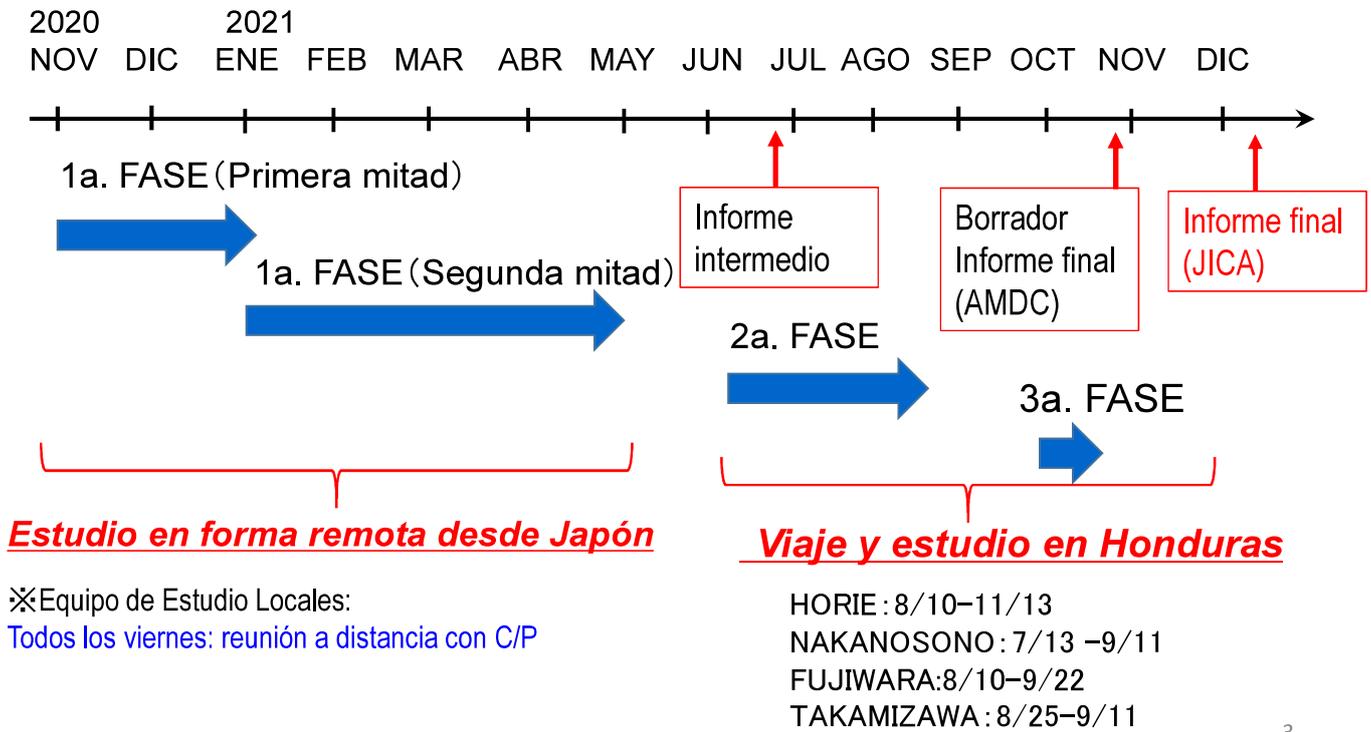
### 1-2 Integrantes del Equipo de Estudio

Nombre	Función
Nobuyuki Sato	Líder/ Plan de Servicio de Agua Potable 1
Toshiki Horie	Sublíder/ Plan de Servicio de Agua Potable 2/ Plan de Equipos
Hiroki Fujiwara	Plan de Instalaciones
Kiyoko Takamizawa	Análisis Institucional
Kenji Nakanosono	Demostración
César A. Morales	Coordinador
Edmond Madrid Rivera	Ingeniero de abastecimiento de agua
Eduardo Daniel Blanco	Ingeniero eléctrico
Carlos Emanuel Sánchez	Análisis Institucional

2

# 1 RESUMEN DEL ESTUDIO

## 1-3 Calendario del Estudio



3

## Seminario para presentar Tecnologías Japonesas

1. Detección de fugas de agua



2. Mejorar de la calidad del agua en embalse



3. Pequeños generadores hidroeléctricos



4. Caudalímetro ultrasónico



5. SCADA



# 1. Detección de fugas de agua

## 1. Problema pendiente

- Actualmente, SANAA repara las tuberías cuando los usuarios avisan de una fuga de agua. **No realizar detectar de fugas de una manera activa**
- El proyecto AQUARUM de España entregó los siguientes equipos de detección de fugas. Estos equipos solo **pueden detectar fugas si hay agua en las tuberías**. Sin embargo, es difícil buscar siempre fugas **en un suministro de agua intermitente** como el actual en Tegucigalpa.

Seba KMT : Hydrolux HL 500	CORRELUX P-1	Vivax vLocPro
		

## 2. Solucion

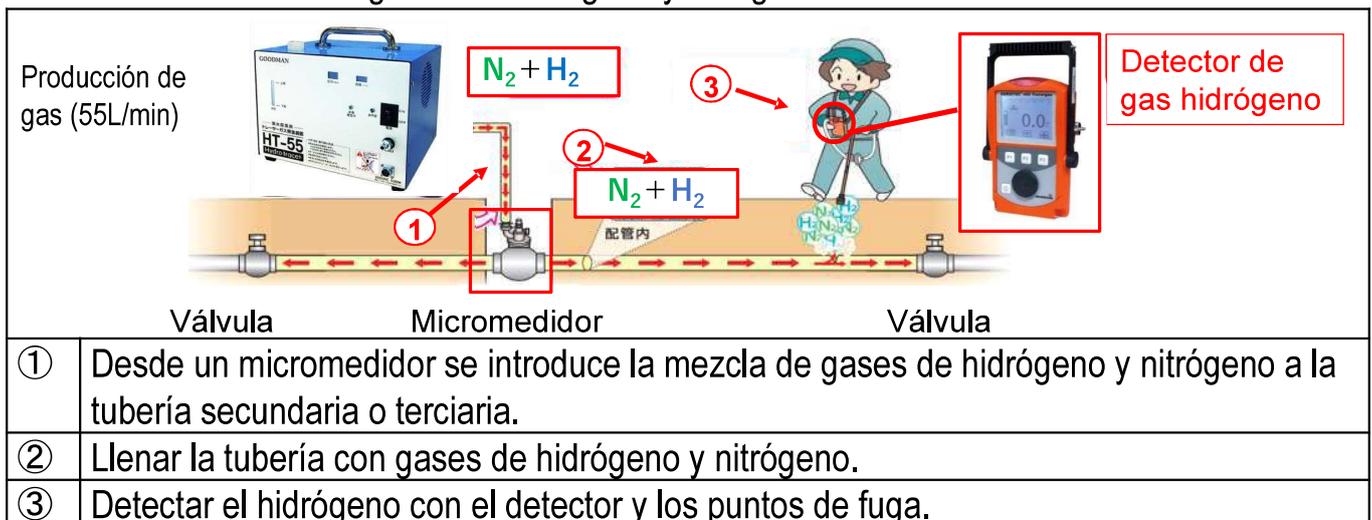
Actualmente, la mayoría de las zonas de la ciudad de Tegucigalpa se suministra de agua **una vez cada cinco días**, y proponemos un sistema de detección de fugas por gas trazador para detectar la fuga de agua **cuando no hay agua en tubería**.

5

# 1. Detección de fugas de agua

## Unidad detectora de fugas tipo hidrógeno (GAS)

Generador de mezcla de gases de hidrógeno y nitrógeno



- Tecnología Japón:

(1) Nombre de empresa : GOODMAN

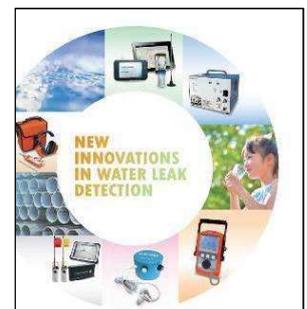
<https://www.goodman-inc.co.jp/english/goodman>

(2) Nombre de producto: Hydro Tracer-55

(3) Registro de casos

169 casos (Japón) 10 casos(Proyecto de JICA)

**GOODMAN**  
探索機のグッドマン



# 1. Detección de fugas de agua

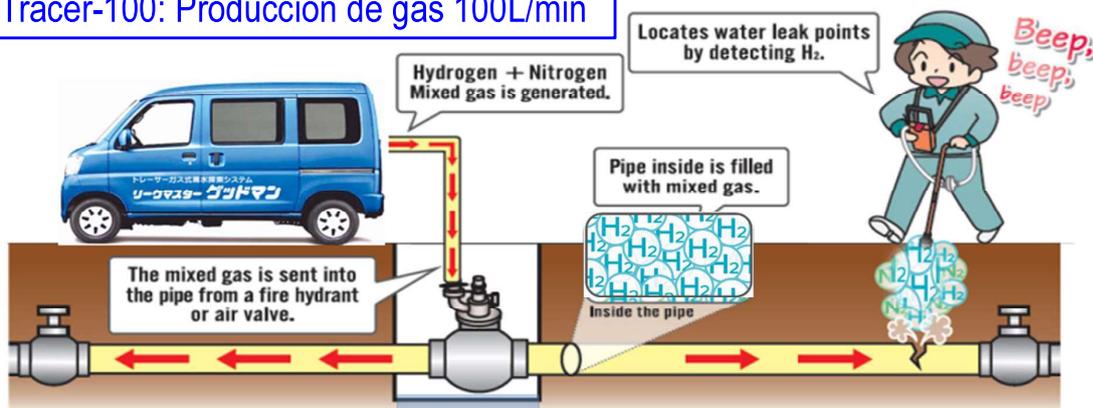
Ventaja	Desventaja
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Es posible <b>detectar fugas mínimas o a baja presión</b>, que un método acústico convencional no puede detectar.</li> <li>▪ Es posible <b>detectar fugas en áreas con limitadas horas de servicio</b>.</li> <li>▪ Es posible trabajar de día en los lugares con alto tráfico o mucho ruido.</li> <li>▪ No queda afectado por la profundidad, tipo y diámetro de la tubería instalada .</li> <li>▪ <b>No requiere conocimientos ni experiencia especiales</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Se necesita un <b>generador</b> para la detección de fugas en sitio.</li> <li>▪ Cuando se inyecta gas, es necesario <b>separar las tuberías con válvulas</b>. Si no es posible separar las zonas, es necesario instalar nuevas válvulas.</li> <li>▪ Se necesita <b>tiempo para inyectar el gas</b>. 60 minutos para la inyección de gas :2 pulgada de diámetro, 1000m 90 minutos para la inyección de gas :3 pulgada de diámetro, 1000m</li> </ul>

7

# 1. Detección de fugas de agua

Los generadores de gas trazador montados en vehículos se utilizan para buscar fugas de agua en diámetros medianos y grandes y en largas distancias.

Hydro Tracer-100: Producción de gas 100L/min



Hydro Tracer-200: Producción de gas 200L/min



\*Los vehículos se puede acondicionar en Honduras.

# 1. Detección de fugas de agua

## 1. KIKUZO (Amplificador de sonido)

Para confirmar fuga de agua, confirmar sonido de fuga.

Generalmente, se utiliza Varilla acústica.



Varilla acústica



Varilla Acústica con Amplificador



Varilla acústica con KIKUZO

Generalmente, se necesita larga experiencia para detectar sonido de fuga de agua

Varilla Acústica con Amplificadora (KIKUZO) Es fácil de saber diferente de sonido.

9

# 1. Detección de fugas de agua

## 1. Resultado de demostración

### (1) Entrenamiento

#### 1. Participantes

SANAA: Departamento de Optimización Operativa, AMDC(21 persona)

#### 2. Fecha

De 26 a 29 de Julio 2021

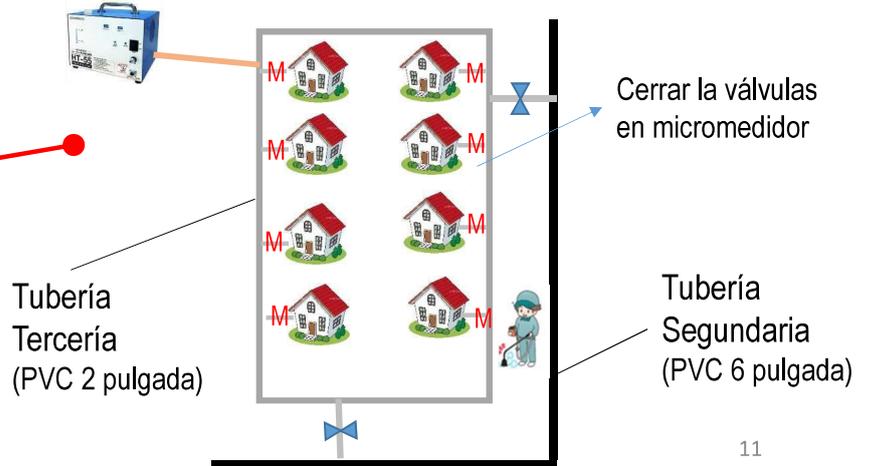
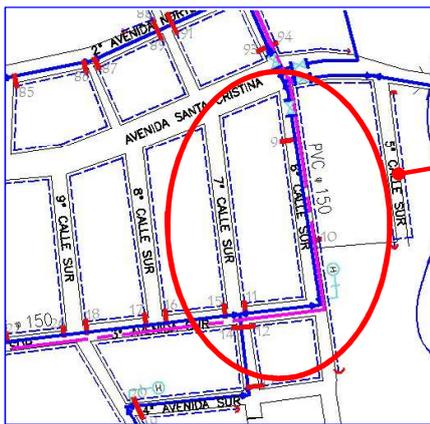
#### 3. Contenido

- La importancia del control de fuga de agua
- Uso de los Equipos (HT-55, VarioTech, PVC Locator, KIKUZO)
- Medición de cloro residual y presión de agua en tubería



# Resultado de demostración

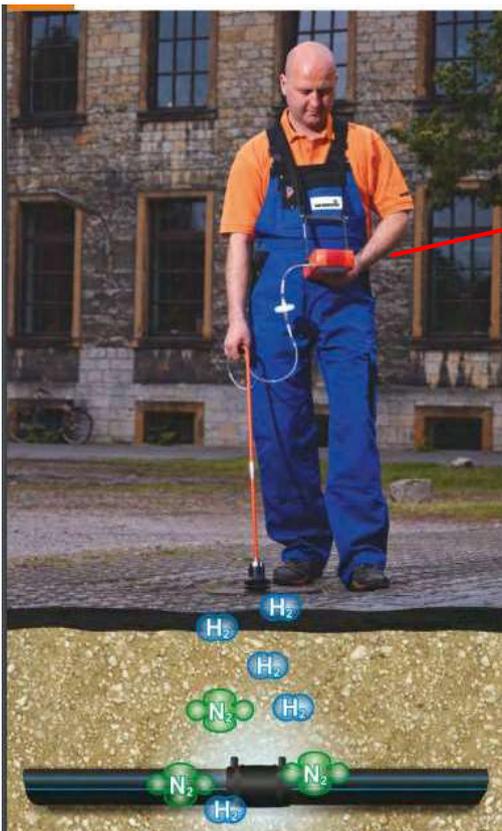
## (2) Demostración (Mira Flores)



11

# Resultado de demostración

## (2) Demostración (Mira Flores)



Detectar PPM de hidrogeno



A-6

12

## Resultado de demostración

Detectar fuga de agua



13

## Resultado de demostración

(3) Demostración (Mira Flores)



14

# Resultado de demostración

## (3) Demostración (Mira Flores)

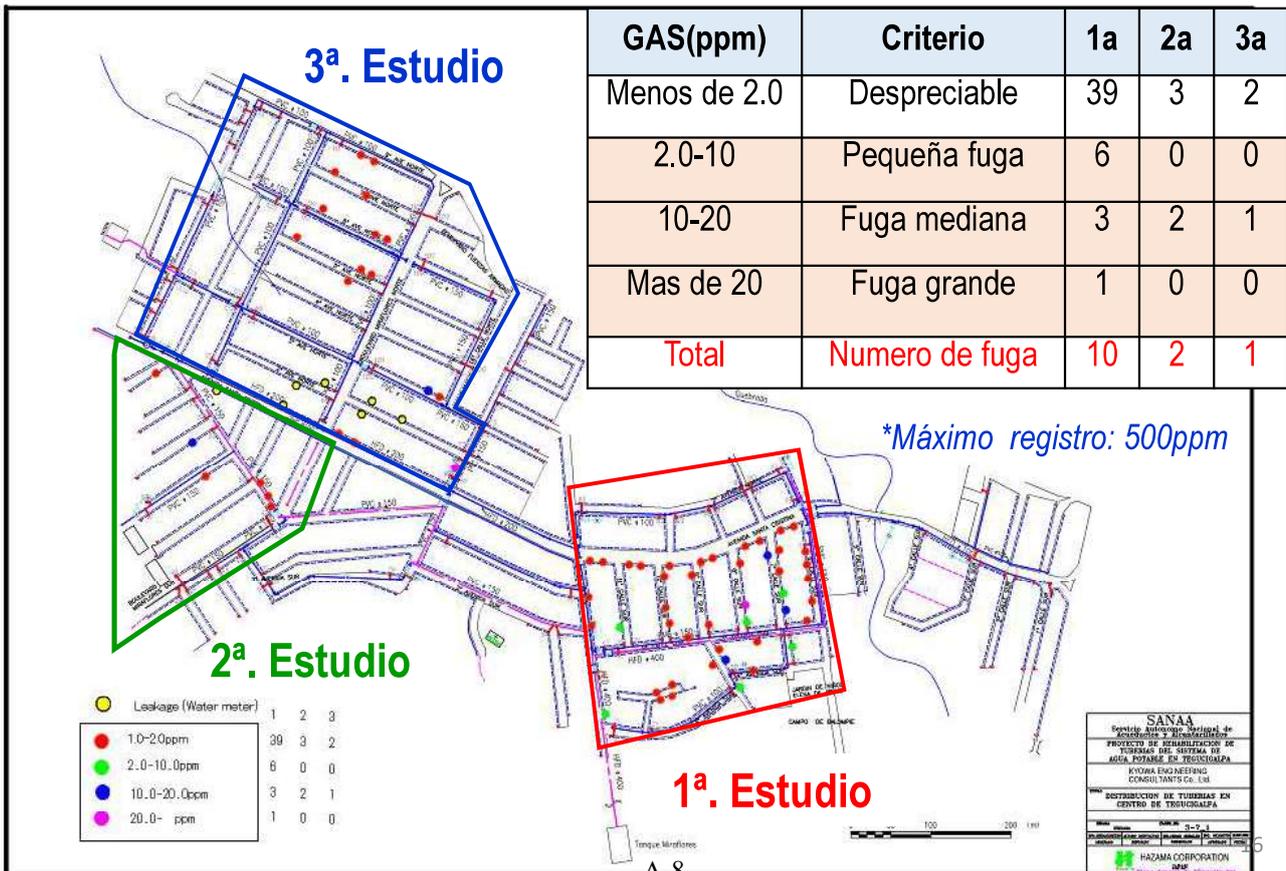


El pavimento de hormigón dificulta el paso de los gases, por lo que hay que explorar.

15

# Resultado de demostración

## (3) Demostración (Mira Flores)



## 2. Mejorar de la calidad del agua en embalse

### 1. Problema pendiente

En el caso de la embales de Laureles, la calidad del agua se **está deteriorado por la eutrofización**. PTA Laureles y Concepción utilizan carbón activado en polvo para tratar agua cruda. Debido al elevado coste del carbón activado en polvo, **los costes de mantenimiento de PTA son elevados**.

### 2.Solucion

- **Las aguas residuales** vertidas por los hogares y los instalación aguas arriba de la embalse **deben ser tratadas**.
- En Japón se han introducido **sistemas de circulación de aireación por hélice** como medida para **controlar el crecimiento de las algas**.
- **Los paneles solares** pueden utilizarse para generar energía si no se dispone de una fuente de energía.

### 3. Tecnología Japón:

- (1) Nombre de empresa:  
ZENIYA OCEAN Service Engineering,LTD
- (2) Nombre de producto  
NEO LOOP(Circulador tipo propulsor)
- (3) Registro de caso en Japón  
24 casos (Desde 2002-2020) <http://www.zeniya-k.co.jp/>



## 2. Mejorar de la calidad del agua en embalse

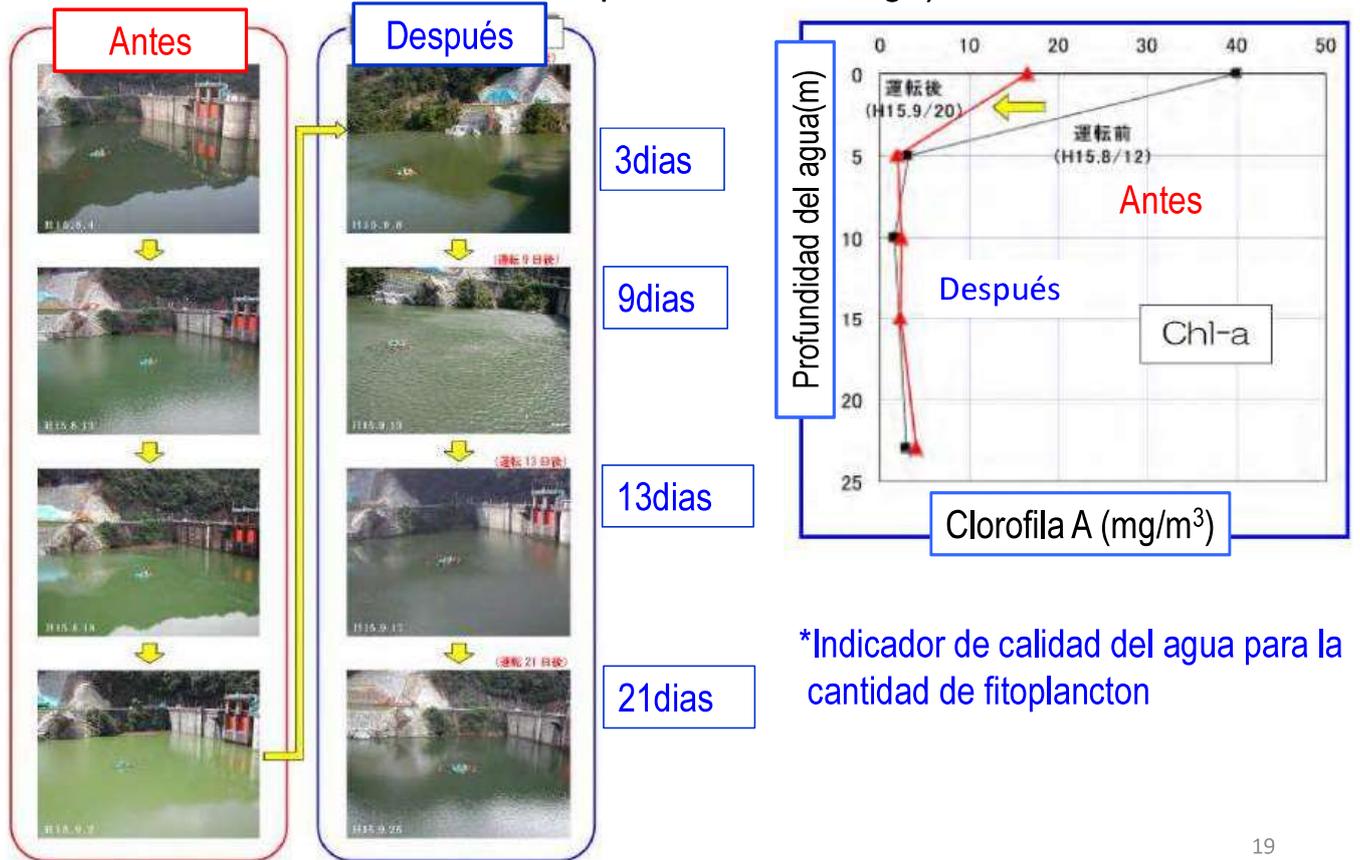
### 4. Características

- Enviando el agua de la superficie a la capa inferior y **desactivando las algas** en la superficie.
- El oxígeno de la superficie se envía a la capa inferior y **por medio de aireación**, lo que reduce la producción del fósforo, el hierro y el manganeso del lodo del fondo y de sulfuro de hidrógeno.



## 2. Mejorar de la calidad del agua en embalse

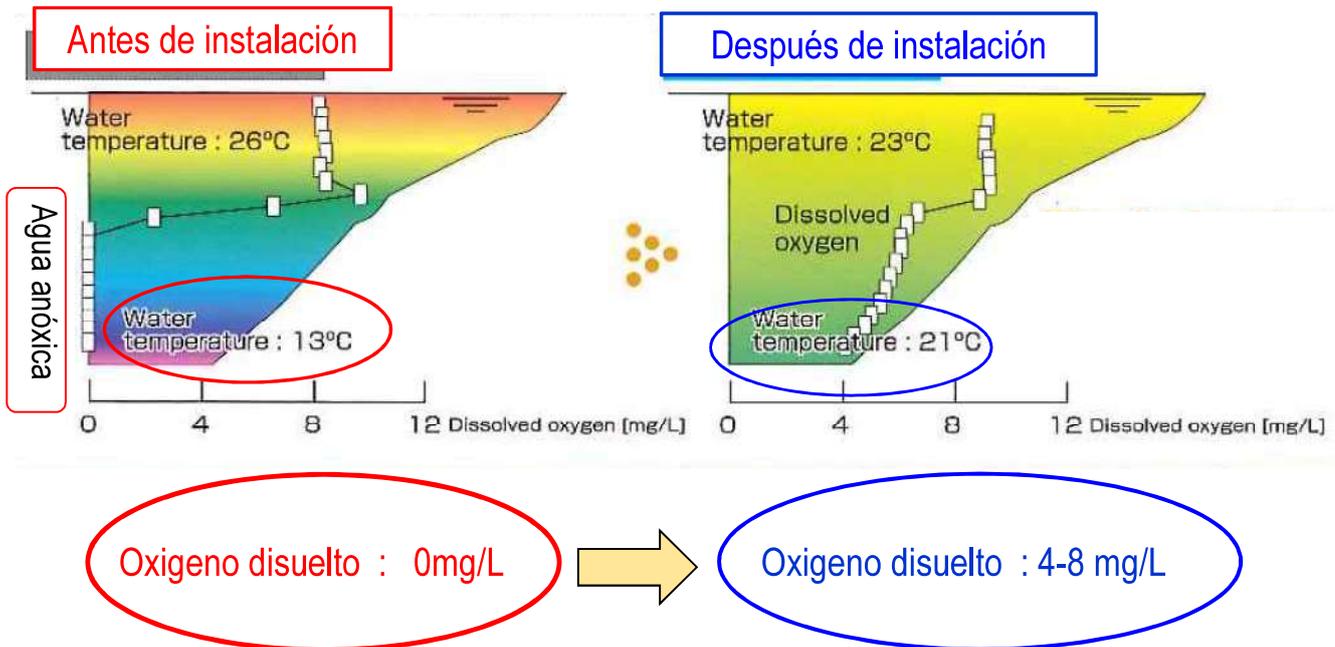
### 5. Efecto (En caso del embalse en prefectura de saga)



19

## 2. Mejorar de la calidad del agua en embalse

Los dato de Oxigeno disuelto y temperatura de agua



### 3. Pequeños generadores hidroeléctricos

#### 1. Antecedentes

La ciudad de Tegucigalpa tiene un alto potencial para instalar la pequeña hidroelectricidad debido a su terreno ondulado. En 2015 se instalaron micro hidroeléctricas en la línea de transmisión de agua de PTA Concepción y línea 22 de PTA Picacho.

Esto es tipo diferente de Picacho y Concepción, introducir pequeños generadores hidroeléctricos que puedan utilizarse en canales abiertos y tubería.

#### 2. Tecnología Japón:

- (1) Nombre de producto  
Power Archimedes
- (2) Nombre de empresa:  
Hokuriku Seiki Corp.
- (3) Registro de entrega en Japón  
36 casos(Japón), 4 casos(Filipinas y Myanmar)

<http://www.s-hokuriku.com/product/archimedes/english>



21

### 3. Pequeños generadores hidroeléctricos

#### 3. Características

- Alta eficiencia de generación de energía **con baja caída y pequeño caudal** (para 100kw o menos)
- Los equipos de generación de energía pueden instalar **directamente en canal abierto**.
- **Fácil de instalar** (Se puede instalar en vías navegables con un desnivel de 5 m o menos)

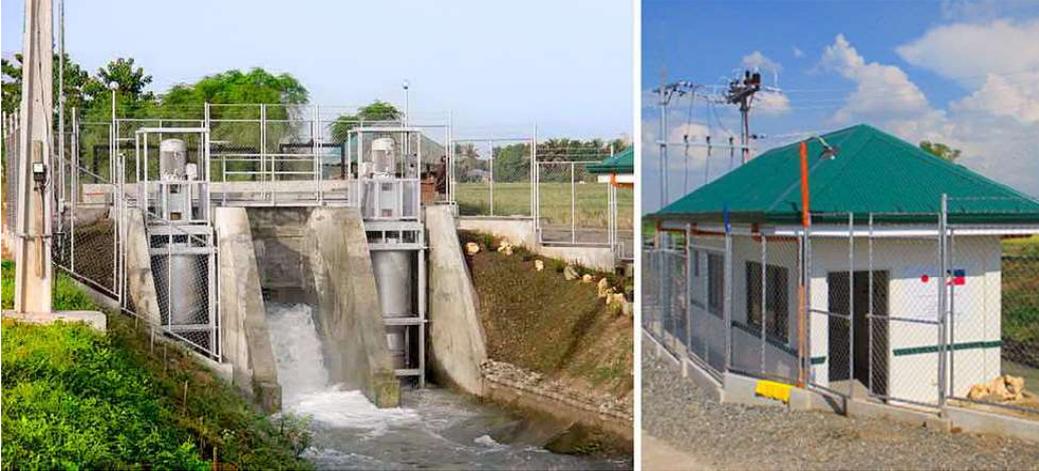
Especificaciones	Caudal: 0.95m <sup>3</sup> /s Caída: 3.5m Potencia: 20kW	Caudal: : 0.85m <sup>3</sup> /s Caída: : 2.0m Potencia: 10kW
Foto		

\*Se puede utilizar en punto de aeración de PTA A-11

22

### 3. Pequeños generadores hidroeléctricos

En caso de Filipinas en proyecto de JICA (2015)

Especificaciones	Caudal: 5 m <sup>3</sup> /sec Caída: 3.0m Potencia: 50kW ( 25kW x 2 )
Foto	

23

### 4. Caudalímetro ultrasónico

#### 1. Antecedentes

Para controlar el volumen de agua bruta, agua tratada y agua distribuida en un sistema de suministro de agua, es necesario medir con precisión de agua y el caudal y el nivel de agua del tanque. Entonces, presentaremos los instrumentos de medición japoneses.

#### 2. Tecnología Japón

- (1) Nombre de producto  
UPF-20
- (2) Nombre de empresa:  
TOKYO KEIKI

**\*La primera empresa del mundo** en desarrollar un caudalímetro ultrasónico

- (3) Registro de casos  
Mas de 1500 casos

<https://www.tokyokeiki.jp/e/>



## 4. Caudalímetro ultrasónico

Nombre de producto	Caudalímetro ultrasónico fijo	Caudalímetro ultrasónico portátil	Medidores de nivel por radiofrecuencia
Foto			
Especificación	DN 25mm -6000mm Precisión $\pm 1.0\%$	DN 65- 500mm Precisión $\pm 1.0-2.0\%$	Altura máxima : 30m

En este estudio, estamos utilizando un caudalímetro ultrasónico para realizar una auditoría energética de la bomba. El caudalímetro ultrasónico se entregara a UGASAM, y le daremos instrucciones y manuales sobre cómo medir.

**Nota: En caso de las tuberías viejas con óxido, limo, no se pueden medir bien el caudal con el caudalímetro ultrasónico.**

25

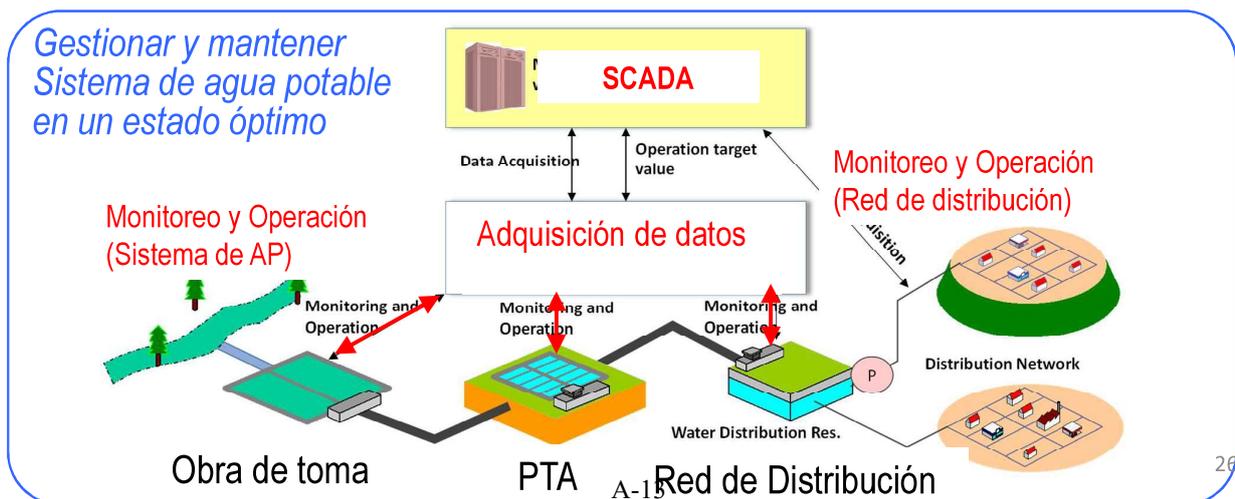
## 5. SCADA

### 1. Antecedentes

- El sistema de suministro de agua de la ciudad de Tegucigalpa **no lleva un registro** del caudal de entrega y distribución de agua, datos de la presión , el caudal de agua en las bombas y el nivel de agua en los tanques.
- El SCADA se instaló en la PTA Picacho en 2014, sin embargo, no se ha utilizado en los dos primeros años de funcionamiento debido a la falta de capacidad del memoria en el servidor y a la dificultad para obtener repuestos.

*SCADA = Supervisory Control And Data Acquisition System*

Sistemas de recolección de datos a distancia, supervisión centralizada, operación y control.



# 5. SCADA

## 2. Tecnología Japón:

- (1) Nombre de producto  
Fast Tools.
- (2) Nombre de empresa:  
Yokogawa Electric Corporation
- (3) Registro de casos  
13 casos (Proyecto de JICA) , aproximadamente 500 casos



<https://www.yokogawa.com/solutions/products-platforms/control-system/supervisory-control-and-data-acquisition-scada/#Overview>

## Estructura del servicio

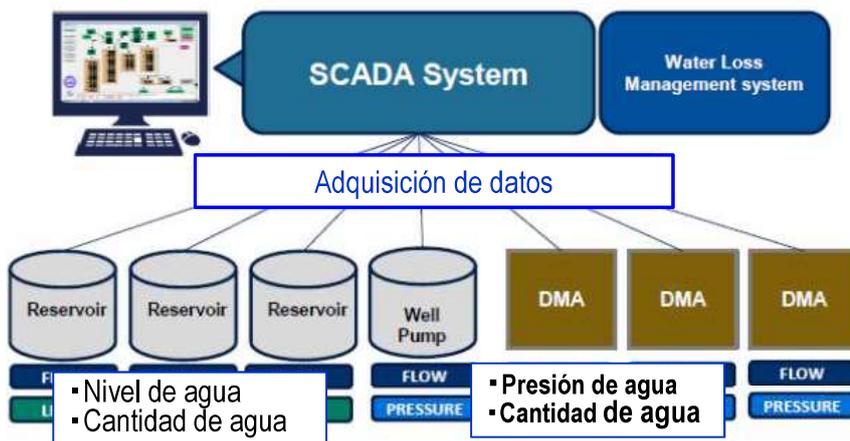


- 230 oficinas de servicio en 80 países
- 2000 ingenieros de servicio

En Honduras se puede atender en Oficina de México o EEUU

# 5. SCADA

## Uso de Proyecto de JICA en caso de Filipinas:Cebu Water District



**Desafío del cliente**

- No hay señal, no hay operación remota
- No hay datos horarios ni diarios
- Baja presión del agua



**Efecto del proyecto**

- Operación remota desde la sala SCADA
- Recolección de datos de forma eficiente
- Suficiente presión de agua en todas partes

### Comentario de Empresa de Servicio de agua potable después de instalación

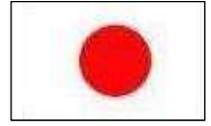
- El número de reclamaciones de los usuarios ha disminuido considerablemente.
- ¡El personal no necesita ir al sitio local con frecuencia cuando ocurre algún problema!
- Ahora sabemos el tiempo óptimo de abrir y cerrar de una válvula de tanque a través de SCADA

## Palabras finales

Deseamos *que los productos, las tecnologías y las ideas japonesas* podrían contribuir al mejoramiento del sistema de agua potable en Tegucigalpa.



Muchísimas Gracias por su atención!  
E-mail: [thorie@jat.co.jp](mailto:thorie@jat.co.jp)



29



## Anexo 2 Lista de recopilación de datos

Estudio de recolección de datos sobre el abastecimiento de agua en Tegucigalpa

número	Título del material	Fómatto	Original /Copiar	Autoridad emisora	Año de emisión
1	8.5 Norma Tecnica Nacional para la Calidad de Agua.	PDF	Copy	SESAL	1995
2	8.5 Normas Tecnicas de las Descargas de Aguas Residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario.	PDF	Copy	SESAL	1996
3	8.5 Codigo Hondureño de la Construccion - CAPITULO XII, 1.5.3- 2.11	PDF	Copy	CICH	2000
4	8.5 Codigo Hondureño de la Construccion - CAPITULO XII, 3-3.5.5	PDF	Copy	CICH	2000
5	8.5 Codigo Hondureño de la Construccion - CAPITULO XII, 3.5.6- 3.9.1	PDF	Copy	CICH	2000
6	8.5 Codigo Hondureño de la Construccion - INDICE	PDF	Copy	CICH	2000
7	8.5 Codigo Hondureño de la Construccion - PORTADA	PDF	Copy	CICH	2000
8	Plan Maestro - Estudio del sistema de abastecimiento de agua para el area urbana de Tegucigalpa en la Republica de Honduras	PDF	Copy	JICA	2001
9	Master Plan (English) - The Study on Water Supply System for Tegucigalpa urban area in the Republic of Honduras	PDF	Copy	JICA	2001
10	ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCION/ SISTEMAS DE ALCANTARILLADO SANITARIO	PDF	Copy	SANAA	2001
11	NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS	PDF	Copy	SANAA	2001
12	8.4 Ente Regulador de Servicios de Agua Potable y Saneamiento (ERSAPS)	Document	Copy	ERSAPS	2003
13	LEY MARCO del sector agua potable y SANEAMIENTO	PDF	Copy	La Gaceta	2003
14	Proyecto de abastecimiento de Agua para Tegucigalpa - Informe Final Volumen 3	PDF	Copy	SOGREAH	2004
15	Proyecto de abastecimiento de Agua para Tegucigalpa - Informe Final Volumen 3	PDF	Copy	SOGREAH	2004
16	Proyecto de abastecimiento de Agua para Tegucigalpa - Informe Final Volumen 4	PDF	Copy	SOGREAH	2004
17	Proyecto de abastecimiento de Agua para Tegucigalpa - Informe Final Volumen 4	PDF	Copy	SOGREAH	2004
18	8.5 Anexos(aguas potables).	PDF	Copy	SANAA	2004
19	8.5 bibliografia( Agua potable)	PDF	Copy	SANAA	2004
20	8.5 Glosario( Agua potable)	PDF	Copy	SANAA	2004
21	8.5 Indice de Normas	PDF	Copy	SANAA	2004
22	8.5 Introduccion General (AP y AS)	PDF	Copy	SANAA	2004
23	8.5 Normas de diseño de agua potable, modificado en Marzo	PDF	Copy	SANAA	2004
24	8.5 Anexos Aguas residuales nuevo	PDF	Copy	SANAA	2004
25	8.5 BIBLIOGRAFIA( Aguas residuales)	PDF	Copy	SANAA	2004
26	8.5 Glosario( Aguas residuales)	PDF	Copy	SANAA	2004
27	8.5 Indice de Normas de aguas residuales	PDF	Copy	SANAA	2004
28	8.5 Normas de aguas negras de Marzo	PDF	Copy	SANAA	2004
29	8.5 Guías técnicas para la incorporación de medidas de mitigación de desastres en el diseño y construcción de sistemas de agua y	PDF	Copy	SANAA	2004
30	Proyecto de Abastecimiento de Agua para Tegucigalpa I3. Informe Final- Volumen 3 Anexos Estudio de Factibilidad	PDF	Copy	SOGREAH/TECNISA	2004
31	8.4 Reglamento de calidad del servicio	PDF	Copy	ERSAPS	2005
32	8.4 Reglamento de Servicios	PDF	Copy	ERSAPS	2006
33	Informe del Estudio Preliminar sobre el Proyecto de Abastecimiento de Agua para el Área Urbana de	PDF	Copy	JICA	2006
34	INFORME DEL ESTUDIO DE DISEÑO BÁSICO PARA EL PROYECTO URGENTE PARA EL ABASTECIMIENTO DE	PDF	Copy	JICA	2007
35	Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales de San José de la Vega y PRRAC-ASAN, Descripción de Proyecto	PDF	Copy	SANAA	2009
36	(ENCC) Estrategia Nacional de Cambio Climatico Honduras Sintesis para tomadores de Decision	PDF	Copy	SERNA/GTZ/PNUD	2010
37	8.5 Codigo Hondureño de la Construccion -	PDF	Copy	CICH	2010
38	8.5 Codigo Hondureño de la Construccion - CAPITULO XII "Cargas y Fuerzas estructurales" Normas Tecnicas complementarias, 1-1.5.2	PDF	Copy	CICH	2010
39	PLAN MAESTRO DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE TEGUCIGALPA	Document	Copy	AQUARUM	2011

número	Título del material	Fómatto	Original /Copiar	Autoridad emisora	Año de emisión
40	SANAA - Sectorización de AQUARUM (Sectorización AQUARUM)	PDF	Copy	Departamento: Optimización Operativa SANAA	2011
41	Política de Descentralización para el desarrollo	Document	Copy	La Gaceta / Presidencia de la República en Consejo de Ministros	2012
42	Servicios de Ingeniería, Obras, Bienes y Servicios para un Programa de Gestión de Pérdidas de Agua	PDF	Copy	UTGP (UNION TEMPORAL GESTIÓN DE PÉRDIDAS)	2012
43	ANEXO XXIV RESULTADOS PROYECTADOS CON LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS	PDF	Copy	UTGP (UNION TEMPORAL GESTIÓN DE PÉRDIDAS)	2012
44	XVII Censo de población y VI de Vivienda 2013	PDF	Copy	INE	2013
45	Política Nacional del Sector Agua Potable y Saneamiento de Honduras	PDF	Copy	CONASA	2013
46	Política Nacional del Sector Agua Potable y Saneamiento de Honduras	PDF	Copy	Consejo Nacional de Agua Potable y Saneamiento (CONASA)	2013
47	8.4 Plan de Capacitación, Comisiones Municipales de Agua Y saneamiento (COMAS)	Document	Copy	CONASA	2013
48	8.4 Política Nacional del Sector Agua Potable y Saneamiento de Honduras	PDF	Copy	CONASA	2013
49	The Feasibility Study on the construction of Guacerique II Dam, in Tegucigalpa (Final Report)	PDF	Copy	KOICA/KECC	2013
50	Monitoring Country Progress in Drinking Water and Sanitation	PDF	Copy	CONASA	2013
51	PLAN NACIONAL DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (PLANASA)	PDF	Copy	CONASA	2014
52	8.4 Reglamento Interno para regular el funcionamiento de "COMAS"	PDF	Copy	AMDC	2014
53	Estudio de Impacto Ambiental, Factibilidad Represa Río del Hombre	MS Powerpoint	Copy	Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (Mi Ambiente +)	2014
54	Ex-Post Evaluation of Japanese ODA Grant Aid Project Urgent Water Supply Project in Tegucigalpa	PDF	Copy	JICA	2014
55	Plan de Acción Tegucigalpa	PDF	Copy	AMDC / BID (ICES)	2015
56	Tegucigalpa y Comayagua, Capital sostenible, Segura y abierta al Estudio de Factibilidad Técnica, Financiera y ambiental del Proyecto Represa de Río del Hombre	PDF	Copy	egis	2015
57	Estudio y Diseño Final Proyecto de Aprovechamiento Embalse de río Nacaome para Agua Potable para el municipio del Distrito Central y	MS Word	Copy	Inypsa/ CONASH / SEISA	2015
58	TABLA DE CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL EL SECRETARIO DE ESTADO EN LOS DESPACHOS DE ENERGÍA,	PDF	Copy	LA GACETA	2015
59	Datos pob_AMDC v f 08112016	Document	Copy	AMDC	2016
60	8.4 Políticas Regulatorias de Agua Y Saneamiento de Honduras	PDF	Copy	ERSAPS	2016
61	Auditoría de Gestión Ambiental a la Subcuenca del Río Guacerique	PDF	Copy	Tribunal Superior de Cuentas	2016
62	Datos calidad del agua Planta de Tratamiento de Aguas Residuales La Vega	excel	Copy	SANAA	2016
63	Crease_unidad_agua_potable_saneamiento_DC	PDF	Copy	La Gaceta	2017
64	Recopilación de Información y Estudio de Verificación para la Cooperación JICA-BID Relacionada a los Sectores de Agua y Saneamiento de la	PDF	Copy	JICA	2017
65	Síntesis del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNA) de Honduras para el Distrito Central (DC)	Document	Copy	Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (Mi Ambiente +)	2018
66	Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático Honduras - Versión Resumen	PDF	Copy	Secretaría de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (Mi Ambiente +)	2018
67	Plan de Acción al Cambio Climático del Distrito Central	PDF	Copy	AMDC	2018
68	Sistema General de alcantarillado de Tegucigalpa	Autocad	Copy	SANAA	2018
69	Plan de Negocios Ajustado de la UMAPS	PDF	Copy	CETI S.A.   Centro de Estudios de Transporte e Infraestructura S.A.	2018
70	"Estudio y Diseño de Varias Obras para el Mejoramiento del Sistema de Agua Potable del Distrito Central" Informe Final Etapa II- Embalse	PDF	Copy	ACI	2018
71	PROGRAMA DE REFORMA DE LOS SERVICIOS DE AGUA Y SANEAMIENTO EN TEGUCIGALPA (HO-L1207)	PDF	Copy	BID	2018
72	Estudio y Diseño Final Proyecto de Aprovechamiento Embalse de río Nacaome para Agua Potable para el municipio del Distrito Central y	PPT	Copy	ACI/SEISA	2018
73	Plan Sectorial de Agua y Saneamiento en el Distrito Central para dar	PDF	Copy	BID	2019
74	Prontuario de Disposiciones Legales atinentes a los Servicios de Aguas Potable y Saneamiento	PDF	Copy	ERSAPS	2019
75	8.4 Proyecto de mejoramiento de los servicios de Agua Potable de Tegucigalpa	PDF	Copy	AMDC / UMAPS	2019
76	"Plan Sectorial de Agua y Saneamiento en el Distrito Central para dar Cumplimiento a los Objetivos de Desarrollo Sostenible"	PDF	Copy	BID	2019
77	Proyecto de Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable de Tegucigalpa	PDF	Copy	AMDC	2019
78	Lineamientos para el Desarrollo del Plan Director de Agua Potable y Saneamiento con Enfoque de Género y Cambio Climático de la Ciudad	PDF	Copy	BID	2019
79	INTERNATIONAL DEVELOPMENT ASSOCIATION PROJECT APPRAISAL DOCUMENT ON A PROPOSED CREDIT IN	PDF	Copy	WORLD BANK	2019

número	Título del material	Fómatto	Original /Copiar	Autoridad emisora	Año de emisión
80	Formulación del Plan de Negocios y Formulación del Acuerdo de Mejoramiento del Prestador Municipal Urbano de	PDF	Copy	ERSAPS	2019
81	Plan de Consulta y Participación Ciudadana para el Proyecto de Mejoramiento de los Servicios de Agua Potable de Tegucigalpa	PDF	Copy	AMDC	2019
82	BOLETÍN DE PRECIPITACION PLUVIAL 2015 - 2019	PDF	Copy	INE	2019
83	6.1 y 6.2 Reporte consolidado de información requerida en la Sección "6.1 y 6.2	PDF	Copy	UMAPS	2020
84	Reporte consolidado de información requerida en la Sección "7 Instituciones Ejecutoras" del "Estudio de Recolección de Datos sobre el	PDF	Copy	UMAPS	2020
85	Archivo 7_1 Organigrama UMAPS.jpg	Image	Copy	UMAPS	2020
86	Archivo 7_1 Organigrama SANAA UMAPS AMDC UGASAM.vsd	Document	Copy	UMAPS	2020
87	Archivo 7_1 Organigrama AMDC.jpg	Image	Copy	UMAPS	2020
88	Plan Local de Adaptacion al Cambio Climatico del Municipio del Distrito Central, Zona Urbana y Rural	PDF	Copy	AMDC / Secretaria de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (Mi Ambiente +)	2020
89	Informacion Adicional FA - Fuentes de Agua AMDC	Document	Copy	AMDC	2020
90	Informacion Adicional FA - Lista de Donaciones UGASAM	Document	Copy	UGASAM	2020
91	Informacion Adicional FA - Presupuesto Fuentes Agua AMDC	Document	Copy	AMDC	2020
92	Informacion Adicional FA - Resumen Periurbanos	Document	Copy	SANAA	2020
93	Informacion Adicional FA - Asistencia de otros donantes	PDF	Copy	UGASAM	2020
94	DISEÑO Y CONSTRUCCION DE LA REPRESA EN LA CUENCA DE LOS RIOS SAN JOSE Y JACALEAPA	PDF	Copy	AMDC	2020
95	TEGUCIGALPA: WATER SUPPLY STRENGTHENING PROJECT (P170469) Implementation Status & Results Report	PDF	Copy	the World Bank	2020
96	"Elaboración de un estudio de Evaluación de Impacto Ambiental y Social preliminar y anteproyecto de plan de gestión ambiental y social ara mejoras a la represa José Cecilio del Valle" (Nacaome)	PDF	Copy	Secretaria de Energía, Recursos Naturales, Ambiente y Minas (Mi Ambiente +) Invest H	2020
97	Catastro de Usuarios	MS Excel	Copy	SANAA	2020
98	Proyecto para fortalecer los Servicios de Agua Potable de Tegucigalpa	PDF	Copy	AMDC/Banco Mundial	2020
99	Diagnóstico de la Situación Actual de la Red de Colectores y Sub-Colectores de Alcantarillado Sanitario de Tegucigalpa y Comayagua	MS Word	Copy	SANAA	2021
100	Copia de Volumen Evacuado y Cuadro Estadístico Concepcion2020-1 (003)	excel	Copy	SANAA	2021
101	Lineamientos para la implementación de un plan de Recursos Hídricos para Tegucigalpa (Honduras)	MS Word	Copy	BID-WSA/CHO	2021
102	Resumen Incidencias 2018-2020 (REPARACIONES)	MS Excel	Copy	SANAA	2021
103	Informe Plantas de Generación Micro Hidroeléctricas de la División Metropolitana del SANAA.	PDF	Copy	SANAA	2021
104	Datos de licitación Presa San José	MS Word	Copy	AMDC	2021
105	Resumen Presa San José	MS Word	Copy	AMDC	2021
106	Sectores y Colonias catastrales	MS Excel	Copy	SANAA	2021
107	Inversiones Ejecutadas en Proyectos de Agua Potable y Saneamiento de la División Metropolitana SANAA	MS Word	Copy	UGASAM/AMDC	2021
108	Registro de Agua para Tu Barrio DC (Camiones sistema)	MS Excel	Copy	AMDC	2021
109	Lista de Camiones Cisterna Privados (Registrados en SANAA )	MS Excel	Copy	SANAA/AQUABLOCK	2021
110	Cuadro de Tarifas por Consumo de Agua	MS Excel	Copy	SANAA	2021
111	Copia Muestreo de Tanques de Distribución (calidad del agua) 2020	MS Excel	Copy	SANAA	2021
112	Copia Muestreo de Tanques de Distribución (calidad del agua) 2019	MS Excel	Copy	SANAA	2021
113	Copia muestreo de Red de Distribución (calidad del agua) año 2019	MS Excel	Copy	SANAA	2021
114	copia de Muestreo de Lienaderos y AQUABLOCK, (calidad del agua) 2019-2020	MS Excel	Copy	SANAA	2021
115	Propuesta de Inversiones para el Acueducto del area urbana del Municipio del DC	MS Powerpoint	Copy	UGASAM/AMDC	2021
116	Red de Distribución Tegucigalpa	Shape file	Copy	AMDC	2021
117	Mapas Actualizados de los Subsistemas de Agua Potable de Tegucigalpa	PDF	Copy	UMAPS	2021
118	Datos sobre la Cuenca del Rio Guacerique	PDF	Copy	UGASAM/AMDC	2021

